

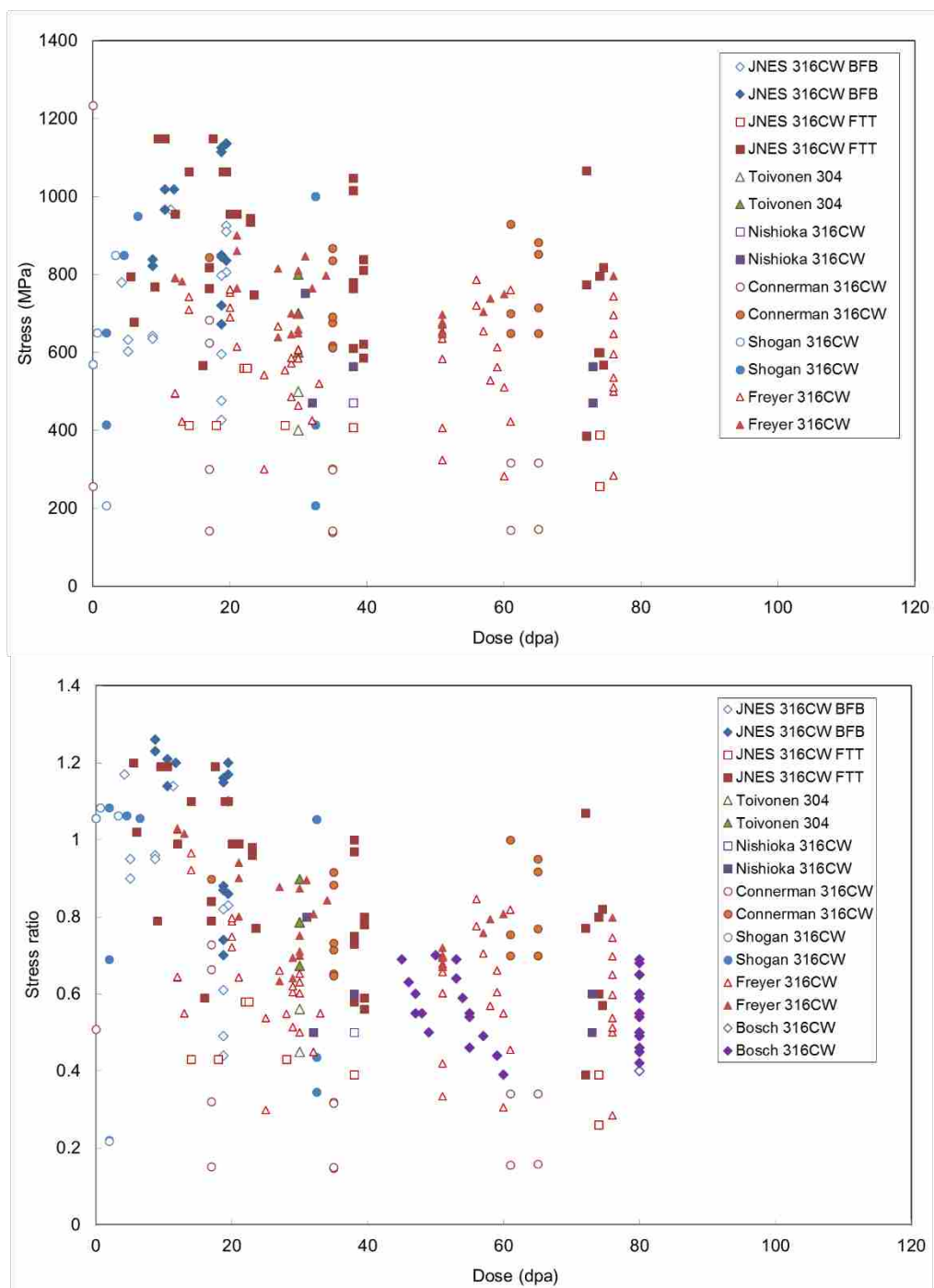


図 3.2.2-25 PWR 分野の IASCC 発生データ
上は負荷応力との関係、下は応力比との関係

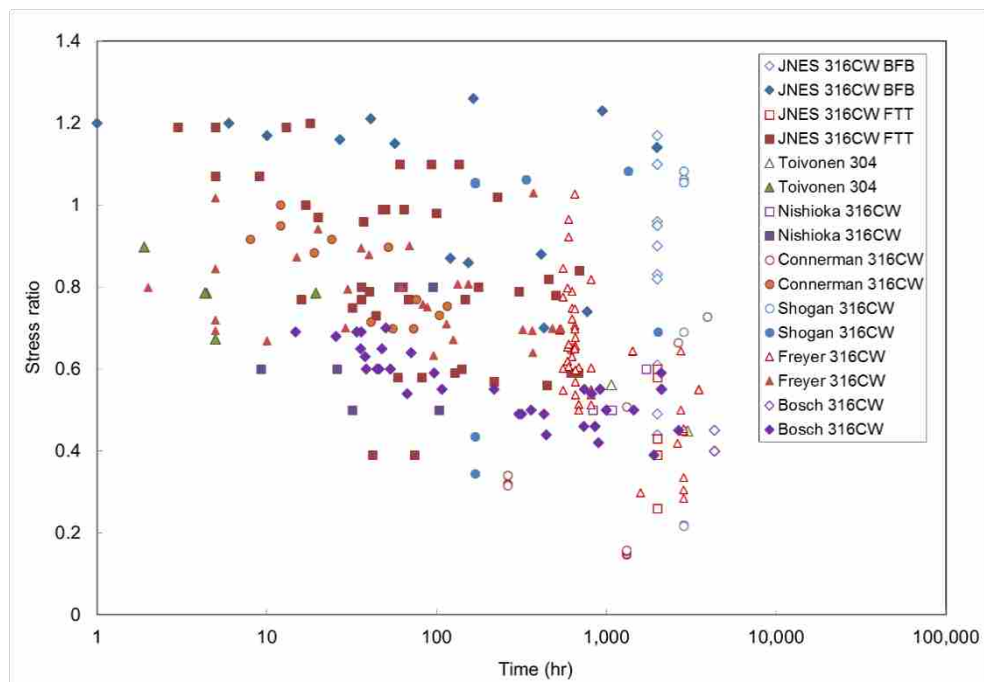


図 3.2.2-26 PWR 分野の IASCC 発生時間データ

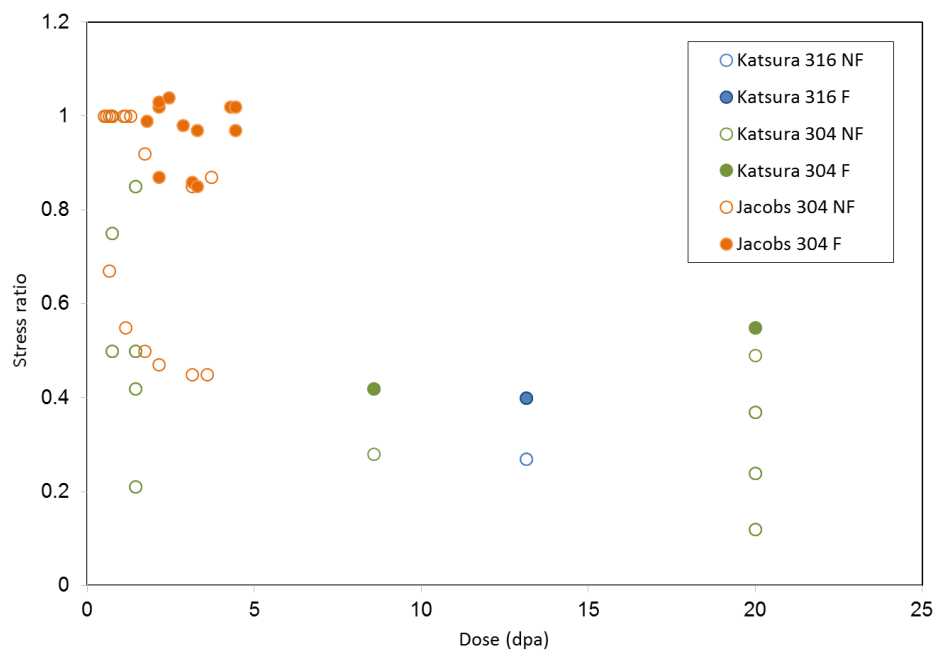


図 3.2.2-27 BWR 分野の IASCC 発生データ

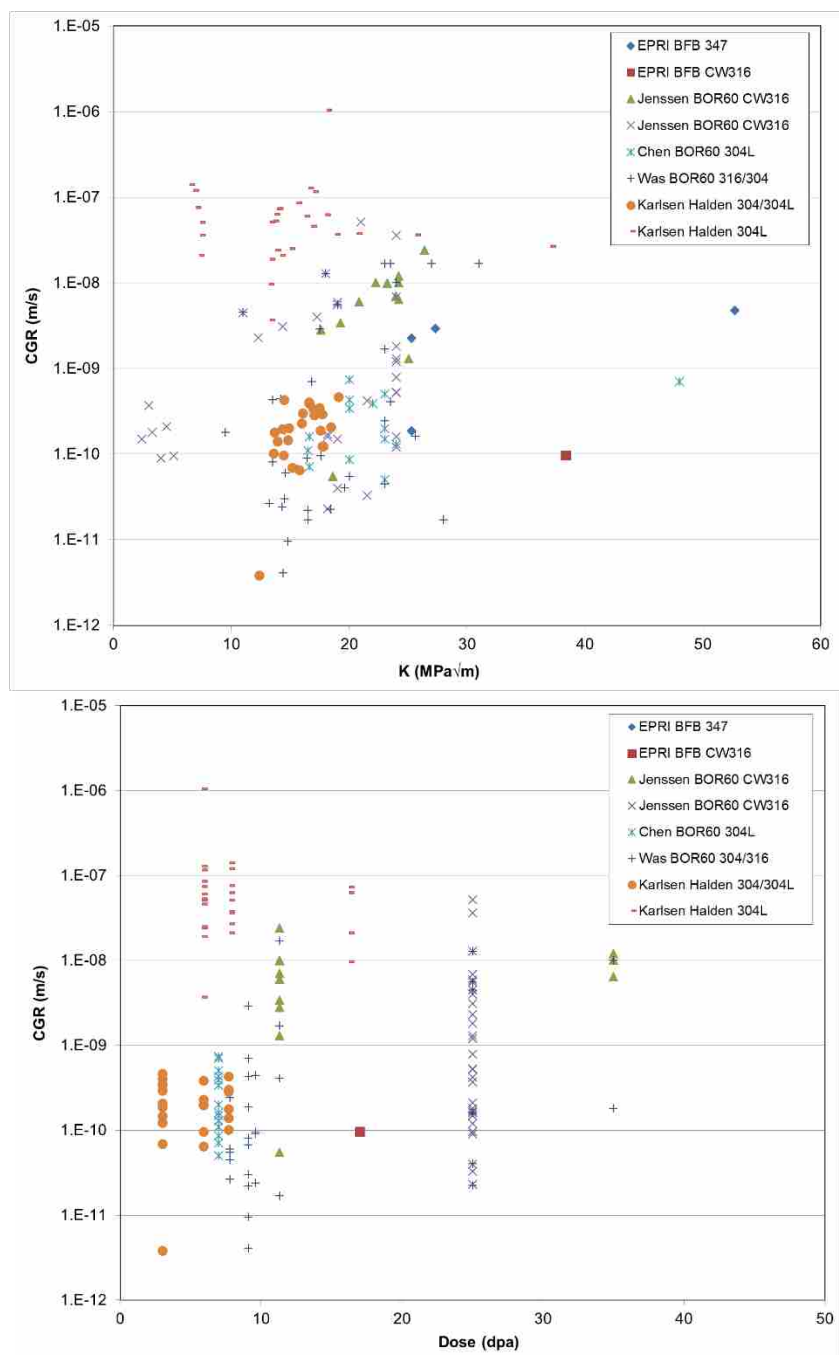


図 3.2.2-28 PWR 分野の IASCC 進展データ
上は応力拡大係数との関係、下は照射量との関係

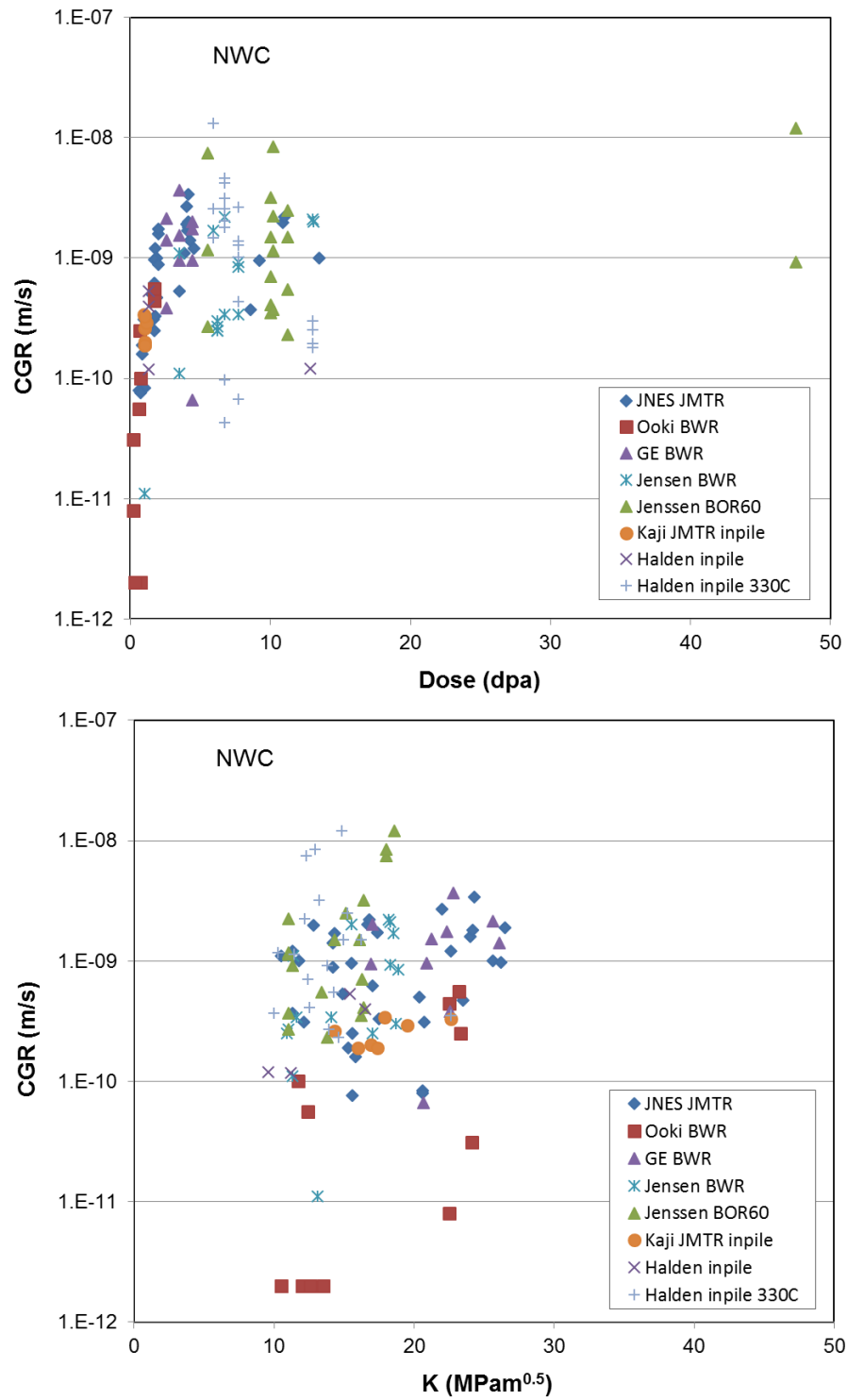


図 3.2.2-29 NWC の主要データの亀裂進展速度と照射量および応力拡大係数との関係

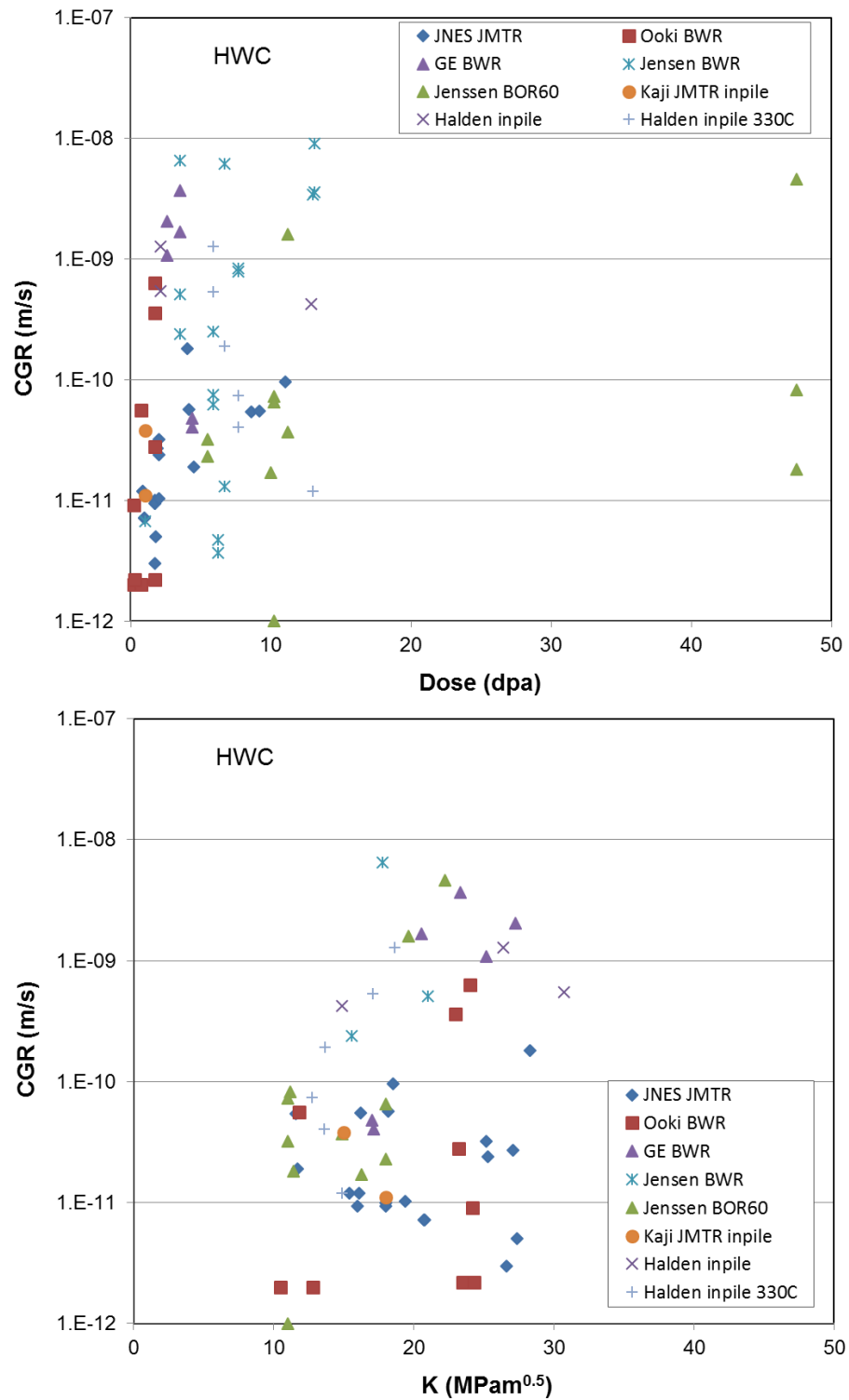


図 3.2.2-30 HWC の主要データの亀裂進展速度と照射量および応力拡大係数との関係

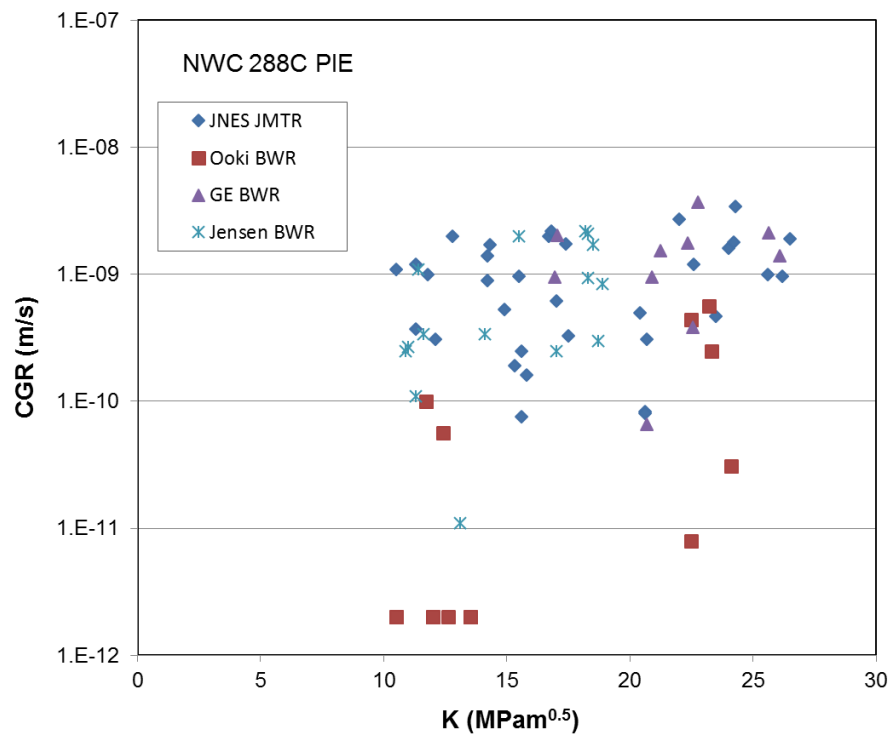
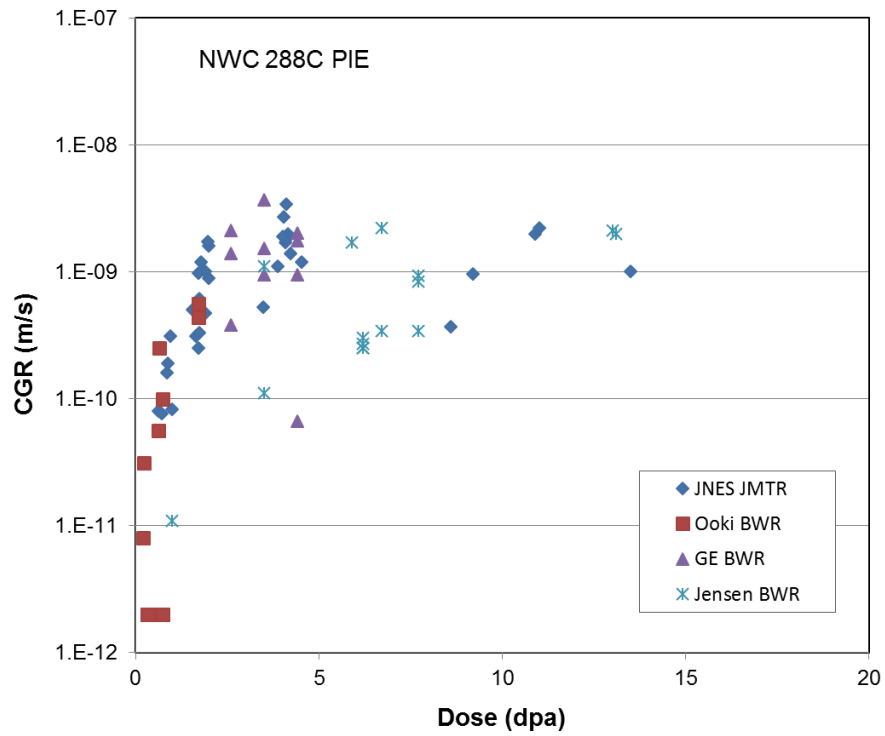


図 3.2.2-31 288℃ の NWC での照射後試験による亀裂進展速度と照射量および応力拡大係数との関係

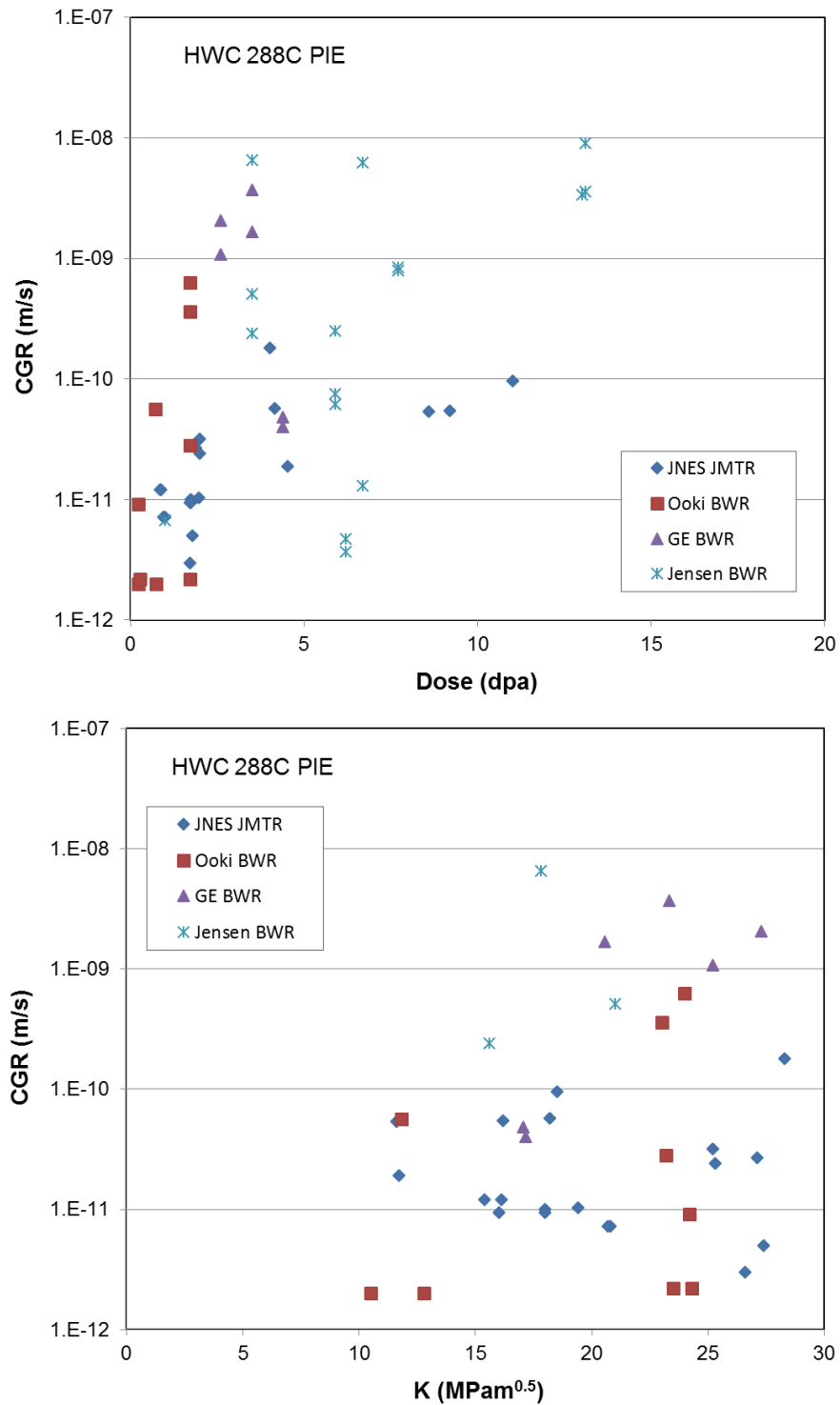


図 3.2.2-32 288℃ の HWC での照射後試験による亀裂進展速度と照射量および応力拡大係数との関係

⑦ 応力緩和・クリープ

今年度の調査では追加すべきデータは無かった。PWR 分野ではバッフル板等の炉内構造物のクリープ変形とボルトの応力緩和が評価では必要であり、BWR 分野ではシュラウド等の溶接部の残留応力の緩和の評価が必要である。クリープ試験や応力緩和試験は原子炉内での照射が必要であるため研究炉での炉内試験が行われており、主として PWR 分野ではクリープ試験が、BWR 分野では応力緩和試験が報告されている。

a. PWR分野

PWR 分野では、320°C 前後のクリープ試験が報告されている[3.2.2-214]~[3.2.2-216]。クリープデータは、多くの場合、下記のような照射クリープの式(クリープひずみ ε 、応力 σ 、照射量 F)に当てはめて係数を求める方法で整理されている。

$$\varepsilon = A_1\sigma[1 - \exp(-A_2F)] + A_3\sigma^n F$$

多くの文献では、定常クリープを応力に比例するとして(すなわち $n=1$ として)整理し、定常クリープ A_3 を報告している。表 3.2.2-20 はクリープ試験や緩和試験による定常クリープ速度をまとめたものである。 $2\sim5\times 10^{-6}/\text{MPa}/\text{dpa}$ の範囲の値が報告されている。

b. BWR分野

BWR 分野では、約 290°C の JMTR 照射による溶体化した 304 系と 316L 系の応力緩和試験データが多く得られている。図 3.2.2-33 に応力比の照射量依存性を示す。この図には JNES の IASCC プロジェクトのデータで提案されている式[3.2.2-214] である

$$\sigma/\sigma_0 = \exp(-0.19 \cdot \text{dpa})$$

による傾向線も示した。多くのデータの応力比は照射量の増加でほぼ比例して減少する。データは傾向線よりも小さいが、減少の仕方はこの傾向線にほぼ従っている。これは傾向線が初期緩和量を考慮していないためであり、初期緩和量は材料や試験片形状の違いで大きく異なるが、定常緩和領域の緩和速度はあまり大きく変わらないことを示している。

⑧ スエリング

PWR 実機から取出された冷間加工 316SS 製のシンプルチューブとボルトの TEM 観察のデータが多く報告されている。304SS と 347SS について報告例は極めて少ない[3.2.2-217] [3.2.2-218]。図 3.2.2-34 にスエリング量と照射量との関係を示す。シンプルチューブのスエリングは高照射量まで 0.05%以下であり、ボルトのスエリングは 10 dpa 付近では 0.1%を超えているものがある。

PWR の炉内構造物を対象としたスエリングの傾向式は今年度に追加収集した EBR-II の反射体領域の 304SS のデータにもづいて作成されている。図 3.2.2-35 はそのスエリン

グ傾向式[3.2.2-219] を用いて、320°C で中性子束を $10^{-10} \sim 10^{-7}$ dpa/s に変化させた時の計算値を示している。

$$S = A \cdot (\dot{F} \cdot 10^7 / 1.25)^{-0.73} \cdot (F / 4.9)^2$$

$$A = \exp(-1.591 + 0.245T - 1.210T^2 - 1.384T^3 - 1.204T^4)$$

$$T = (T - 490) / 100$$

この式において、それぞれの単位はスエリング S は%、温度 T は°C、損傷速度 $\dot{F}$ は dpa/s、照射量 F は dpa である。

スエリングのデータは値が小さく計算値との整合性は確認できない。ボルトのスエリングがシンプルチューブよりも高いのは、照射温度はシンプルチューブで 290~325°C、ボルトは 340°C 以上との評価があり、またボルトはシンプルチューブよりも中性子束が低いことから、温度と中性子束の影響がみられている可能性がある。ただし、キャビティが見られないデータも多く、軽水炉条件の温度と中性子束の影響の程度の把握は今後の課題である。

なお、BWR 分野ではキャビティ・ボイド等の形成は報告されていない。

表 3.2.2-20 PWR 分野の照射クリープ・緩和試験による定常クリープ速度

文献	照射炉	材料	温度℃	負荷応力 MPa	クリープ速度 10 ⁻⁶ MPa/ dpa
4.3.3-2 (PC-R3)	OSIRIS	SA304L	325	128-187	4.6
		CW316	325	128-187	2.9
	BOR-60	SA304L	320	127-220	3.7
		CW316	320	127-220	2.8
4.3.3-3 (PC-R4)	Halden	CW316	330	345	2.3, 3.0
			330	205,275	2.1
		SA304L	290	110	2.2
			290	92	3.2

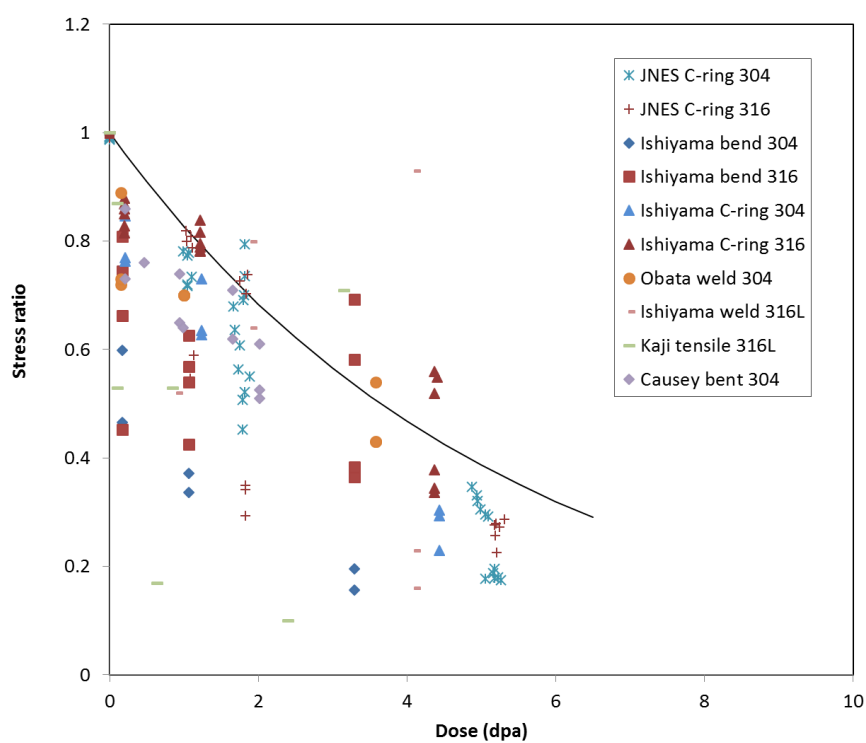


図 3.2.2-33 BWR 分野の応力緩和試験による応力比(0.2%耐力と引張応力の比)の照射量依存性

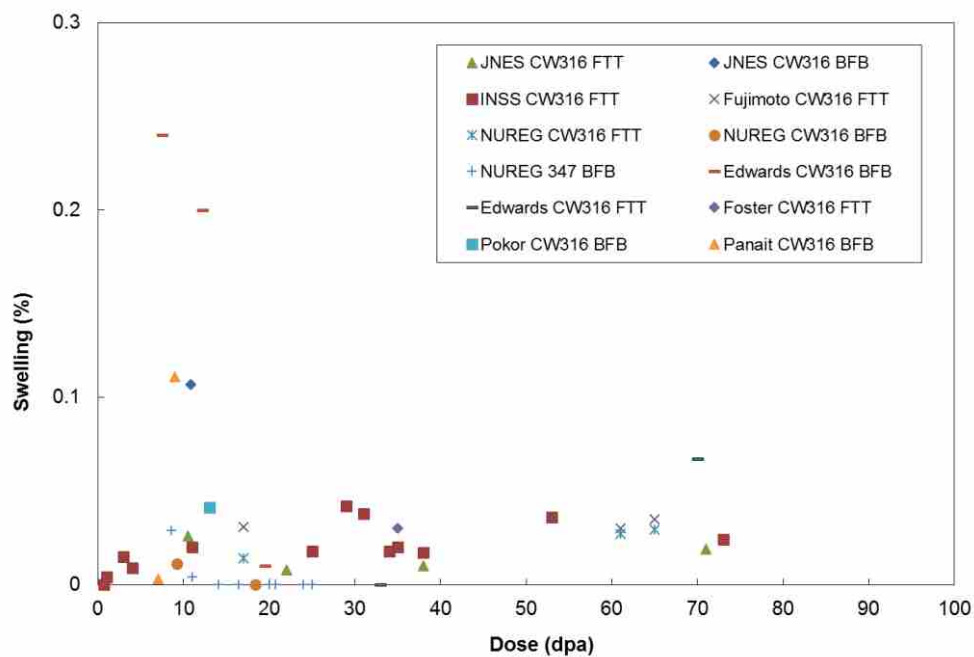


図 3.2.2-34 PWR 分野のスエリングデータ

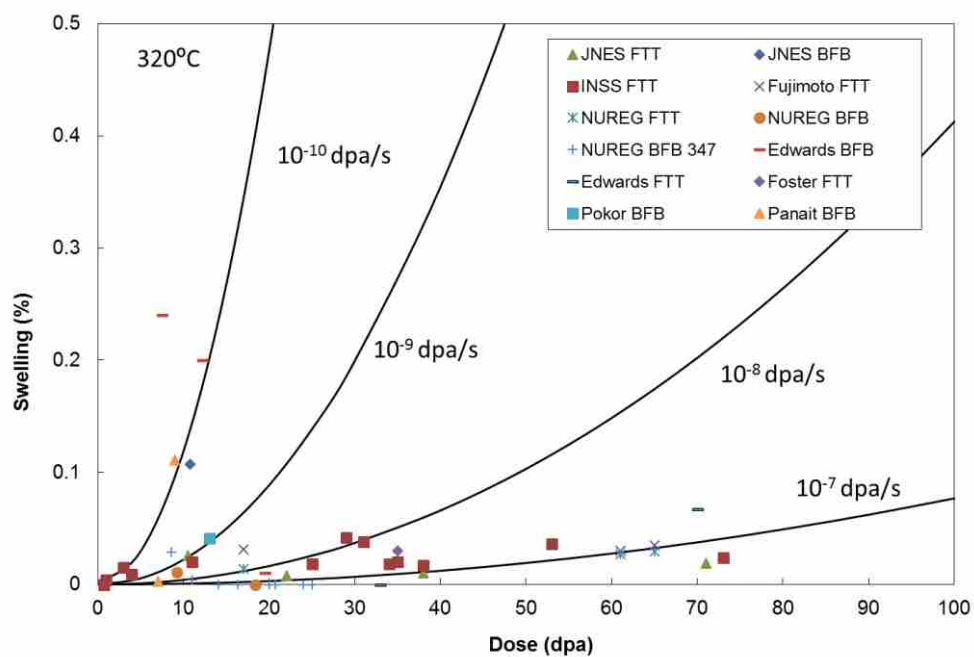


図 3.2.2-35 スエリングデータとスエリング傾向式
データは特記以外 CW316、傾向式は 304 対象

⑨ ミクロ組織

今年度に新たに収集されたミクロ組織データについて全体的な傾向を整理した。照射によるミクロ組織変化は機械的特性の変化の原因であり、特性変化のメカニズムを把握するための基礎データとして有用である。照射温度が 300°C 付近では、図 3.2.2-36 に示すように、転位組織については微細な転位ループやブラックドットが生成される[3.2.2-220]。キャビティや析出物は形成される温度域の下限に当たるため、照射条件によっては微細なバブルや $\gamma'(\text{Ni}_3\text{Si})$ が形成されるが微細で低密度であるため透過型電子顕微鏡による定量測定が困難な場合も多い。最近ではアトムプローブによる組織データの報告があるがまだ例は少なく[3.2.2-221]~[3.2.2-223]、本事業でのデータ調査では取り入っていない。

a. PWR分野

実機からの取出部材であるシンブルチューブ(FTT)やバッフルフォーマボルト(BFB)等の観察データが報告されている。材料としては冷間加工 316SS が多いが、304SS も散見される。ミクロ組織として格子間原子が(111)面上の集合した積層欠陥型フランクループはすべての文献で報告されている。フランクループの観察には **rel-rod** 観察法が用いられているが、この方法で結像されない微細なブラックドットや完全転位ループを別組織として扱ったデータもあるが[3.2.2-220]、すべてをフランクループと判断するデータもあり[3.2.2-224]、統一的な整理は困難である。

図 3.2.2-37 はフランクループとして報告された転位ループの平均直径と数密度の照射量との関係を示す。平均直径は 5~15 nm の範囲であり、数密度は $10^{22} / \text{m}^3$ のオーダーである。照射量依存性は明瞭ではなく、数 dpa で飽和レベルに達することを示している。

ブラックドットに関する定量データを報告した論文は1つだけであり[3.2.2-220]、1~73 dpa の範囲で平均直径は 4~5 nm、数密度は $2\sim 8 \times 10^{22} / \text{m}^3$ であり、照射量による変化はほとんど見られていない。

キャビティについては複数の報告例があり、図 3.2.2-38 に PWR 実機部材で報告された平均直径と数密度の照射量との関係を示す。シンブルチューブでは微細な約 1 nm のキャビティが $10^{23} / \text{m}^3$ 以上の高密度で形成されており[3.2.2-220] [3.2.2-225] [3.2.2-226]、ボルトでは 2~9 nm のキャビティが $10^{22} / \text{m}^3$ 程度以下の密度で形成されている[3.2.2-224] [3.2.2-227] [4.3.4-8]。シンブルチューブのキャビティは He 生成量などから微細な He バブルと推定されている。

析出物について定量的な文献データは 1 例のみであり、回折パターン上の γ' 析出物の回折斑点位置での暗視野像から得られたデータが報告されている[3.2.2-220]。平均直径は 3~5 nm であり、数密度は 20 dpa 付近の $1 \times 10^{21} / \text{m}^3$ から増加し、40 dpa 以上で約 $8 \times 10^{21} / \text{m}^3$ で飽和する傾向となっている。他の文献でも TEM による回折斑点から析出物の存在を検討した例はあり、G 相などが示唆されているが定量的な報告はない[3.2.2-224]。照射

ステンレス鋼のアトムプローブ分析により Ni と Si を主成分とする溶質クラスタの形成が報告されているが[3.2.2-221]~[3.2.2-223]、TEM による観察結果との整合性はまだ未解明である。

b. BWR分野

実機からの取出された制御棒ハンドルや計装管等の観察データが報告されている。また、BWR に対応する 290°C 付近で JMTR や ATR で照射されたデータも報告されている。材料はほとんど溶体化材である。

PWR 分野の場合と同様に、ミクロ組織として格子間原子が(111)面上の集合した積層欠陥型フランクグループはすべての文献で報告されている。また、微細なブラックドットや完全転位ループを別組織として扱ったデータと、すべてをフランクグループと判断するデータがある点も同様である。BWR 分野の照射量の低いデータではブラックドットをフランクグループと判断している文献がある[3.2.2-228]。

図 3.2.2-39 はフランクグループの平均直径と数密度の照射量との関係を示す。この図では 1 dpa 以下の低照射量のデータは文献の記述に従いブラックドットも含めた。ほとんどのデータでは平均直径は 4~11 nm の範囲であり、数密度は $1 \times 10^{22} / \text{m}^3$ のが $5 \times 10^{23} / \text{m}^3$ の範囲にある。オーダーである。全体として密度は照射量とともに増加するように見える。図 3.2.2-37 の PWR 分野のデータと比較すると、全体として BWR 分野のデータの方が平均直径は小さく、数密度は高い傾向が見られる。照射温度、中性子束、冷間加工の影響が考えられる。

Rel-rod 観察法等によりフランクグループと異なるものとしてブラックドットを定量化したデータを報告した論文があり[3.2.2-225] [3.2.2-229]、5 dpa 以下の照射量範囲で、平均直径は 2~6 nm、数密度は $3 \sim 12 \times 10^{22} / \text{m}^3$ であり、照射量による変化はほとんど見られていない。

キャビティと析出物については、公開された文献には報告がないが、TEM の回折斑点から何らかの析出物が存在している可能性を示唆する文献はある[3.2.2-230]。他文献を引用した文献に、スウェーデンの BWR から取出された制御棒部材で観察されたキャビティと γ' 析出物についてのデータが報告されている。それによれば、5.9 dpa 照射された 304L に平均直径 4.3 nm で密度 $5.8 \times 10^{20} / \text{m}^3$ の γ' と平均直径 1 nm で密度 $6.94 \times 10^{22} / \text{m}^3$ のキャビティ、7.7 dpa 照射された 304L に平均直径 4.4 nm で密度 $1.30 \times 10^{21} / \text{m}^3$ の γ' と平均直径 1 nm で密度 $9.96 \times 10^{22} / \text{m}^3$ のキャビティ、6.7 dpa 照射された 316L に密度 $1.30 \times 10^{21} / \text{m}^3$ の γ' と平均直径 1 nm で密度 $2.79 \times 10^{22} / \text{m}^3$ のキャビティが観察されている。これらのサイズと密度は PWR 照射材と大きく変わらず、BWR 照射材で数 dpa を超える場合によっては微細なキャビティが形成されることを示している。

⑩ 粒界偏析

今年度に新たに収集された粒界偏析データについて全体的な傾向を整理した。粒界での照射誘起偏析は照射材の耐食性を変化させる原因の一つと考えられ、IASCC等の把握するための基礎データとして有用である。ステンレス鋼の粒界では、Fe、Cr、Mn、Moの減少とNi、Si、Pの濃化が知られている。本事業でのデータ調査で収集したデータはフィールドエミッション銃を使用したTEMないしSTEMとエネルギー分散型X線分光分析(Energy Dispersive X-ray spectroscopy: EDS)である。最近はアトムプローブによる分析データが報告されているがまだ例は少なく[3.2.2-221]~[3.2.2-223]、本事業でのデータ調査では取り入れていない。

ステンレス鋼の照射誘起偏析では、Ni、Siの濃化とCr、Moの減少に着目した検討が多いことからこの4元素について整理した。Mnは特性X線の重複のため、Pは微量で精度良い測定が困難であるため報告例が少ない。データとして、粒界での濃度(粒界組成)と、粒内と粒界と濃度差(粒界偏析)を整理したが、文献にどちらかしか示されていない場合も多い。

a. PWR分野

実機からの取出部材であるシンプルチューブ(FTT)やバッフルフォーマボルト(BFB)等の分析データが報告されている。材料は冷間加工316SSである。他にBOR-60によるデータが報告されている。

Cr、Ni、Si、Moの粒界組成と粒界偏析の照射量による変化を図3.2.2-40と図3.2.2-41に示す。いずれの元素も照射量の増加とともに緩やかに増減している。Crは照射前に最大で23%程度まで濃化しており、50 dpa以上の高照射量で8~12%まで減少する。Niは20 dpaまでの増加が大きくその後増加は緩やかとなり、22~35%まで増加する。高照射量では粒界ごとのばらつきが大きい。Siは照射量とともに緩やかに増加し高照射量で6%まで達している。Moは照射前に4%までやや濃化しているが、10 dpaでほぼ1%以下に低下しその後の変化は顕著でない。

b. BWR分野

計装管や、シュラウド、制御棒ハンドル等の実機からの取出部材と、実機照射の試験片の分析データが報告されている。JNESの国プロのJMTR照射材のデータも報告されている。材料は溶体化された304系と316系が報告されている。

Cr、Ni、Si、Moの粒界組成と粒界偏析の照射量による変化を図3.2.2-42と図3.2.2-43に示す。いずれの元素も照射量の増加とともに緩やかに増減している。Crは照射前に最大で24%程度まで濃化しており、5 dpa以上で10~16%まで減少する。Niは5 dpaまでの増加が大きくその後増加は緩やかとなる場合があり、15~25%以上まで増加する。高照射量側では粒界ごとのばらつきが大きい。Siは照射量とともに緩やかに増加し10 dpa

付近で 8%まで達するデータも見られる。Mo は照射前に最大 12%まで濃化しているが、5 dpa でほぼ 1%以下に低下しその後の変化は顕著でない。

PWR 分野と BWR 分野のデータの傾向について、10~20 dpa 付近での粒界偏析を比較すると、Cr はほぼ同程度の 5%程度の減少である。Ni はほぼ同程度の 5~15%の増加である。Si はどちらも 2~4%の増加のデータが多い。Mo はほぼ 1%程度の減少である。これらの比較から、ばらつきは大きいものの PWR と BWR でほぼ同程度の粒界偏析の進行がおこることを示している。

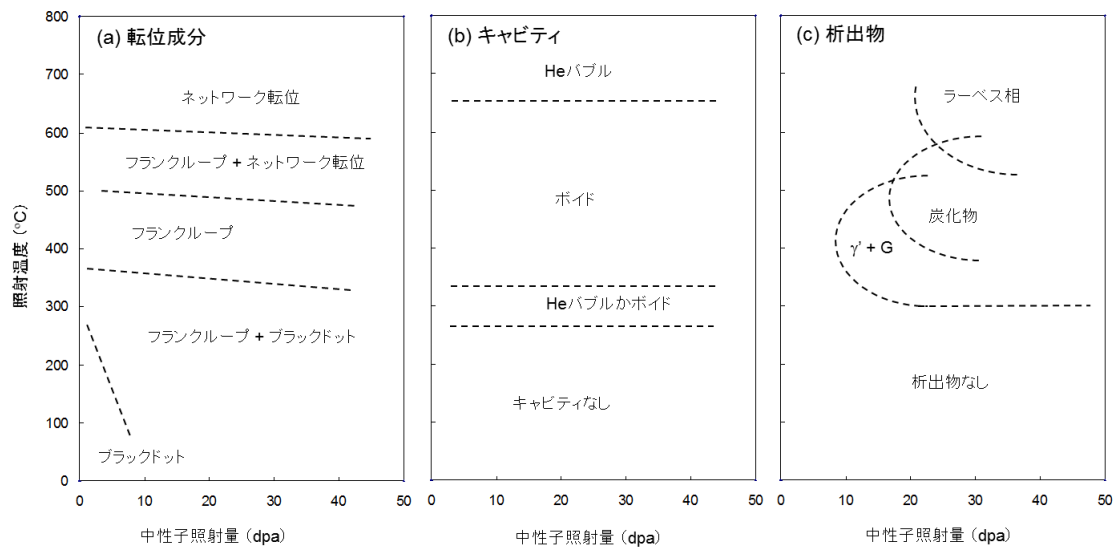


図 3.2.2-36 ステンレス鋼における主な照射誘起の組織変化の概要

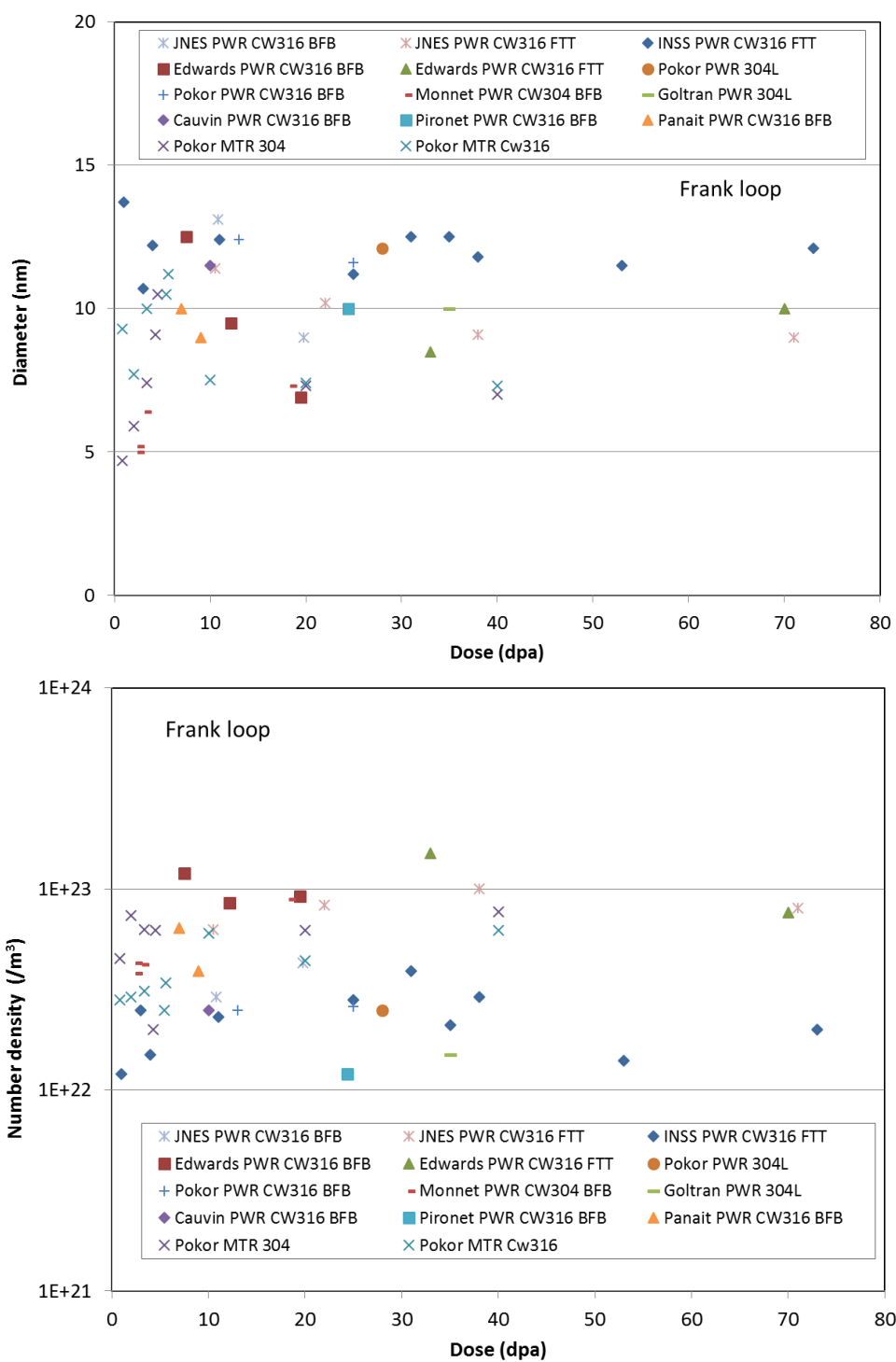


図 3.2.2-37 PWR 分野のマイクロ組織データ(フランクループ)

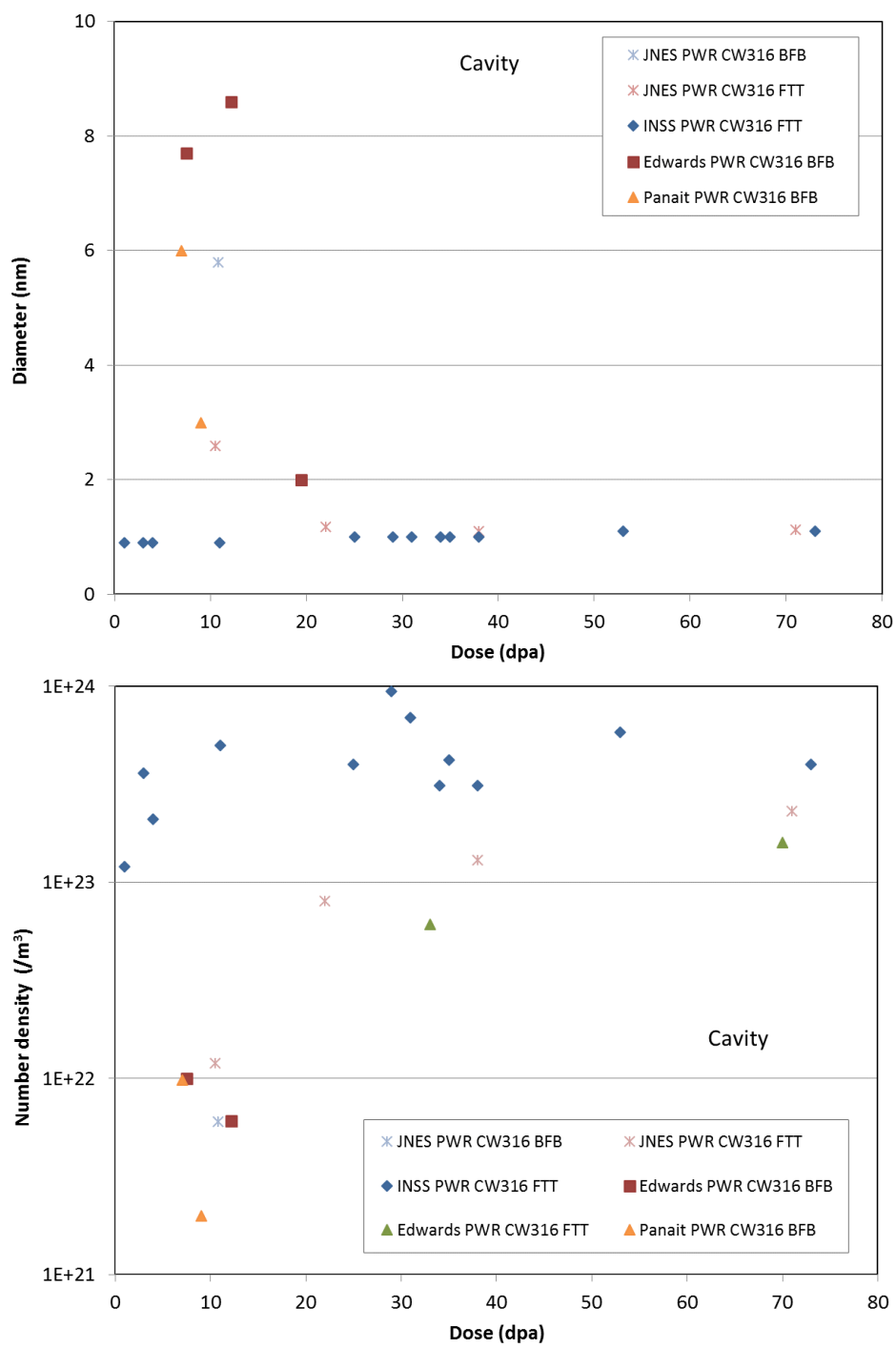


図 3.2.2-38 PWR 分野のマイクロ組織データ(キャビティ)

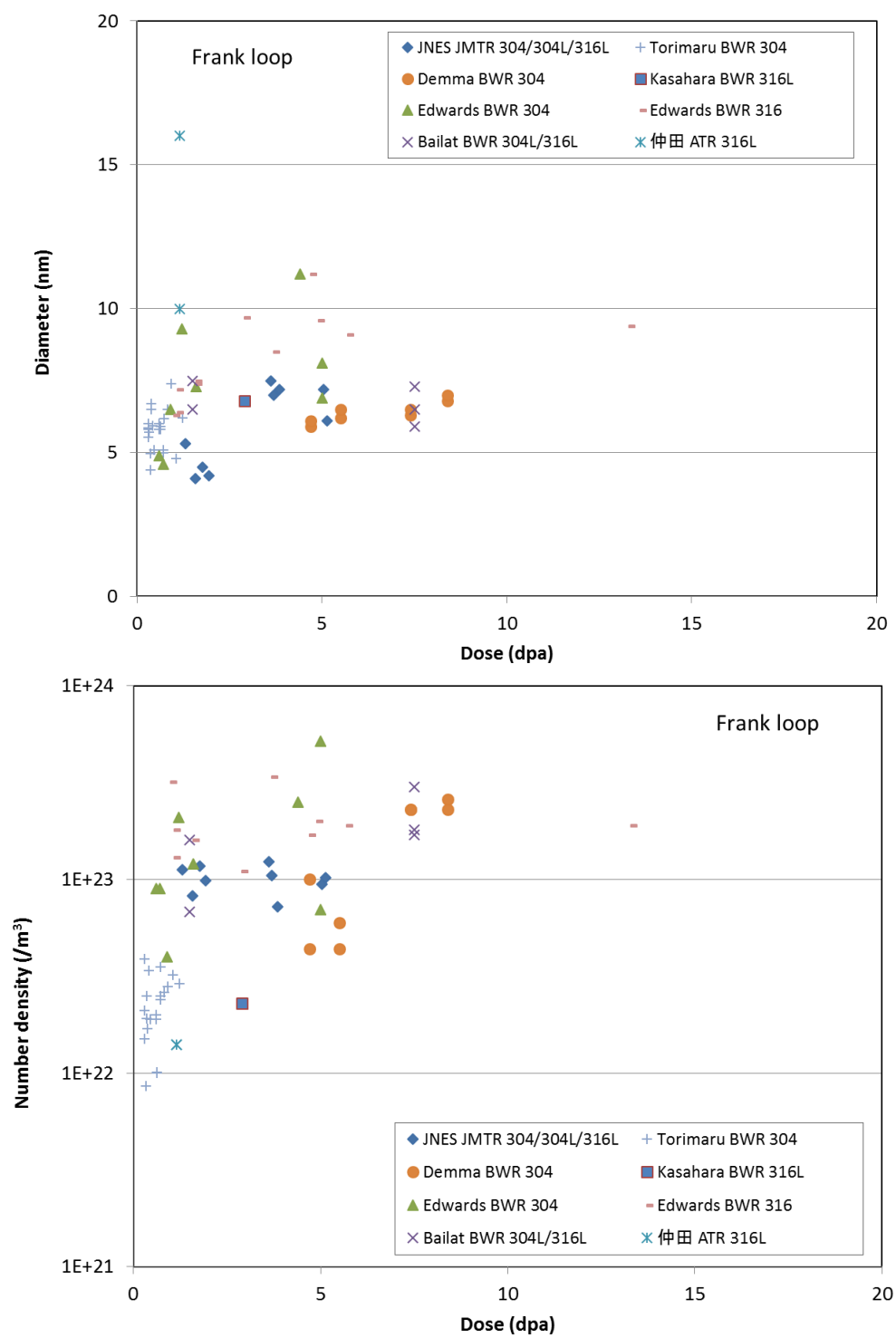


図 3.2.2-39 BWR 分野のマイクロ組織データ(フランクループ)

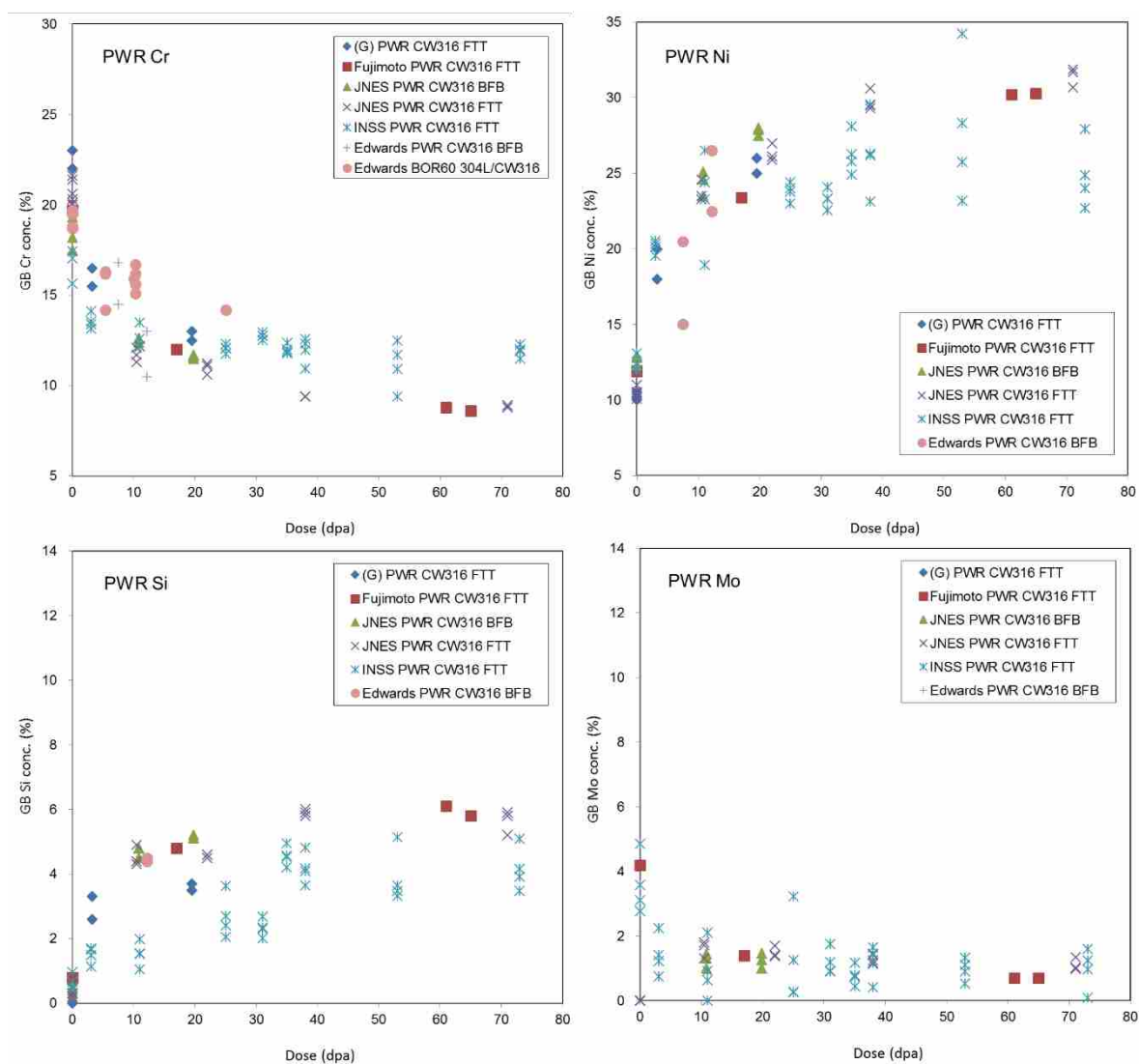


図 3.2.2-40 PWR 分野の粒界偏析データ(粒界組成)

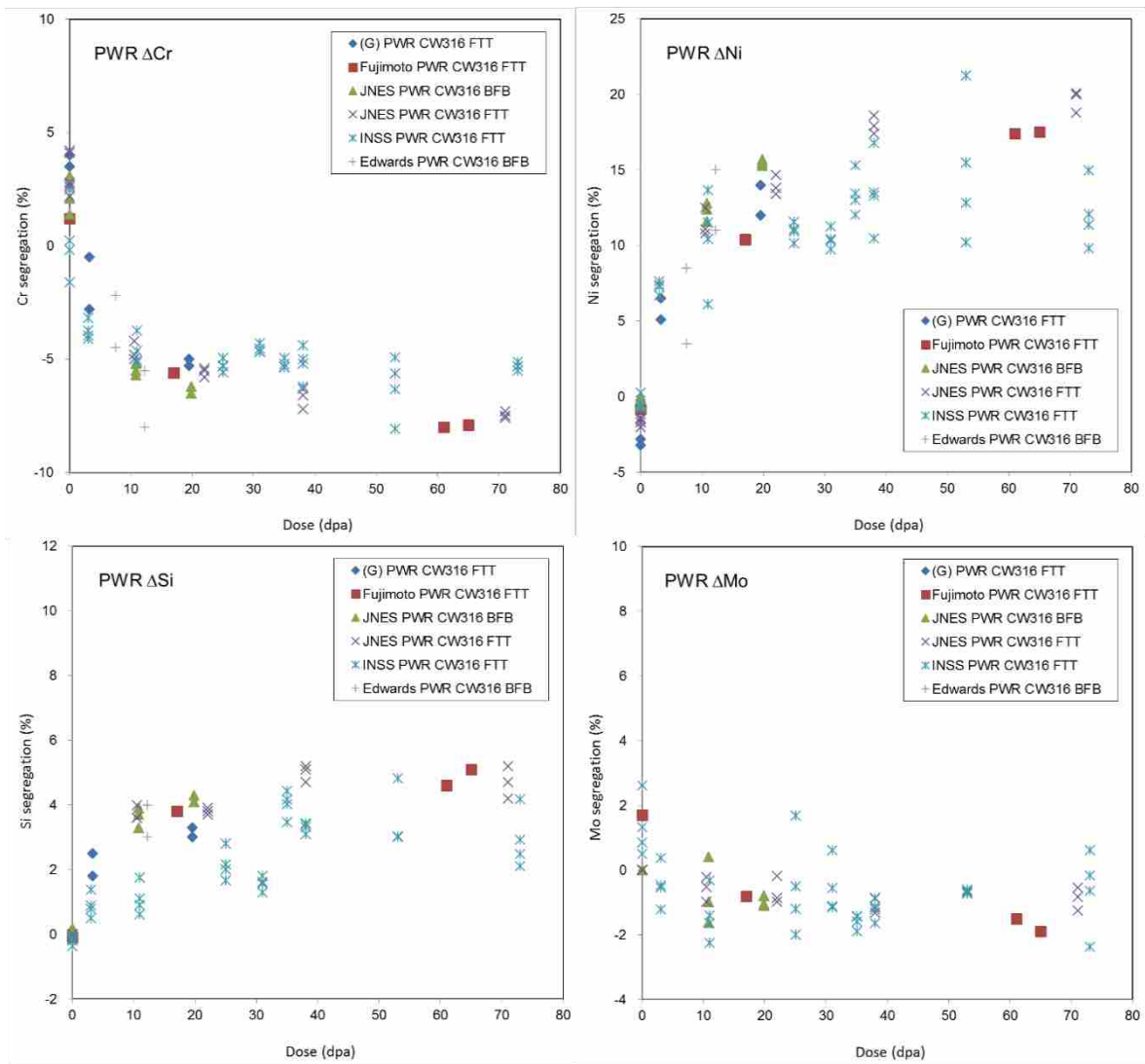


図 3.2.2-41 PWR 分野の粒界偏析データ(粒界偏析)

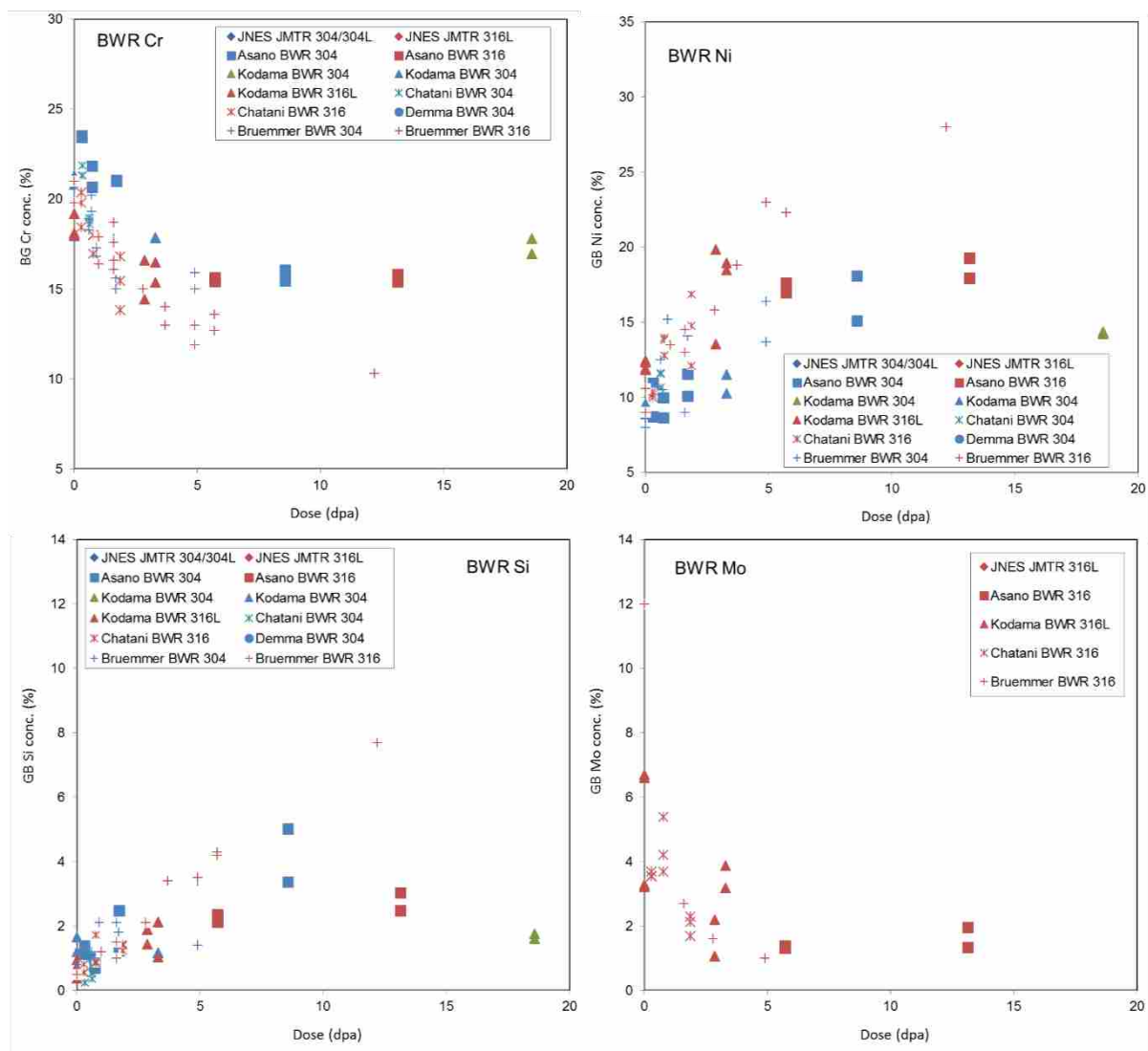


図 3.2.2-42 BWR 分野の粒界偏析データ(粒界組成)

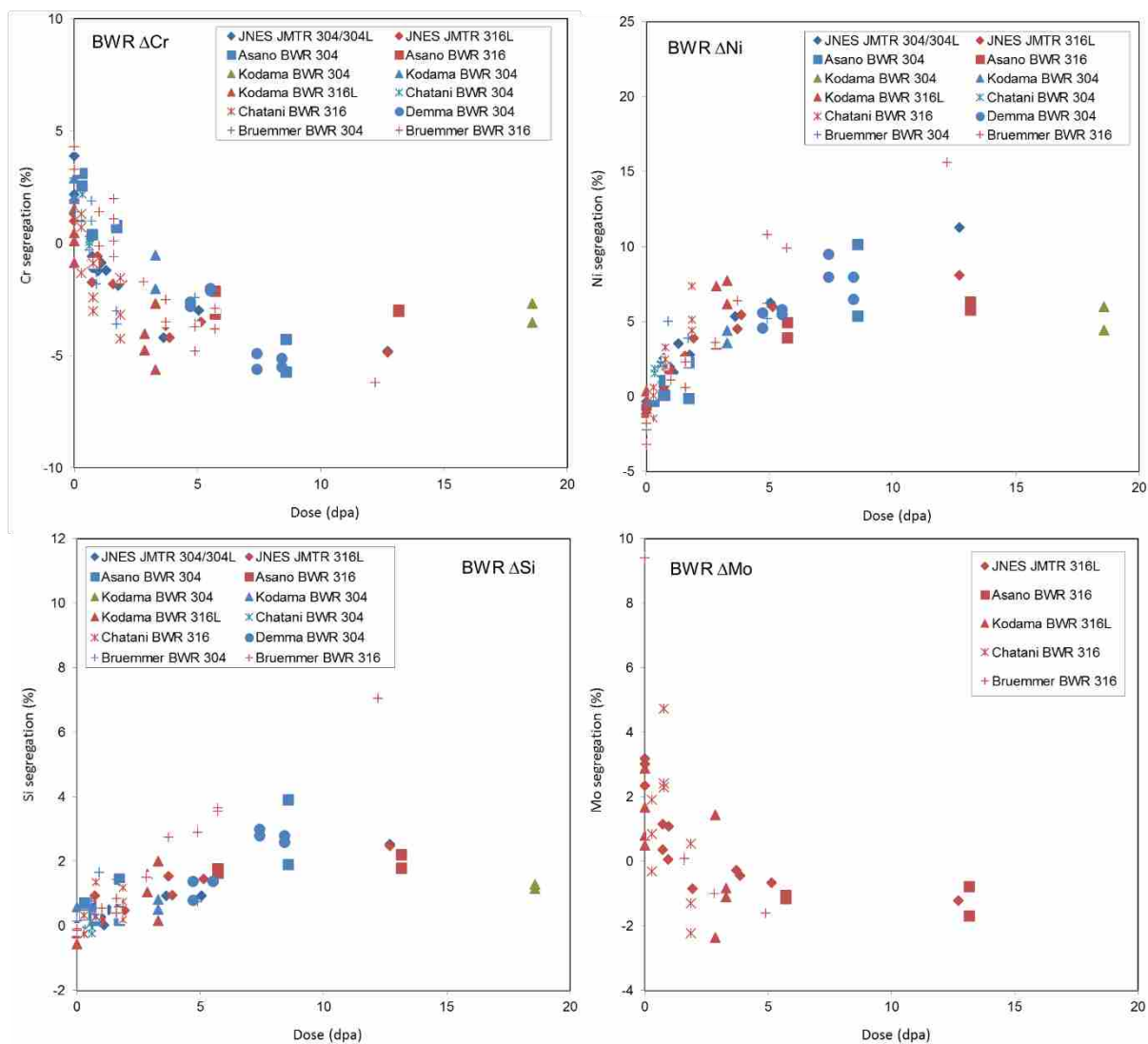


図 3.2.2-43 BWR 分野の粒界偏析データ(粒界偏析)

⑪ データのばらつき

a. ばらつきの検討に当たっての着目点

引張特性、破壊靱性、IASCC 特性、応力緩和・クリープ、スエリングについて照射データの検討を行ってきたが、文献から集められるデータには大きなばらつきが存在する。データの比較検討や傾向式の作成においては、照射データの数に限られるため、多くの場合は材料(溶体化 304SS と冷間加工 316SS 等)と照射温度(BWR と PWR)など限られた分類で区分して照射量に対する変化を検討することとなる。このような限られた分類では、データ毎の材料の違い、照射温度の違い、試験方法の違いにより当然ばらつきが生ずる。

材料試験では未照射材の試験においても種々のばらつきの要因が存在する。複数の機関がそれぞれ独自の方法や装置で試験を行う場合には、比較的単純な引張試験においても、次のようなばらつき要因があると考えられる。

- ・ 素材の組成や熱処理のばらつき
- ・ 試験片の素材内の採取位置や採取方向の違いによるばらつき
- ・ 試験片の形状やサイズによるばらつき
- ・ 荷重やひずみの負荷速度試験温度雰囲気などの試験条件のばらつき
- ・ 荷重やひずみなどの測定方法によるばらつき

照射材の試験においては、そのような未照射材の試験での要因に加えて、照射材の採取、照射条件の測定や評価、ホットラボでの試験などに付随する照射材特有のばらつきの要因が存在すると考えられる。そのような要因として考えられるものを以下に列挙する。

b. 試験材に関するもの

実機の炉内から取出された部材や試験片は、表面状態が多様であり、機械加工等による仕上げ状態や炉水環境中での表面腐食の状態は、部材の場所や使用期間の違いで異なっている。そのため取出したままの表面状態で試験を行うと、機械的性質や腐食特性のばらつきの要因となりうる。取出し後の試験片加工で表面を取り去るような場合にはこの影響は小さいが、試験期間により表面仕上げの状態が異なればデータのばらつきの要因となりうる。

c. 試験材の採取に関するもの

実機から部材の一部を採取するような場合、例えば、長尺の部材を燃料プール内で切断するような場合には切断位置の正確さが劣る場合があり、炉内にあった時の位置の精度が悪い場合がある。このような場合には次に述べる照射条件の推定の精度が悪くなる。試験炉照射の場合にはそのような問題はほとんどないと考えられる。

d. 試験材の照射条件に関するもの

実機から取り出した部材を素材とする試験では、試験片の中性子照射量、中性子束、温度を計算で推定する必要がある。中性子場の計算は輸送コードなどが使用されるが、計算コードの性能(2次元か3次元か)、空間メッシュの数(細かいほど良い)、核データの精度(縮約データの群分割数)などで誤差が変化する。3次元計算と炉心内のドシメトリーによる中性子束等の精度を確認する検討が PWR と BWR で行われており[3.2.2-232][3.2.2-233]、少なくとも 10%程度の誤差を含むと考えられる。表 3.2.2-21 は PWR の監視試験キャプセルのドシメータによる中性子束の計算値と測定値の比の例であり、使用するコードと断面積の組合せで 10%程度の違いがあることを示している[3.2.2-232]。放射化量の測定などで校正する場合もあるが、計算自体の精度の向上にはならない。照射温度は熱解析計算で推定されるが、発熱量の設定、周辺流量の設定、計算コード自体の精度などに影響される。特に厚い板材の内部や流れが複雑な部位などでは温度の推定精度は高くない可能性がある。

試験炉照射の場合は、代表位置(制御点)の熱電対による測定が行われるが、測定されない試験片の温度は計算値で推定される。その計算では、発熱量は輸送計算コードの精度に影響され、除熱量は照射キャプセル内での試験片の相対配置の精度などに影響されるため、相当の誤差を含む可能性がある。また、中性子束勾配の大きい位置の試験片では、試験片内で照射量と温度に分布が生ずる場合がある。

e. 照射環境の変動に関するもの

中性子照射の効果には、外部条件として温度、中性子束、応力が影響するが、それらの変動する場合には変動の影響が加わる可能性がある。特に、実機の部材では運転サイクル中に中性子束、温度、圧力が変化する場合がありますそれがデータのばらつき要因になっている場合が考えられる。例えば、図 3.2.2-44 に示すように PWR では運転サイクル中の冷却水のボロン濃度の変動により、サイクル内で構造物の γ 線加熱が変動し温度も変動すると計算されているが[3.2.2-234]、材料の照射温度は平均値で表されている。起動停止時の温度と中性子束の関係によっては、低温時に照射を受けている場合にはマイクロ組織に影響する可能性もある。

試験炉照射では、実機に比較して運転サイクルが短いことと、試験片加熱を γ 加熱のみで行う場合は起動時に低温で照射されている場合があり、同様な影響がある可能性がある。

このような温度と照射の組合せが影響をもつことはすでに知られているが[3.2.2-235]、その影響の程度を評価することは現状では困難である。

f. ホットラボでの試験に関するもの

放射線量の高い試験片の加工は必然的にホットラボ内で行われるため、形状によって

はラボ外と同等の加工精度を保証することは困難な場合がある。特に、微小試験片では加工精度の影響は大きくなる。最近ホットラボ内の放電加工も可能になっており加工精度は大幅に改善されているが、古いデータについては加工精度もばらつき要因になっている可能性がある。

表 3.2.2-21 PWR の監視試験キャプセルのドシメータによる中性子束の計算値と測定値の比の例[3.2.2-232]

		^{54}Fe (n, p) ^{54}Mn	^{58}Ni (n, p) ^{58}Co	^{63}Cu (n, α) ^{60}Co	^{238}U (n, f) ^{137}Cs	^{237}Np (n, f) ^{137}Cs	Average (Standard Deviation)
TORT	BUGLE-96	0.94	1.12	0.91	0.96	1.12	1.01 (0.10)
DORT	JSD-100	0.90	1.04	1.19	0.92	1.19	1.05 (0.14)
	BUGLE-96	0.94	1.13	0.95	0.96	1.14	1.03 (0.10)
	JSSTD	0.91	1.09	0.96	0.92	1.04	0.98 (0.08)
MCNP1	JENDL3.2	0.90	1.05	0.96	0.76	0.80	0.89(0.12)
MCNP2	JENDL3.2	0.88	1.04	0.96	0.79	0.83	0.90(0.10)

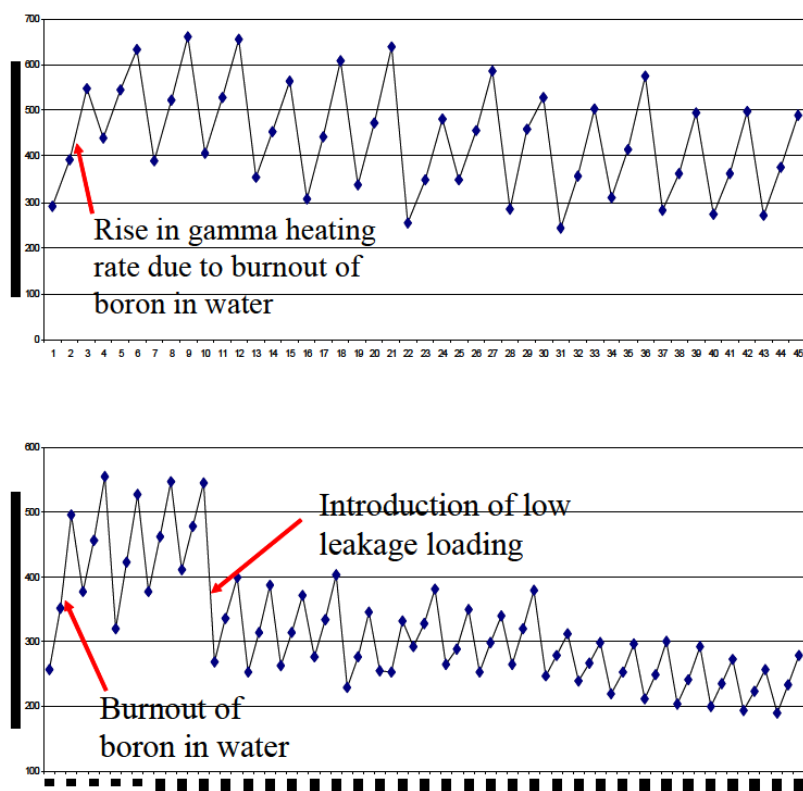


図 3.2.2-44 計算による PWR バッフルボルトの γ 線加熱率(BTU/hr lb.)のサイクル毎の変動
(上は通常運転の場合、下は低漏洩燃料配置の場合)[3.2.2-234]

3.2.2.4 代表値・最確値の導出方法の検討

(1) 代表値・最確値の導出の概要

中性子照射を受けた原子炉構造物の健全性を評価するためには、照射材の各種特性について照射量などをパラメータとする具体的な式が必要となる。このような式で規格化されている例は、国内では日本電気協会の JEAC4201-2007 に規定されている原子炉圧力容器の延性脆性遷移温度と上部棚エネルギー[3.2.2-236]、日本機械学会の発電用原子力設備規格の維持規格に示されている SCC 進展速度式などがある[3.2.2-237]。一方、機械的性質に関しては、国内では炉内構造物のステンレス鋼を対象とした規格や推奨されているものはないが、海外では EPRI により MRP-135-Rev.1 として照射ステンレス鋼の構成式モデル[3.2.2-238] が報告されており、有限要素法による解析評価に利用できる式として作成されている。

ここでは、照射ステンレス鋼の引張特性に関して傾向式の検討とその他特性に関して報告されている式の調査を行った。このような特性を表す式は、予測線(prediction curve)や傾向線(disposition curve, trend curve)など様々な呼び方があるが、本報告では傾向式とした。ここでは 3.2.2 章(3)項で収集整理したデータを用いて、引張特性について強度と延性の傾向式、応力ひずみ関係式、破壊靱性の傾向式を検討した。

今年度はこれまでに引き続いて、耐力等の傾向式を検討し改良した。また、破壊靱性について傾向式を検討した。

(2) 引張特性

① 既存の傾向式

照射ステンレス鋼の引張特性では耐力の変化について多くの報告がある。基本的な考え方は、照射による耐力の増加 $\Delta\sigma_y$ は転位ループの形成量に比例するという考え方であり、転位ループの数密度を N 、サイズを d として、

$$\Delta\sigma_y = \alpha M \mu b (\cdot d)^{1/2}$$

で表される。 M は Taylor 因子、 μ はせん断係数、 b は転位のバーガースベクトルの大きさ、 α は硬化係数である。転位ループの数密度は照射量 F に比例して増加しやがて飽和するので、その傾向は

$$N \propto 1 - \exp(-b \cdot F)$$

で表現される。これらの関係から、照射後の耐力 σ_y は未照射での耐力 σ_0 と増加分の和として、

$$\sigma_y = \sigma_0 + a[1 - \exp(-b \cdot F)]^{1/2}$$

を用いることができる。また、耐力増加自体の飽和性からより単純な

$$\sigma_y = \sigma_0 + a[1 - \exp(-b \cdot F)]$$

が用いられる場合もある。軽水炉条件の場合[3.2.2-239]~[3.2.2-243]だけでなく、より高温の高速炉照射条件[3.2.2-244]でも用いられている。特定のデータベースに対して、**a**と**b**を最小二乗法などで決定している。例えば、PWRで照射される冷間加工 316SS では実機照射材のデータに基づいて次のような式が提案されている[3.2.2-241]。なお、**F** は $\text{n/cm}^2(\text{E}>0.1 \text{ MeV})$ の単位である。

室温:

$$\sigma_y = 275 + 800[1 - \exp(-F/2 \times 10^{21})] \quad \sigma_y > \sigma_{unirr}$$

高温:

$$\sigma_y = 200 + 700[1 - \exp(-F/2 \times 10^{21})] \quad \sigma_y > \sigma_{unirr}$$

照射による耐力の変化には照射温度や中性子束も影響することが知られており、それらを考慮した式が提案されている。照射温度に関しては、Grossbeck らが 50~650°C の範囲でステンレス鋼の強度と伸びに対して表 3.2.2-22 のような依存性を提案している[3.2.2-245]。基本的な関数形は温度を **T** として、耐力については、

$$a\{1 - \exp[-(b - T)/c]\}$$

一様伸びについては、

$$a\{1 - \exp[-(b - T)^2/c]\}$$

破断伸びについては、

$$a + bT + cT^2 + dT^3$$

を提案している。

中性子束 ϕ の影響を考慮した関数形として、Torimaru らは耐力について次の式を提案している[3.2.2-242]。

$$\sigma_y = [a \cdot \ln(F) - b]\phi^{1/4}$$

また、Fukuya らは耐力の式の係数に中性子束の影響を考慮して次の式を提案している[3.2.2-243]。

$$\sigma_y = \sigma_0 + a[1 - \exp(-F/b)]$$

$$a = a_1 \cdot \ln(\phi) + a_2$$

$$b = b_1 \cdot \ln(\phi) + b_2$$

材料条件の影響については、上記で紹介した式は溶体化 304SS など特定の材料データ群を対象に係数が決められている。EPRI MRP-135-Rev.1 の提案式では冷間加工率の影響を考慮している[3.2.2-240]。MRP-135-Rev.1 式は、引張特性のパラメータを照射量 d と冷間加工度 c と試験温度 T としており、照射温度は 330°C に固定した式である。それぞれのパラメータの影響を表す関数形は

$$\xi(d) = g_0 + g_1[1 - \exp(-d/d_1)] + g_2\exp(-d/d_2)$$

$$\eta(c) = f_0 + f_1[1 - \exp(-c/c_1)] + f_2\exp(-c/c_2)$$

$$\zeta(T) = \exp[-m(T - 330)]$$

を採用している。

② 傾向式の設定

引張特性に関して 4.3.1 節で検討したように、軽水炉条件のデータは PWR 分野では冷間加工 316SS、BWR 分野では溶体化 304 系と 316 系に集中している。PWR 分野のデータでは照射温度と試験温度は 290~350°C の範囲にあるが、照射温度が不明のデータが多いこと、試験温度で区分してもデータに顕著な違いが見られないことから、温度をパラメータとする必要性は大きくないと判断される。BWR 分野のデータは照射温度と試験温度が 290°C 付近の極めて限られた範囲であるので、温度をパラメータとする必要性は低いと判断される。また、中性子束は多くのデータに記載されておらずパラメータとするのは困難であると判断される。以上のようなデータベースの現状から、相関式は中性子照射量だけをパラメータとすることとした。

データベースの耐力、引張強さ、一様伸び、破断伸びのいずれも、よく知られたような照射初期にほぼ照射量に比例して変化しその後飽和する傾向を示しており、このような傾向を表現するモデルとしてこれまでもよく用いられている次の 2 式を検討することとした。

$$x = a + b \cdot [1 - \exp(-F/c)]$$

$$x = a + b \cdot [1 - \exp(-F/c)]^{1/2}$$

x は耐力(YS)、引張強さ(UTS)、一様伸び(UE)、破断伸び(TE)の照射後の値、 F は照射量、 a 、 b 、 c は定数である。第 1 項の a は照射前の値に相当し、第 2 項が照射による変化分に相当する。便宜上、上の式を 1 乗式、下の式を 1/2 乗式と呼ぶこととする。

a. PWR分野の傾向式

i) データの選定

以下の基準で検討に使用するデータを選択した。

- ・材料 冷間加工 316SS のデータ

- ・ 温度 照射温度と試験温度のいずれもが 290~350°C の範囲のデータ
- ・ ひずみ速度 10^{-6} /s 以上

ひずみ速度の下限は、高照射量では 10^{-6} /s 以下になると不活性ガス雰囲気でも粒界破壊が発生することが報告されているため[3.2.2-246]、粒界破壊の可能性のあるデータを除外するためである。

表 3.2.2-23 に PWR 分野の選択されたデータを示す。PWR 分野では上記の選択基準で冷間加工 316SS の 126 データを使用した。これらの 126 データのすべてに、耐力、引張強さ、一様伸び、破断伸びがある。

ii) 飽和レベル

耐力や伸び等の引張特性はいずれも高照射量で飽和する傾向を示す。この飽和レベルはフィッティングする場合に傾向式の形に依存する可能性があるので、その影響を除くためデータベースから決定することとした。

具体的には 20 dpa 以上のデータ 56 点の平均値として決定し以下の値が得られた。

耐力: 956.3 MPa

引張強さ: 986.9 MPa

一様伸び: 0.78%

破断伸び: 7.53%

飽和値は傾向式の $a + b$ の値に対応しており、この値を傾向式の拘束条件としてフィッティングした。

iii) 傾向式

傾向式の候補である 2 つの式、1 乗式と 1/2 乗式をデータに当てはめてその適合性を比較した。フィッティングは最小 2 乗法により行った。最小 2 乗法には EXCEL の SOLVER を用い重みは使用しなかった。

図 3.2.2-45 には、フィッティングの結果の表と傾向式による照射量に対する変化の図を比較して示す。図 3.2.2-46 には 1 乗式について、耐力(YS)と破断伸び(TE)に関するデータと傾向線の関係、傾向式で得られる値とデータ値の比較、傾向式との偏差を示す。

図 3.2.2-47 には 1/2 乗式の場合について示す。

1 乗式と 1/2 乗式で標準偏差はほとんど同じである。偏差分布状況にも大きな差は見られない。大きな違いは飽和に達するまでの増加傾向の違いであり、1/2 乗式は飽和までの照射量が大きくなっており、20 dpa 程度で飽和する 1 乗式の方がデータの傾向に一致する。したがって PWR 分野のデータには 1 乗式の方が適切と判断される。

PWR 分野の全データに対する傾向式と標準偏差(sd)を明示すると次のようになる。図 3.2.2-48 にデータと傾向線を示す。

耐力(MPa):

$$YS = 523.8 + 432.5 \cdot [1 - \exp(-dpa/7.335)] \quad sd = 84.3$$

引張強さ(MPa):

$$UTS = 642.6 + 344.3 \cdot [1 - \exp(-dpa/7.335)] \quad sd = 73.1$$

一様伸び(%):

$$UE = 11.19 - 10.41 \cdot [1 - \exp(-dpa/5.765)] \quad sd = 3.93$$

破断伸び(%):

$$TE = 18.16 - 10.63 \cdot [1 - \exp(-dpa/8.678)] \quad sd = 3.93$$

b. BWR分野の傾向式

i) データ選定

以下の基準で検討に使用するデータを選択した。

- ・ 材料: 溶体化された 304 系および 316 系 SS のデータ
- ・ 温度: 照射温度と試験温度のいずれもが 290°C 付近のデータ

表 3.2.2-25 に BWR 分野の選択されたデータを示す。ひずみ速度はすべて通常の引張試験で用いられる 10^{-4} /s のオーダーである。なお、図 3.2.2-10 と図 3.2.2-11 に示した BWR データの内、DB No. BT-R1 の 12 dpa 付近の JMTR 照射材データ(は明らかに飽和傾向から外れるため除外している。

BWR 分野では 201 データが選択されたが、一様伸びと破断伸びが報告されていないデータがあり、耐力と引張強さは 201 データ、一様伸びは 161 データ、破断伸びは 195 データである。ここまで

ii) 飽和レベル

耐力や伸び等の引張特性はいずれも高照射量で飽和する傾向を示す。この飽和レベルはフィッティングする場合に傾向式の形に依存する可能性があるので、その影響を除くためデータベースから決定することとした。

具体的には 6 dpa 以上のデータ 20 点の平均値として決定し以下の値が得られた。

耐力: 852.2 MPa

引張強さ: 866.6 MPa

一様伸び: 0.32%

破断伸び: 7.41%

飽和値は傾向式の $a + b$ の値に対応しており、この値を傾向式の拘束条件としてフィッティングした。

飽和値の設定に用いたデータは、304 が 13 データ、304L が 3 データ、316 が 4 データ

タであり、材料の違いの有無を確認したり、違いを考慮したりするのはデータ数が少ないため難しいと判断される。このため、この飽和値は材料によらない共通の飽和値として扱うこととした。

iii) 全データによる傾向式

PWR 分野の場合と同様に、BWR 分野の 201 データ全てを対象にして、傾向式の候補である 2 つの式、1 乗式と 1/2 乗式をデータに当てはめてその適合性を比較した。

図 3.2.2-49 には、フィッティングの結果の表と照射量による変化の図を比較して示す。図 3.2.2-50 には 1 乗式について、耐力と破断伸びに関するデータと傾向線の関係、傾向式で得られる値とデータ値の比較、傾向式との偏差を示す。図 3.2.2-51 には 1/2 乗式の場合について示す。

1 乗式と 1/2 乗式で標準偏差はほとんど同じである。最も大きな違いは飽和に達するまでの増加傾向の違いであり、1/2 乗式は飽和までの照射量が大きくなっている。このため、偏差の分布をみると 5 dpa から 10 dpa にかけては 1 乗式の方がデータの傾向に一致している。したがって、BWR 分野のデータには 1 乗式の方が適切と判断される。

BWR 分野の全データに対する傾向式と標準偏差(sd)を明示すると次のようになる。図 3.2.2-52 にデータと 1 乗式の傾向線を示す。

耐力(MPa):

$$YS = 199.3 + 652.9 \cdot [1 - \exp(-dpa/2.705)] \quad sd = 82.2$$

引張強さ(MPa):

$$UTS = 411.3 + 455.4 \cdot [1 - \exp(-dpa/2.705)] \quad sd = 77.0$$

一様伸び(%):

$$UE = 34.27 - 33.95 \cdot [1 - \exp(-dpa/1.832)] \quad sd = 6.20$$

破断伸び(%):

$$TE = 40.08 - 32.67 \cdot [1 - \exp(-dpa/1.838)] \quad sd = 6.88$$

1/2 乗式は転位ループによる硬化モデルから理論的に導出されるが、データは 1 乗式の方がより整合しているとの結果となった。この原因として、最近のアトムプローブ分析で多量の溶質クラスタが観察されており[3.2.2-247] [3.2.2-248]、硬化因子が転位ループ単独ではなく複数関与していることが考えられる。

iv) 304系と316系の傾向式

304系(304/304L)と316系(316/316L/316NG)を区別して1乗式により傾向を検討した。

図 3.2.2-53 に傾向式の係数等と傾向線を示す。また、図 3.2.2-54 に 304 系と 316 系の耐力、引張強さ、一様伸び、破断伸びのデータと傾向線を示す。図中の点線は全データによる傾向線である。

傾向線は 304 系の方が 316 系よりもやや早く(低照射量で)飽和に達している。全データの傾向線と比較すると、一様伸びと破断伸びで 304 系がやや小さいのを除けば、304 系も 316 系も違いは小さい。全体として 304 系と 316 系の違いは小さいと判断される。

v) 通常炭素材と低炭素材の傾向式

通常炭素材(304/316)と低炭素材(304L/316L/316NG)を区別して 1 乗式により傾向を検討した。図 3.2.2-55 に傾向式の係数等と傾向線を示す。また、図 3.2.2-56 に通常炭素材と低炭素材の耐力、引張強さ、一様伸び、破断伸びのデータと傾向線を示す。図中の点線は全データによる傾向線である。

傾向線は通常炭素材の方が低炭素材よりも早く(低照射量で)飽和に達している。全データの傾向線と比較すると、通常炭素材は強度伸びいずれも低照射量で飽和に達する傾向がみられ、低炭素材では逆に高い照射量で飽和に達する傾向が見られる。この傾向は 304 系と 316 系を区別した場合の違いよりも明らかに大きい。低炭素材は高照射量のデータが少ないため比較としては不十分ではあるが、現データの範囲では全体として通常炭素材と低炭素材で違いがあると判断される。

通常炭素材と低炭素材を区別した傾向式は次のとおりである。

◆通常炭素材:

耐力(MPa):

$$YS = 219.6 + 632.6 \cdot [1 - \exp(-dpa/1.831)] \quad sd = 64.9$$

引張強さ(MPa):

$$UTS = 436.0 + 430.6 \cdot [1 - \exp(-dpa/1.831)] \quad sd = 56.1$$

一様伸び(%):

$$UE = 33.89 - 33.57 \cdot [1 - \exp(-dpa/1.281)] \quad sd = 5.40$$

破断伸び(%):

$$E = 39.17 - 31.76 \cdot [1 - \exp(-dpa/1.555)] \quad sd = 6.93$$

◆低炭素材:

耐力(MPa):

$$YS = 157.9 + 694.3 \cdot [1 - \exp(-dpa/3.245)] \quad sd = 55.6$$

引張強さ(MPa):

$$UTS = 374.4 + 492.2 \cdot [1 - \exp(-dpa/3.245)] \quad sd = 66.2$$

一様伸び(%):

$$UE = 36.34 - 36.02 \cdot [1 - \exp(-dpa/2.259)] \quad sd = 5.87$$

破断伸び(%):

$$TE = 41.35 - 33.94 \cdot [1 - \exp(-dpa/2.044)] \quad sd = 6.66$$

炭素濃度の影響としては、炭素が格子間原子型転位ループの核として作用し、炭素濃度が高いほど転位ループの形成が速く進行することが考えられる。

c. 他の傾向式との比較

図 3.2.2-57 に EPRI の MRP135 rev.1 の式による 330°C での耐力の傾向線[3.2.2-240] [3.2.2-249] と、本事業でのデータ調査で検討した PWR 分野の CW316SS の耐力の傾向線と BWR 分野の溶体化 SS の耐力の傾向線を示す。

EPRI 式の冷間加工のない(no CW)の 304 の傾向線は本事業でのデータ調査の BWR 分野の溶体化 SS の傾向線とほぼ一致している。一方、冷間加工 316SS については飽和傾向が大きく異なっており、本事業でのデータ調査の傾向線は飽和が高照射量側となっている。

EPRI 式は、304 と 316 の傾向を区別し、溶体化材と冷間加工材の飽和レベルを同じとしている。これらの点は本事業でのデータ調査の得られた知見とは異なっており、本事業でのデータ調査では、BWR 分野のデータでは溶体化材の 304 系と 316 系で傾向にあまり差がなく、BWR 分野でも PWR 分野でも冷間加工材の方が溶体化材よりも耐力高いデータが多いとの結果であった。傾向式を用いる場合にはこうしたデータの区別の考え方の違いを知っておく必要がある。

本事業でのデータ調査では PWR 分野と BWR 分野を区別したが、統一的に扱う場合には材料組成、加工度、温度の違いをどのように取り扱うかさらに検討する必要がある。

表 3.2.2-22 Grossbeck による照射ステンレス鋼の耐力の温度依存性式
Empirical relations for the austenitic alloys AISI Type 316 and PCA

		Yield Strength, MPa						
		10 to 15 dpa	20 dpa	30 dpa	50 dpa			
Austenitic Alloys								
Annealed	YS = $1025\{1-\exp[-665-T]/120\} - 235$	YS = $975\{1-\exp[-(660-T)/130]\} - 50$	YS = $975\{1-\exp[-(760-T)/190]\}$	YS = $775\{1-\exp[-(670-T)/80]\}$				
Cold Worked	YS = $1025\{1-\exp[-665-T]/120\}$	YS = $975\{1-\exp[-(660-T)/130]\}$	-140	-80				
Uniform Elongation, %								
316 SS								
Annealed	UE = $5.1 \exp[-(T-600)^2/10,000] + 0.23$	UE = $1.2 \exp[-(T-500)^2/4000] + 0.2$	$\left. \begin{aligned} &UE = 0.7\{1+\exp[(T-250)/20]\}^{-1} \\ &+ 5 \exp[-(T-500)^2/3000] \end{aligned} \right\}$					
Cold Worked	UE = $5.1 \exp[-(T-600)^2/10,000] + 0.23$	UE = $4.5 \exp[-(T-600)^2/15,000] + 0.2$						
PCA								
Annealed	UE = $1.5\exp[-(T-600)^2/10,000] + 0.23$	UE = $1.2\exp[-(T-500)^2/4000] + 0.2$	$\left. \begin{aligned} &UE = 0.7\{1+\exp[(T-250)/20]\}^{-1} \\ &+ 5 \exp[-(T-500)^2/3000] \end{aligned} \right\}$					
Cold Worked	UE = $1.5\exp[-(T-600)^2/10,000] + 0.23$	UE = $2.5\exp[-(T-525)^2/4000] + 0.2$						
Aged + CW		UE = $4.5\exp[-(T-600)^2/15,000] + 0.2$						
Total Elongation, %								
316 SS								
Annealed	TE = $22 e^{-T/80} + 3.6$		TE = $22.9 - 0.148 T + 4.08 \times 10^{-8} - 3.75 \times 10^{-7} T^2$	$\left. \begin{aligned} &TE = -3.8 \times 10^{-7} [(T-200) \\ &\times (T-300)(T-550)] + 2.5 \end{aligned} \right\}$				
Cold Worked	TE = $7 \times 10^{-5} (T-325)^2$		TE = $-3.8 \times 10^{-7} [(T-200) \times (T-300)(T-550)] + 2.5$					
PCA								
Annealed		TE = $12.5 - 6.7 \times 10^{-2} T + 1.56 \times 10^{-8} T^2 - 1.28 \times 10^{-7} T^3$	TE = $22.9 - 0.148 T + 4.08 \times 10^{-8} T^2 - 3.75 \times 10^{-7} T^3$	$\left. \begin{aligned} &TE = -3.8 \times 10^{-7} [(T-200) \\ &\times (T-300)(T-550)] + 2.5 \end{aligned} \right\}$				
Cold Worked	TE = 2.6	TE = $12.5 - 6.7 \times 10^{-2} T + 1.56 \times 10^{-8} T^2 - 1.28 \times 10^{-7} T^3$	TE = $-3.8 \times 10^{-7} [(T-200) \times (T-300)(T-550)] + 2.5$					
Aged + CW		TE = $14.8 - 0.122 T + 3.62 \times 10^{-8} T^2 - 3.23 \times 10^{-7} T^3$						
TE = $18 e^{-T/200} - 0.6$								

表 3.2.2-23 引張特性の傾向式の検討に用いたデータ(PWR 分野)

No.	DB	試験片 番号	照射炉	鋼種	冷間加 工率	照射量 (dpaへの換算を含む) (n/m ² E>0.1MeV)	照射量	中性子束	照射 温度	試験 温度	引張 歪速度	0.2% 耐力	引張 強さ	一様 伸び	全伸び	
No.	No.	No.	-	-	(%)	(dpaへの換算を含む) (n/m ² E>0.1MeV)	(dpa)	dpa	(dpa/s)	(°C)	(°C)	(/s)	(MPa)	(MPa)	(%)	(%)
1	PT-1-4	K2B2B	海外PWR	CW316	10~12	1.00E+22	0.0007	0.0007	-	-	325	1×10 ⁻⁴	434	614	13	16
2	PT-1-5	K6B2	海外PWR	CW316	10~12	7.00E+25	4.55	4.55	-	-	325	1×10 ⁻⁴	724	827	1.5	5
3	PT-1-6	5B1C2	海外PWR	CW316	10~12	3.80E+26	24.7	24.7	-	-	325	1×10 ⁻⁴	951	972	0.55	3
4	PT-2-39	D11A	Connecticut Yankee	CW316	20	5.00E+24	0.4	0.4	-	-	291	1.7X10 ⁻⁶	524	738	21	30
5	PT-2-40	D1B	Connecticut Yankee	CW316	20	5.00E+24	0.4	0.4	-	-	289	1.7X10 ⁻⁶	572	738	21	35
6	PT-2-5	4A3	H.B.Robinson	CW316	10~12	3.00E+23	0.02	0.02	-	-	300	1.7X10 ⁻⁶	600	752	11	18.0
7	PT-2-6	3A3	H.B.Robinson	CW316	10~12	9.00E+22	0.009	0.009	-	-	300	1.7X10 ⁻⁶	517	690	10	14.0
8	PT-2-7	1B5	D.C.Cook	CW316	10~12	7.50E+26	51	51	-	-	300	1.7X10 ⁻⁶	952	1,000	0.8	7.0
9	PT-2-8	7B4	D.C.Cook	CW316	10~12	4.90E+26	33	33	-	-	300	1.7X10 ⁻⁶	1,000	1,015	0.8	10.0
10	PT-2-15	C7C3	H.B.Robinson	CW316	10~12	3.00E+25	2	2	-	-	300	1.7X10 ⁻⁶	802	839	0.4	3.5
11	PT-2-16	C7C4	H.B.Robinson	CW316	10~12	3.00E+25	2	2	-	-	300	1.7X10 ⁻⁶	815	903	2	5
12	PT-2-25	3B3	D.C.Cook	CW316	10~12	3.00E+22	0.003	0.003	-	-	300	1.7X10 ⁻⁴	545	634	6	17
13	PT-2-26	2C10	H.B.Robinson	CW316	10~12	9.00E+22	0.009	0.009	-	-	300	1.7X10 ⁻⁴	476	600	4	16
14	PT-2-27	2B10	D.C.Cook	CW316	10~12	1.60E+25	1.2	1.2	-	-	300	1.7X10 ⁻⁴	503	662	4	13
15	PT-2-28	2A4	H.B.Robinson	CW316	10~12	2.80E+26	19	19	-	-	300	1.7X10 ⁻⁴	896	896	0	8
16	PT-2-29	1A3	H.B.Robinson	CW316	10~12	7.50E+26	51	51	-	-	300	1.7X10 ⁻⁴	910	910	0	12
17	PT-2-30	1B3	D.C.Cook	CW316	10~12	7.50E+26	51	51	-	-	300	1.7X10 ⁻⁴	855	855	0	15
18	PT-2-45	11B	Connecticut Yankee	CW316	20	5.00E+24	0.4	0.4	-	-	300	1.7X10 ⁻⁴	503	681	17	25
19	PT-2-46	13B	Connecticut Yankee	CW316	20	5.00E+24	0.4	0.4	-	-	300	1.7X10 ⁻⁴	507	703	19	26
20	PT-2-9	4A1	H.B.Robinson	CW316	10~12	3.00E+23	0.02	0.02	-	-	350	1.7X10 ⁻⁶	538	634		
21	PT-2-10	3A1	H.B.Robinson	CW316	10~12	9.00E+22	0.009	0.009	-	-	350	1.7X10 ⁻⁶	676	696	1.5	7.0
22	PT-2-11	1A5	H.B.Robinson	CW316	10~12	7.50E+26	51	51	-	-	350	1.7X10 ⁻⁶	724	869	3	6.0
23	PT-2-12	1B6	D.C.Cook	CW316	10~12	7.50E+26	51	51	-	-	350	1.7X10 ⁻⁶	848	986	0.8	6.0
24	PT-2-17	C7C5	H.B.Robinson	CW316	10~12	3.00E+25	2	2	-	-	350	1.7X10 ⁻⁶	911	911	0.2	3
25	PT-2-18	C7C6	H.B.Robinson	CW316	10~12	3.00E+25	2	2	-	-	350	1.7X10 ⁻⁶	831	831	0.1	3
26	PT-2-31	3B2	D.C.Cook	CW316	10~12	3.00E+22	0.003	0.003	-	-	350	1.7X10 ⁻⁴	524	607	5	16
27	PT-2-32	2C8	H.B.Robinson	CW316	10~12	9.00E+22	0.003	0.003	-	-	350	1.7X10 ⁻⁴	510	593	6	17
28	PT-2-41	LD3	Connecticut Yankee	CW316	20	5.00E+24	0.4	0.4	-	-	350	1.7X10 ⁻⁶	490	696	21	28
29	PT-2-42	LD4	Connecticut Yankee	CW316	20	5.00E+24	0.4	0.4	-	-	350	1.7X10 ⁻⁶	538	745	18	26
30	PT-2-47	11A	Connecticut Yankee	CW316	20	5.00E+24	0.4	0.4	-	-	350	1.7X10 ⁻⁴	473	664	21	28
31	PT-2-48	D1A	Connecticut Yankee	CW316	20	5.00E+24	0.4	0.4	-	-	350	1.7X10 ⁻⁴	570	726	17	23
32	PT-3-1	E3-1	海外PWR	CW316	20	-	4.35	4.35	8.3E-09	311	290	3×10 ⁻⁴	617	697	10.0	20.8
33	PT-3-2	E3-2	海外PWR	CW316	20	-	4.35	4.35	8.3E-09	311	290	3×10 ⁻⁴	598	689	10.2	21.6
34	PT-3-7	A3-10	海外PWR	CW316	20	-	4.68	4.68	8.9E-09	310	290	3×10 ⁻⁴	590	676	10.5	22.0
35	PT-3-8	E3-7	海外PWR	CW316	20	-	6.03	6.03	1.1E-08	309	290	3×10 ⁻⁴	683	734	6.0	16.6
36	PT-3-9	E3-8	海外PWR	CW316	20	-	6.03	6.03	1.1E-08	309	290	3×10 ⁻⁴	671	712	5.0	15.8
37	PT-3-14	E3-13	海外PWR	CW316	20	-	12.7	12.7	2.4E-08	330	290	3×10 ⁻⁴	872	875	0.5	11.5
38	PT-3-15	E3-14	海外PWR	CW316	20	-	12.7	12.7	2.4E-08	330	290	3×10 ⁻⁴	819	839	1.7	12.6
39	PT-3-3	E3-3	海外PWR	CW316	20	-	5.39	5.39	1.0E-08	317	320	3×10 ⁻⁴	701	738	5.6	15.8
40	PT-3-4	E3-4	海外PWR	CW316	20	-	5.39	5.39	1.0E-08	317	320	3×10 ⁻⁴	726	754	5.5	16.7
41	PT-3-10	E3-9	海外PWR	CW316	20	-	7.7	7.7	1.5E-08	319	320	3×10 ⁻⁴	736	763	3.5	13.5
42	PT-3-11	E3-10	海外PWR	CW316	20	-	7.7	7.7	1.5E-08	319	320	3×10 ⁻⁴	712	742	3.0	12.2
43	PT-3-16	E3-15	海外PWR	CW316	20	-	11.5	11.5	2.2E-08	332	320	3×10 ⁻⁴	819	837	1.3	12.8
44	PT-3-17	E3-16	海外PWR	CW316	20	-	11.5	11.5	2.2E-08	332	320	3×10 ⁻⁴	819	833	1.6	12.0
45	PT-3-5	E3-5	海外PWR	CW316	20	-	3.42	3.42	6.5E-09	317	340	3×10 ⁻⁴	598	680	9.0	19.6
46	PT-3-6	E3-6	海外PWR	CW316	20	-	3.42	3.42	6.5E-09	317	340	3×10 ⁻⁴	598	666	6.4	16.3
47	PT-3-12	E3-11	海外PWR	CW316	20	-	8.23	8.23	1.6E-08	320	340	3×10 ⁻⁴	707	744	4.1	14.2
48	PT-3-13	E3-12	海外PWR	CW316	20	-	8.23	8.23	1.6E-08	320	340	3×10 ⁻⁴	702	737	3.1	12.8
49	PT-3-18	E3-17	海外PWR	CW316	20	-	12.3	12.3	2.3E-08	335	340	3×10 ⁻⁴	850	858	0.6	11.0
50	PT-3-19	E3-18	海外PWR	CW316	20	-	12.3	12.3	2.3E-08	335	340	3×10 ⁻⁴	813	819	0.8	11.4
51	PT-4-1	E4-1	国内PWR	CW316	12	-	4	4	8.3E-09	290	290	3×10 ⁻⁴	962	974	0.4	6.4
52	PT-4-2	E4-2	国内PWR	CW316	12	-	4	4	8.3E-09	290	290	3×10 ⁻⁴	950	973	0.4	6.2
53	PT-4-5	E4-5	国内PWR	CW316	12	-	14	14	2.9E-08	290	290	3×10 ⁻⁴	1,033	1,051	0.4	3.9
54	PT-4-6	E4-6	国内PWR	CW316	12	-	14	14	2.9E-08	290	290	3×10 ⁻⁴	1,003	1,023	0.5	4.9
55	PT-4-9	E4-9	国内PWR	CW316	12	-	39.5	39.5	8.2E-08	292	290	3×10 ⁻⁴	1,012	1,033	0.5	4.5
56	PT-4-10	E4-10	国内PWR	CW316	12	-	39.5	39.5	8.2E-08	292	290	3×10 ⁻⁴	1,000	1,015	0.4	5.6
57	PT-4-15	E4-15	国内PWR	CW316	12	-	74	74	1.5E-07	295	290	3×10 ⁻⁴	1,005	1,018	0.4	3.5
58	PT-4-16	E4-16	国内PWR	CW316	12	-	74	74	1.5E-07	295	290	3×10 ⁻⁴	1,005	1,022	0.5	2.9
59	PT-4-11	E4-11	国内PWR	CW316	12	-	39	39	8.1E-08	295	320	3×10 ⁻⁴	1,017	1,027	0.4	5.3
60	PT-4-12	E4-12	国内PWR	CW316	12	-	39	39	8.1E-08	295	320	3×10 ⁻⁴	1,047	1,063	0.4	6.1
61	PT-4-17	E4-17	国内PWR	CW316	12	-	74	74	1.5E-07	300	320	3×10 ⁻⁴	997	1,003	0.4	3.5
62	PT-4-18	E4-18	国内PWR	CW316	12	-	74	74	1.5E-07	300	320	3×10 ⁻⁴	1,000	1,010	0.4	5.0
63	PT-4-3	E4-3	国内PWR	CW316	12	-	5	5	1.0E-08	308	340	3×10 ⁻⁴	642	772	8.2	11.8
64	PT-4-4	E4-4	国内PWR	CW316	12	-	5	5	1.0E-08	308	340	3×10 ⁻⁴	663	780	8.6	12.3
65	PT-4-7	E4-7	国内PWR	CW316	12	-	19	19	3.9E-08	323	340	3×10 ⁻⁴	971	992	0.5	5.7
66	PT-4-8	E4-8	国内PWR	CW316	12	-	19	19	3.9E-08	323	340	3×10 ⁻⁴	968	1,005	0.5	6.1
67	PT-4-13	E4-13	国内PWR	CW316	12	-	38	38	7.9E-08	301	340	3×10 ⁻⁴	1,000	1,016	0.5	5.6
68	PT-4-14	E4-14	国内PWR	CW316	12	-	38	38	7.9E-08	301	340	3×10 ⁻⁴	1,015	1,033	0.4	4.3
69	PT-4-19	E4-19	国内PWR	CW316	12	-	72	72	1.5E-07	310	340	3×10 ⁻⁴	998	1,009	0.5	6.2
70	PT-4-20	E4-20	国内PWR	CW316	12	-	72	72	1.5E-07	310	340	3×10 ⁻⁴	997	1,007	0.4	6.0

表 3.2.2-24 引張特性の傾向式の検討に用いたデータ(PWR 分野)続き

No.	DB	試験片 番号	照射炉	鋼種	冷間加工 率	照射量 (dpaへの換算 (n/m ² E>0.1MeV)	照射量 (dpa)	中性子束 (dpa/s)	照射 温度 (℃)	試験 温度 (℃)	引張 歪速度 (/s)	0.2% 耐力 (MPa)	引張 強さ (MPa)	一様 伸び (%)	全伸び (%)	
No.	No.	-	-	-	(%)	(n/m ² E>0.1MeV)	(dpa)	dpa	(dpa/s)	(℃)	(℃)	(/s)	(MPa)	(MPa)	(%)	(%)
71	PT-5-1	Unirra	国内PWR	CW316	-	-	0	0	-	320	1.1X10 ⁻⁴	349	465	19.1	24.7	
72	PT-5-2	Unirra	国内PWR	CW316	-	-	0	0	-	320	1.1X10 ⁻⁴	350	465	22.5	26.8	
73	PT-5-3	D1	国内PWR	CW316	-	9.0E+25	6	6	2.0E-08	323	320	1.1X10 ⁻⁴	946	968	0.4	2.9
74	PT-5-4	D1	国内PWR	CW316	-	9.0E+25	6	6	2.0E-08	323	320	1.1X10 ⁻⁴	928	952	0.5	3.9
75	PT-5-5	J	国内PWR	CW316	-	5.0E+26	35	35	1.0E-07	313	320	1.1X10 ⁻⁴	827	832	0.3	4.8
76	PT-5-6	J	国内PWR	CW316	-	5.0E+26	35	35	1.0E-07	313	320	1.1X10 ⁻⁴	969	998	0.4	5.3
77	PT-5-7	L	国内PWR	CW316	-	8.0E+26	53	53	1.0E-07	304	320	1.1X10 ⁻⁴	981	981	0.2	4.2
78	PT-5-8	L	国内PWR	CW316	-	8.0E+26	53	53	1.0E-07	304	320	1.1X10 ⁻⁴	993	993	0.2	4.2
79	PT-6-2	M	国内PWR	CW316	-	-	73	73	1.5E-07	305	320	1.1X10 ⁻⁴	999	1,007	0.4	4.3
80	PT-6-3	L	国内PWR	CW316	-	-	53	53	1.4E-07	304	320	1.1X10 ⁻⁴	987	987	0.2	4.2
81	PT-7-3	J	国内PWR	CW316	-	5.3E+26	35	35	1.3E-07	313	320	1.1X10 ⁻⁴	954	954	0.2	5.8
82	PT-7-4	J	国内PWR	CW316	-	5.3E+26	35	35	1.3E-07	313	320	1.1X10 ⁻⁴	926	955	0.3	6.7
83	PT-8-2	E	海外PWR	CW316	~12	0	0	0	-	360	-	540	640	12	15	
84	PT-8-4	C	海外PWR	CW316	~12	3.00E+26	19.5	19.5	-	360	-	930	950	0.5	3	
85	PT-8-6	B	海外PWR	CW316	~12	7.00E+26	45.5	45.5	-	360	-	850	950	0.5	3	
86	PT-10-3	-	Ringhals-2	CW316	-	0	0	0	-	290	320	8.3X10 ⁻⁵	539	638	7.3	14.5
87	PT-10-4	-	Ringhals-2	CW316	-	0	0	0	-	290	320	8.3X10 ⁻⁵	544	636	7.6	15.7
88	PT-10-9	-	Ringhals-2	CW316	-	-	33	33	-	320	320	8.3X10 ⁻⁵	931	1,001	0.5	6.7
89	PT-10-10	-	Ringhals-2	CW316	-	-	28	28	-	320	320	8.3X10 ⁻⁵	951	1,009	0.5	6.8
90	PT-10-14	-	Ringhals-2	CW316	-	-	65	65	-	320	320	8.3X10 ⁻⁵	916	998	0.7	6.9
91	PT-10-15	-	Ringhals-2	CW316	-	-	65	65	-	320	320	8.3X10 ⁻⁵	957	1,000	0.6	7
92	PT-10-5	-	Ringhals-2	CW316	-	0	0	0	-	290	340	8.3X10 ⁻⁵	498	604	7.8	17.3
93	PT-10-6	-	Ringhals-2	CW316	-	0	0	0	-	290	340	8.3X10 ⁻⁵	514	596	7.2	17
94	PT-10-11	-	Ringhals-2	CW316	-	-	35	35	-	340	340	8.3X10 ⁻⁵	946	954	0.3	9
95	PT-10-16	-	Ringhals-2	CW316	-	-	65	65	-	320	340	8.3X10 ⁻⁵	929	946	0.3	7.8
96	PT-11-1	BV-3B4-A	Beaver Valley-1	CW316	15	-	6	6	1.3E-08	-	290	-	772	874	9.32	21
97	PT-11-2	BV-2B4-A	Beaver Valley-1	CW316	15	-	51	51	1.1E-07	-	290	-	1,018	1,040	0.42	11.8
98	PT-11-8	HBR-10A4-A1	H.B.Robinson-2	CW316	15	-	28	28	9.0E-08	-	290	-	928	951	0.42	12.1
99	PT-11-13	RG-4B-2A	Ringhals-2	CW316	15	-	37	37	5.8E-08	-	290	-	1,022	1,065	0.85	11.1
100	PT-11-14	RG-2C-2A	Ringhals-2	CW316	15	-	76	76	1.2E-07	-	290	-	1,045	1,049	0.42	8.6
101	PT-11-3	BV-3B4-B	Beaver Valley-1	CW316	15	-	6	6	1.3E-08	-	320	-	744	849	9.83	20.1
102	PT-11-4	BV-2B4-B	Beaver Valley-1	CW316	15	-	51	51	1.1E-07	-	320	-	990	1,018	0.47	10.6
103	PT-11-9	HBR-10A4-A2	H.B.Robinson-2	CW316	15	-	28	28	9.0E-08	-	320	-	937	953	0.47	13.4
104	PT-11-15	RG-4B-2B	Ringhals-2	CW316	15	-	37	37	5.8E-08	-	320	-	965	1,033	0.76	11.5
105	PT-11-16	RG-2C-2B	Ringhals-2	CW316	15	-	76	76	1.2E-07	-	320	-	997	1,006	0.25	9.8
106	PT-11-5	BV-3B4-C	Beaver Valley-1	CW316	15	-	6	6	1.3E-08	-	340	-	769	854	8.64	19.2
107	PT-11-6	BV-3B1-A	Beaver Valley-1	CW316	15	-	26	26	5.8E-08	-	340	-	1,010	1,017	0.2	11.2
108	PT-11-7	BV-2B4-C	Beaver Valley-1	CW316	15	-	51	51	1.1E-07	-	340	-	968	1,001	0.59	11.4
109	PT-11-10	HBR-9B4-A1	H.B.Robinson-2	CW316	15	-	18	18	5.8E-08	-	340	-	956	961	0.2	11
110	PT-11-11	HBR-10A4-A3	H.B.Robinson-2	CW316	15	-	28	28	9.0E-08	-	340	-	928	951	0.42	12.1
111	PT-11-17	RG-4B-2C	Ringhals-2	CW316	15	-	37	37	5.8E-08	-	340	-	1,018	1,027	0.38	10.8
112	PT-11-18	RG-2C-2C	Ringhals-2	CW316	15	-	76	76	1.2E-07	-	340	-	997	1,020	0.85	9.9
113	PT-14-3	A1-320	Ringhals-2	CW316	15	-	76	76	-	290-321	320	-	1,005	1,011	4.6	9.3
114	PT-14-4	B2-320	Ringhals-2	CW316	15	-	76	76	-	290-321	320	-	997	1,003	4.6	9.8
115	PT-13-2	-	Ringhals-2	CW316	15	-	0	0	(23YEAR)	-	320	-	539	638	7.3	14.5
116	PT-13-3	-	Ringhals-2	CW316	15	-	0	0	(23YEAR)	-	320	-	544	636	7.6	15.7
117	PT-13-6	-	Ringhals-2	CW316	15	-	29	29	(23YEAR)	-	320	-	931	1,001	0.5	6.7
118	PT-13-7	-	Ringhals-2	CW316	15	-	24	24	(23YEAR)	-	320	-	951	1,009	0.5	6.8
119	PT-13-10	-	Ringhals-2	CW316	15	-	65	65	(23YEAR)	-	320	-	916	998	0.7	6.9
120	PT-13-11	-	Ringhals-2	CW316	15	-	65	65	(23YEAR)	-	320	-	957	1,000	0.6	7.0
121	PT-18-1	B46	BOR60	CW316	-	-	0	0	9.0E-07	330	330	-	486	614	2.7	10.8
122	PT-18-2	B47	BOR60	CW316	-	-	0	0	9.0E-07	330	330	-	488	604	4.5	14
123	PT-18-3	B90	BOR60	CW316	-	-	18	18	9.0E-07	330	330	-	944	961	0.4	7.3
124	PT-18-4	B91	BOR60	CW316	-	-	18	18	9.0E-07	330	330	-	949	962	0.4	7.1
125	PT-18-5	B85	BOR60	CW316	-	-	42	42	9.0E-07	330	330	-	940	965	0.5	7.7
126	PT-18-6	B86	BOR60	CW316	-	-	42	42	9.0E-07	330	330	-	939	949	0.4	7.1

表 3.2.2-25 引張特性の傾向式の検討に用いたデータ(BWR 分野)

No.	DB	試験片番号	照射炉	鋼種	熱処理条件	照射量 (dpaへの換算を含む)		中性子束 (フラックス)	照射温度	試験温度	引張歪速度	0.2% 耐力	引張強さ	一様伸 び	全伸び
	No	No.	-	-	-	(n/m ² E>1MeV)	(dpa)	(dpa/s)	(℃)	(℃)	(/s)	(MPa)	(MPa)	(%)	(%)
1	BT-1-1	A035	JMTR	316L	溶体化	0.00.E+00	0.00	-	-	288	3.0E-04	168	382	41.3	50.5
2	BT-1-2	A036	JMTR	316L	溶体化	0.00.E+00	0.00	-	-	288	3.0E-04	156	399	43.7	53.8
3	BT-1-3	A132	JMTR	316L	溶体化	5.78.E+24	0.94	2.41E-07	287.0	288	3.0E-04	352	485	28.4	36.6
4	BT-1-4	A134	JMTR	316L	溶体化	5.11.E+24	0.91	2.36E-07	287.0	288	3.0E-04	355	494	28.2	35.9
5	BT-1-5	A238	JMTR	316L	溶体化	8.98.E+24	1.57	2.17E-07	284.3	288	3.0E-04	407	514	25.4	32.6
6	BT-1-6	A233	JMTR	316L	溶体化	1.09.E+25	1.84	2.57E-07	284.3	288	3.0E-04	414	520	22.0	29.6
7	BT-1-7	A336	JMTR	316L	溶体化	3.04.E+25	5.11	2.32E-07	287.3	288	3.0E-04	606	616	17.1	25.3
8	BT-1-8	A348	JMTR	316L	溶体化	2.51.E+25	4.37	2.00E-07	287.3	288	3.0E-04	621	635	15.5	23.6
9	BT-1-11	H035	JMTR	304L	溶体化	0.00E+00	0.00	-	-	288	3.0E-04	159	373	41.3	51.6
10	BT-1-12	H036	JMTR	304L	溶体化	0.00E+00	0.00	-	-	288	3.0E-04	159	369	39.9	48.7
11	BT-1-13	H134	JMTR	304L	溶体化	5.68E+24	1.06	2.45E-07	287.0	288	3.0E-04	350	466	25.5	33.3
12	BT-1-14	H135	JMTR	304L	溶体化	6.17E+24	1.04	2.57E-07	287.0	288	3.0E-04	358	476	25.6	32.5
13	BT-1-15	H241	JMTR	304L	溶体化	8.96E+24	1.59	2.28E-07	286.8	288	3.0E-04	420	506	25.0	32.0
14	BT-1-16	H234	JMTR	304L	溶体化	1.03E+25	1.72	2.37E-07	286.8	288	3.0E-04	430	514	25.1	31.2
15	BT-1-17	H337	JMTR	304L	溶体化	2.46E+25	4.29	1.97E-07	286.9	288	3.0E-04	645	646	0.3	18.7
16	BT-1-18	H343	JMTR	304L	溶体化	2.94E+25	5.01	2.28E-07	287.4	288	3.0E-04	633	643	0.1	12.7
17	BT-2-1	R033	JMTR	304	溶体化	0.00E+00	0.00	-	-	288	3.0E-04	166	415	50.7	57.7
18	BT-2-2	R034	JMTR	304	溶体化	0.00E+00	0.00	-	-	288	3.0E-04	144	416	44.7	54.3
19	BT-2-3	R133	JMTR	304	溶体化	5.56E+24	1.00	2.40E-07	288.0	288	3.0E-04	466	566	22.4	29.1
20	BT-2-4	R134	JMTR	304	溶体化	5.99E+24	0.99	2.33E-07	288.0	288	3.0E-04	453	562	23.2	29.9
21	BT-2-5	R232	JMTR	304	溶体化	7.75E+24	1.35	1.88E-07	288.1	288	3.0E-04	521	596	19.5	27.5
22	BT-2-6	R235	JMTR	304	溶体化	7.82E+24	1.37	1.95E-07	288.1	288	3.0E-04	512	583	19.8	25.5
23	BT-2-7	R332	JMTR	304	溶体化	1.96E+25	3.47	1.59E-07	286.2	288	3.0E-04	731	732	0.2	18.6
24	BT-2-8	R333	JMTR	304	溶体化	2.17E+25	3.74	1.72E-07	286.2	288	3.0E-04	748	752	0.2	17.2
25	BT-2-9	W033	JMTR	316NG	溶体化	0.00E+00	0.00	-	-	288	3.0E-04	154	392	46.7	56.3
26	BT-2-10	W034	JMTR	316NG	溶体化	0.00E+00	0.00	-	-	288	3.0E-04	151	393	46.8	55.0
27	BT-2-11	W133	JMTR	316NG	溶体化	4.92E+24	0.85	2.04E-07	288.3	288	3.0E-04	312	483	33.4	40.1
28	BT-2-12	W134	JMTR	316NG	溶体化	5.04E+24	0.81	1.96E-07	288.3	288	3.0E-04	311	481	33.2	40.0
29	BT-2-13	W231	JMTR	316NG	溶体化	7.16E+24	1.21	1.67E-07	288.0	288	3.0E-04	352	482	28.5	35.0
30	BT-2-14	W235	JMTR	316NG	溶体化	9.04E+24	1.51	2.08E-07	288.1	288	3.0E-04	353	494	29.4	36.0
31	BT-3-1		国内BWR	304		0	0.00		288	288		163	491	37.3	47.3
32	BT-3-2		国内BWR	304		0	0.00		288	288		179	480	40.5	48.2
33	BT-3-3		国内BWR	304		2.6E+24	0.37		288	288		391	555	20.0	26.8
34	BT-3-4		国内BWR	304		2.6E+24	0.37		288	288		392	550	19.1	25.3
35	BT-3-5		国内BWR	304		2.6E+24	0.37		288	288		384	550	21.6	27.9
36	BT-3-6		国内BWR	304		5.0E+24	0.71		288	288		451	582	16.5	22.7
37	BT-3-7		国内BWR	304		5.0E+24	0.71		288	288		459	593	15.0	22.7
38	BT-3-8		国内BWR	304		5.0E+24	0.71		288	288		475	617	16.4	24.2
39	BT-3-9		国内BWR	304		7.2E+24	1.03		288	288		538	576	9.0	19.7
40	BT-3-10		国内BWR	304		7.2E+24	1.03		288	288		539	634	13.5	21.9
41	BT-3-11		国内BWR	304		7.2E+24	1.03		288	288		491	582	14.3	21.6
42	BT-3-12		国内BWR	304		8.3E+24	1.19		288	288		531	628	12.9	20.7
43	BT-3-13		国内BWR	304		8.3E+24	1.19		288	288		525	585	11.7	19.3
44	BT-3-14		国内BWR	304		8.3E+24	1.19		288	288		499	590	11.9	19.9
45	BT-3-15		国内BWR	304		3.0E+25	4.29		288	288		806	807	0.5	6.9
46	BT-3-16		国内BWR	304		4.6E+25	6.57		288	288		768	785	0.4	5.5
47	BT-3-17		国内BWR	304		4.6E+25	6.57		288	288		825	825	0.2	5.2
48	BT-3-18		国内BWR	304		6.4E+25	9.14		288	288		825	839	0.3	5.2
49	BT-3-19		国内BWR	304		6.4E+25	9.14		288	288		831	831	0.2	5.7
50	BT-3-20		国内BWR	304		1.4E+26	20.00		288	288		932	936	0.3	8.6
51	BT-3-21		国内BWR	304		1.4E+26	20.00		288	288		958	963	0.3	8.6
52	BT-3-22		国内BWR	316		3.8E+25	5.43		288	288		729	762	4.7	12.7
53	BT-3-23		国内BWR	316		3.8E+25	5.43		288	288		792	799	0.3	12.3
54	BT-3-24		国内BWR	316		6.9E+25	9.86		288	288		828	940	1.0	9.8
55	BT-3-25		国内BWR	316		6.9E+25	9.86		288	288		879	917	0.4	8.3
56	BT-3-26		国内BWR	316		9.6E+25	13.71		288	288		897	930	0.6	9.0
57	BT-3-27		国内BWR	316		9.6E+25	13.71		288	288		896	922	0.4	8.9
58	BT-4-1	-	国内BWR	COM304	溶体化	2.02E+25	2.89	-	288	288	3.6E-04	824	824		5.1
59	BT-4-2	-	国内BWR	COM304	溶体化	0.00E+00	0.00	-	288	288	3.6E-04	154	427		34.7
60	BT-4-3	-	国内BWR	304L	溶体化	2.33E+25	3.33	-	288	288	3.6E-04	586	656		7.9
61	BT-4-4	-	国内BWR	304L	溶体化	0.00E+00	0.00	-	288	288	3.6E-04	128	376		37.9
62	BT-4-5	-	国内BWR	304L-NL	溶体化	2.33E+25	3.33	-	288	288	3.6E-04	600	660		8.2
63	BT-4-6	-	国内BWR	304L-NL	溶体化	0.00E+00	0.00	-	288	288	3.6E-04	145	387		36.9
64	BT-4-7	-	国内BWR	HP304L	溶体化	2.07E+25	2.96	-	288	288	3.6E-04	581	623		6.5
65	BT-4-8	-	国内BWR	HP304L	溶体化	0.00E+00	0.00	-	288	288	3.6E-04	128	348		37.0
66	BT-4-9	-	国内BWR	HP304L-Mo	溶体化	2.24E+25	3.20	-	288	288	3.6E-04	613	613		4.9
67	BT-4-10	-	国内BWR	HP304L-Mo	溶体化	0.00E+00	0.00	-	288	288	3.6E-04	123	356		38.3
68	BT-4-11	-	国内BWR	COM316L	溶体化	2.31E+25	3.30	-	288	288	3.6E-04	888	888		5.0
69	BT-4-12	-	国内BWR	COM316L	溶体化	0.00E+00	0.00	-	288	288	3.6E-04	154	442		37.1
70	BT-4-13	-	国内BWR	316L	溶体化	2.26E+25	3.23	-	288	288	3.6E-04	705	704		5.8
71	BT-4-14	-	国内BWR	316L	溶体化	0.00E+00	0.00	-	288	288	3.6E-04	165	425		35.5
72	BT-4-15	-	国内BWR	316L-PI	溶体化	2.00E+25	2.86	-	288	288	3.6E-04	528	528		16.1
73	BT-4-16	-	国内BWR	316L-PI	溶体化	0.00E+00	0.00	-	288	288	3.6E-04	140	398		37.8
74	BT-4-17	-	国内BWR	316L-NL	溶体化	2.24E+25	3.20	-	288	288	3.6E-04	674	674		11.0
75	BT-4-18	-	国内BWR	316L-NL	溶体化	0.00E+00	0.00	-	288	288	3.6E-04	129	373		39.1
76	BT-4-19	-	国内BWR	HP316L	溶体化	2.16E+25	3.09	-	288	288	3.6E-04	635	635		6.9
77	BT-4-20	-	国内BWR	HP316L	溶体化	0.00E+00	0.00	-	288	288	3.6E-04	137	389		40.1
78	BT-4-23	-	国内BWR	316NG	溶体化	2.07E+25	2.96	-	288	288	3.6E-04	590	673		19.6
79	BT-4-24	-	国内BWR	316NG	溶体化	0.00E+00	0.00	-	288	288	3.6E-04	172	450		40.3
80	BT-4-25	-	国内BWR	HP316NG	溶体化	2.24E+25	3.20	-	288	288	3.6E-04	653	653		6.8
81	BT-4-26	-	国内BWR	HP316NG	溶体化	0.00E+00	0.00	-	288	288	3.6E-04	148	426		41.5

表 3.2.2-25 引張特性の傾向式の検討に用いたデータ(BWR 分野)続き

No.	DB	試験片番号	照射炉	鋼種	熱処理条件	照射量 (dpaへの換算を含む)		中性子束 (フラックス)	照射温度	試験温度	引張速度	0.2% 耐力	引張強さ	一様伸び	全伸び
	No	No.	-	-	-	(n/m ² E>1MeV)	(dpa)	(dpa/s)	(℃)	(℃)	(/s)	(MPa)	(MPa)	(%)	(%)
82	BT-5-1	-	国内BWR	304	溶体化	3.30E+25	4.71	-	288	288	3.3E-04	832	832	0.2	7.5
83	BT-5-2	-	国内BWR	304	溶体化	1.70E+25	2.43	-	288	288	3.3E-04	808	808	0.1	5.8
84	BT-5-3	-	国内BWR	304	溶体化	0.00E+00	0.00	-	288	288	3.3E-04	203	455	31.7	36.8
85	BT-5-4	-	国内BWR	304L	溶体化	1.70E+25	2.43	-	288	288	3.3E-04	672	672	0.1	5.6
86	BT-5-5	-	国内BWR	304L	溶体化	0.00E+00	0.00	-	288	288	3.3E-04	175	400	29.3	34.1
87	BT-5-6	-	国内BWR	316	溶体化	1.90E+25	2.71	-	288	288	3.3E-04	696	730	3.8	8.1
88	BT-5-7	-	国内BWR	316	溶体化	0.00E+00	0.00	-	288	288	3.3E-04	163	460	31.6	36.0
89	BT-5-8	-	国内BWR	316L	溶体化	3.60E+25	5.14	-	288	288	3.3E-04	684	684	0.1	8.0
90	BT-5-9	-	国内BWR	316L	溶体化	1.90E+25	2.71	-	288	288	3.3E-04	632	658	9.5	12.8
91	BT-5-10	-	国内BWR	316L	溶体化	0.00E+00	0.00	-	288	288	3.3E-04	156	421	38.5	42.9
92	BT-5-11	-	国内BWR	316L-NL	溶体化	3.70E+25	5.29	-	288	288	3.3E-04	730	738	0.4	10.2
93	BT-5-12	-	国内BWR	316L-NL	溶体化	2.00E+25	2.86	-	288	288	3.3E-04	562	584	3.0	6.7
94	BT-5-13	-	国内BWR	316L-NL	溶体化	0.00E+00	0.00	-	288	288	3.3E-04	171	397	31.9	36.0
95	BT-5-14	-	国内BWR	316L-NM	溶体化	2.00E+25	2.86	-	288	288	3.3E-04	458	514	5.8	8.6
96	BT-5-15	-	国内BWR	316L-NM	溶体化	0.00E+00	0.00	-	288	288	3.3E-04	153	401	34.5	38.4
97	BT-5-16	-	国内BWR	316L-P(A)	溶体化	3.70E+25	5.29	-	288	288	3.3E-04	739	739	0.2	9.1
98	BT-5-17	-	国内BWR	316L-P(A)	溶体化	2.00E+25	2.86	-	288	288	3.3E-04	466	574	17.4	22.6
99	BT-5-18	-	国内BWR	316L-P(A)	溶体化	0.00E+00	0.00	-	288	288	3.3E-04	172	419	29.5	34.2
100	BT-5-19	-	国内BWR	316L-P(B)	溶体化	2.00E+25	2.86	-	288	288	3.3E-04	588	642	11.7	17.6
101	BT-5-20	-	国内BWR	316L-P(B)	溶体化	0.00E+00	0.00	-	288	288	3.3E-04	154	418	30.9	35.4
102	BT-5-21	-	国内BWR	316L-P(NM)	溶体化	2.00E+25	2.86	-	288	288	3.3E-04	472	533	9.3	12.4
103	BT-5-22	-	国内BWR	316L-P(NM)	溶体化	3.80E+25	5.43	-	288	288	3.3E-04	693	693	0.2	13.1
104	BT-5-23	-	国内BWR	316L-P(NM)	溶体化	0.00E+00	0.00	-	288	288	3.3E-04	153	393	33.7	37.6
105	BT-5-24	-	国内BWR	316L-PM-NM	溶体化	4.00E+25	5.71	-	288	288	3.3E-04	780	780	0.2	7.2
106	BT-5-25	-	国内BWR	316L-PM-NM	溶体化	2.10E+25	3.00	-	288	288	3.3E-04	613	626	5.5	10.8
107	BT-5-26	-	国内BWR	316L-PM-NM	溶体化	0.00E+00	0.00	-	288	288	3.3E-04	166	401	31.5	35.4
108	BT-5-27	-	国内BWR	316L-P(NL)	溶体化	3.70E+25	5.29	-	288	288	3.3E-04	711	711	0.2	8.7
109	BT-5-28	-	国内BWR	316L-P(NL)	溶体化	1.90E+25	2.71	-	288	288	3.3E-04	528	583	10.2	14.9
110	BT-5-29	-	国内BWR	316L-P(NL)	溶体化	0.00E+00	0.00	-	288	288	3.3E-04	159	379	30.9	31.7
111	BT-5-30	-	国内BWR	HP316L	溶体化	2.10E+25	3.00	-	288	288	3.3E-04	631	631	0.2	18.2
112	BT-5-31	-	国内BWR	HP316L	溶体化	0.00E+00	0.00	-	288	288	3.3E-04	163	392	28.2	31.9
113	BT-5-32	-	国内BWR	HP316L-NM	溶体化	2.20E+25	3.14	-	288	288	3.3E-04	638	638	0.1	7.5
114	BT-5-33	-	国内BWR	HP316L-NM	溶体化	0.00E+00	0.00	-	288	288	3.3E-04	165	388	33.3	37.3
115	BT-5-34	-	国内BWR	6L-P(NM)(Zr-Mo)	溶体化	1.80E+25	2.57	-	288	288	3.3E-04	410	502	8.7	12.5
116	BT-5-35	-	国内BWR	6L-P(NM)(Zr-Mo)	溶体化	0.00E+00	0.00	-	288	288	3.3E-04	183	391	29.5	33.4
117	BT-5-36	-	国内BWR	HP316-NL	溶体化	1.90E+25	2.71	-	288	288	3.3E-04	586	590	3.2	7.8
118	BT-5-37	-	国内BWR	HP316-NL	溶体化	0.00E+00	0.00	-	288	288	3.3E-04	150	379	32.5	36.2
119	BT-5-42	-	国内BWR	316NG	溶体化	3.80E+25	5.43	-	288	288	3.3E-04	807	807	0.2	8.7
120	BT-5-43	-	国内BWR	316NG	溶体化	2.00E+25	2.86	-	288	288	3.3E-04	552	635	12.1	16.4
121	BT-5-44	-	国内BWR	316NG	溶体化	0.00E+00	0.00	-	288	288	3.3E-04	180	422	28.7	32.7
122	BT-6-1	S-2	国内BWR	304	受入まま	1.60E+24	0.23	-	288	288	-	321	517	21.5	27.6
123	BT-6-2	S-2	国内BWR	304	受入まま	1.60E+24	0.23	-	288	288	-	311	513	22.4	27.6
124	BT-6-3	S-3	国内BWR	304	受入まま	3.60E+24	0.51	-	288	288	-	477	559	13.5	19.6
125	BT-6-4	S-3	国内BWR	304	受入まま	3.60E+24	0.51	-	288	288	-	469	547	14.2	19.9
126	BT-6-5	T-1	国内BWR	316	受入まま	1.30E+25	1.86	-	288	288	-	630	737	12.7	20.9
127	BT-6-6	T-1	国内BWR	316	受入まま	1.30E+25	1.86	-	288	288	-	599	705	13.1	20.3
128	BT-6-7	T-1	国内BWR	316	受入まま	5.40E+24	0.77	-	288	288	-	400	603	25.5	29.6
129	BT-6-8	T-1	国内BWR	316	受入まま	5.40E+24	0.77	-	288	288	-	404	601	22.1	28.8
130	BT-7-1	-	BWR	304	-	1.60E+24	0.23	-	288	288	3.3E-04	321	517		27.6
131	BT-7-2	-	BWR	304	-	1.60E+24	0.23	-	288	288	3.3E-04	311	513		27.6
132	BT-7-3	-	BWR	304	-	3.60E+24	0.51	-	288	288	3.3E-04	477	559		19.6
133	BT-7-4	-	BWR	304	-	3.60E+24	0.51	-	288	288	3.3E-04	469	547		19.9
134	BT-7-5	-	BWR	316	-	1.30E+25	1.86	-	288	288	3.3E-04	630	737		20.9
135	BT-7-6	-	BWR	316	-	1.30E+25	1.86	-	288	288	3.3E-04	599	705		20.3
136	BT-7-7	-	BWR	316	-	5.40E+24	0.77	-	288	288	3.3E-04	400	603		29.6
137	BT-7-8	-	BWR	316	-	5.40E+24	0.77	-	288	288	3.3E-04	404	601		28.8
138	BT-8-1	B15R%TT04	国内BWR	304	受入まま	4.50E+24	0.64	-	288	288	3.0E-04	314	512	17.8	24.4
139	BT-8-2	B15R%TT05	国内BWR	304	受入まま	4.50E+24	0.64	-	288	288	3.0E-04	356	532	17.7	24.8
140	BT-8-3	B15R%TT06	国内BWR	304	受入まま	4.50E+24	0.64	-	288	288	3.0E-04	352	525	16.1	23.3
141	BT-8-4	B15R%TT07	国内BWR	304	受入まま	4.50E+24	0.64	-	288	288	3.0E-04	361	551	18.2	26.1
142	BT-8-7	B15R2TT21	国内BWR	316	受入まま	1.20E+25	1.71	-	288	288	3.0E-04	608	700	10.5	19.0
143	BT-8-8	B15R2TT22	国内BWR	316	受入まま	1.20E+25	1.71	-	288	288	3.0E-04	603	693	8.7	15.4
144	BT-9-1	TT05	国内BWR	304		1.60E+24	0.23	-	288	288	3.0E-04	306	520	17.0	21.5
145	BT-9-2	TT06	国内BWR	304		1.60E+24	0.23	-	288	288	3.0E-04	304	508	18.3	23.7
146	BT-9-3	TT23	国内BWR	316		2.30E+24	0.33	-	288	288	3.0E-04	360	563	19.9	26.3
147	BT-9-4	TT24	国内BWR	316		2.30E+24	0.33	-	288	288	3.0E-04	334	545	18.7	26.2
148	BT-9-5	TT01	JMTR	316L	溶体化	9.40E+24	1.34	-	288	288	3.0E-04	418	531	14.9	22.5
149	BT-9-6	TT02	JMTR	316L	溶体化	9.40E+24	1.34	-	288	288	3.0E-04	383	525	15.9	22.4
150	BT-9-7	A041	JMTR	316L	溶体化	0.00E+00	0.00	-	288	288	3.0E-04	125	386	34.7	41.6
151	BT-9-8	A042	JMTR	316L	溶体化	0.00E+00	0.00	-	288	288	3.0E-04	126	381	34.2	41.2

表 3.2.2-25 引張特性の傾向式の検討に用いたデータ(BWR 分野)続き

No.	DB	試験片番号	照射炉	鋼種	熱処理条件	照射量 (dpaへの換算を含む)	中性子束 (フラックス)	照射温度	試験温度	引張速度	0.2% 耐力	引張強さ	一様伸 び	全伸び
	No	No.	-	-	-	(n/m ² E>1MeV) (dpa)	(dpa/s)	(°C)	(°C)	(/s)	(MPa)	(MPa)	(%)	(%)
152	BT-10-1	57960	海外BWR	304L	受入まま	0.00E+00	0.00	-	300	-	139	391		
153	BT-10-2	57954	海外BWR	304L	受入まま	0.00E+00	0.00	-	300	-	152	411		
154	BT-10-3	57952	海外BWR	304L	受入まま	0.00E+00	0.00	-	300	-	141	394		
155	BT-10-4	55439	海外BWR	304L	受入まま	0.00E+00	0.00	-	300	-	163	385		
156	BT-10-5		海外BWR	304L	-	9.10E+25	12.00	-	288	-	841	834	0	9
157	BT-10-6		海外BWR	304L	-	9.10E+25	12.00	-	288	-	837	837	0	8
158	BT-10-13	183039	海外BWR	304	-	3.30E+25	4.70	-	288	-	582	644	11	19
159	BT-10-14	183039	海外BWR	304	-	3.30E+25	4.70	-	288	-	572	634	10	20
160	BT-10-15	183039	海外BWR	304	-	3.90E+25	5.50	-	288	-	651	681	11	20
161	BT-10-16	183039	海外BWR	304	-	3.90E+25	5.50	-	288	-	638	683	9	15
162	BT-10-17	A	国内BWR	304	-	5.20E+25	7.40	-	288	-	886	886	0	11
163	BT-10-18	A	国内BWR	304	-	5.20E+25	7.40	-	288	-	881	881	0	7
164	BT-10-19	B	国内BWR	304	-	8.40E+25	8.40	-	288	-	895	895	0	10
165	BT-10-20	B	国内BWR	304	-	8.40E+25	8.40	-	288	-	883	883	0	7
166	BT-10-21	183039	未照射	304	420°C×4.5h	0.00E+00	0.00	-	300	-	244	428		
167	BT-10-22	183039	未照射	304	420°C×4.5h	0.00E+00	0.00	-	300	-	244	428		
168	BT-11-1	SW03	Barseback 1	304L	-	5.40E+21	7.70	2.70E-08	270-288	288	643	643	0.1	11.6
169	BT-12-3	2	BWR	304	-	-	50.00	-	288	-	857	857	0.2	3.6
170	BT-12-4	3	BWR	304	-	-	50.00	-	288	-	857	858	0.2	3.4
171	BT-12-5	5	BWR	304	-	-	50.00	-	288	-	825	871	0.4	3.7
172	BT-13-1	#1	BWR	304L	-	2.10E+25	3.50	5.10E+13	-	288	3.3E-04	600	600	12.6
173	BT-13-2	#2	BWR	304L	-	2.10E+25	3.50	5.10E+13	-	288	3.3E-04	600	600	13.9
174	BT-14-21	-	ATR	304	溶体化	0.00E+00	0.00	287.0	288	4.0E-04	172	443	41.3	48.0
175	BT-14-22	-	ATR	304	溶体化	8.00E+24	1.14	287.0	288	4.0E-04	553	639	12.6	17.5
176	BT-14-23	-	ATR	304	溶体化	2.50E+25	3.57	287.0	288	4.0E-04	649	649	6.8	11.2
177	BT-14-26	-	ATR	304L	溶体化	0.00E+00	0.00	287.0	288	4.0E-04	170	401	38.3	46.3
178	BT-14-27	-	ATR	304L	溶体化	8.00E+24	1.14	287.0	288	4.0E-04	475	586	15.5	20.0
179	BT-14-28	-	ATR	304L	溶体化	2.50E+25	3.57	287.0	288	4.0E-04	626	626	2.5	7.3
180	BT-14-1	-	ATR	316L	溶体化	0.00E+00	0.00	287.0	288	4.0E-04	198	442	39.0	46.0
181	BT-14-2	-	ATR	316L	溶体化	8.00E+24	1.14	287.0	288	4.0E-04	397	572	19.0	23.3
182	BT-14-3	-	ATR	316L	溶体化	2.50E+25	3.57	287.0	288	4.0E-04	478	552	11.9	16.9
183	BT-14-4	-	ATR	HPL	溶体化	0.00E+00	0.00	287.0	288	4.0E-04	154	387	39.5	45.8
184	BT-14-5	-	ATR	HPL	溶体化	8.00E+24	1.14	287.0	288	4.0E-04	430	568	16.2	20.1
185	BT-14-6	-	ATR	HPL	溶体化	2.50E+25	3.57	287.0	288	4.0E-04	520	520	5.4	9.8
186	BT-14-11	-	ATR	316NG	溶体化	0.00E+00	0.00	287.0	288	4.0E-04	190	462	35.8	44.0
187	BT-14-12	-	ATR	316NG	溶体化	8.00E+24	1.14	287.0	288	4.0E-04	340	577	28.0	31.8
188	BT-14-13	-	ATR	316NG	溶体化	2.50E+25	3.57	287.0	288	4.0E-04	604	658	15.4	20.5
189	BT-14-14	-	ATR	HPNG	溶体化	0.00E+00	0.00	287.0	288	4.0E-04	164	415	38.5	46.2
190	BT-14-15	-	ATR	HPNG	溶体化	8.00E+24	1.14	287.0	288	4.0E-04	337	529	24.2	29.2
191	BT-14-16	-	ATR	HPNG	溶体化	2.50E+25	3.57	287.0	288	4.0E-04	575	577	13.3	18.1
192	BT-16-1		JMTR	304	30°C×0.5h+V	4.90E+24	0.70	273	273	-	461	560	20.5	31.6
193	BT-16-2	-	JMTR	304	30°C×0.5h+V	5.90E+24	0.84	273	273	-	484	578	20.9	32.8
194	BT-16-3	-	JMTR	304	30°C×0.5h+V	8.70E+24	1.24	273	273	-	558	611	18.6	29.8
195	BT-16-4	-	JMTR	304	30°C×0.5h+V	1.00E+25	1.43	273	273	-	592	633	16.8	38.2
196	BT-16-5	-	JMTR	304	30°C×0.5h+V	0.00E+00	0.00	273	273	-	168	432	40.0	54.3
197	BT-16-6	-	JMTR	304	30°C×0.5h+V	5.10E+24	0.73	273	288	-	451	551	19.4	31.0
198	BT-16-7	-	JMTR	304	30°C×0.5h+V	6.00E+24	0.86	273	288	-	482	572	22.0	30.3
199	BT-16-8	-	JMTR	304	30°C×0.5h+V	9.00E+24	1.29	273	288	-	566	613	16.7	27.2
200	BT-16-9	-	JMTR	304	30°C×0.5h+V	1.00E+25	1.43	273	288	-	588	625	15.9	26.0
201	BT-16-10	-	JMTR	304	30°C×0.5h+V	0.00E+00	0.00	273	288	-	154	433	39.9	56.4

対象	1乗式				0.5乗式			
係数	YS	UTS	UE	TE	YS	UTS	UE	TE
	(MPa)	(MPa)	(%)	(%)	(MPa)	(MPa)	(%)	(%)
a	523.8	642.6	11.19	18.15	492.1	615.6	11.55	18.73
b	432.5	344.3	-10.41	-10.63	464.2	371.3	-10.77	-11.20
c	7.335	7.335	5.765	8.678	12.73	12.73	11.00	16.25
標準偏差	84.3	73.1	3.93	3.93	83.8	70.6	4.05	3.93
データ数	126	126	126	126	126	126	126	126

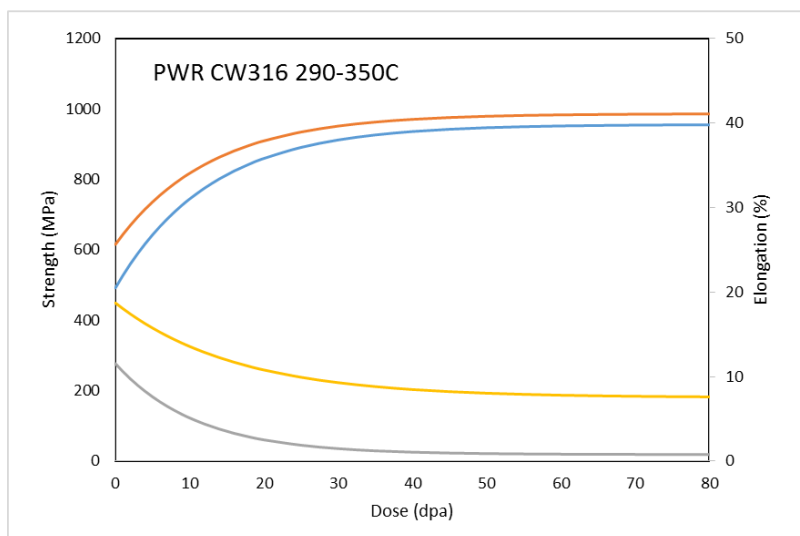
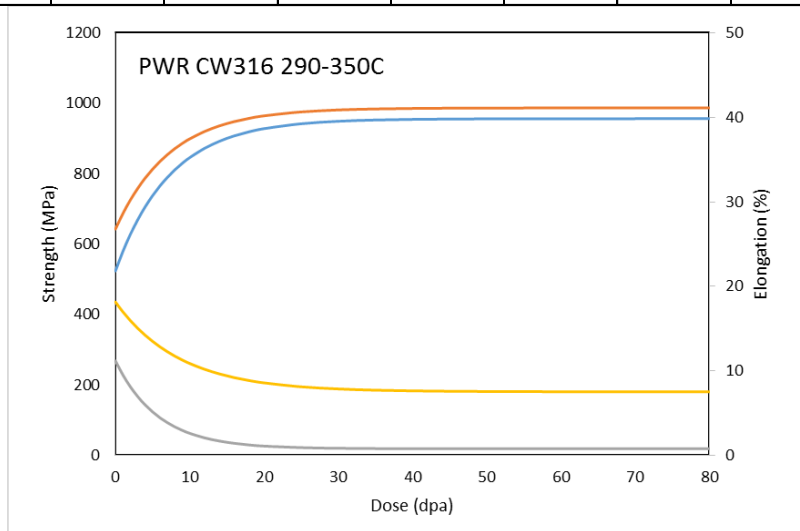
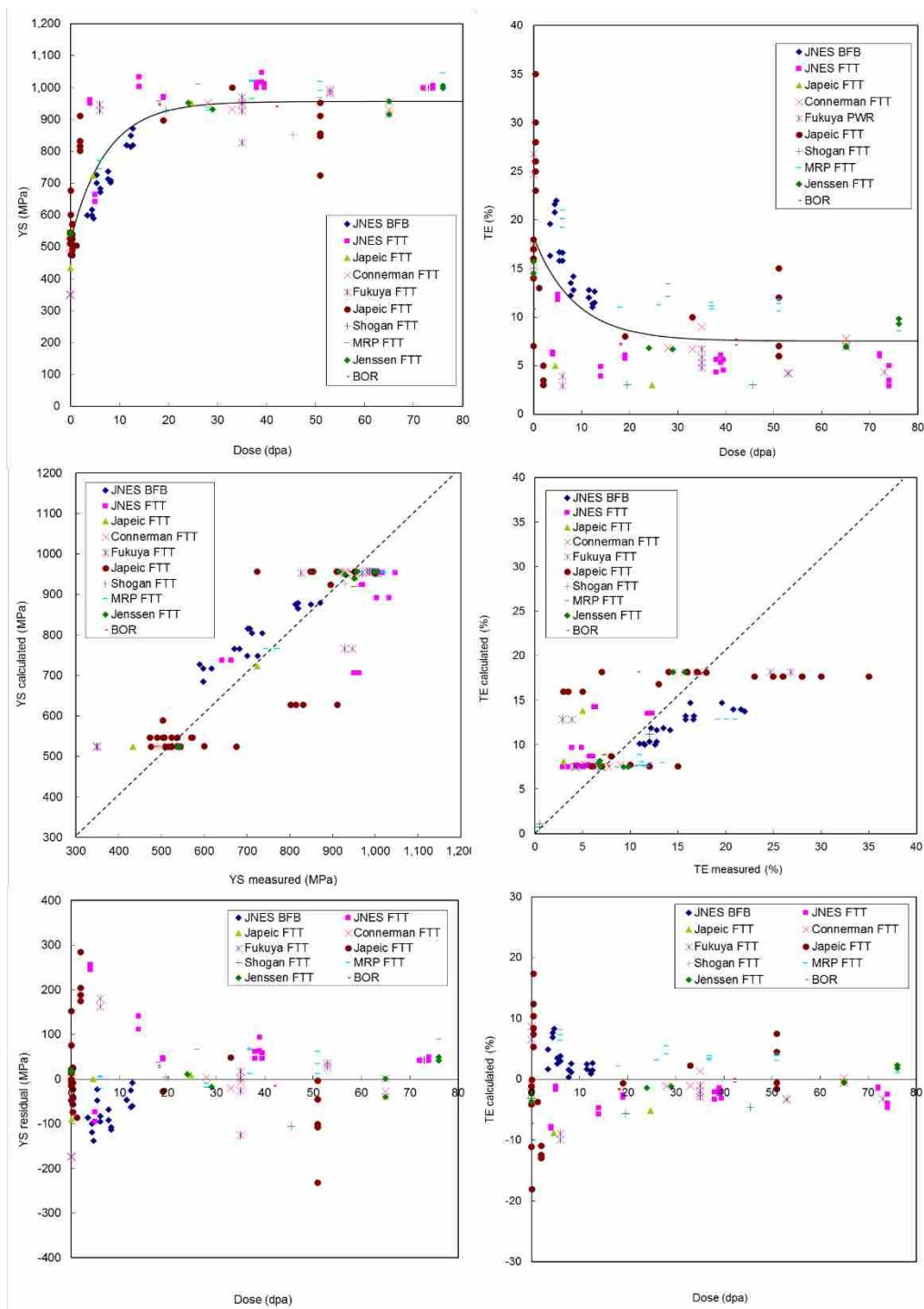
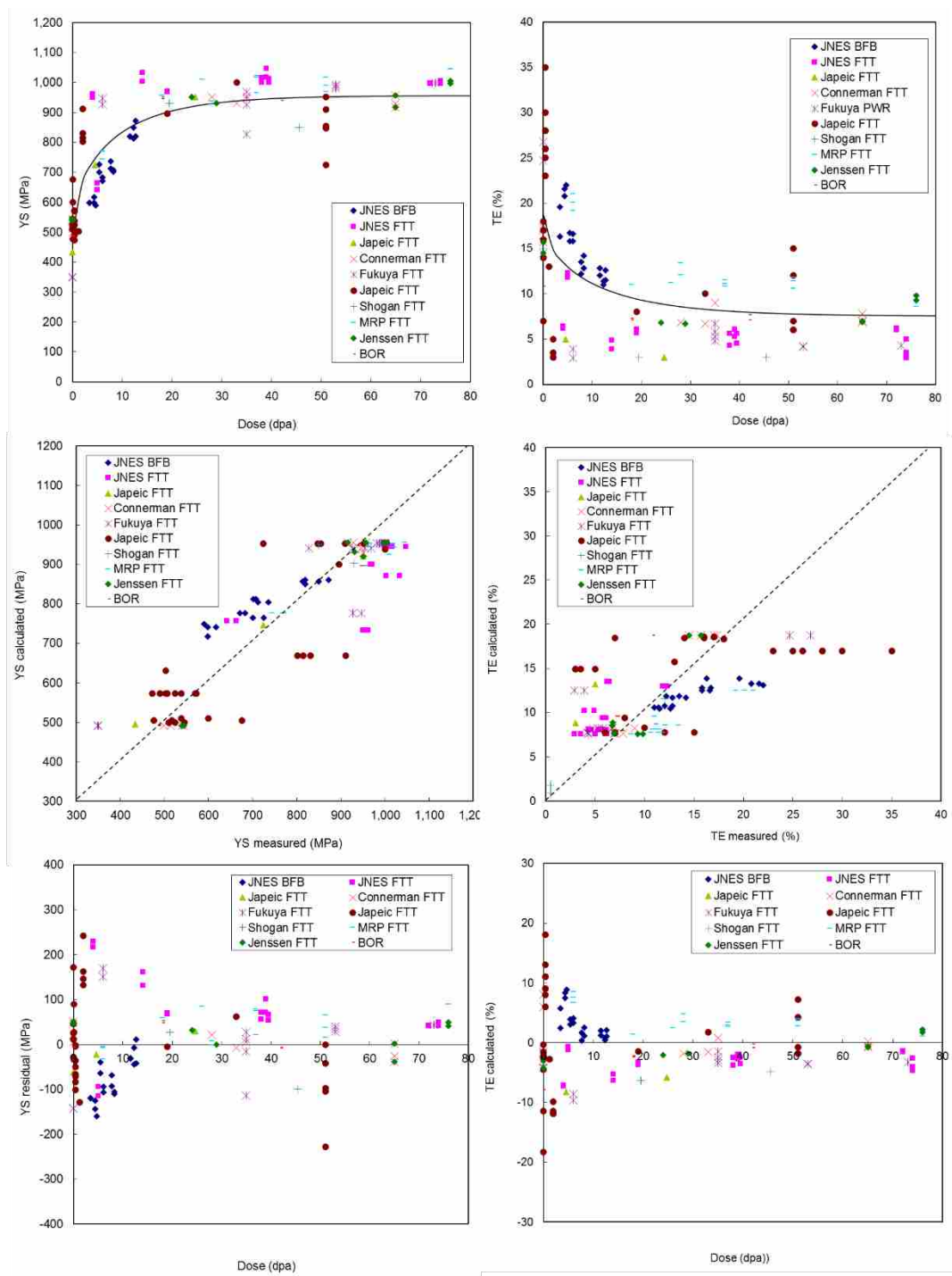


図 3.2.2-45 引張特性の 1 乗式(上)と 1/2 乗式(下)の比較(PWR 分野)



$$YS = 523.8 + 432.5 \cdot [1 - \exp(-dpa/7.335)] \quad \sigma = 84.3$$

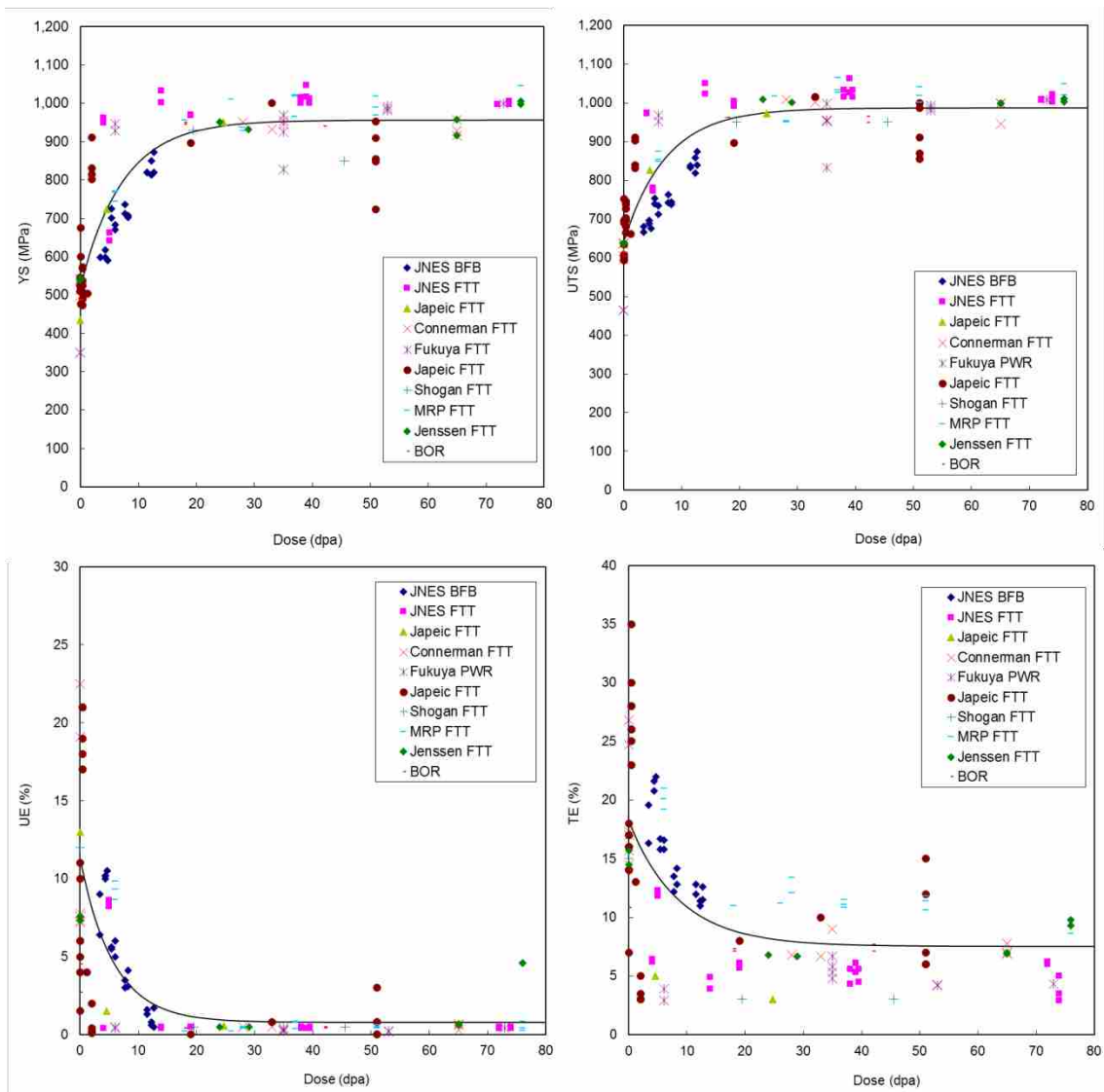
$$TE = 18.16 - 10.63 \cdot [1 - \exp(-dpa/8.678)] \quad \sigma = 3.93$$
 図 3.2.2-46 引張特性への 1 乗式の当てはめ結果(PWR 分野)



$$YS = 492.1 + 464.2 \cdot [1 - \exp(-dpa/12.73)]^{1/2} \quad \sigma = 83.8$$

$$TE = 18.73 - 11.20 \cdot [1 - \exp(-dpa/16.25)]^{1/2} \quad \sigma = 3.93$$

図 3.2.2-47 引張特性への 1/2 乗式の当てはめ結果(PWR 分野)



$$YS = 523.8 + 432.5 \cdot [1 - \exp(-dpa/7.335)] \quad \sigma = 84.3$$

$$UTS = 642.6 + 344.3 \cdot [1 - \exp(-dpa/7.335)] \quad \sigma = 73.1$$

$$UE = 11.19 - 10.41 \cdot [1 - \exp(-dpa/5.765)] \quad \sigma = 3.93$$

$$TE = 18.16 - 10.63 \cdot [1 - \exp(-dpa/8.678)] \quad \sigma = 3.93$$

図 3.2.2-48 引張特性のデータと 1 乗式の傾向線(PWR 分野)

対象	1乗式				0.5乗式			
係数	YS	UTS	UE	TE	YS	UTS	UE	TE
	(MPa)	(MPa)	(%)	(%)	(MPa)	(MPa)	(%)	(%)
a	199.3	411.3	34.27	40.08	162.0	385.1	36.22	41.75
b	652.9	455.4	-33.95	-32.67	690.2	481.6	-35.90	-34.34
c	2.705	2.705	1.832	1.838	5.198	5.198	3.376	3.377
標準偏差	82.2	77.0	6.20	6.88	72.0	71.1	5.8	6.6
データ数	201	201	161	195	201	201	161	195

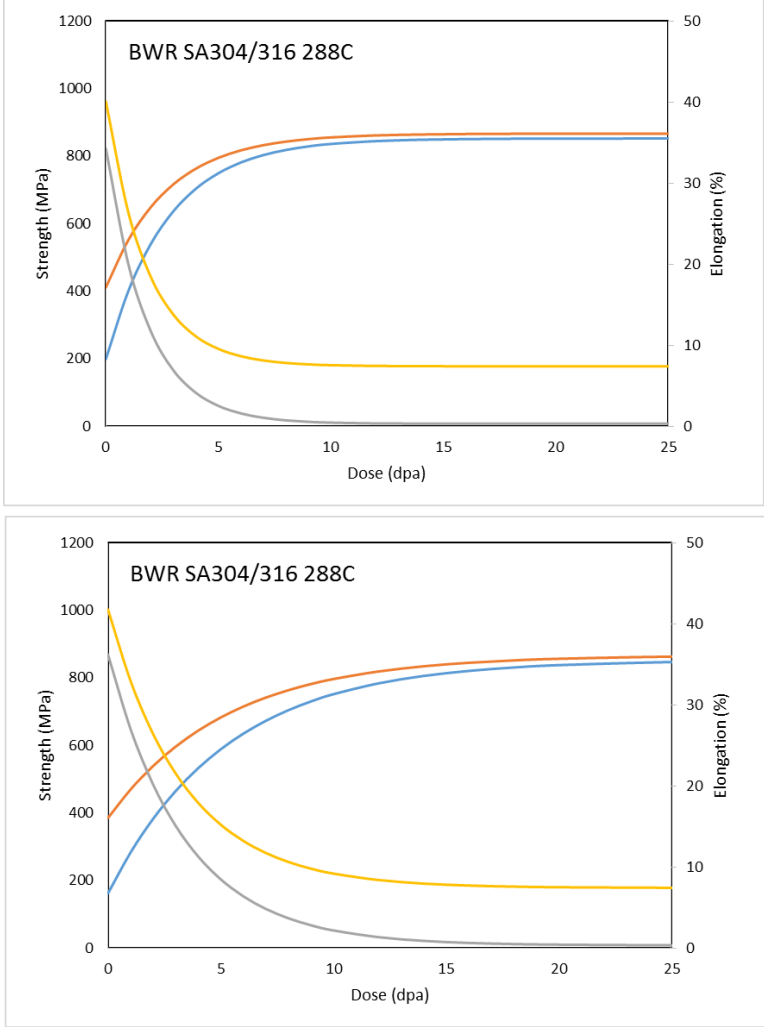
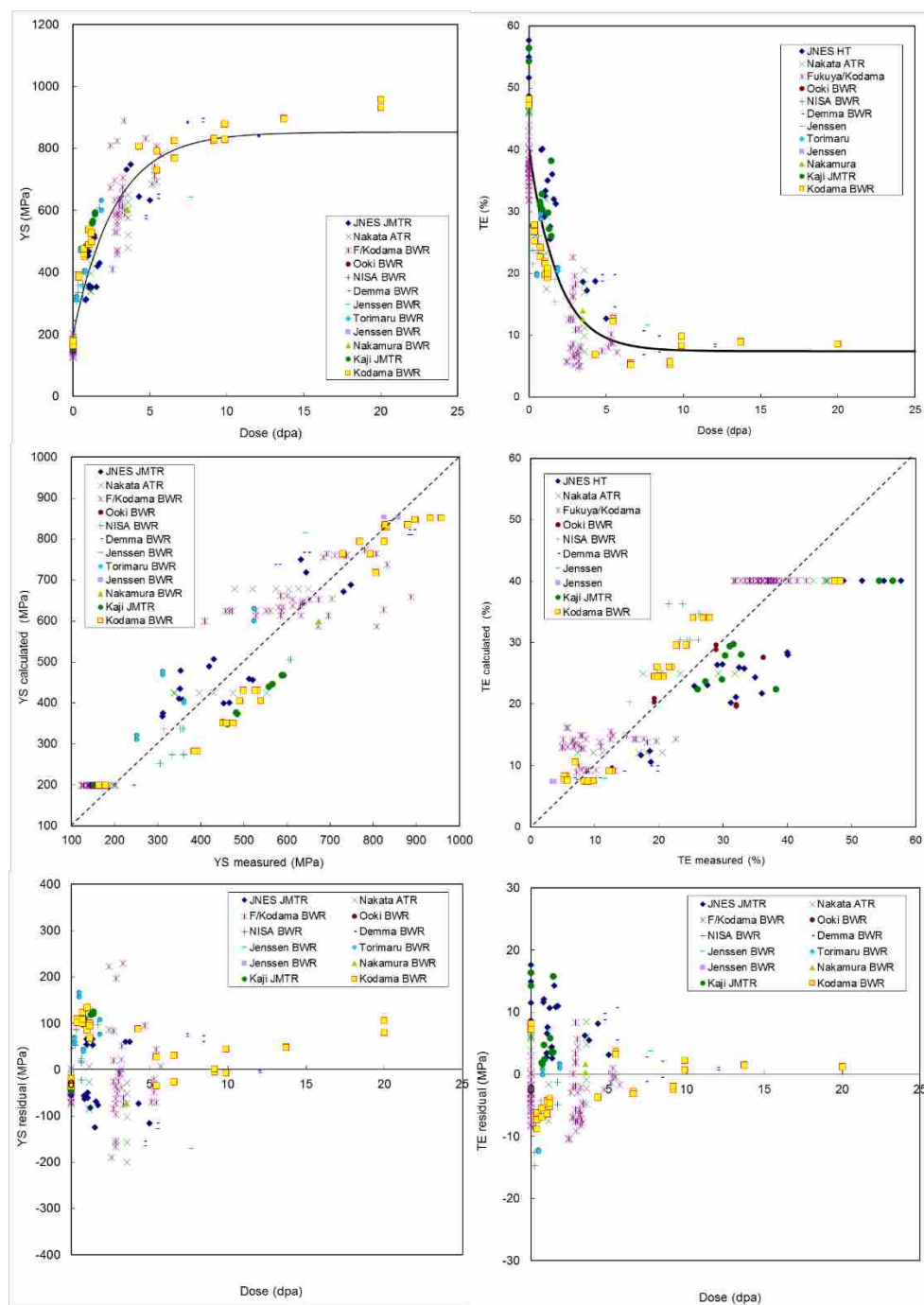


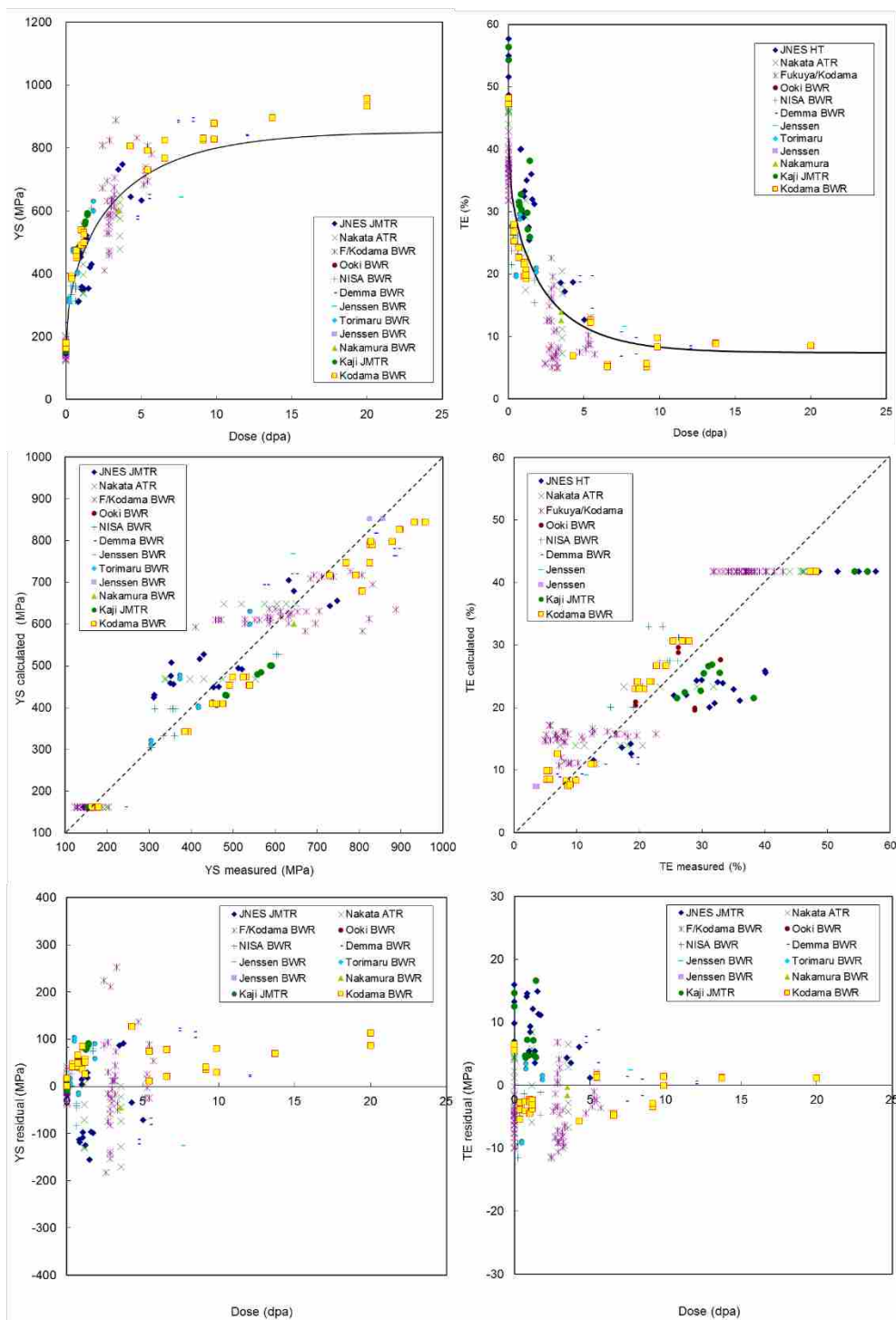
図 3.2.2-49 引張特性の1乗式(上)と1/2乗式(下)の比較(BWR分野全データ)



$$YS = 199.3 + 411.3 \cdot [1 - \exp(-dpa/2.705)] \quad \sigma = 82.2$$

$$TE = 40.08 - 32.67 \cdot [1 - \exp(-dpa/1.838)] \quad \sigma = 6.88$$

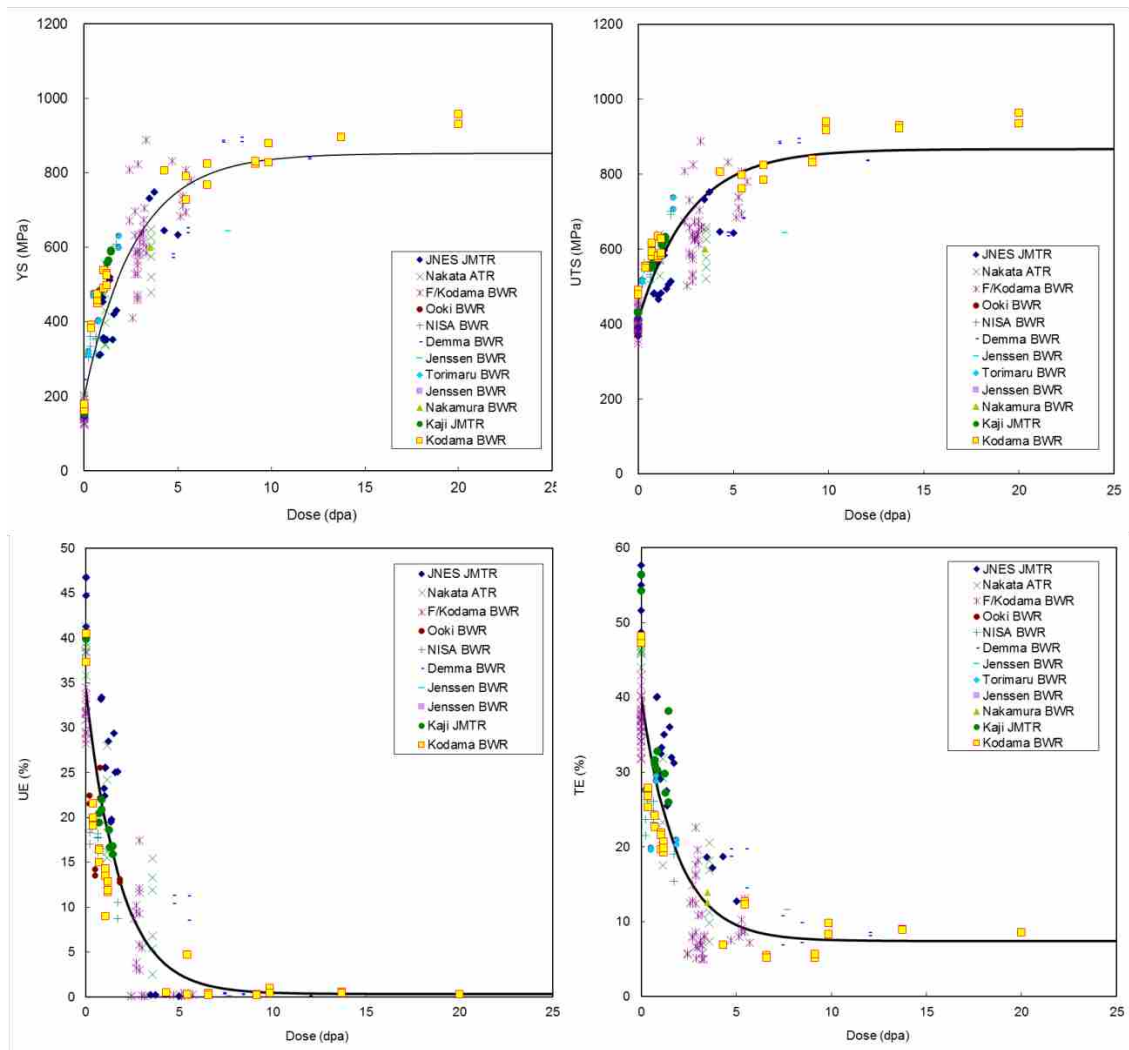
図 3.2.2-50 引張特性への1乗式の当てはめ結果(BWR分野全データ)



$$YS = 162.0 + 690.2 \cdot [1 - \exp(-dpa/5.198)]^{1/2} \quad \sigma = 72.0$$

$$TE = 41.75 - 34.34 \cdot [1 - \exp(-dpa/3.377)]^{1/2} \quad \sigma = 6.65$$

図 3.2.2-51 引張特性への 1/2 乗式の当てはめ結果(BWR 分野全データ)



$$\begin{aligned}
 YS &= 199.3 + 652.9 \cdot [1 - \exp(-dpa/2.705)] \quad sd = 82.2 \\
 UTS &= 411.3 + 455.4 \cdot [1 - \exp(-dpa/2.705)] \quad sd = 77.0 \\
 UE &= 34.27 - 33.95 \cdot [1 - \exp(-dpa/1.832)] \quad sd = 6.20 \\
 TE &= 40.08 - 32.67 \cdot [1 - \exp(-dpa/1.838)] \quad sd = 6.88
 \end{aligned}$$

図 3.2.2-52 引張特性のデータと 1 乗式の傾向線(BWR 分野全データ)

対象	304系 (304/304L)				316系 (316/316L/316NG)			
係数	YS	UTS	UE	TE	YS	UTS	UE	TE
	(MPa)	(MPa)	(%)	(%)	(MPa)	(MPa)	(%)	(%)
a	216.5	420.9	34.50	39.48	171.0	397.1	35.16	40.50
b	635.7	445.8	-34.18	-32.07	681.2	469.5	-34.84	-33.09
c	2.439	2.439	1.283	1.347	2.966	2.966	2.207	2.058
標準偏差	79.53	71.65	5.88	6.54	70.30	79.46	5.86	6.30
データ数	104	104	82	98	97	97	79	93

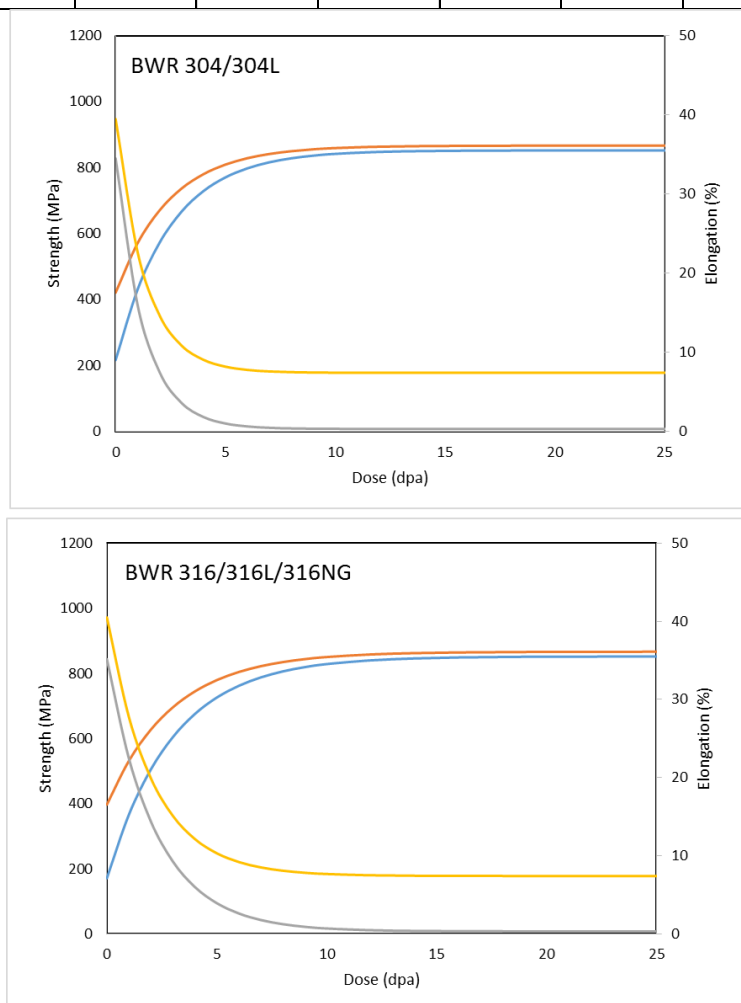


図 3.2.2-53 304 系(上)と 316 系(下)の引張特性の傾向線(BWR 分野)

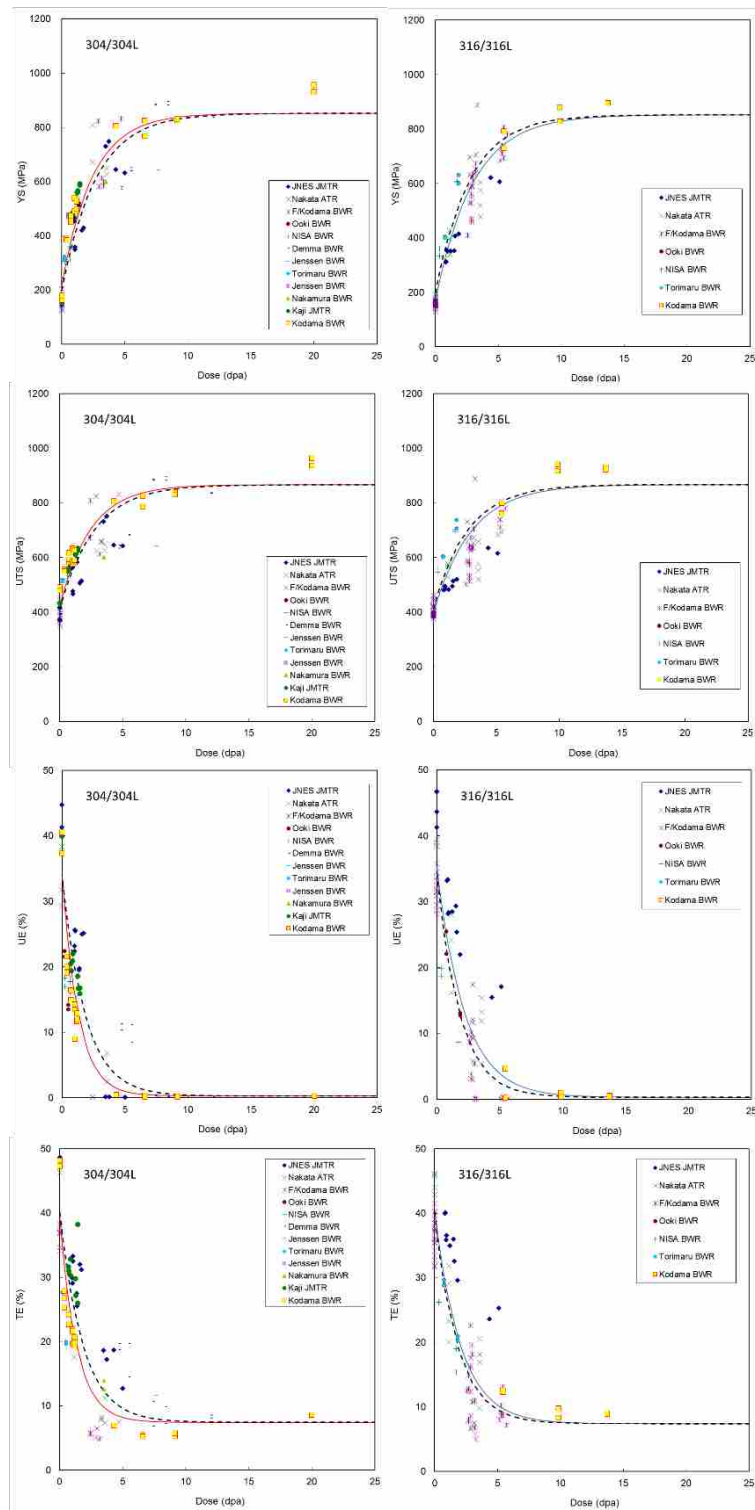


図 3.2.2-54 304系(左)と316系(右)の傾向線(BWR分野)
 図中の点線は全データによる傾向線

対象	通常炭素材 (304/316)				低炭素材 (304L/316L/316NG)			
係数	YS (MPa)	UTS (MPa)	UE (%)	TE (%)	YS (MPa)	UTS (MPa)	UE (%)	TE (%)
a	219.6	436.0	33.89	39.17	157.9	374.4	36.34	41.35
b	632.6	430.6	-33.57	-31.76	694.3	492.2	-36.02	-33.94
c	1.831	1.831	1.281	1.555	3.245	3.245	2.259	2.044
標準偏差	64.86	56.08	5.40	6.93	55.64	66.21	5.87	6.66
データ数	94	94	82	92	107	107	79	103

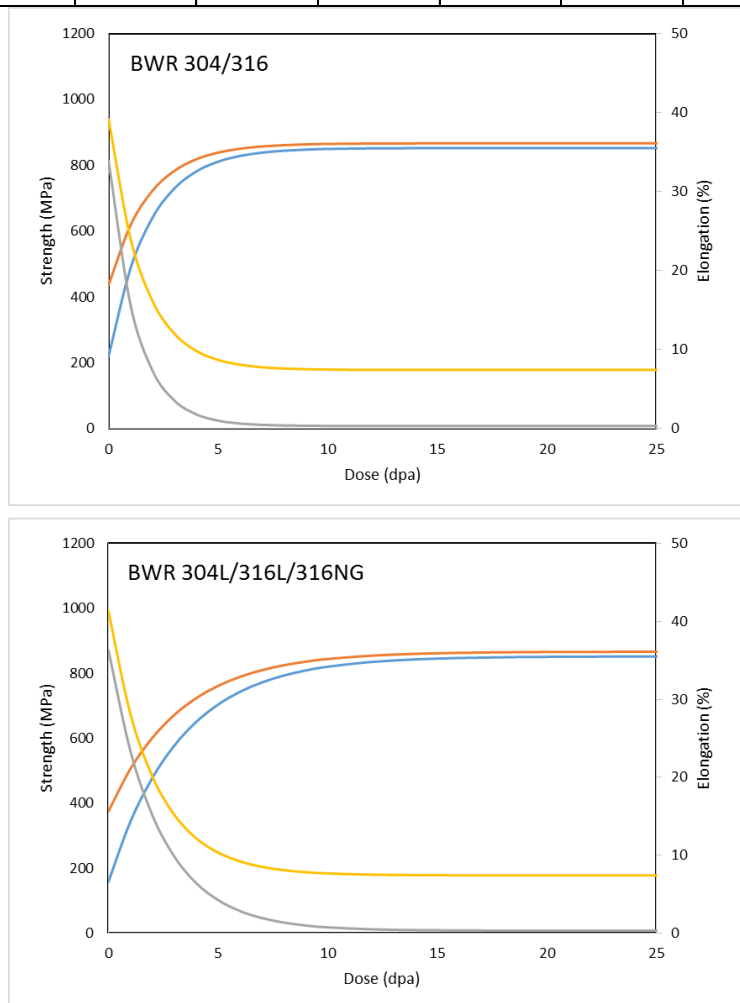


図 3.2.2-55 通常炭素材(上)と低炭素材(下)の引張特性の傾向線(BWR 分野)

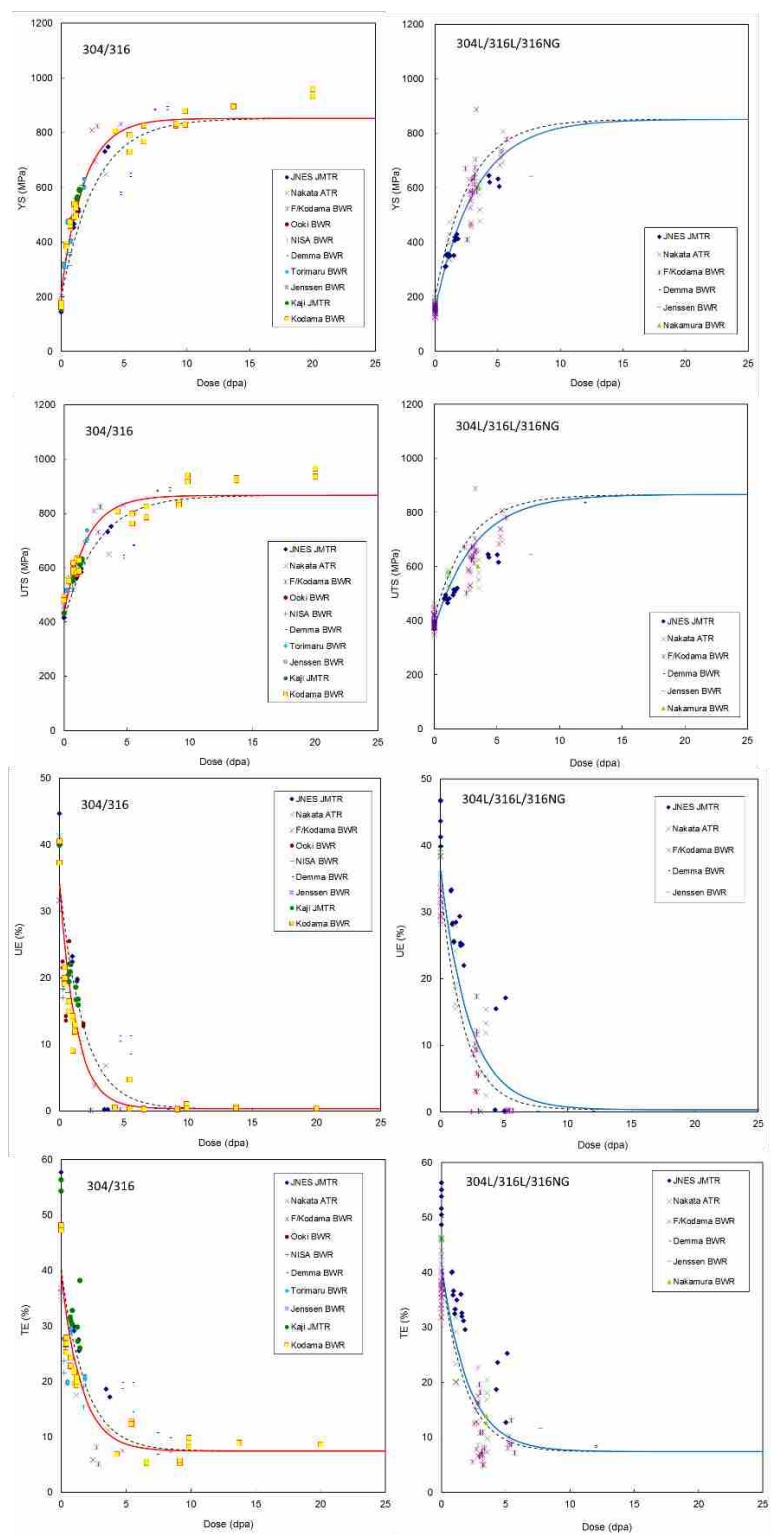


図 3.2.2-56 通常炭素材(左)と低炭素材(右)の傾向線(BWR 分野)
図中の点線は全データによる傾向線

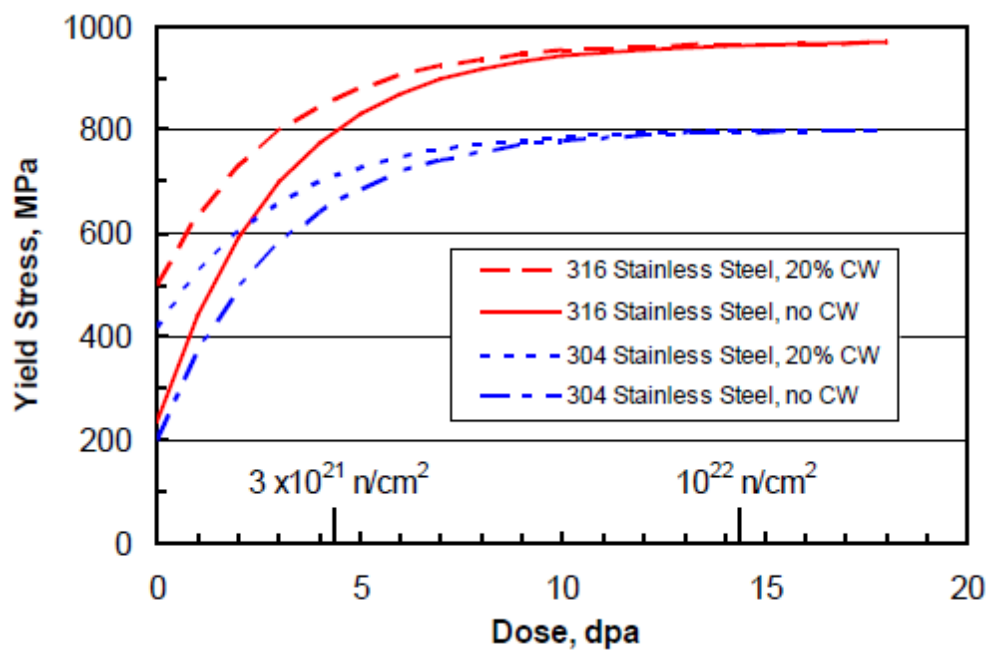
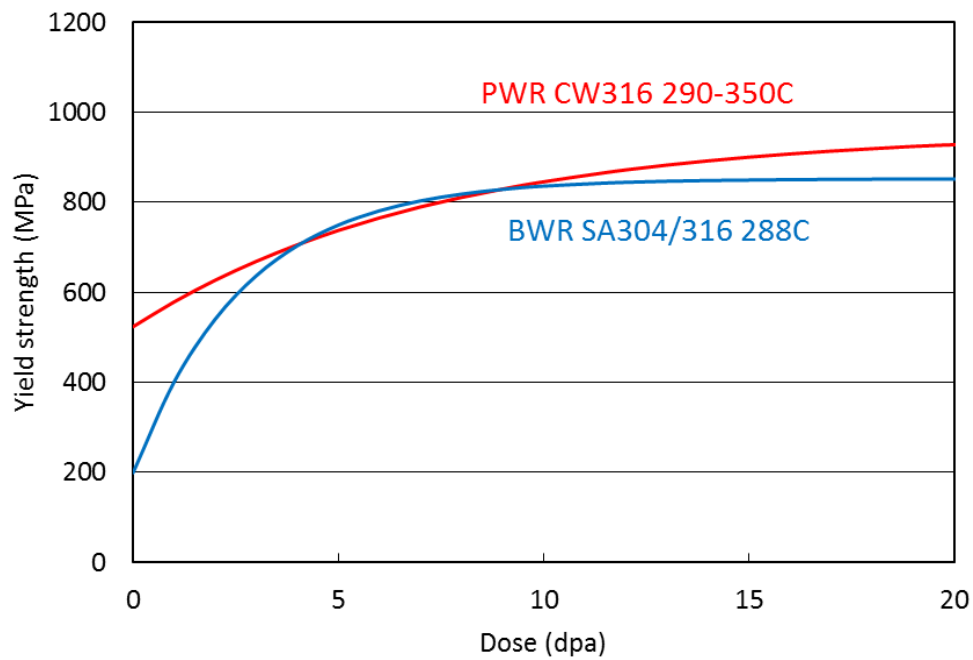


図 3.2.2-57 EPRI MRP135 rev.1 による耐力の傾向線(上)と
本事業でのデータ調査による耐力の傾向線(下)

(3) 応力ひずみ関係

① 既存関係式

オーステナイトステンレス鋼の応力ひずみ関係式として比較的よく知られているのは、Ramberg-Osgood 式、Voce-Palm 式、Ludwik 式、Swift 式である。真応力 σ 、塑性ひずみ ε の関係の基本的な形は以下のとおりである。

Ramberg-Osgood 式

$$\varepsilon = \sigma/E + (\sigma/H)^{1/n}$$

Voce-Palm 式

$$\sigma = \sigma_y + (\sigma_u - \sigma_y)[1 - \exp(-c\varepsilon)]$$

Ludwik 式

$$\sigma = \sigma_y + k\varepsilon^n$$

Swift 式

$$\sigma = k(a + \varepsilon)^n$$

σ_y は降伏応力(耐力)、 σ_u は引張強さ、 n 、 c 、 k 、 a 等は定数である。

照射ステンレス鋼に適用する場合には、照射材の応力ひずみ線の形状によく適合するとともに、パラメータを照射量等の関数として適切に表現できる必要がある。前 2 式は構造評価に使用されることが多く、EPRI MRP-135-Rev.1 に示されている式[3.2.2-250]は Voce-Palm 式を基本としている。この式は降伏応力と引張強さで形状が決められるが、自由パラメータが 1 個しかなくフィッティングの自由度は大きくない。Ramberg-Osgood 式は弾性を含む式でありフィッティングは難しいとされる。

Voce-Palm 式に基づく EPRI MRP-135-Rev.1 の構成式を以下に示すが、未照射材の冷間加工率(r)や試験温度(T)の依存性を考慮し、照射材では照射量(d)と温度(T)を考慮しており複雑である。なお、照射材の温度は照射温度と試験温度の区別が曖昧である。

$$\sigma = \sigma'_Y + \Delta\sigma' [1 - \exp(-(\varepsilon - \sigma'_Y/E)/\varepsilon'_0)]$$

$$\begin{cases} \sigma'_Y = \sigma'_U - \Delta\sigma' \\ \sigma'_U = \sigma'_{0.2} + \Delta\sigma' \\ \Delta\sigma' = \Delta\sigma / \exp(-0.002/\varepsilon_0) \quad \varepsilon_0 = 0.2486829 \\ \Delta\sigma = \sigma_U - \sigma_Y \end{cases}$$

$$\begin{cases} \sigma'_{0.2} = \phi_{0.2} \sigma_{0.2} \\ \phi_{0.2} = \exp[-(m_1 + m_2 \sigma_{0.2}) \cdot (T - 330)] \\ \sigma_{0.2} = \sigma_{0.2}^{CIV} + (\sigma_{0.2}^{\max} - \sigma_{0.2}^{CIV}) \{1 - \exp(-d/d_0)\} \\ \sigma_{0.2}^{CIV} = \sigma_{0.2}^0 + 2(\sigma_{0.2}^{\max} - \sigma_{0.2}^0)r - (\sigma_{0.2}^{\max} - \sigma_{0.2}^0)r^2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \sigma'_U = \phi_U \sigma_U \\ \phi_U = \exp[-(m_1 + m_2 \sigma_U) \cdot (T - 330)] \\ \sigma_U = \sigma_U^{CW} + (\sigma_U^{\max} - \sigma_U^{CW}) \{1 - \exp(-d/d_0)\} \\ \sigma_U^{CW} = \sigma_U^0 + 2(\sigma_U^{\max} - \sigma_U^0)r - (\sigma_U^{\max} - \sigma_U^0)r^2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \varepsilon'_0 = \varepsilon_0 \varepsilon'_U & \varepsilon_U, \varepsilon_T = C_0 + C_1 T + C_2 T^2 + C_3 T^3 + C_4 T^4 \\ \varepsilon'_U = \varepsilon_U \eta_3 \xi_3 & \eta_{3,4} = f_0 + f_1 \{1 - \exp(-r/r_1)\} + f_2 \exp(-r/r_2) \\ \varepsilon'_T = \varepsilon'_U + \Delta \varepsilon' & \xi_{3,4} = g_0 + g_1 \{1 - \exp(-d/d_1)\} + g_2 \exp(-d/d_2) \\ \Delta \varepsilon' = (\varepsilon_T - \varepsilon_U) \eta_4 \xi_4 \end{cases}$$

$\sigma_{0.2}^0$ は未照射の溶体化材の耐力、 σ_U^0 は未照射の溶体化材の引張強さ、 $\sigma_{0.2}^{\max}$ は照射後の溶体化材の耐力、 $\sigma_U^{\max}$ は照射後の溶体化材の引張強さ、 ε_U は未照射の溶体化材の一様伸び、 ε_T は未照射の溶体化材の全伸びである。

Ludwik 式と Swift 式は照射した面心立方金属(FCC 金属)の応力ひずみ関係に適することが報告されており、特に Swift 式は自由パラメータが 3 個と自由度が高く照射ステンレス鋼へのフィッティングの適合性が良いと報告されている[3.2.2-251]~[3.2.2-254]。図 3.2.2-58 に例を示すように照射材の応力ひずみ曲線は照射量の増加により未照射材の応力ひずみ曲線の高応力側にシフトするという挙動を示す。Swift 式はこの挙動を適切に表現できる式となっている。Swift 式のステンレス鋼照射材への適用性については Gussev らが検討しており[3.2.2-252]、n は 0.5 が適切であること、k、a は図 3.2.2-59 に示すように k は照射によりほとんど変化しないことと a は照射量にほぼ比例して増加することが知られている。また、試験温度や粒径の影響が議論されている。照射量による変化は、原子力安全基盤機構の IASCC プロジェクトで得られた JMTR 照射した 316L でも同じ傾向が確認されている[3.2.2-253]。

軽水炉の構造物(冷間加工 316SS と溶体化 304SS)を念頭に置いて Swift 式による応力ひずみ関係を検討した結果が AREVA 社から報告されている[3.2.2-255]。定数 k は引張試験の試験温度 T の関数として次のように与えている。

$$k(T) = \max(1335 - 1.37 \cdot T; 952)$$

定数 a を耐力と関係づけて次のように表している。

$$a = -(\sigma_y/k)^2 + 0.002$$

耐力については、試験温度 T に依存する未照射の値と照射量 F に依存する増加量の和として、

$$\sigma_y(T, F) = \sigma_y(T) + \Delta \sigma_y(F)$$

で表し、最終的に次の式を提案している。

$$\sigma(\varepsilon, F, T) = \sqrt{[\sigma_y(T) + \Delta\sigma_y(F)]^2 + k^2(T)(\varepsilon - 0.002)}$$

なお、冷間加工 316SS と溶体化 304SS の耐力には次の式を提案している。

冷間加工 316SS:

$$\sigma_y(T) = \min(709; -1.40T + 991)$$

$$\Delta\sigma_y(F) = 453[1 - \exp(-0.27F)]$$

溶体化 304SS:

$$\sigma_y(T) = \min(358; -1.40T + 640)$$

$$\Delta\sigma_y(F) = 652[1 - \exp(-0.42F)]$$

② 基本式の設定

前項で述べたように、照射ステンレス鋼の応力ひずみ関係には **Swift** 式が適切と考えられる。これまでの知見に従い $n = 1/2$ の **Swift** 式を用いて応力ひずみ関係式を検討することとした。

今年度は本年度に検討した引張特性の傾向式を反映して検討を行った。

③ 作成の考え方

原子炉構造物の健全性評価を行う場合、対象とする照射を受けた構造材料の応力ひずみ関係を入手可能なデータから決定する必要がある。容易に知ることができる情報は、材料の規格、照射量、使用温度であり、当該材料の応力ひずみ曲線は特別な試験を行わない限り得られない情報である。一方、これまでに論じてきたように、耐力等の引張特性は傾向式から推定可能である。したがって、耐力等の引張特性の推定値や測定値から応力ひずみ関係式が作成できることが望ましいと考えられる。ここでは引張特性から **Swift** 型の応力ひずみ関係式を作成することとした。耐力と引張強さから **Swift** 式の a と k を決定する方法は **Kamaya** の方法[3.2.2-256] に準じた。

④ 応力ひずみ関係式の作成

真応力を σ 、真ひずみを ε 、工学的応力を S 、工学的ひずみを e とすると、**Swift** 式

$$\sigma = k(a + \varepsilon)^{1/2}$$

において、降伏応力に対応する関係は次のとおりであり、

$$\sigma_y = k(a + \varepsilon_y)^{1/2}$$

$$\sigma_y = S_y \exp(\varepsilon_y)$$

なお、 $\varepsilon_y = \ln(1 + e_y)$ 、 $e_y = 0.002 + S_y/E$ である。

引張強さに対応する関係は

$$\partial\sigma/\partial\varepsilon = \sigma$$

$$\sigma_u = S_u \exp(\varepsilon_u)$$

となる。これから、

$$\varepsilon_u + a = 1/2$$

$$\sigma_u = k/\sqrt{2}$$

となる。

これらの式から、 a と k を S_y と S_u で表す式として

$$\ln(S_u/S_y) = \left[\frac{1 + e_y}{(k/S_y)} \right]^2 - \ln\left(\frac{1 + e_y}{(k/S_y)} \right) - \ln\sqrt{2} - 1/2$$

$$a = \left[\frac{1 + e_y}{(k/S_y)} \right]^2 - \ln(1 + e_y)$$

または、

$$a = 1/2 + \ln\sqrt{2} - \ln(k/S_u)$$

が得られる。なお k の陽な解は得られないため、 k/S_y を応力比 S_u/S_y の近似関数、

$$k/S_y = f(S_u/S_y)$$

として表すこととした。具体的には、3.2.2 章(3)項の引張特性データから、応力比 S_u/S_y を 1~3 の範囲、耐力 S_y を 150~900 MPa の範囲、ヤング率 E を 100~200GPa の範囲として計算して k を求め、次のような 4 次の近似式を作成した。

$$k/S_y = -0.072(S_u/S_y)^4 + 0.786(S_u/S_y)^3 - 3.15(S_u/S_y)^2 + 7.90(S_u/S_y) - 3.87$$

図 3.2.2-60 に作成した k/S_y と S_u/S_y の関係を示す。これらの関係式を用いて耐力 S_y と引張強さ S_u から a と k を決定することができる。

照射ステンレス鋼では耐力と引張応力是对应関係(応力比)があるので、耐力と引張応力の比の関係を表す相関式を準備することにより耐力の推定値や測定値だけで応力ひずみ関係式を求めることが可能である。3.2.2 章(3)項で傾向式の作成に使用したデータを用いて耐力と引張応力の比の相関式を作成した。照射ステンレス鋼では照射量が高くなり耐力が飽和すると応力比は 1 に漸近する傾向であるので、関数形は次の式を選択した。

$$S_u/S_y = 1/[1 - \exp(a \cdot S_y + b)]$$

PWR 分野の冷間加工 316SS と BWR 分野の溶体化 304/316SS について最小二乗法によるフィッティングを行い、次の相関式を得た。sd は標準偏差である。

PWR 分野:

$$S_u/S_y = 1/[1 - \exp(-0.00380 \cdot S_y + 0.2291)] \quad sd = 0.0769$$

BWR 分野:

$$S_u/S_y = 1/[1 - \exp(-0.00435 \cdot S_y + 0.1885)] \quad sd = 0.1226$$

図 3.2.2-61 に作成した相関式とデータの関係を示す。大きなばらつきなく耐力から応力比、引張強さを推定することが可能である。

図 3.2.2-62 に示すように、一連の関係式を用いることにより、入手可能な情報とデータに応じて評価の対象となる照射ステンレス鋼の応力ひずみ関係式を推定可能である。

⑤ 応力ひずみ曲線との比較

上記で作成した応力ひずみ関係式と測定された応力ひずみ曲線を比較した。比較は応力ひずみ曲線が入手できた 4 種の材料で実施した。BWR 条件については JNES の IASCC プロジェクトにおいて JMTR 照射された 316LSS と 304SS であり、316LSS は 5.1 dpa、304SS は 1.3 dpa まで照射されている。照射温度と試験温度は 288°C 近辺である。PWR 条件については原子力安全基盤機構の IASCC プロジェクトで試験された冷間加工 316SS 製のシンプルチューブとバッフルフォーマボルトであり、シンプルチューブは 8 dpa まで、ボルトは約 5 dpa のデータで、試験温度は 340°C である。これらのデータはホットセル内の引張試験機で取得されており、荷重とクロスヘッド変位の測定データであり、公称応力公称ひずみ曲線のデータである。

まず公称応力(s)と公称ひずみ(e)のデータを真応力(σ)と真ひずみ(ε)のデータへ以下の式で換算した。

$$\varepsilon = \ln(1 + e)$$

$$\sigma = s \cdot \exp(\varepsilon) = s(1 + e)$$

$$e = d - d_y + 0.002$$

d はプルロッドの相対変位、d_y は耐力相当のプルロッドの相対変位である。

これらの測定による公称応力公称ひずみ曲線と換算した真ひずみ真応力曲線を、前出項”③作成の考え方”で述べた応力ひずみ関係式で計算した曲線を比較した。計算は以下の 4 つの場合行った。

- ・各真応力真ひずみデータに Swift 式を直接当てはめて得られた応力ひずみ関係式

- ・耐力と引張強さの測定値から作成した応力ひずみ関係式
- ・耐力の測定値から作成した応力ひずみ関係式
- ・材料と照射量から作成した応力ひずみ関係式

BWR 条件について、図 3.2.2-63 に 316LSS での比較、図 3.2.2-64 に 304SS での比較を示す。また、PWR 条件の冷間加工 316SS について、図 3.2.2-65 にシンプルチューブでの比較、図 3.2.2-66 にバッフルフォーマボルトでの比較を示す。耐力の予測に 80 MPa の標準偏差があるため、塑性領域の開始点がデータとは必ずしも一致しないが、塑性域の加工硬化の挙動はよく再現できていると判断される。今回提案した応力ひずみ関係では、対象材の耐力の推定が精度よくできれば応力ひずみ関係が精度よく作成できると考えられる。

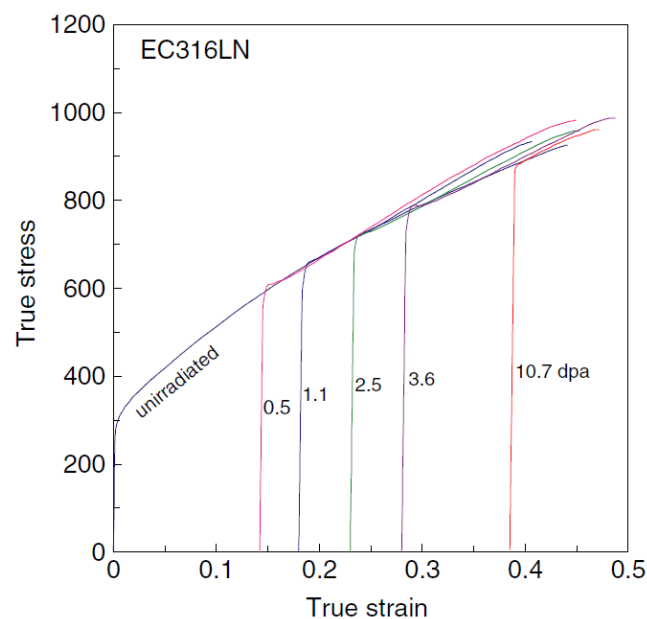


図 3.2.2-58 ステンレス鋼の応力ひずみ関係の照射による変化の例[3.2.2-254]

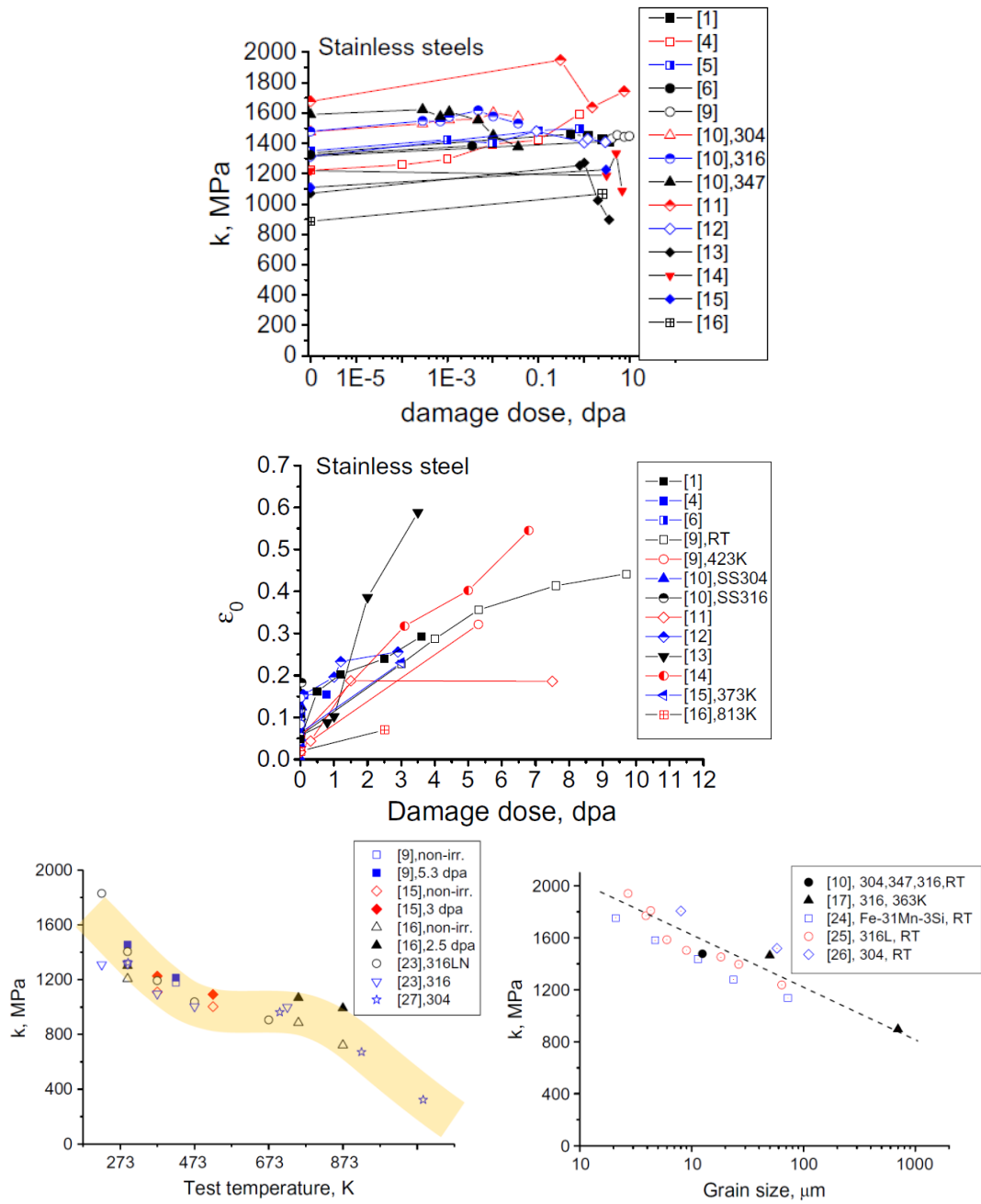
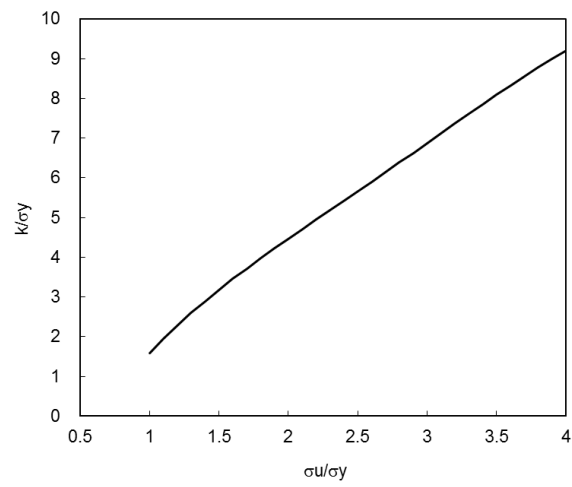


図 3.2.2-59 ステンレス鋼照射材に適用した Swift 式のパラメータの例[3.2.2-252]



$$k/S_y = -0.072 \cdot (S_u/S_y)^4 + 0.786 \cdot (S_u/S_y)^3 - 3.15 \cdot (S_u/S_y)^2 + 7.90 \cdot (S_u/S_y) - 3.87$$

図 3.2.2-60 k/S_y と S_u/S_y の関係

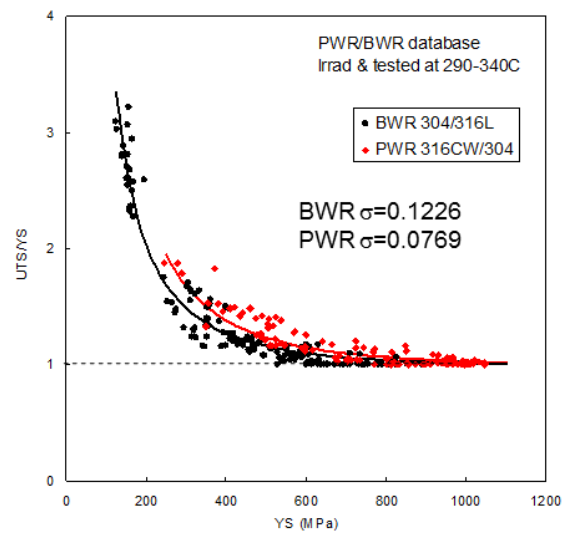


図 3.2.2-61 データから作成した耐力と引張応力の比の関係

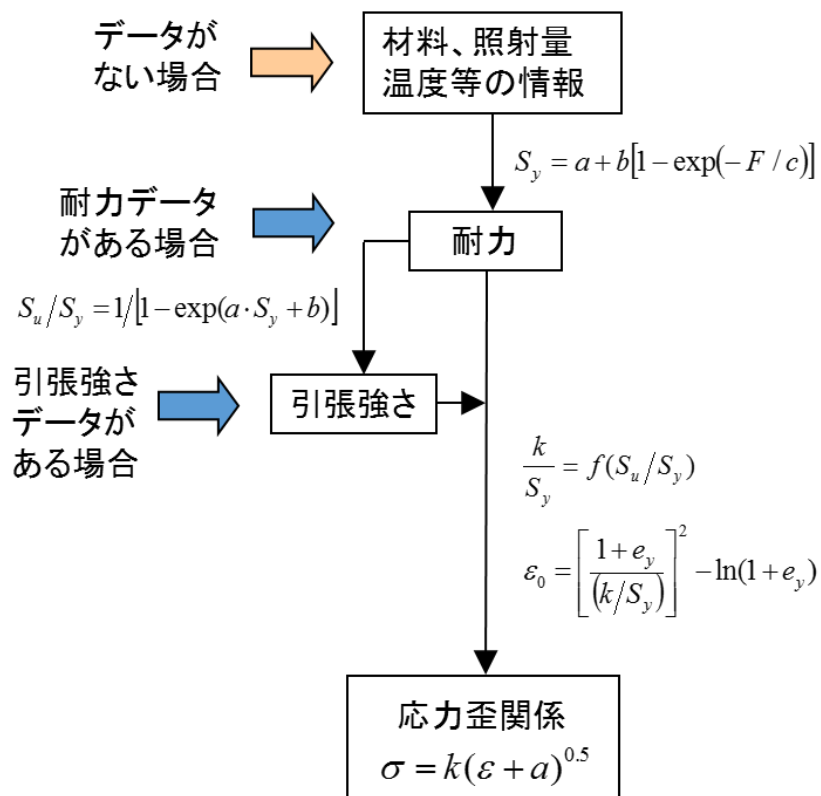


図 3.2.2-62 応力ひずみ関係式の導出のフロー

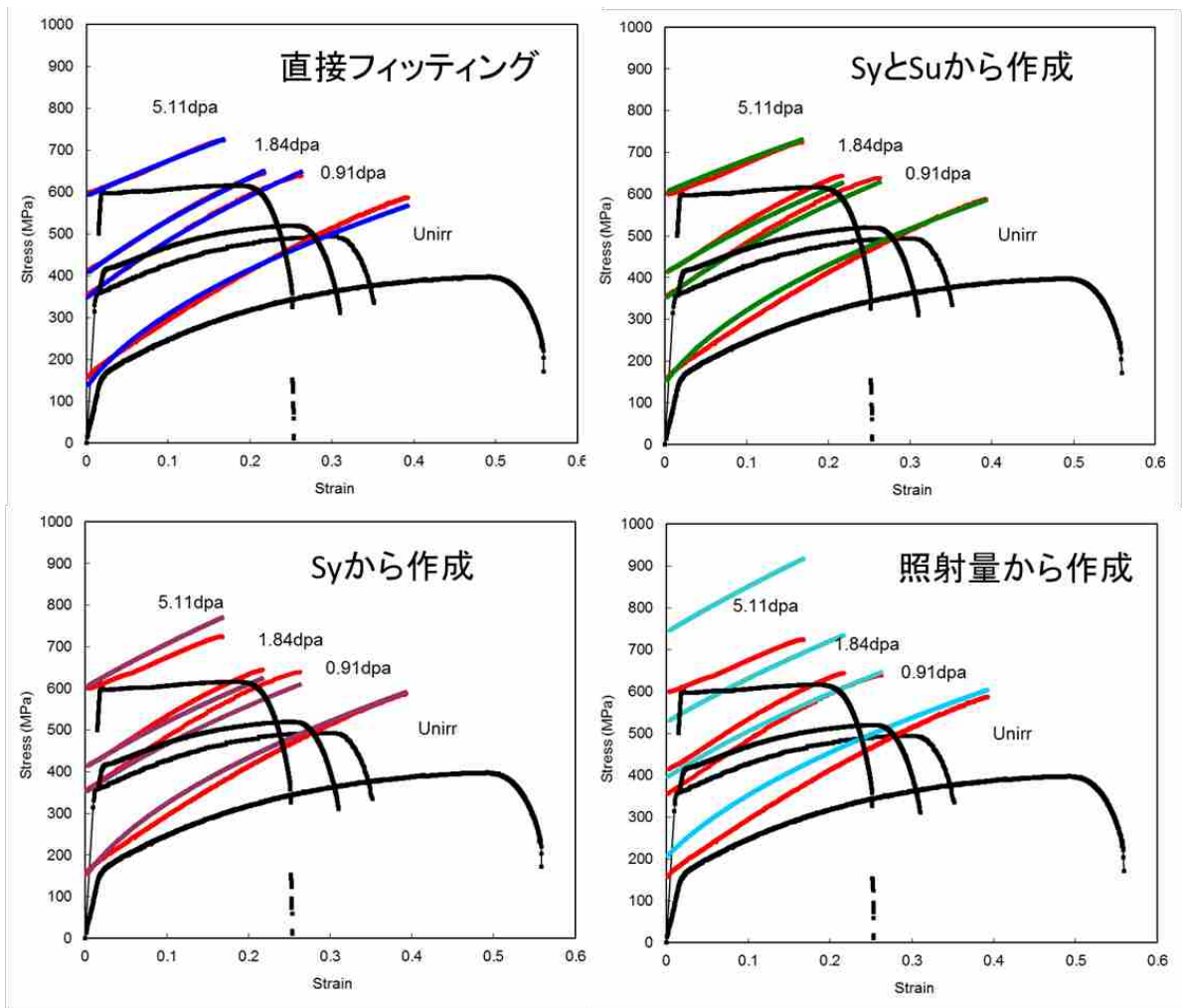


図 3.2.2-63 BWR 条件の 316LSS での応力ひずみ曲線の比較

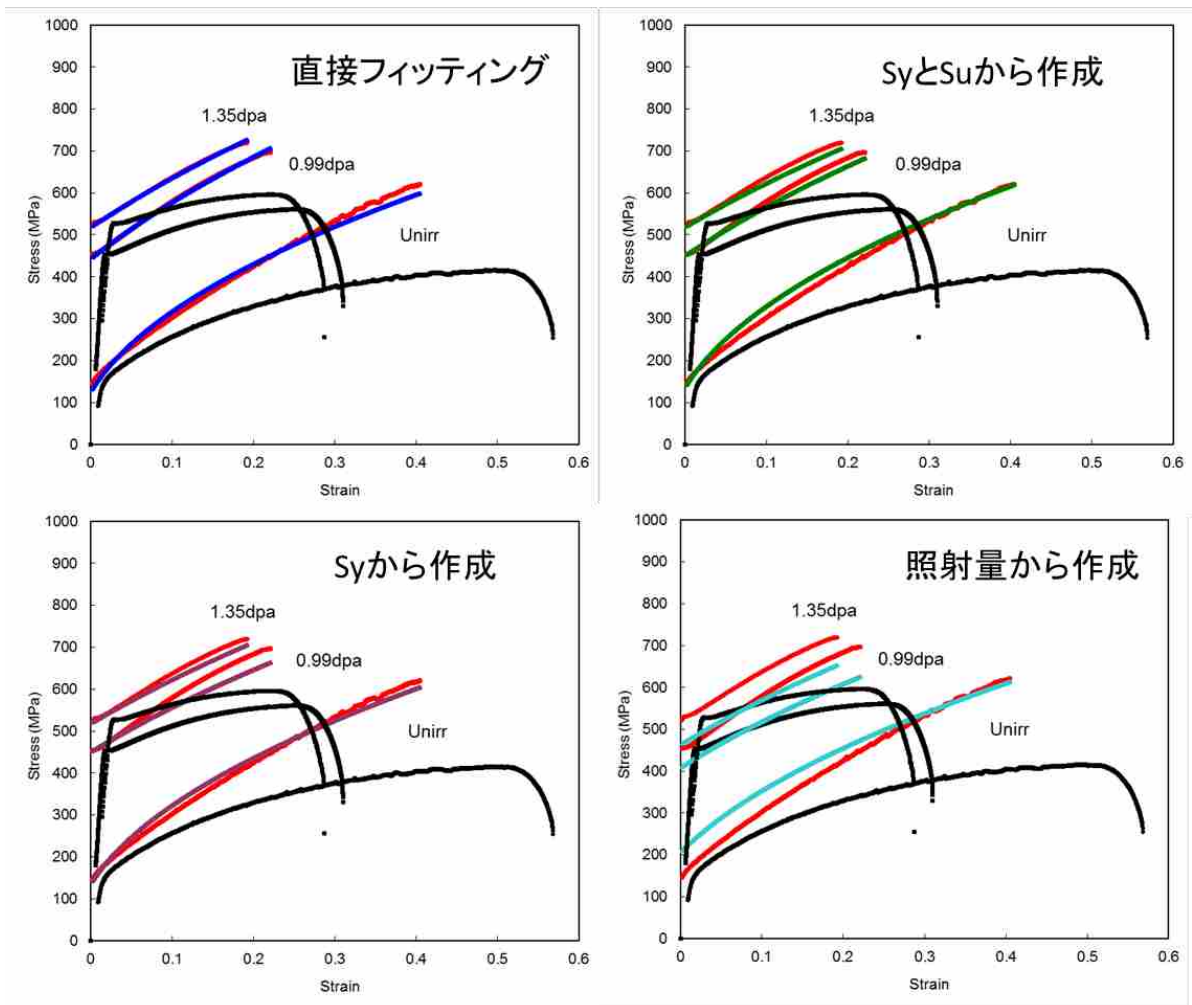


図 3.2.2-64 BWR 条件の 304SS での応力ひずみ曲線の比較

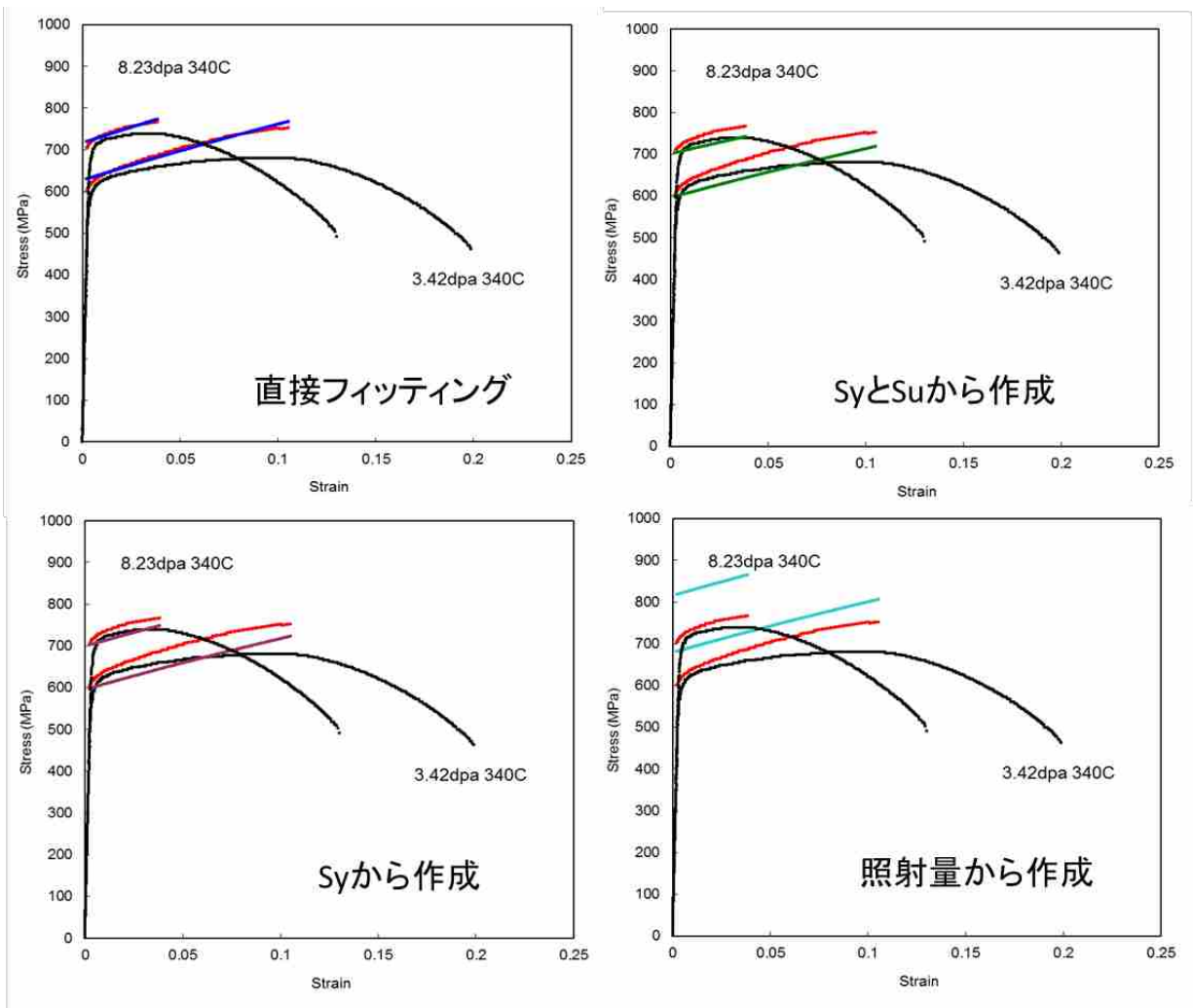


図 3.2.2-65 PWR 条件の冷間加工 316SS 製シングルチューブでの応力ひずみ曲線の比較

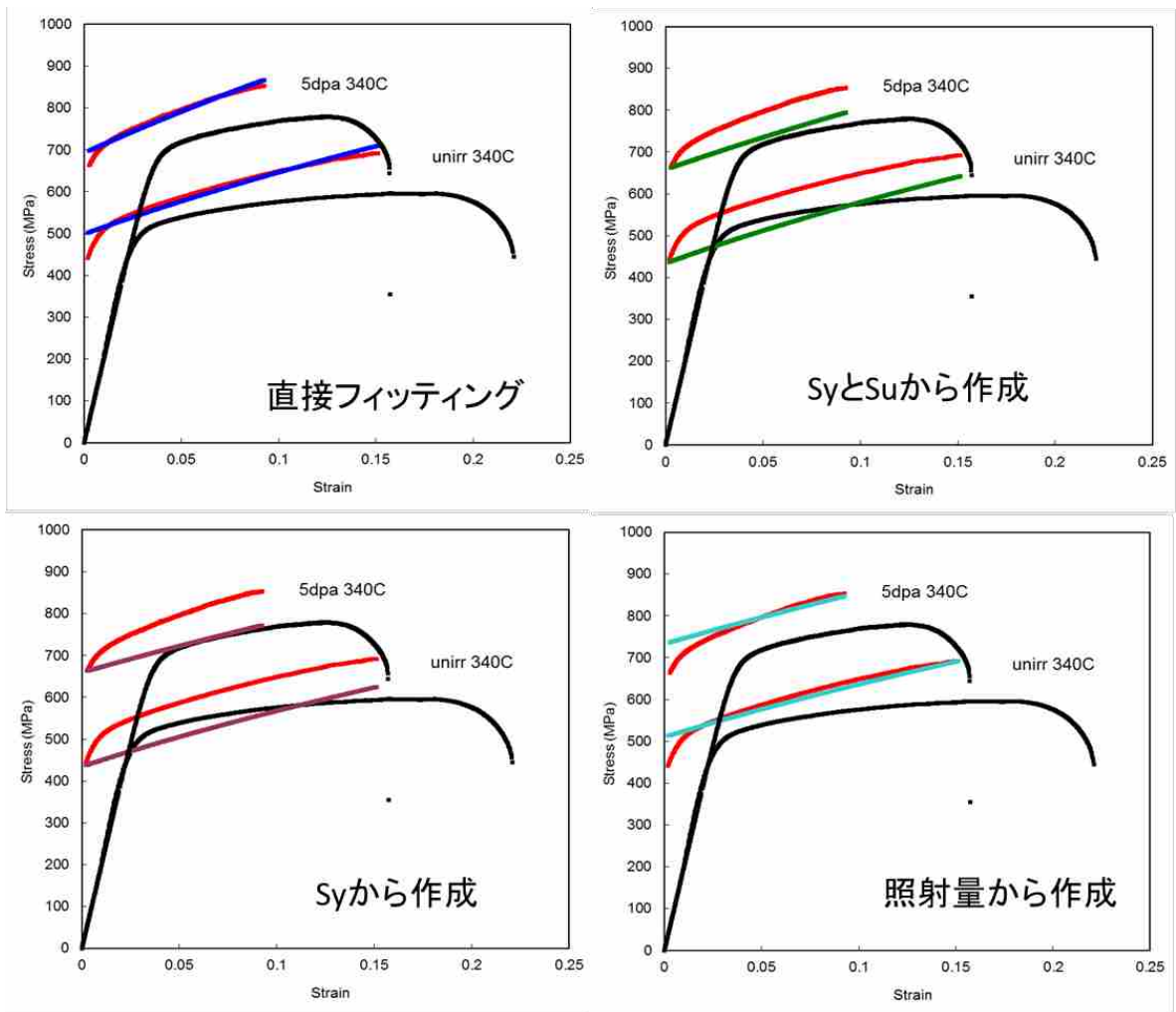


図 3.2.2-66 PWR 条件の冷間加工 316SS 製バップルボルトでの応力ひずみ曲線の比較

(4) 破壊靱性

① 既存式

a. 破壊靱性値

破壊靱性については米国の NRC や EPRI で検討が行われている。破壊靱性は引張特性と類似の照射量依存性を示し、照射量の増加とともに減少しある照射量以上で飽和する傾向を示す。

Chopra らは図 3.2.2-67 に示すように、高速炉と軽水炉で照射された、照射温度が 90~427°C、試験温度が 250~427°C のデータを整理して、次の下限線を提案している [3.2.2-257], [3.2.2-258]。

$$J_{IC}(kJ/m^2) = 7.5 + 110 \cdot \exp[-0.35(dpa)^{1.4}]$$

この下限線は、靱性が低下するしきい照射量が 0.3~0.5 dpa、しきい以下の照射量での最小値が 118 kJ/m²、靱性値が飽和する照射量が 5 dpa、飽和の最小靱性値が 7.5 kJ/m² となっている。図 3.2.2-67 の下の図は鋳造材や溶接金属で、上の図はそれ以外の板材等であるが、いずれも下限線で包絡されている。

EPRI は同じ照射温度と試験温度範囲のデータベースに基づいて、評価用の下限線として次の式を設定している [3.2.2-259]~[3.2.2-262]。

$$K_{JC}(MPa\sqrt{m}) = 180 - 142 \cdot [1 - \exp(-dpa)]$$

飽和の最小値は 38 MPa√m である。図 3.2.2-68 には J_{IC} に換算した線図を示す。

WH も同様な検討から、下限値を同じとして飽和する照射量が 10 dpa 付近の別の式を報告している [3.2.2-263]。図 3.2.2-69 には WH の傾向線とデータの関係を示す。

$$K_{JC}(MPa\sqrt{m}) = 38 + 175 \cdot \exp(-0.3 \cdot dpa)$$

図 3.2.2-70 に 3.2.2 章(3)項で作成データシートのデータと上記の傾向線との関係を示す。破壊靱性値 $K(MPa\sqrt{m})$ と弾塑性破壊靱性値 $J(kJ/m^2)$ の関係は次の式で換算した。

$$K = [E \cdot J / (1 - \nu^2)]^{1/2}$$

E はヤング率で 193 GPa、ν はポワソン比で 0.29 を用いた。

b. J-R 曲線

延性亀裂の進展抵抗を表しており、亀裂進展量 Δa と J の関係は一般には次式で表現される。

$$J = C \cdot (\Delta a)^n$$

C と n は材料、照射量等に依存する定数である。

Chopra らは J_{IC} の傾向式の場合と同様なデータで検討を行い、図 3.2.2-71 に示すように C について次のようなデータの下限線を報告している[3.2.2-257]。

$$C = 25 + 175 \cdot \exp[-0.35(dpa)^{1.4}]$$

n については、未照射材では 0.35~0.70 の範囲、照射材では 0.16~0.65 の範囲であり、中央値である 0.37 を提案している。

EPRI は同じ照射温度と試験温度範囲のデータベースに基づいて、図 3.2.2-72 に示すように C と n についての以下の式を設定している[3.2.2-259]~[3.2.2-262]。

$$C = [1217.9 \times 6.697 \times 10^{10} + 0.3908 \cdot F^{0.5563}] / [6.697 \times 10^{10} + F^{0.5563}]$$

$$n = 1 / [4.962 - 0.02439 \cdot F^{0.09976}]$$

F は照射量で単位は $n/cm^2(E>1 \text{ MeV})$ である。適用範囲は最大 $3 \sim 3.3 \times 10^{21} \text{ n/cm}^2$ (約 5 dpa) であり、この照射量以下での弾塑性破壊力学評価に使用するとしている。図 3.2.2-73 にはこの式による $J\text{-}R$ 曲線の計算値と元となったデータを示す。

c. 機構論的なモデル式

亀裂先端近傍のマイクロメカニクスに基づいて、材料の破壊抵抗を降伏応力や流動応力や延性と関連づける試みは多く提案されている。

照射を受けたステンレス鋼については、Wolfer と Jones によるレビュー[3.2.2-264] で破壊靱性と機械的性質の関係が調べられており、一様な塑性変形が起こるような条件では、Krafft のモデル[3.2.2-265] が 20%冷間加工 316SS の照射材の傾向を表すことができるとしている。Hamilton らは Krafft のモデルを改良して、次のような修正 Krafft モデルを提案している[3.2.2-266], [3.2.2-267]。

$$K_{IC} = \frac{\sigma_y}{(1-2\nu)} \left[\pi(1+n)d^*(\varepsilon_f E / \sigma_y)^{1+n} \right]^{1/2}$$

σ_y は耐力、 ε_f は真破断ひずみ、 E はヤング率、 ν はポワソン比、 n はひずみ硬化指数、 d^* は破壊のプロセスゾーンのサイズである。ひずみ硬化指数は次の式で与えられ、

$$N = \ln(\sigma_u / \sigma_y) / \ln(E \varepsilon_u / \sigma_y)$$

σ_u と ε_u は真引張強さと真一様ひずみであり、 n の値は小さく 0.03 程度の値である。 d^* はディンプル間隔のようなデータがない場合は、平均粒径が使用できるとしている。図 3.2.2-74 に示すように、370~380°C で照射された 20%冷間加工 316SS では測定値と予測値は良く合っているとしている。

照射量が高い場合など転位チャンネルによる局所変形が顕著になると、上記とは別の扱いが必要となるとされる。Odette と Lucas らは照射ステンレス鋼の変形と破壊につい

ての一連の検討を行っている[3.2.2-268], [3.2.2-269], [3.2.2-270]。亀裂が進展するための先端の応力ひずみ条件として次の一般式を示している。

$$K_{JC} \sim C_1 \sqrt{E' \epsilon^* l^* \sigma_0} \sim C_2 \sqrt{E' \delta^* \sigma_0}$$

E' は平面ひずみ弾性係数、 ϵ^* は臨界局所破壊ひずみ、 l^* は臨界のミクロ組織距離、 σ_0 は流動応力、 δ^* は臨界亀裂先端開口量である。さらに、照射材と未照射材の特性から $\epsilon_{irr}^*/\epsilon_{unirr}^* = e_u^{irr}/e_u^{unirr}$ を仮定し、 C_1 と l^* は照射に影響されないとして、照射材と未照射材の K_{JC} の比を、流動応力と一様伸びの比として、

$$K_{JC}^{irr} = K_{JC}^{unirr} \sqrt{\frac{e_u^{irr}}{e_u^{unirr}} \frac{\sigma_0^{irr}}{\sigma_0^{unirr}}}$$

という関係を示した。図 3.2.2-75 は 230~430°C の範囲の照射温度と試験温度のデータとこのモデルでの傾向を比較しており、傾向をよく再現しているとしている。

Nishimura らは、軽水炉で照射されたステンレス鋼の延性破壊についてボイド合体型の破壊機構に基づいて検討を行い、次のような破断ひずみ $\bar{\epsilon}_f$ の経験式と破壊靱性 J_{IC} の式を提案している[5.1.3-15](?)。

$$\bar{\epsilon}_f = A \cdot \ln[\gamma + \delta\{1 - \exp(-\beta F)\}]^{-1/2}$$

γ 、 δ 、 β はフィッティング定数で、 A は単軸状態では加工硬化率 n により次式で表される。

$$A = (1 - n) / \sinh\{\sqrt{3}(1 - n)/2\}$$

破壊靱性値は上記の破断伸び $\bar{\epsilon}_f$ と流動応力 σ_{flow} を用いて

$$J_{IC} = m' [\sigma_{flow} + A_1 F^n] \cdot \bar{\epsilon}_f$$

という式を提案している。図 3.2.2-76 は EBR-II で照射されたステンレス鋼のデータについて、照射材と未照射材の J_{IC} の比で整理した計算値とデータの比較であり、照射による減少傾向が示されている。

② 傾向式の設定

今年度は、収集したデータから適切に選定したデータに対して傾向式を作成した。

(1)で述べたように、照射による破壊靱性の変化は基本的に照射による引張特性の変化に対応していると考えられることから、引張特性の検討で採用した傾向式である 1 次式を用いることとした。

$$x = a + b \cdot \exp(-F/c)$$

x は破壊靱性値の照射後の値、 F は照射量、 a 、 b 、 c は定数である。

③ データの選定

収集したデータから検討に使用するデータを選定した。破壊靱性試験ではある程度の体積を有する試験片を使用し、信頼性の高い試験方法である CT 試験あるいは 3 点曲げ試験によるデータが重要である。PWR 分野ではこのようなデータは数少なく、BWR 分野では比較的多いことから、対象を BWR 分野に限ることとした。BWR 分野のデータから、大気中で実施された 1/4T 以上の CT 試験片または 3 点曲げ試験片を用いて取得したデータを選択した。未照射材のデータは除いた。

破壊靱性値としては J 積分値とし、 J_Q または J_{IC} をデータとした。 K_{IC} のみが示されている場合は、

$$K = [E \cdot J / (1 - \nu^2)]^{1/2}$$

に基づいて換算した。

表 3.2.2-26 に傾向式の検討に使用したデータを示す。選定したデータは 69 データである。表の左側の J_Q 、 J_{IC} 、 K_{IC} の欄の太枠で囲んだデータは文献に示された元データであり、本検討では J_Q の欄のデータを使用した。

④ 選定した全データによる傾向式

表 3.2.2-26 に示した 69 データについて傾向式をフィッティングした。フィッティングは最小 2 乗法により行った。最小 2 乗法には EXCEL の SOLVER を用い重みは使用しなかった。

得られた傾向式は次のとおりで、標準偏差は 169.2 J/m² である。

$$J = 99.87 + 342.7 \cdot \exp(-dpa/2.504)$$

図 3.2.2-77 には傾向式とデータの照射量に対する変化を示す。データのばらつきが大きいが、10 dpa でほぼ飽和するような傾向式となっている。

⑤ 亀裂進展方向で区分した傾向式

文献データによっては破壊靱性が試験材の方位に大きく依存することが示されている。具体的には圧延方向に亀裂が進展する場合の破壊靱性が、圧延方向と直角方向に進展する場合よりも小さいことが知られている。これは、圧延方向に介在物等が並ぶような組織が原因と考えられている。

亀裂進展方向が明示された BWR 実機部材のデータ(No. BF-3 と BF-4)に対して、TL 方向(圧延方向に直角)の 16 データと LT 方向(圧延方向)の 15 データに区分して傾向式を作成した。なお、データが少ないため、傾向式の c の値は区分せずにフィッティングした

場合の $c = 2.842$ に固定している。

得られた傾向式は次のとおりである。

区分せず:

$$J = 52.95 + 355.1 \cdot [1 - \exp(-dpa/2.842)] \quad sd=96.1$$

LT 方向:

$$JL = 58.98 + 528.5 \cdot [1 - \exp(-dpa/2.842)] \quad sd=49.3$$

TL 方向:

$$JT = 15.84 + 265.0 \cdot [1 - \exp(-dpa/2.842)] \quad sd=81.3$$

図 3.2.2-78 には傾向式とデータの照射量に対する変化を示す。比較的数据のばらつきが小さく、方位によりデータと傾向式ともに区分されることが示されている。

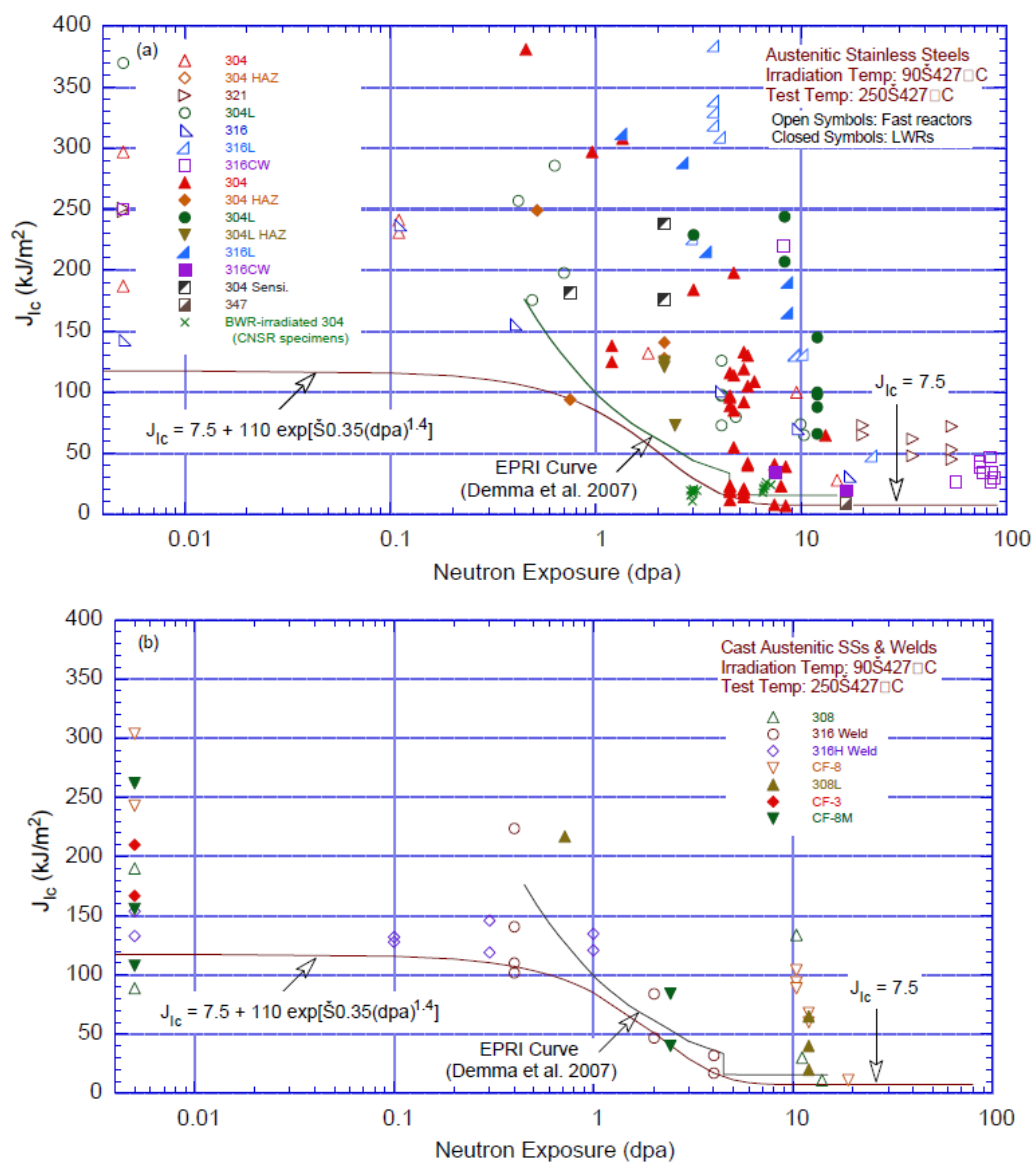


図 3.2.2-67 Chopra らによる破壊靱性データと下限線[3.2.2-257]

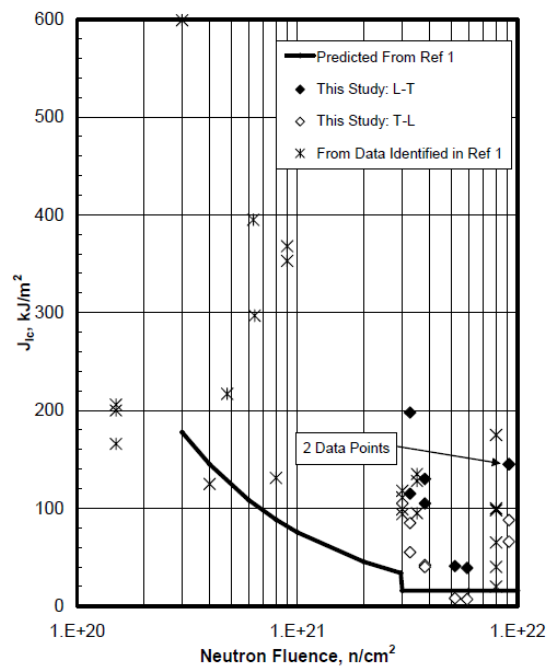


図 3.2.2-68 EPRI の破壊靱性値の下限線[3.2.2-261]

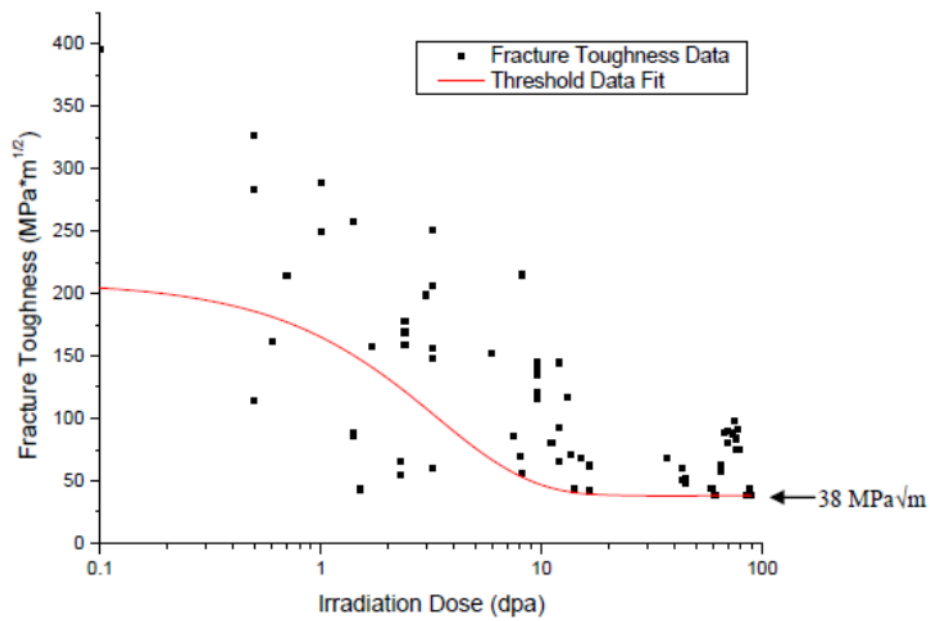


図 3.2.2-69 WH の破壊靱性値の下限線[3.2.2-263]

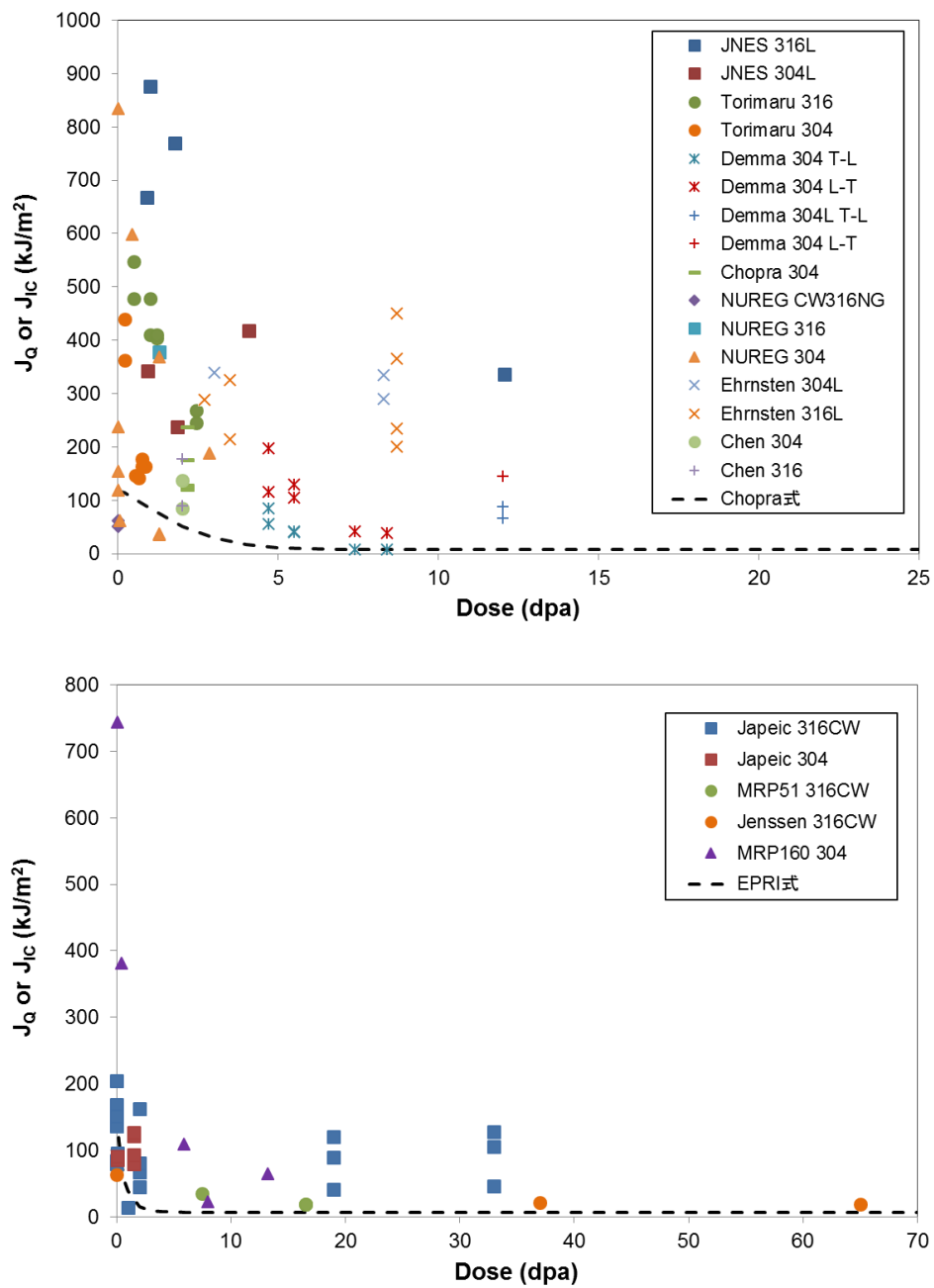


図 3.2.2-70 破壊靱性データと既存の相関式による傾向
(上: BWR 分野、下: PWR 分野)

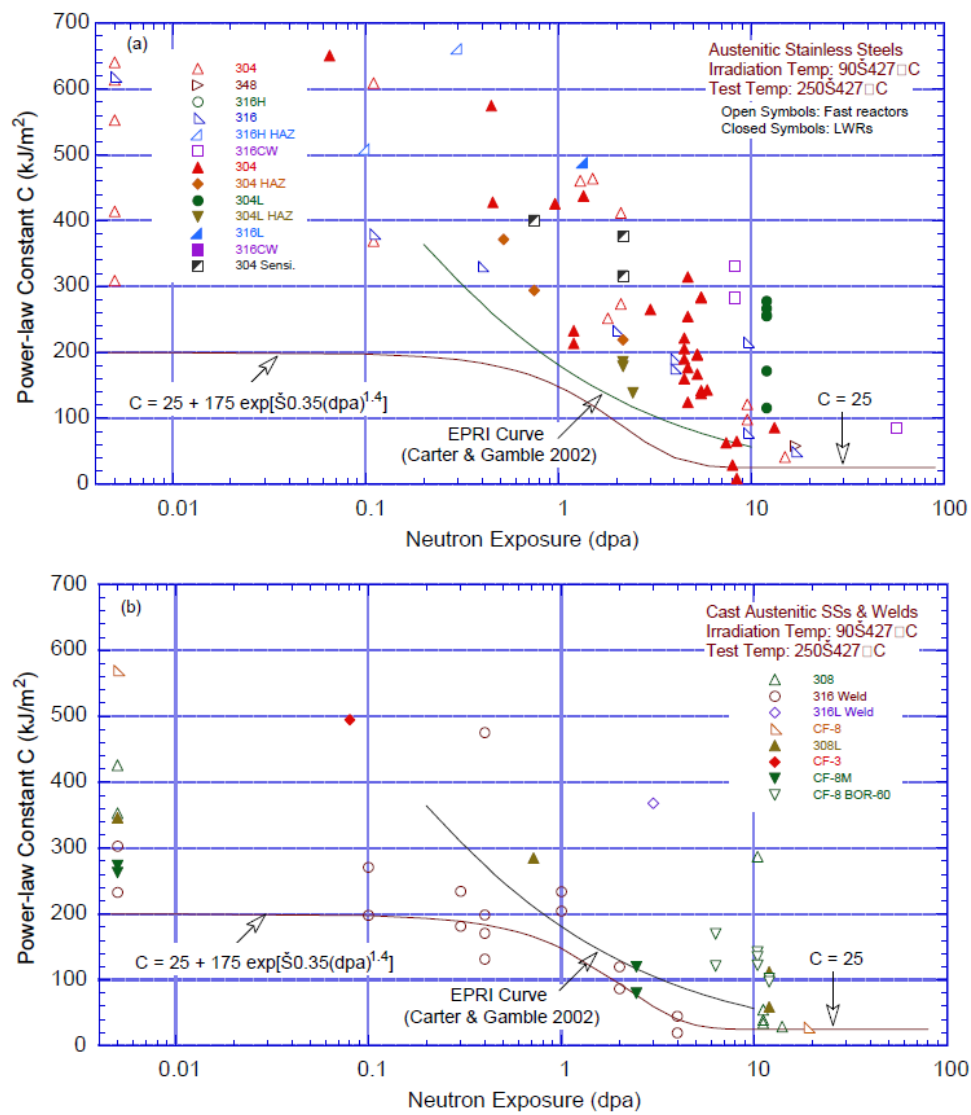


図 3.2.2-71 Chopra らによる J-R 曲線 ($J = C \cdot (\Delta a)^n$) の係数 C とその下限線[3.2.2-257]

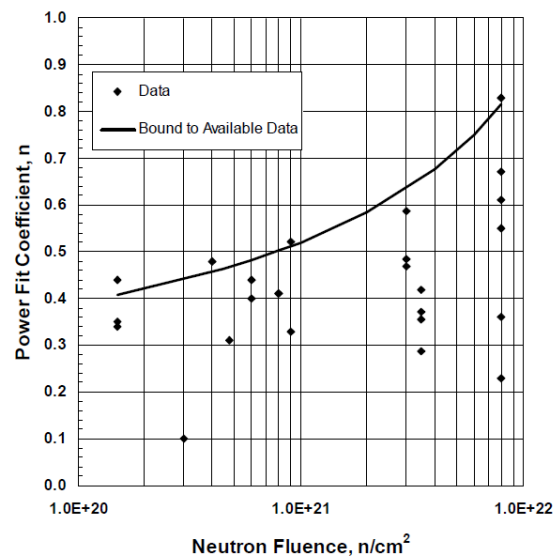
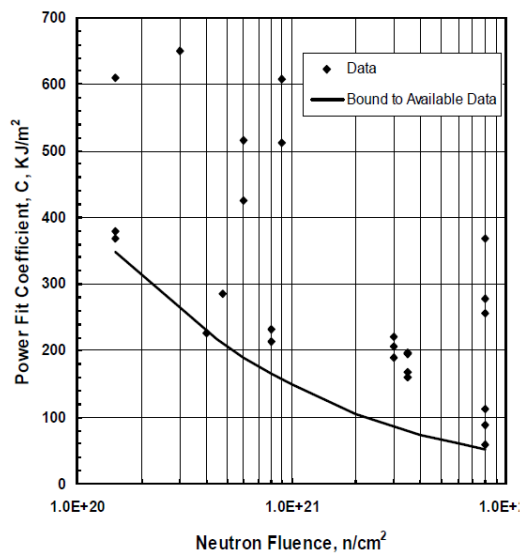


図 3.2.2-72 EPRI による J-R 曲線 ($J = C \cdot (\Delta a)^n$) の定数 C と n とその限界線[3.2.2-260]

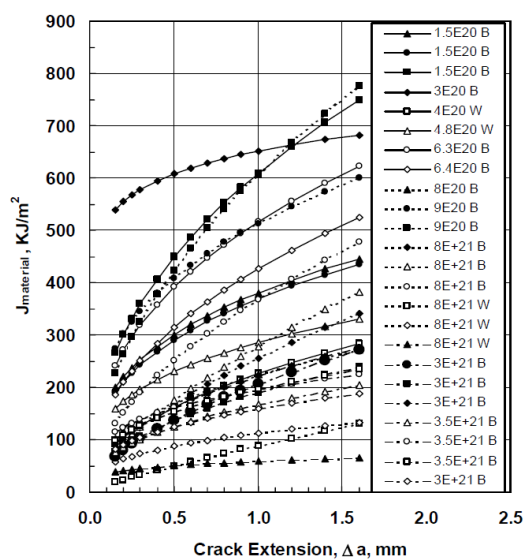
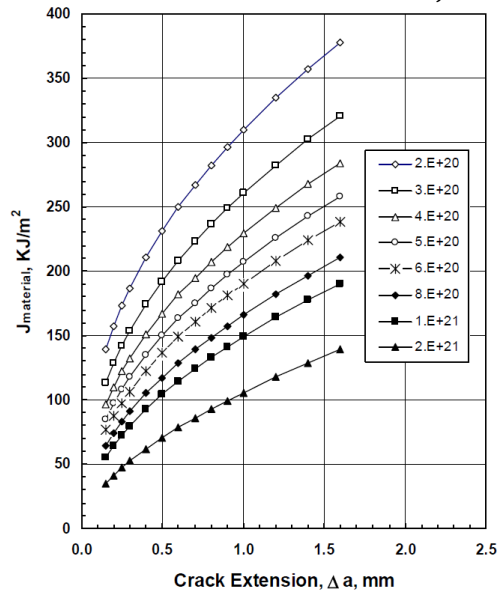


図 3.2.2-73 EPRI の傾向式による J-R 曲線(左)と元となったデータ(右)[3.2.2-260]

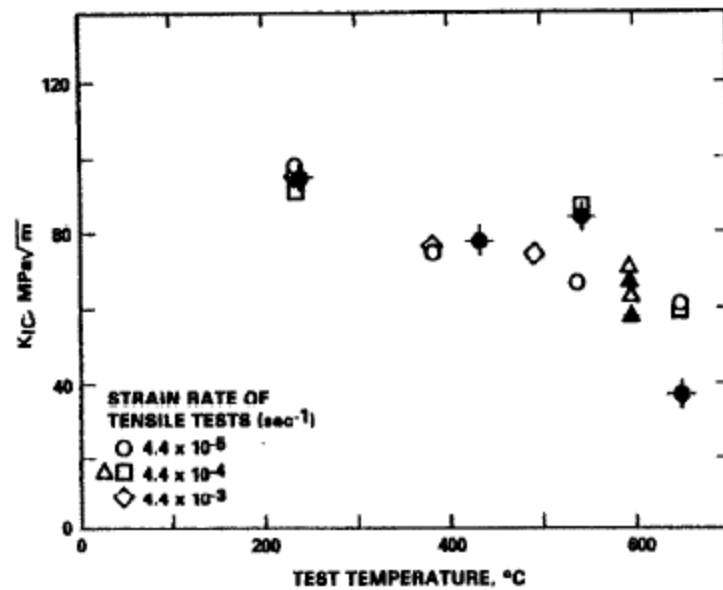


図 3.2.2-74 修正 Krafft モデルによる 20%冷間加工 316SS 照射材の破壊靱性の予測値(白点)と測定値(黒点)の比較 [3.2.2-266]

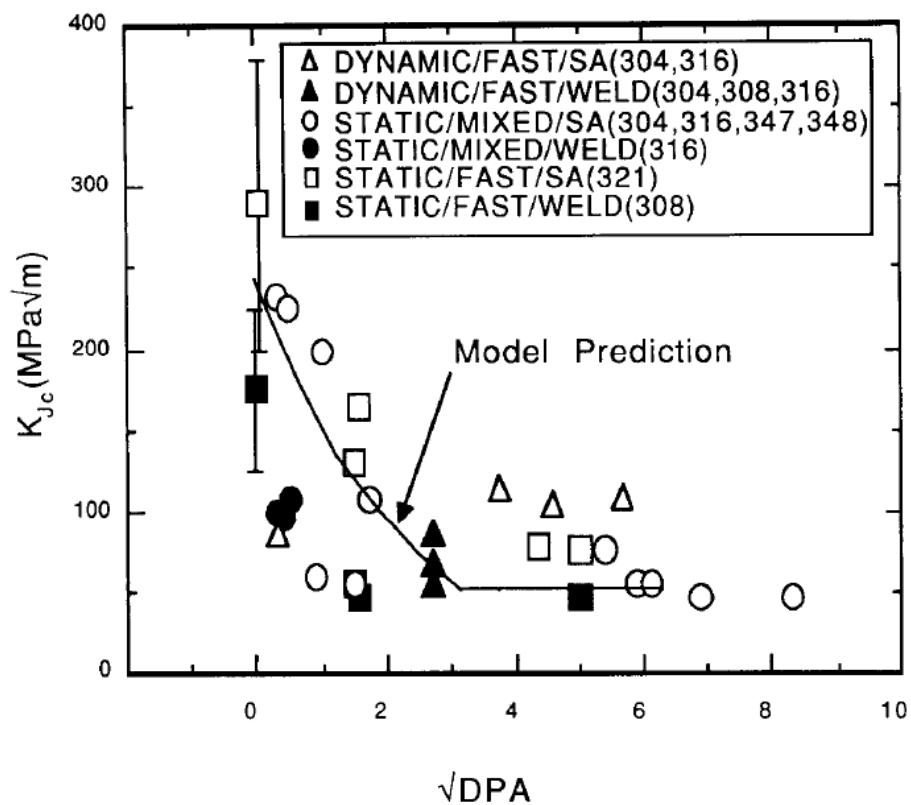


図 3.2.2-75 Odette らのモデルによる 300 シリーズのステンレス鋼の破壊靱性のデータと予測傾向 [3.2.2-268]

Material	Irradiation temp. K	Fluence n/m^2 ($E>0.1MeV$)	Test temp. K	J_{IC} k J/m ²	$J_{IC,irr}/J_{IC,0}$	Reference
Type 316	-	0	700	448	1.00	Mills, W.J. [19]
	673-700	4.0-6.0E+26	700	31	0.07	
Type 304	-	0	700	1070	1.00	
	673-700	5.00E+26	700	28	0.03	
Type 308 weld metal	-	0	700	89	1.00	Dufresne, J., et al. [21]
	673-700	5.00E+26	700	11	0.12	
AISI 304	-	0	673	184	1.00	
	673-702	8.22E+26	673	135	0.73	
AISI 304 weld metal	-	0	673	80	1.00	
	673-702	8.18E+25	673	11	0.14	
AISI 316L	-	0	673	86	1.00	
	673-702	6.31E+25	673	114	1.32	
AISI 316L weld metal	-	0	673	56	1.00	Michel, D.J. et al. [20]
	673-702	7.51E+25	673	15	0.27	
20% cold worked Type 316	-	0	700	250	1.00	
	700	1.60E+26	700	220	0.88	
Type 308 weld metal	-	0	700	190	1.00	
	700	2.00E+26	700	30	0.16	

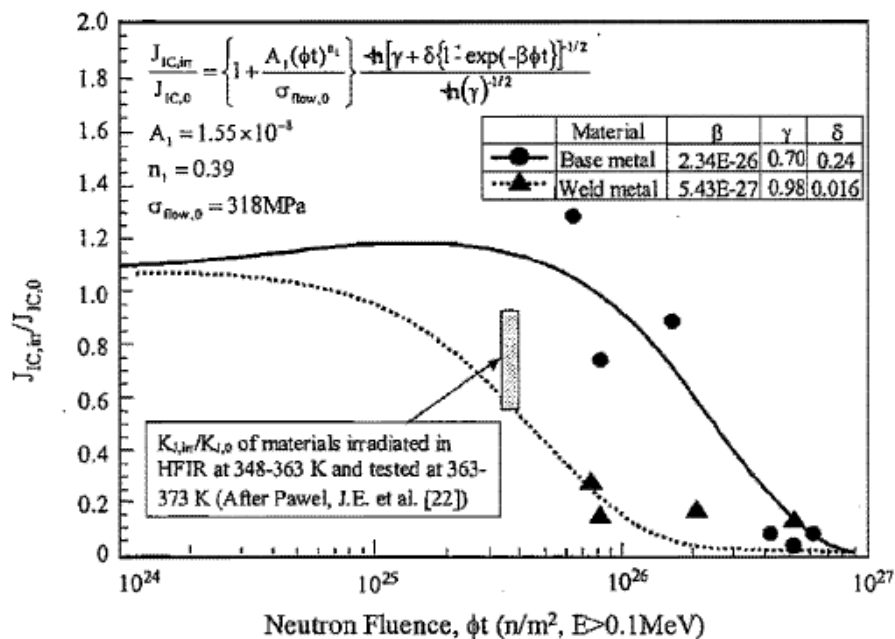


図 3.2.2-76 Nishimura らのモデルによる照射ステンレス鋼の破壊靱性(照射材と未照射材の比)のデータと予測傾向 [3.2.2-270]

表 3.2.2-26 破壊靱性の傾向式の検討に用いたデータ

No.	DB	試験片番号	照射炉	採取部位	鋼種	熱処理等	照射量 (dpaへの換算を含む)		試験環境	試験温度	試験片形状	試験片厚さ	有効試験片厚さ	試験片幅	き裂方向	JQ	J _{IC}	K換算 (K _{JIC})
	No.	No.	-	-	-	-	(n/m ² E>1MeV)	(dpa)	-	(°C)	-	(mm)	(mm)	(mm)	-	(KJ/m ²)	(KJ/m ²)	(MPa√m)
1	BF-1-1	A104	JMTR	-	316L	溶体化	5.93E+24	1.01	大気中	288	0.5TCT	12.7	11.4	25.4	-	876	-	-
2	BF-1-2	A103	JMTR	-	316L	溶体化	5.16E+24	0.91	大気中	288	0.5TCT	12.7	11.4	25.4	-	668	-	-
3	BF-1-3	A204	JMTR	-	316L	溶体化	1.03E+25	1.77	大気中	288	0.5TCT	12.7	11.4	25.4	-	769	-	-
4	BF-1-4	A406	JMTR	-	316L	溶体化	7.02E+25	10.0	大気中	288	0.5TCT	-	-	-	-	336	-	-
5	BF-1-5	H102	JMTR	-	304L	溶体化	5.22E+24	0.93	大気中	288	0.5TCT	12.7	11.4	25.4	-	342	-	-
6	BF-1-6	H205	JMTR	-	304L	溶体化	1.04E+25	1.86	大気中	288	0.5TCT	12.7	11.4	25.4	-	238	-	-
7	BF-1-7	H308	JMTR	-	304L	溶体化	2.28E+25	3.26	大気中	288	0.5TCT	-	-	-	-	418	-	-
8	BF-2-15	26801	海外BWR	CR	304	-	3.0E+25	4.5	大気中	282	3点曲げ	10.7×5.1×48.3			-	93	112	-
9	BF-2-16	26802	海外BWR	CR	304	-	3.0E+25	4.5	大気中	283	3点曲げ	10.7×5.1×48.3			-	97	97	118.3
10	BF-2-17	26803	海外BWR	CR	304	-	3.0E+25	4.5	大気中	284	3点曲げ	10.7×5.1×48.3			-	109	109	130.9
11	BF-2-18	C26804	海外BWR	CR	304	-	3.5E+25	5.25	大気中	285	3点曲げ	10.7×5.1×48.3			-	101	101	138.9
12	BF-2-19	C26805	海外BWR	CR	304	-	3.5E+25	5.25	大気中	286	3点曲げ	10.7×5.1×48.3			-	93	93	133.2
13	BF-2-20	C26806	海外BWR	CR	304	-	3.5E+25	5.25	大気中	287	3点曲げ	10.7×5.1×48.3			-	130	130	157.4
14	BF-2-21	C08338	海外BWR	CR	304	-	3.0E+25	4.5	大気中	288	0.5TCT	7.5	7.5	25.4	-	24.0	-	67.5
15	BF-2-22	C0862A	海外BWR	CR	304	-	3.0E+25	4.5	大気中	288	0.5TCT	7.5	7.5	25.4	-	18.7	-	59.6
16	BF-2-23	C0862D	海外BWR	CR	304	-	3.0E+25	4.5	大気中	288	0.5TCT	7.5	7.5	25.4	-	14.5	-	52.5
17	BF-2-24	C0862B	海外BWR	CR	304	-	3.0E+25	4.5	大気中	288	0.5TCT	7.5	7.5	25.4	-	20.7	-	62.7
18	BF-2-25	C0834B	海外BWR	CR	304	-	3.0E+25	4.5	大気中	288	0.5TCT	7.5	7.5	25.4	-	21.4	-	63.8
19	BF-2-26	C0835A	海外BWR	CR	304	-	3.0E+25	4.5	大気中	288	0.5TCT	7.5	7.5	25.4	-	112.7	-	146.3
20	BF-2-27	O538	海外BWR	CR	304	-	2.7E+25	4.1	大気中	288	0.5TCT	7.5	7.5	25.4	-	18.3	-	58.9
21	BF-2-28	O537-1	海外BWR	CR	304	-	2.7E+25	4.1	大気中	288	0.5TCT	7.5	7.5	25.4	-	19.8	-	61.3
22	BF-2-29	O537-2	海外BWR	CR	304	-	2.7E+25	4.1	大気中	288	0.5TCT	7.5	7.5	25.4	-	12.1	-	48
23	BF-3-1	15R2FR03	国内BWR	T-2	316	受入まま	7.0E+24	1.00	大気中	288	0.5TCT(実厚)	9.1	7.3	25.4	L-T	478	-	-
24	BF-3-2	15R2FR04	国内BWR	T-2	316	受入まま	7.0E+24	1.00	大気中	288	0.5TCT(実厚)	9.1	7.3	25.4	L-T	410	-	-
25	BF-3-3	15R2FR07	国内BWR	T-4	316	受入まま	3.4E+24	0.49	大気中	288	0.5TCT(実厚)	9.1	7.3	25.4	L-T	478	-	-
26	BF-3-4	15R2FR08	国内BWR	T-4	316	受入まま	3.4E+24	0.49	大気中	288	0.5TCT(実厚)	9.1	7.3	25.4	L-T	547	-	-
27	BF-3-5	15R2FR01	国内BWR	T-2	316	受入まま	1.7E+25	2.43	大気中	288	0.5TCT(実厚)	9.1	7.3	25.4	L-T	268	-	-
28	BF-3-6	15R2FR02	国内BWR	T-2	316	受入まま	1.7E+25	2.43	大気中	288	0.5TCT(実厚)	9.1	7.3	25.4	L-T	245	-	-
29	BF-3-7	15R2FR05	国内BWR	T-4	316	受入まま	8.4E+24	1.20	大気中	288	0.5TCT(実厚)	9.1	7.3	25.4	L-T	404	-	-
30	BF-3-8	15R2FR06	国内BWR	T-4	316	受入まま	8.4E+24	1.20	大気中	288	0.5TCT(実厚)	9.1	7.3	25.4	L-T	410	-	-
31	BF-3-9	S1 母材 1a	国内BWR	S-1	304	受入まま	1.4E+24	0.20	大気中	288	1.0TCT	25.4	20.3	50.8	T-L	440	-	-
32	BF-3-10	S2 母材 4	国内BWR	S-2	304	受入まま	3.8E+24	0.54	大気中	288	1.0TCT	25.4	20.3	50.8	T-L	146	146	-
33	BF-3-11	S1 母材 1b	国内BWR	S-1	304	受入まま	1.4E+24	0.20	大気中	288	1.5TCT	38	28.6	76	T-L	362	362	-
34	BF-3-12	S3 母材 5	国内BWR	S-3	304	受入まま	4.5E+24	0.64	大気中	288	1.5TCT	38	28.6	76	T-L	142	142	-
35	BF-3-13	S2 母材 6	国内BWR	S-2	304	受入まま	5.9E+24	0.84	大気中	288	1.5TCT(実厚)	38	38	76	T-L	164	164	-
36	BF-3-14	S3 HAZ 5a	国内BWR	S-3	304	HAZ	5.2E+24	0.74	大気中	288	0.7TCT	17.8	14.2	35.6	T-L	163	163	-
37	BF-3-15	S3 HAZ 5b	国内BWR	S-3	304	HAZ	5.2E+24	0.74	大気中	288	0.7TCT	17.8	14.2	35.6	T-L	178	178	-
38	BF-4-1	A	国内BWR	制御棒	304	受入まま	5.2E+25	7.4	大気中	288	0.5TCT	7	6.3	16	T-L	8	-	-
39	BF-4-2	B	国内BWR	制御棒	304	受入まま	5.9E+25	8.4	大気中	288	0.5TCT	7	6.3	16	T-L	7	-	-
40	BF-4-3	183039	海外BWR	TG	304	420°C×4.5h	3.3E+25	4.7	大気中	288	0.5TCT	7	6.3	16	T-L	85	-	-
41	BF-4-4	183039	海外BWR	TG	304	420°C×4.5h	3.3E+25	4.7	大気中	288	0.5TCT	7	6.3	16	T-L	55	-	-
42	BF-4-5	183039	海外BWR	TG	304	420°C×4.5h	3.3E+25	5.5	大気中	288	0.5TCT	7	6.3	16	T-L	40	-	-
43	BF-4-6	183039	海外BWR	TG	304	420°C×4.5h	3.3E+25	5.5	大気中	288	0.5TCT	7	6.3	16	T-L	42	-	-
44	BF-4-7	A	国内BWR	制御棒	304	受入まま	5.2E+25	7.4	大気中	288	0.5TCT	7	6.3	16	L-T	41	-	-
45	BF-4-8	B	国内BWR	制御棒	304	受入まま	5.9E+25	8.4	大気中	288	0.5TCT	7	6.3	16	L-T	39	-	-
46	BF-4-9	183039	海外BWR	TG	304	420°C×4.5h	3.3E+25	4.7	大気中	288	0.5TCT	7	6.3	16	L-T	198	-	-
47	BF-4-10	183039	海外BWR	TG	304	420°C×4.5h	3.3E+25	4.7	大気中	288	0.5TCT	7	6.3	16	L-T	115	-	-
48	BF-4-11	183039	海外BWR	TG	304	420°C×4.5h	3.3E+25	5.5	大気中	288	0.5TCT	7	6.3	16	L-T	130	-	-
49	BF-4-12	183039	海外BWR	TG	304	420°C×4.5h	3.3E+25	5.5	大気中	288	0.5TCT	7	6.3	16	L-T	105	-	-
50	BF-4-13	57960	海外BWR	制御棒	304L	受入まま	9.1E+25	12.0	大気中	288	0.5TCT	7	6.3	16	T-L	88	-	-
51	BF-4-14	57954	海外BWR	制御棒	304L	受入まま	9.1E+25	12.0	大気中	288	0.5TCT	7	6.3	16	T-L	66	-	-
52	BF-4-15	57952	海外BWR	制御棒	304L	受入まま	9.1E+25	12.0	大気中	288	0.5TCT	7	6.3	16	L-T	145	-	-
53	BF-4-16	55439	海外BWR	制御棒	304L	受入まま	9.1E+25	12.0	大気中	288	0.5TCT	7	6.3	16	L-T	145	-	-
54	BF-5-4	-	海外BWR	制御棒	304L	-	-	3.0	大気中	288	SE(B)	10×8×55			-	339	339	-
55	BF-5-7	-	海外BWR	制御棒	304L	-	-	8.3	大気中	288	SE(B)	10×8×55			-	335	335	-
56	BF-5-8	-	海外BWR	制御棒	304L	-	-	8.3	大気中	288	SE(B)	10×8×55			-	290	290	-
57	BF-5-9	-	海外BWR	制御棒	316L	-	-	2.7	大気中	288	SE(B)	10×8×55			-	288	288	-
58	BF-5-10	-	海外BWR	制御棒	316L	-	-	3.5	大気中	288	SE(B)	10×8×55			-	325	325	-
59	BF-5-11	-	海外BWR	制御棒	316L	-	-	3.5	大気中	288	SE(B)	10×8×55			-	215	215	-
60	BF-5-12	-	海外BWR	制御棒	316L	-	-	8.7	大気中	288	SE(B)	10×8×55			-	365	365	-
61	BF-5-14	-	海外BWR	制御棒	316L	-	-	8.7	大気中	288	SE(B)	10×8×55			-	200	200	-
62	BF-5-15	-	海外BWR	制御棒	316L	-	-	8.7	大気中	288	SE(B)	10×8×55			-	235	235	-
63	BF-7-3	C16-A	Halder炉	-	316	-	9.0E+24	1.29	大気中	288	0.24TCT	6.5	5.9	12	-	378	378	-
64	BF-7-8	C19-A	Halder炉	-	304	-	3.0E+24	0.43	大気中	288	0.24TCT	6.5	5.9	12	-	599	599	-
65	BF-7-9	C19-B	Halder炉	-	304	-	9.0E+24	1.29	大気中	288	0.24TCT	6.5	5.9	12	-	368	368	-
66	BF-7-10	C19-C	Halder炉	-	304	-	2.0E+25	2.86	大気中	288	0.24TCT	6.5	5.9	12	-	188	188	-
67	BF-7-11	L20-A	Halder炉	-	304	-	3.0E+23	0.04	大気中	288	0.24TCT	6.5	5.9	12	-	62	62	-
68	BF-7-12	L20-B	Halder炉	-	304	-	9.0E+24	1.29	大気中	288	0.24TCT	6.5	5.8	12	-	37	37	-
69	BF-7-13	L2A	Halder炉	-	304	-	9.0E+24	1.29	大気中	288	0.24TCT	6.5	5.8	12	-	35	35	-

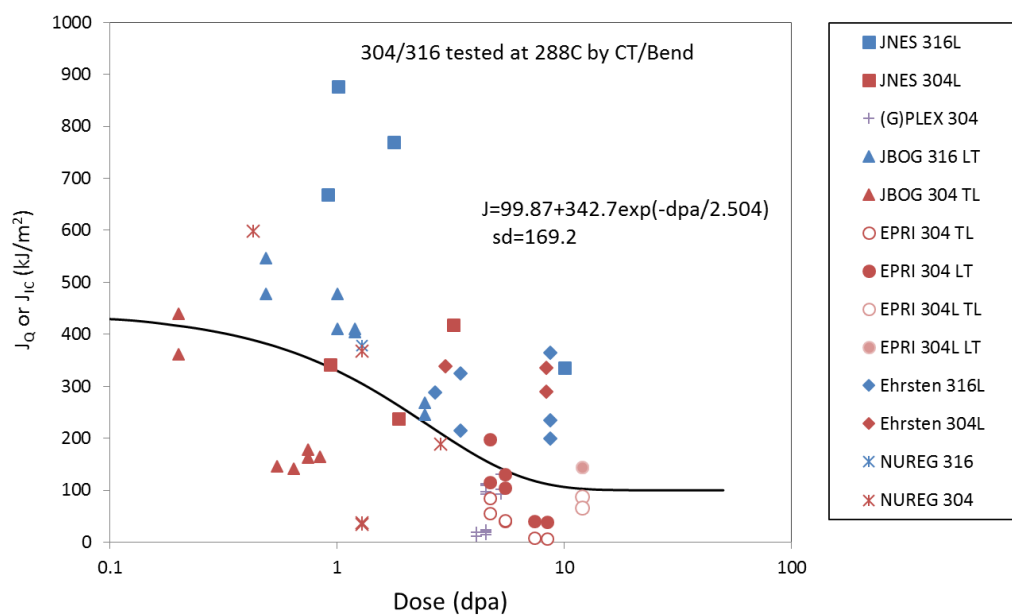
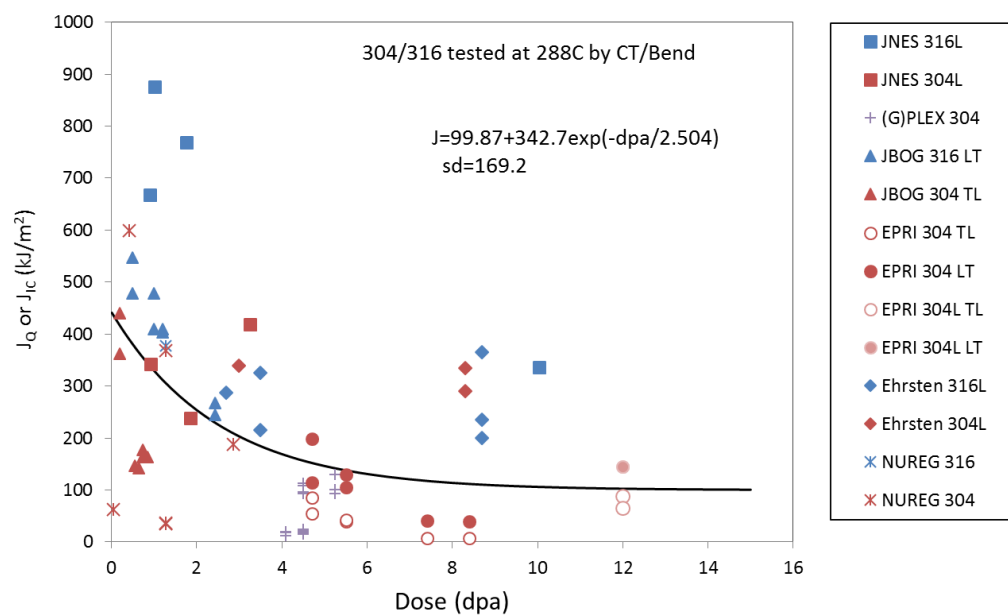


図 3.2.2-77 破壊靱性の傾向式(BWR 分野)
(上: 横軸線型、下: 横軸対数)

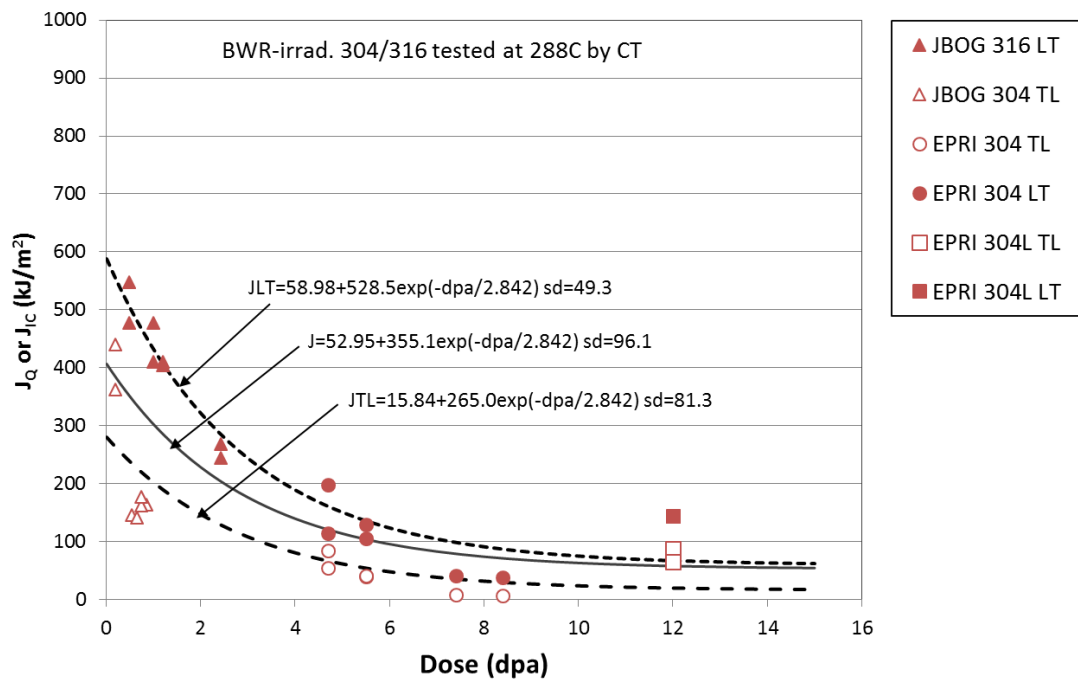


図 3.2.2-78 亀裂進展方向で区分した破壊靱性の傾向式(BWR 分野)

(5) IASCC発生

① 既存の傾向式等

IASCC 発生の予測は、PWR 炉内構造物の健全性評価におけるボルトでの亀裂発生において不可欠であるため、IASCC 発生試験とデータに基づく検討が広く行われている。IASCC 発生試験は、照射後試験として照射材に PWR 一次系模擬水中で応力を負荷して破断の有無と破断までの時間を調べる方法で行われており、照射量、負荷応力、水質がパラメータである。一般には、照射量に対して IASCC が発生する下限の応力(しきい応力とも呼ばれる)の傾向、あるいは、ある照射量とある負荷応力で発生するまでの時間の傾向が示されている。

Takakura らは、原子力安全基盤機構の IASCC プロジェクトで得られたシンプルチューブとボルトの定荷重試験データを主としたデータベースに基づき、図 3.2.2-79 に示すような下限線を提案している[3.2.2-271]。具体的な関数式は示されていない。シンプルチューブとボルトは異なる傾向があり、高照射量側の下限線がシンプルチューブは 400 MPa 付近、ボルトは 600 MPa 付近と別々に設定されている。いずれも冷間加工 316SS であるが、材料条件と照射条件に多くの異なる点があり、結晶粒径とそれによる局所変形の違い、表面硬化層の有無(ボルトでは表面層除去、シンプルチューブは硬化層有)が影響していると考えられている。これらの傾向線は、原子力安全推進協会の PWR 炉内構造物点検ガイドライン[バッフルフォーマボルト](第 2 版)で暫定として引用されている[3.2.2-272]。

Nishioka らは、シンプルチューブ材の引張試験片による単軸定荷重のデータを主とするデータから、図 3.2.2-80 に示すような下限線を示している[3.2.2-273]。400 MPa 付近の飽和傾向線となっている。

EPRI はシンプルチューブを用いて多数のデータを取得しており、Pathania らにより報告された下限線を図 3.2.2-81 に示す[3.2.2-274]。耐力比で表した下限線は、5 dpa までは 100%、20 dpa で 50%まで低下し、20 dpa より高い照射量では 50%で一定としている。50%の下限線は Nishioka らのデータで引かれていると考えられる。EPRI は炉内構造物評価のしきい値を検討しており、IASCC については図 3.2.2-82 に示すように

$$Stress(MPa) = -158.4 \cdot \ln(dpa) + 789.65$$

というスクリーニングレベルを提案している[3.2.2-275]。

Freyer らは、米国の Beaver Valley 炉と H.B.Robinson 炉、スウェーデンの Ringhals 炉のシンプルチューブで得られた O リング試験に基づき、図 3.2.2-83 に示すような IASCC の応力しきい値を提案している[3.2.2-276]。そのしきい値は耐力比で表して、約 12 dpa の 100%から約 25 dpa で 62%に低下し、25 dpa 以上では 62%で一定としている。

ANL の Chopra らは、図 3.2.2-84 に示すような公開データに基づく整理と下限線を示しており、10 dpa 以上で耐力比で 50%としている[3.2.2-277], [3.2.2-278]。なお、図

3.2.2-84 は、Pathania らによる図 3.2.2-81 とほとんど同じデータとなっている。

フランスの EDF は Chooz A 炉の 304SS 製バッフル板について定荷重 SCC を VTT で行っており、Pokor らは図 3.2.2-85 に示すような下限線を報告している[3.2.2-279]。下限線は、通常の PWR 一次系水質では約 10 dpa 以上で 450 MPa であり、高 Li の水質 (3.5ppm Li、通常水質は 2.1ppm Li) では 350 MPa としており、高 Li で低下するとしている。また、EDF は PWR 炉内構造物評価用の工学的評価式を検討しており[3.2.2-280]、IASCC 発生については、図 3.2.2-86 に示すように耐力比と照射量について感受性領域の下限を提案している。照射量 dpa の関数として耐力比 σ/σ_y の具体的な式が次のように与えられている。高照射量側でも飽和しない式となっている。

4 dpa 以下:

$$\sigma/\sigma_y = 1$$

4 dpa~25 dpa:

$$\sigma/\sigma_y = 1.095 - 0.024 \cdot dpa$$

25 dpa 以上:

$$\sigma/\sigma_y = 0.545 - 0.0025 \cdot dpa$$

Bosch らはベルギーの Tihange 2 号炉のシングルチューブの O リング試験片の定荷重試験を行い、図 3.2.2-87 に示すような下限線を提案している[3.2.2-281]。この図で青の点線は上記の図 3.2.2-86 に示した EDF の下限式である。Bosch らは、下限は耐力比で約 40%であり照射量による低下傾向は未確定であるとしている。

以上述べた下限線はいずれも低荷重試験のデータに基づく単純な傾向線である。PWR 実機から取り出されたシングルチューブやボルト(冷間加工 316SS)や機器部材(304SS)の試験データであり、試験条件は温度が 320~340°C、水質が 2ppmLi、500~1200ppmB で、試験時間は 600 から 4000 時間である。材料や試験条件の違いを考慮した傾向線はほとんど知られていない。物理的な機構を考慮したモデルの検討例は少ないが、2 件報告されている。

Fukuya らは、PWR での IASCC しきい応力(σ_{IASCC})は、表面硬化層も含めた実効的耐力(σ_y^{eff})と粒界 Cr 濃度(C_{Cr})で決まるとして、データの下限に合わせた次のような半経験式を提案している[3.2.2-282]。

$$\sigma_{IASCC} = (1000 - 3.6 \cdot \sigma_y^{eff}) \cdot (0.26 \cdot C_{Cr} - 1.66)$$

このモデルでは、耐力と粒界 Cr 濃度は、反応速度論モデルで照射温度と中性子束を考慮して詳細に計算する方法と、温度と中性子束を変数とした簡易式を使用する方法が提案されている。図 3.2.2-88 に示すよう、シングルチューブとボルトについて、照射条件(温

度と中性子束)や表面硬化層の有無を反映した異なる下限線が得られている。

Fedorova らは、IASCC の発生応力を粒界すべりによるクリープ破断応力としてモデル化し、データの下限線に合わせて次の式を提案している[3.2.2-283]。

$$\sigma_{th}^{IASCC} = 415 \cdot \exp[-0.0256 \cdot (dpa - 3)] + 217$$

図 3.2.2-89 に示すように、高照射量側で低下が継続する傾向線となっている。

② 傾向式の設定

今年度は収集した PWR 分野のデータの中からデータを選定し傾向式を検討した。

照射による IASCC 発生時の低下の原因には定説はないが、機械的性質の変化、粒界組成の変化などが複合的に関係していると考えられる。そこで、IASCC 発生応力が照射量とともに低下する傾向を表現するのに、引張特性等の変化を検討する際に用いた 1 次式を用いることとした。

$$x = a + b \cdot \exp(-F/c)$$

x は IASCC の発生応力(σ_{IA})または応力比(R_{IA})、F は照射量、a、b、c は定数である。

③ データの選定

PWR 分野の収集したデータから検討に使用するデータを選定した。IASCC 発生応力はある照射量の試験片の環境中の定荷重試験中に破断が生じた応力の下限の値(しきい値)であるが、実際の試験では系統的に応力を変化させてしきい値を確定するようなデータは少ない。そこで本検討では、同一ないしほぼ同一の照射量の試験片について、同じ試験装置と水質環境で応力を変化させた試験が行われ、破断有と破断無のデータが存在し、しきい値がそれらの 2 つの応力レベルの間に存在することがわかるようなデータ対を選定することとした。表 3.2.2-27 に選定したデータを示す。この表の割れの有と無の上下のデータが 1 つのデータ対である。また、図 3.2.2-90 に文献ごとに選択したデータ対を示す。選定したデータは 56 データで 28 データ対である。データの間隔は小さく照射量は同じであることが望ましいが、データが限られるため間隔が広いデータも採用した。

④ 傾向式

選定したデータは割れの有無が対となっており、IASCC 発生応力の傾向線は割れの有無の境界にあたる傾向線であるので、選定したデータ全体に傾向式をフィッティングすれば平均的な割れの有無の境界に相当すると考えることができる。そのため選定したデータすべてにフィッティングを行った。

フィッティングは最小 2 乗法により行い、最小 2 乗法には EXCEL の SOLVER を用い

重みは使用し無かった。

得られた PWR 分野の傾向式は次のとおりである。

発生応力：

$$\sigma_{IA} = 514.7 + 420.4 \cdot \exp(-dpa/20.87) \quad sd=170.9$$

発生応力比：

$$R_{IA} = 0.5648 + 1.508 \cdot \exp(-dpa/8.439) \quad sd=0.1819$$

図 3.2.2-91 に発生応力と発生応力比について傾向式とデータの照射量に対する変化を示す。この図では傾向式に使用したデータのみをプロットし、点線は傾向線から標準偏差を引いた線である。発生応力の傾向線はゆるやかに低下し 514.7 MPa に収束している。発生応力比は 0.5648 に収束している。

図 3.2.2-92 は得られた傾向線に対して収集したすべての IASCC 発生データをプロットした。発生応力では標準偏差を引いた点線がすべての割れ有のデータを包絡している。発生応力比では標準偏差を引いた点線は 20 dpa 以上ではすべての割れ有データを包絡している。

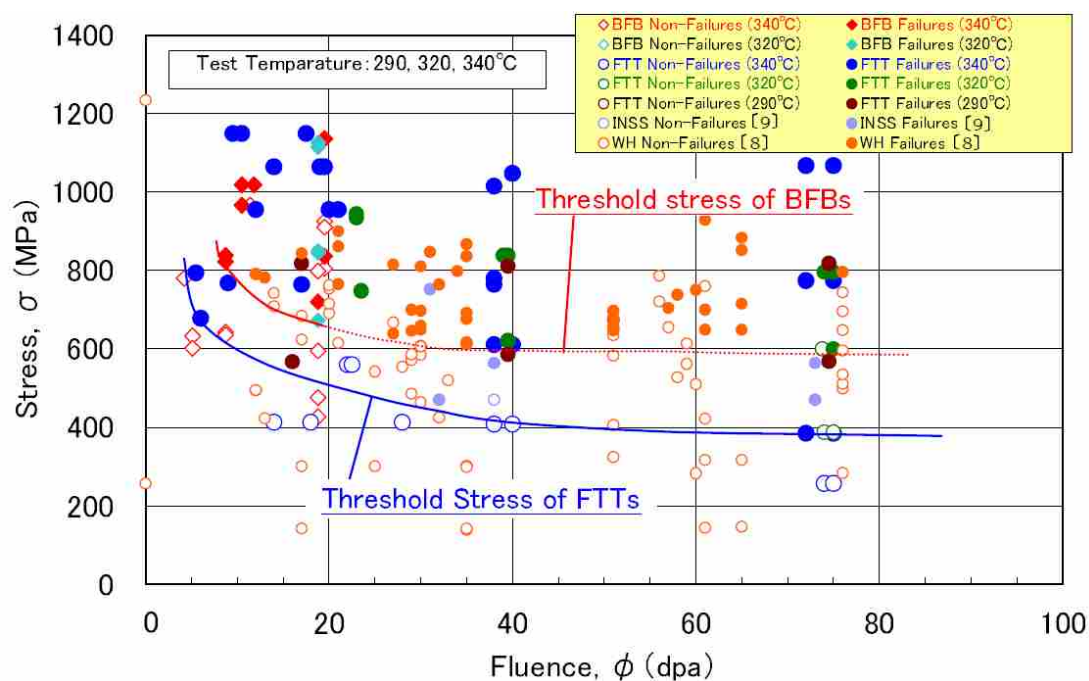


図 3.2.2-79 Takakura らによる PWR での IASCC 発生の下限傾向線 [3.2.2-271]

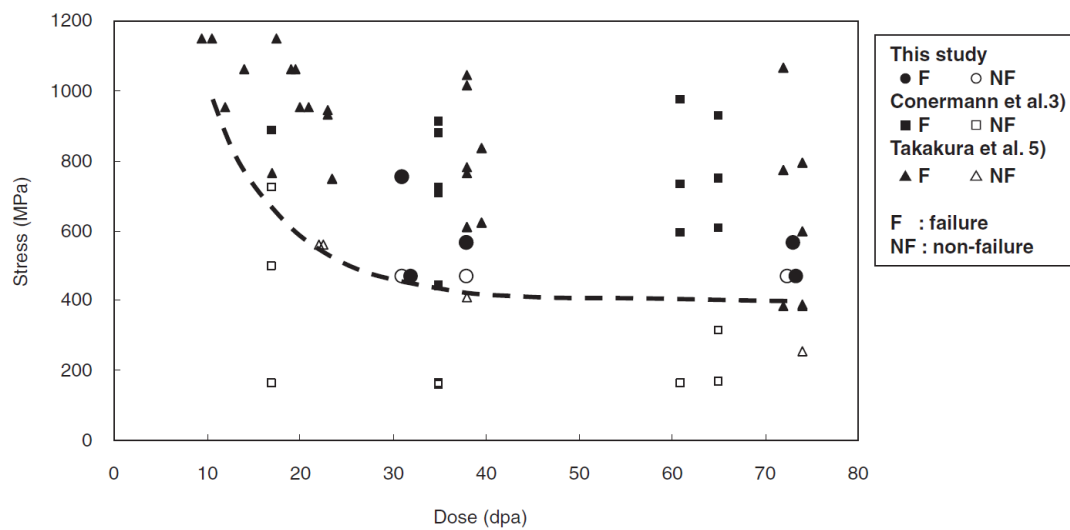


図 3.2.2-80 Nishioka らによる PWR での IASCC 発生の下限傾向線 [3.2.2-273]

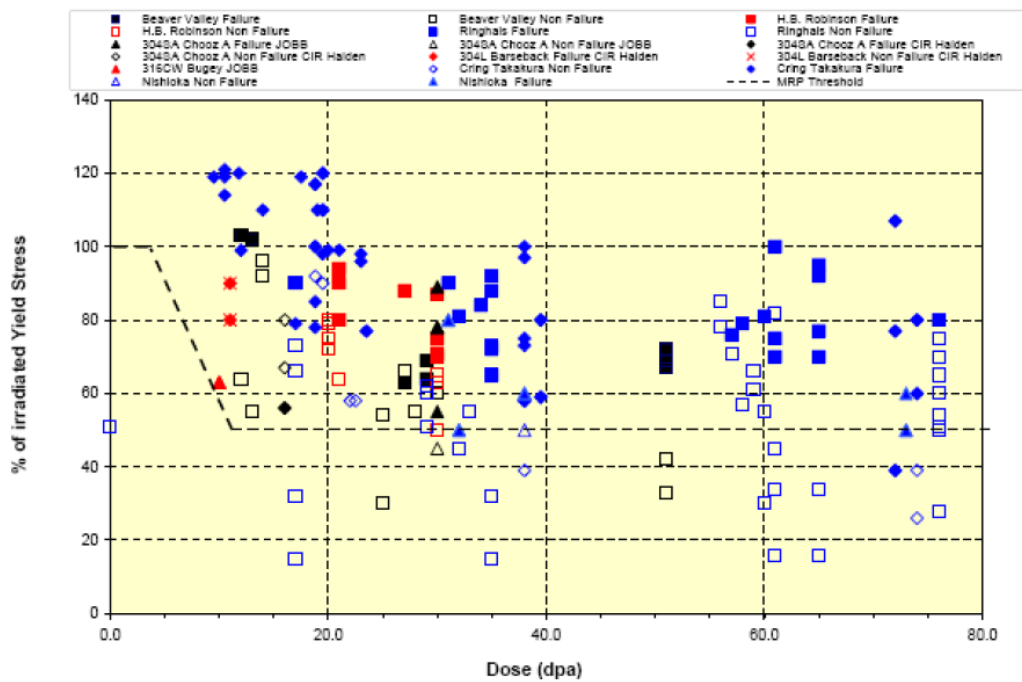


図 3.2.2-81 EPRI の Pathania らによる PWR での IASCC 発生の下限傾向線 [3.2.2-274]

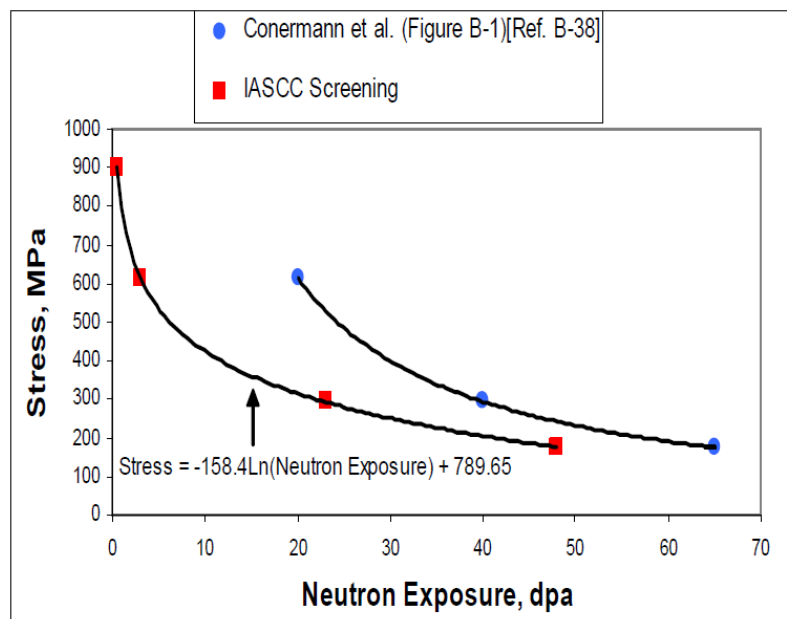


図 3.2.2-82 EPRI による IASCC スクリーニングレベル [3.2.2-275]

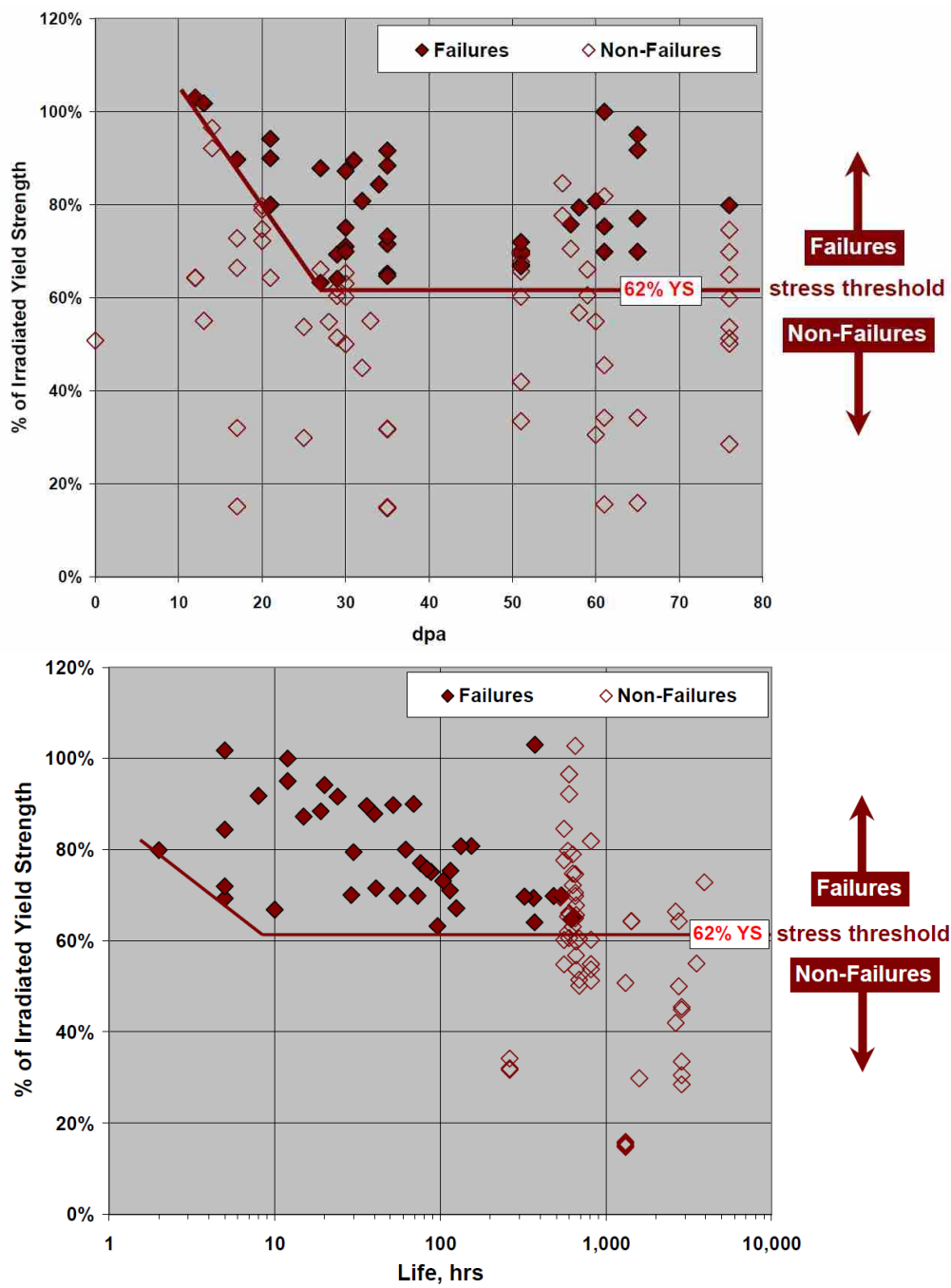


図 3.2.2-83 Freyer らによる PWR での IASCC 発生の下限傾向線[3.2.2-276]

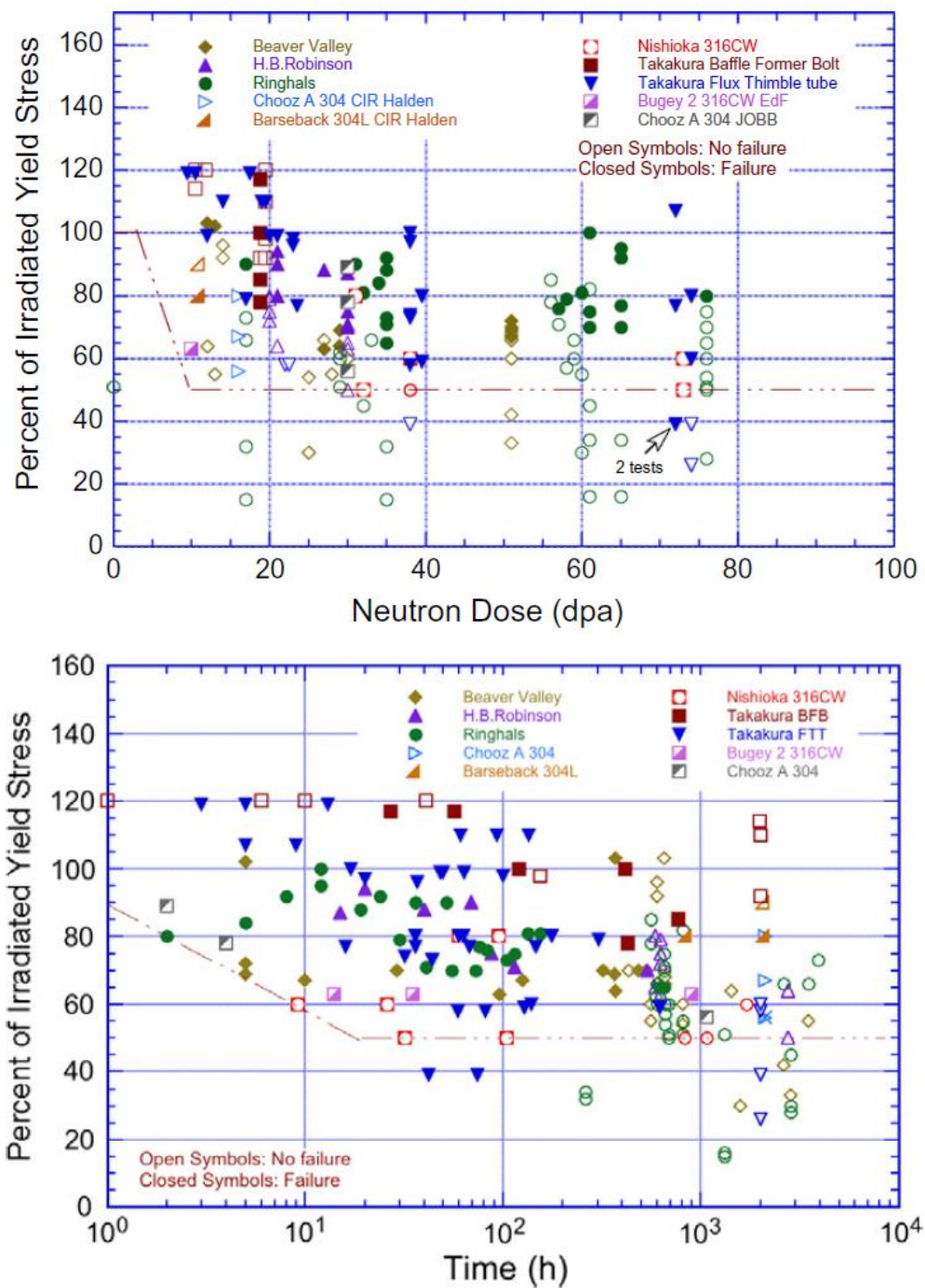


図 3.2.2-84 Chopra らによる PWR での IASCC 発生の下限傾向線[3.2.2-277]

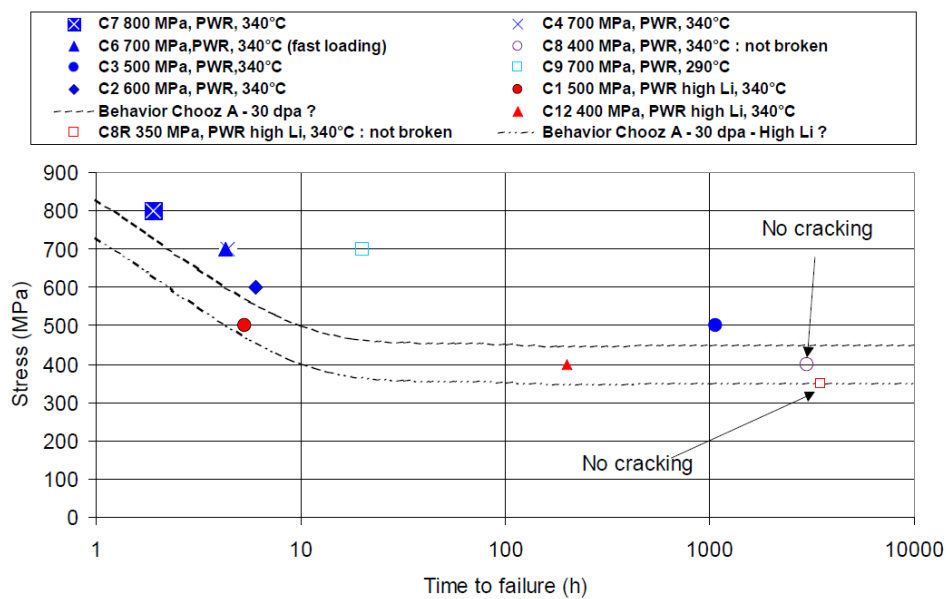


図 3.2.2-85 Pokor らによる PWR での IASCC 発生の下限傾向線 [3.2.2-279]

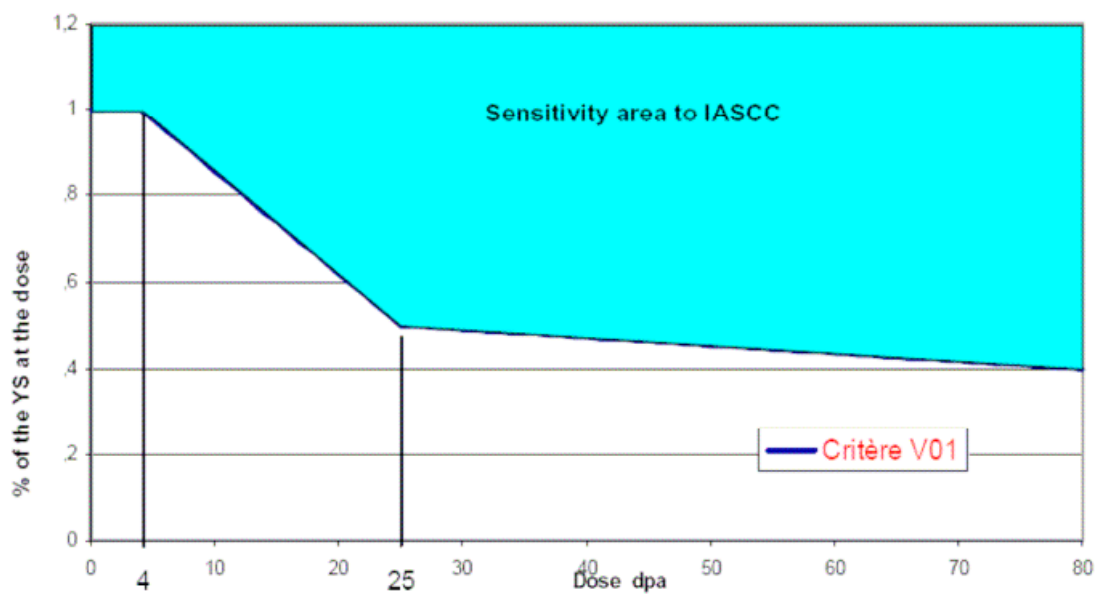


図 3.2.2-86 Pokor らによる PWR での IASCC 発生領域[3.2.2-280]

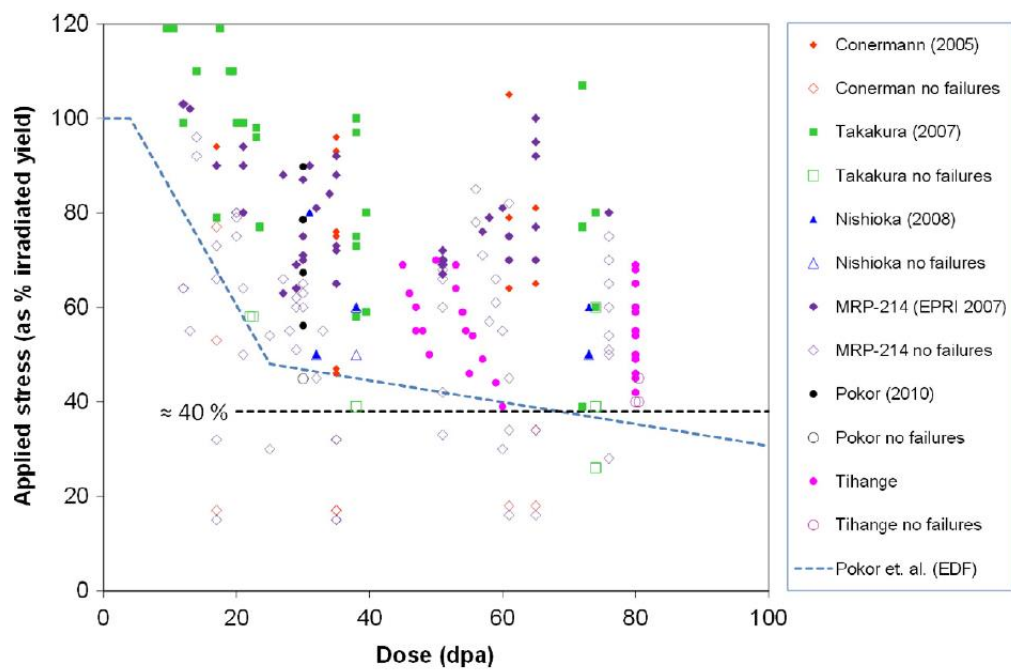


図 3.2.2-87 Bosch らによる PWR での IASCC 発生の下限傾向線[3.2.2-281]

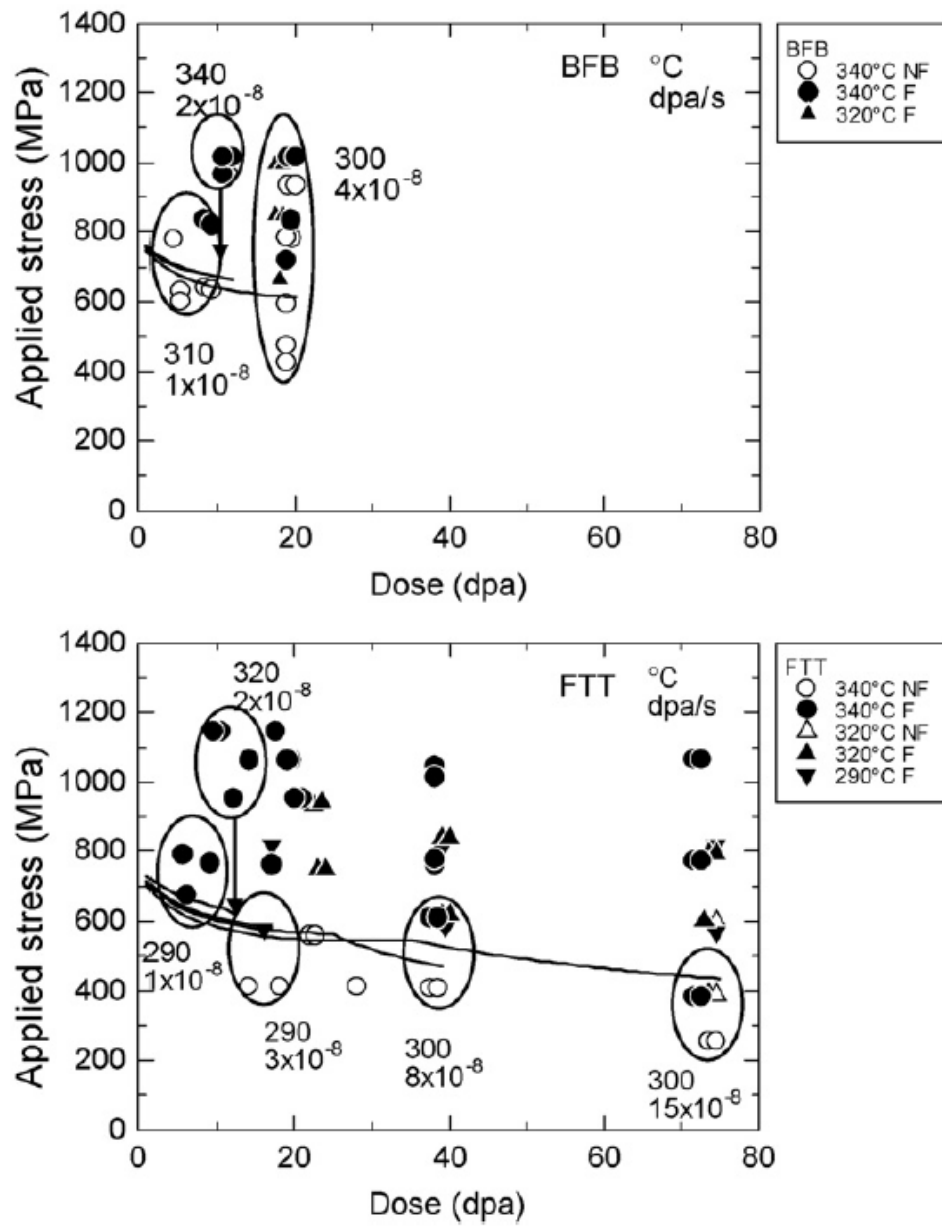


図 3.2.2-88 Fukuya らのモデルによる IASCC のしきい応力 [3.2.2-282]

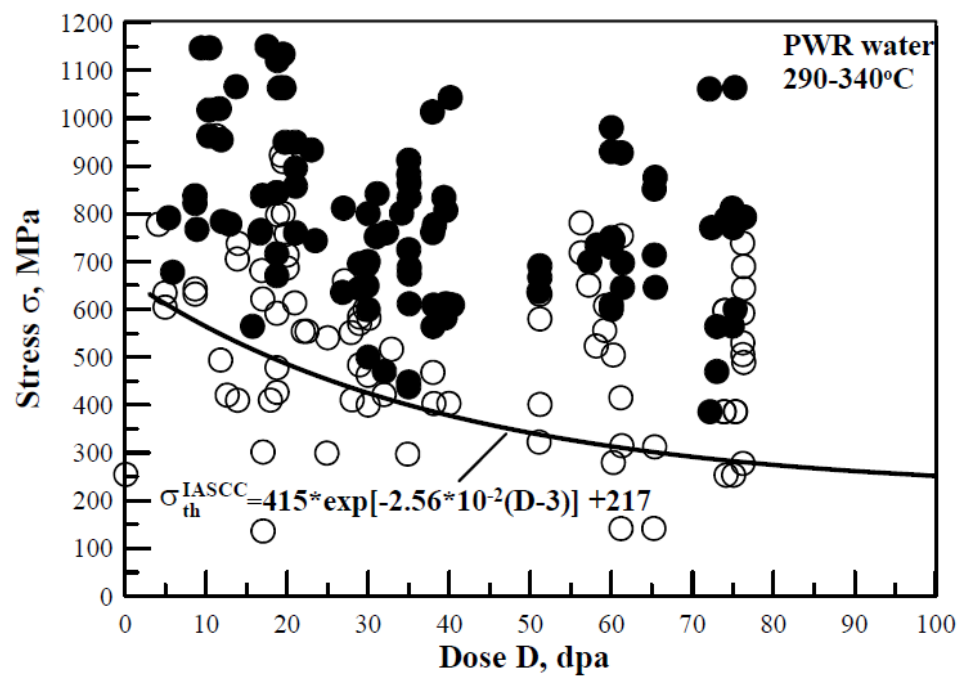


図 3.2.2-89 Fedorova らのモデルによる IASCC のしきい応力 [3.2.2-283]

表 3.2.2-27 IASCC 発生応力の検討に用いたデータ(PWR 分野)

No.	DB	試験片番号	照射炉	採取部位	銅種	試験温度	試験環境			試験片形状	照射量	負荷応力	耐力	応力比	試験時間	割れ
	No.	No.	-	-	-	(°C)	DH (cc/kg)	B (ppm)	Li (ppm)	-	(dpa)	(MPa)	(MPa)	-	(hr)	-
1	PII-1-19	B3-12	海外PWR	BFB	CW316	340	30	1,200	2	Cリング	8.7	822	667	1.23	950	有
2	PII-1-21	B3-9	海外PWR	BFB	CW316	340	30	1,200	2	Cリング	8.7	642	667	0.96	> 2,000	無
3	PII-1-3	B3-13	海外PWR	BFB	CW316	340	30	1,200	2	Cリング	11.4	966	850	1.14	> 2,000	無
4	PII-1-7	B3-15	海外PWR	BFB	CW316	340	30	1,200	2	Cリング	11.8	1,018	850	1.20	1	有
5	PII-1-23	B3-20	海外PWR	BFB	CW316	340	30	1,200	2	Cリング	18.8	595	970	0.61	> 2,000	無
6	PII-1-12	B3-28	海外PWR	BFB	CW316	340	30	1,200	2	Cリング	18.8	720	850	0.74	770	有
7	PII-1-1	B3-29	海外PWR	BFB	CW316	340	30	1,200	2	Cリング	19.5	805	850	0.83	> 2,000	無
8	PII-1-2	B3-30	海外PWR	BFB	CW316	340	30	1,200	2	Cリング	19.5	836	850	0.86	154	有
9	PII-2-1	B4-9	国内PWR	FTT	CW316	340	30	1,200	2	Cリング	14	1,064	968	1.10	135	有
10	PII-2-52	B4-14	国内PWR	FTT	CW316	340	30	1,200	2	Cリング	14	413	970	0.43	> 2,000	無
11	PII-2-17	B4-30	国内PWR	FTT	CW316	340	30	1,200	2	Cリング	17	764	968	0.79	305	有
12	PII-2-53	B4-17	国内PWR	FTT	CW316	340	30	1,200	2	Cリング	18	413	970	0.43	> 2,000	無
13	PII-2-4	B4-25	国内PWR	FTT	CW316	340	30	1,200	2	Cリング	21	955	968	0.99	64	有
14	PII-2-35	B4-19	国内PWR	FTT	CW316	340	30	1,200	2	Cリング	22	560	968	0.58	> 2,000	無
15	PII-2-19	B4-44	国内PWR	FTT	CW316	340	30	1,200	2	Cリング	38	408	1,047	0.39	> 2,000	無
16	PII-2-25	B4-43	国内PWR	FTT	CW316	340	30	1,200	2	Cリング	38	611	1,047	0.58	59	有
17	PII-2-22	B4-62	国内PWR	FTT	CW316	340	30	1,200	2	Cリング	72	385	1,000	0.39	74	有
18	PII-2-27	B4-57	国内PWR	FTT	CW316	340	30	1,200	2	Cリング	74	257	1,000	0.26	> 2,000	無
19	PII-2-24	B4-56	国内PWR	FTT	CW316	320	30	1,200	2	Cリング	74	388	1,000	0.39	> 2,000	無
20	PII-2-34	B4-56	国内PWR	FTT	CW316	320	30	1,200	2	Cリング	74	600	1,000	0.60	140	有
21	PII-3-5	A	国内PWR	FTT	CW316	320	30	500	2	引張	38	470	940	0.5	> 1,074	無
22	PII-3-7	B	国内PWR	FTT	CW316	320	30	500	2	引張	38	564	940	0.6	26	有
23	PII-5-5	E2	Ringhals 2	FTT	CW316	340	30	1,000	2	Oリング	17	684	940	0.73	> 3,928	無
24	PII-5-3	E1	Ringhals 2	FTT	CW316	340	30	1,000	2	Oリング	17	844	940	0.90	52	有
25	PII-5-11	B3	Ringhals 2	FTT	CW316	340	30	1,000	2	Oリング	35	302	946	0.32	> 262	無
26	PII-5-17	D3	Ringhals 2	FTT	CW316	340	30	1,000	2	Oリング	35	612	946	0.65	619	有
27	PII-5-20	C3	Ringhals 2	FTT	CW316	340	30	1,000	2	Oリング	61	317	929	0.34	> 262	無
28	PII-5-21	C3	Ringhals 2	FTT	CW316	340	30	1,000	2	Oリング	61	649	929	0.70	55	有
29	PII-5-25	A3	Ringhals 2	FTT	CW316	340	30	1,000	2	Oリング	65	317	929	0.34	> 262	無
30	PII-5-26	A3	Ringhals 2	FTT	CW316	340	30	1,000	2	Oリング	65	649	929	0.70	73	有
31	PII-7-2	BV-1B4-C	Beaver Valley 1	FTT	CW316	340	30	1,000	2	Oリング	12	495	769	0.64	> 1,425	無
32	PII-7-4	BV-1B4-C	Beaver Valley 1	FTT	CW316	340	30	1,000	2	Oリング	12	792	769	1.03	372	有
33	PII-7-5	BV-1B4-A	Beaver Valley 1	FTT	CW316	340	30	1,000	2	Oリング	13	423	769	0.55	> 3,516	無
34	PII-7-6	BV-1B4-B	Beaver Valley 1	FTT	CW316	340	30	1,000	2	Oリング	13	782	769	1.02	5	有
35	PII-7-11	BV-1B1-B	Beaver Valley 1	FTT	CW316	340	30	1,000	2	Oリング	27	639	1,010	0.63	96	有
36	PII-7-13	BV-1B1-C	Beaver Valley 1	FTT	CW316	340	30	1,000	2	Oリング	28	554	1,010	0.55	> 558	無
37	PII-7-14	BV-1B1-E	Beaver Valley 1	FTT	CW316	340	30	1,000	2	Oリング	29	646	1,010	0.64	370	有
38	PII-7-16	BV-1B1-G	Beaver Valley 1	FTT	CW316	340	30	1,000	2	Oリング	30	608	1,010	0.60	> 558	無
39	PII-7-19	BV-2B-3C	Beaver Valley 1	FTT	CW316	340	30	1,000	2	Oリング	51	583	968	0.60	> 813	無
40	PII-7-21	BV-2B3-E	Beaver Valley 1	FTT	CW316	340	30	1,000	2	Oリング	51	647	968	0.67	10	有
41	PII-7-35	HBR-9B3-C	H.B.Robinson 2	FTT	CW316	340	30	1,000	2	Oリング	21	615	956	0.64	> 2,754	無
42	PII-7-36	HBR-9B3-B	H.B.Robinson 2	FTT	CW316	340	30	1,000	2	Oリング	21	765	956	0.80	62	有
43	PII-7-42	HBR-10A1-I	H.B.Robinson 2	FTT	CW316	340	30	1,000	2	Oリング	30	606	928	0.65	> 589	無
44	PII-7-43	HBR-10A1-J	H.B.Robinson 2	FTT	CW316	340	30	1,000	2	Oリング	30	649	928	0.70	540	有
45	PII-7-52	RG-1C-3	Tihange 2	FTT	CW316	340	30	1,000	2	Oリング	32	764	946	0.81	154	有
46	PII-7-51	RG-1C-3	Tihange 2	FTT	CW316	340	30	1,000	2	Oリング	32	425	946	0.45	> 2,858	無
47	PII-7-57	RG-3A-8	Tihange 2	FTT	CW316	340	30	1,000	2	Oリング	57	655	929	0.71	> 653	無
48	PII-7-58	RG-3A-9	Tihange 2	FTT	CW316	340	30	1,000	2	Oリング	57	704	929	0.76	83	有
49	PII-7-59	RG-3A-6	Tihange 2	FTT	CW316	340	30	1,000	2	Oリング	58	528	929	0.57	> 660	無
50	PII-7-60	RG-3A-7	Tihange 2	FTT	CW316	340	30	1,000	2	Oリング	58	738	929	0.79	30	有
51	PII-7-64	RG-3A-2	Tihange 2	FTT	CW316	340	30	1,000	2	Oリング	60	510	929	0.55	> 813	無
52	PII-7-65	RG-3A-3	Tihange 2	FTT	CW316	340	30	1,000	2	Oリング	60	750	929	0.81	133	有
53	PII-7-75	RG-2E-7	Tihange 2	FTT	CW316	340	30	1,000	2	Oリング	76	744	997	0.75	> 653	無
54	PII-7-76	RG-2E-8	Tihange 2	FTT	CW316	340	30	1,000	2	Oリング	76	796	997	0.80	2	有
55	PII-9-20	TTO-20-80	Tihange 2	FTT	CW316	320	30	1,000	2	Oリング	80	400	1,000	0.40	> 4,350	無
56	PII-9-35	TTO-1-052	Tihange 2	FTT	CW316	320	30	1,000	2	Oリング	80	420	1,000	0.42	896	有

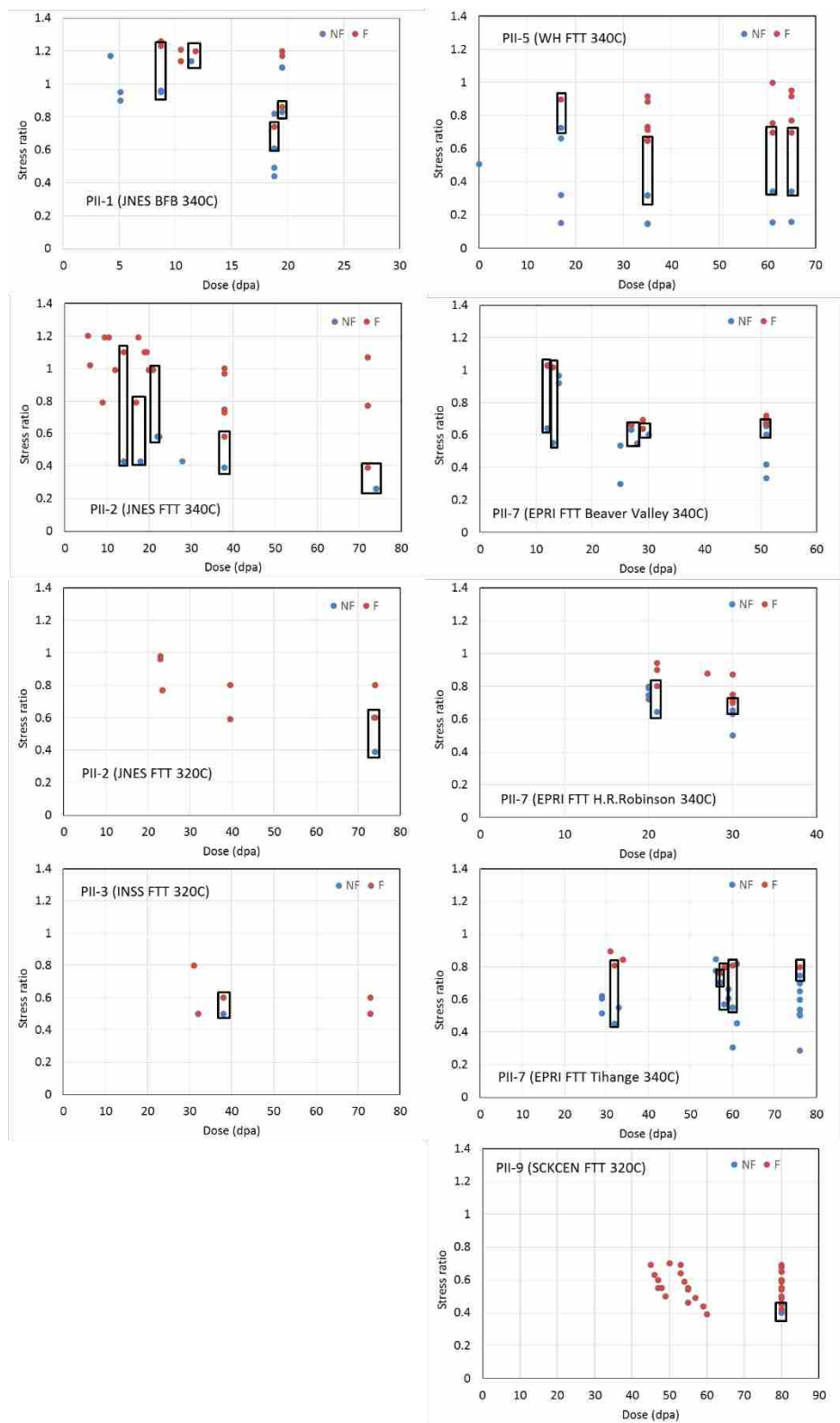


図 3.2.2-90 IASCC 発生応力の傾向検討に使用したデータ対(PWR 分野)

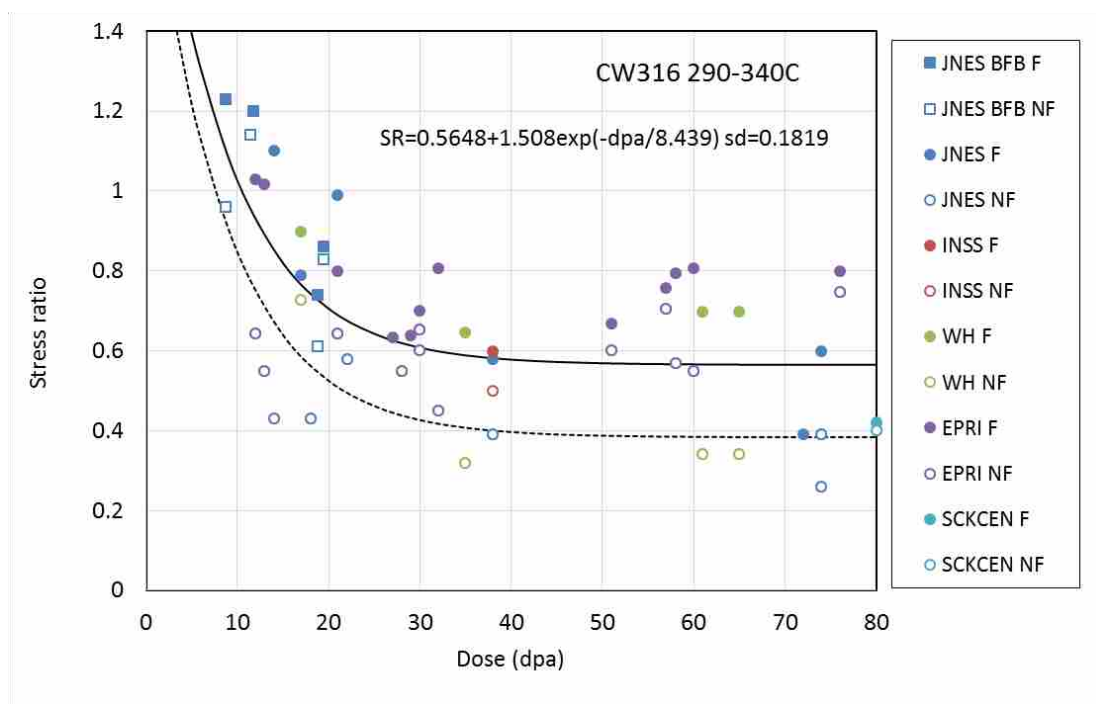
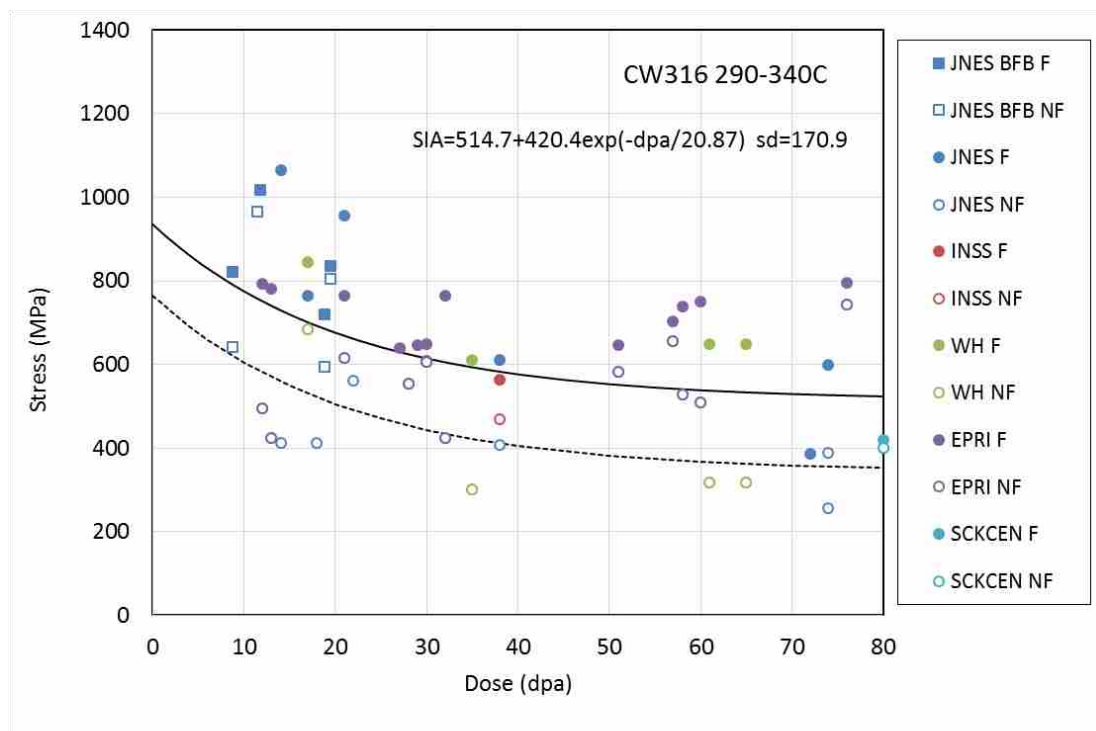


図 3.2.2-91 IASCC 発生の傾向線と検討に使用したデータ(PWR 分野)
(上: 発生応力、下: 発生応力比)

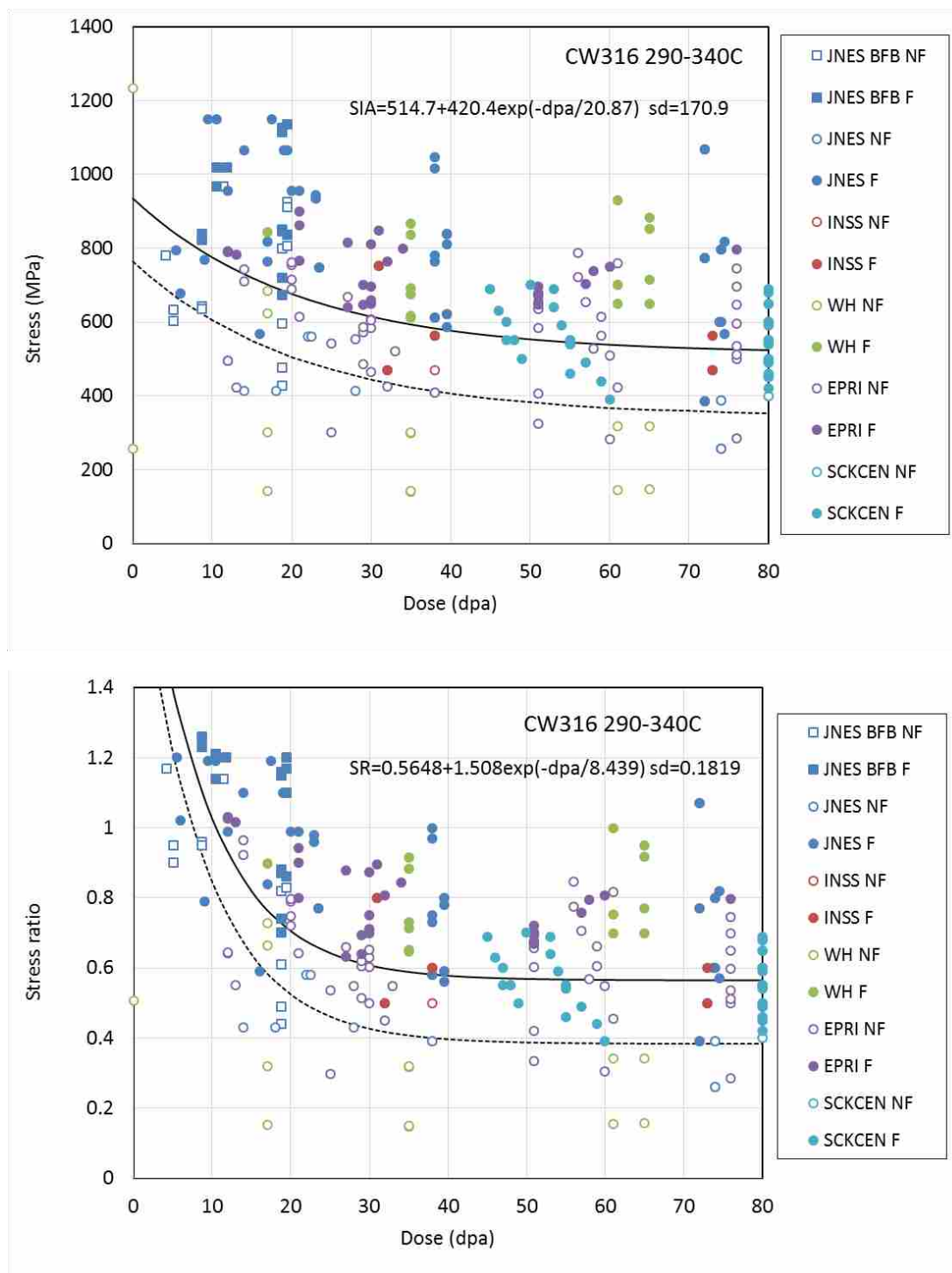


図 3.2.2-92 IASCC 発生の傾向線と収集したすべてのデータ(PWR 分野)
(上: 発生応力、下: 発生応力比)ここまで

(6) IASCC進展

① 既存の傾向式

IASCC 進展の予測は、BWR 炉内構造物の健全性評価におけるシュラウド等での亀裂サイズの評価において不可欠であるため、IASCC 進展試験とデータに基づく検討が広く行われている。また、PWR においても厚板構造物である炉心その溶接部では BWR のシュラウドと同様な評価が行われる場合があるため、同様な進展試験とデータに基づく検討が行われているが BWR に比較して試験例は多くない。

IASCC 進展試験は、照射後試験として照射材の CT 試験片に応力を負荷し、ポテンシャルドロップ法によりオンラインで亀裂長さを計測する方法で行われている。また、同様な試験を試験炉の中で行う炉内試験も Halden 炉や JMTR で行われている。材料、照射量、負荷応力(応力拡大係数)、水質などがパラメータである。一般には、IGSCC の進展速度での取り扱いを拡張した取り扱いが行われ、亀裂進展速度(da/dt)と応力拡大係数(K)の関係式

$$da/dt = C \cdot K^n$$

における定数 C と K について照射量等の影響を考慮する検討が行われている。

国内では Takakura らが、原子力安全基盤機構の IASCC プロジェクトで得られた JMTR 照射材のデータに基づき、304LSS と 316LSS の亀裂進展速度式を定式化している[3.2.2-284], [3.2.2-285]。亀裂進展速度は低照射量では照射量に依存して増加しその後飽和するので、照射量(D)の依存項で補正した次の式を基本式とし、最小二乗法でデータにフィッティングして係数を決定している。

$$da/dt = C \cdot K^n \cdot D^m$$

BWR の通常水質 NWC($ECP > +140 \text{ mV}_{\text{SHE}}$)に対して進展速度式を報告している。なお、単位は $da/dt(\text{m/s})$ 、 $K(\text{MPa}\sqrt{\text{m}})$ 、 $D(\text{dpa})$ である。

316L:

$$\begin{aligned} da/dt &= 4.60 \times 10^{-12} \cdot K^{1.23} \cdot D^{1.83} \quad (D < 4 \text{ dpa}) \\ da/dt &= 5.85 \times 10^{-11} \cdot K^{1.23} \quad (4 \text{ dpa} < D < 11 \text{ dpa}) \end{aligned}$$

304L:

$$\begin{aligned} da/dt &= 8.13 \times 10^{-12} \cdot K^{1.22} \cdot D^{1.95} \quad (D < 2.1 \text{ dpa}) \\ da/dt &= 3.48 \times 10^{-11} \cdot K^{1.22} \quad (2.1 \text{ dpa} < D < 13 \text{ dpa}) \end{aligned}$$

適用範囲はフィッティングしたデータの範囲から決まっており、照射量の上限は 11~13 dpa、 $K=10\sim30 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$ である。図 3.2.2-93 に 316LSS と 304LSS についてデータと進

展速度式の値の関係を示す。

また、国内で BWR の炉内構造物の評価に関して、日本機械学会の維持基準[3.2.2-286] や原子力安全推進協会の炉内構造物点検ガイドライン[3.2.2-287] で参照されてきたのは、発電設備技術検査協会が実施したプロジェクトで GE が作成したモデル式である [3.2.2-288]。照射による感受性の変化を、鋭敏化度と同様な耐食性の変化と照射硬化による機械的性質の変化として扱いモデル化したもので、亀裂先端電流密度の変化に対する定数 n と、亀裂先端ひずみ速度の補正係数 C を用いて次の式が用いられている。

$$da/dt = 7.8 \times 10^{-2} \cdot n^{3.6} \cdot (CK^4)^n$$

進展速度 da/dt は mm/s 単位、応力拡大係数 K は $\text{MPa}\sqrt{\text{m}}$ 単位である。 C について、照射量 $F(\text{n/cm}^2(\text{E}>1 \text{ MeV}))$ に対して次の式を与えている。

$$C = 4.1 \times 10^{-14} \quad F < 1.4 \times 10^{23} \text{ n/cm}^2$$

$$C = 1.14 \times 10^{-13} \cdot \ln(F) - 4.98 \times 10^{-12} \quad 1.4 \times 10^{23} < F < 3 \times 10^{25} \text{ n/cm}^2$$

$$C = 6.59 \times 10^{-13} \quad F > 3 \times 10^{25} \text{ n/cm}^2$$

n は腐食電位、導電率、照射量により複雑に変化し、図の形で示されている。

EPRI は様々な試験プロジェクトからのデータを収集するとともに、試験条件によるデータの質を詳細に検討して選別したデータに対して、亀裂進展の傾向線を作成している [3.2.2-289], [3.2.2-290]。BWR の NWC に相当する高 ECP と、BWR の HWC と PWR に相当する低 ECP の 2 種を対象として、適切な保守性を担保するためデータ分布の 75% が含まれるような 75% 傾向線を提案している。亀裂進展速度 $da/dt(\text{mm/s})$ の基本式は、温度 $T(^{\circ}\text{C})$ と応力拡大係数 $K(\text{MPa}\sqrt{\text{m}})$ と照射後耐力 $\sigma_{0.2}(\text{MPa})$ をパラメータとした次の式である。

$$da/dt = C \cdot \exp\left[-Q/R \cdot (1/T - 1/T_{ref})\right] \cdot \sigma_{0.2}^v \cdot K^u$$

Q は活性化エネルギー、 R はガス定数、 T_{ref} は参照温度、 C 、 v 、 u は定数である。PWR と BWR で共通式とするため温度をパラメータとし、照射量の代わりに耐力をパラメータとしているのが特徴である。データフィッティングで得られた 75% 傾向線に対応する係数は表 3.2.2-29 のとおりである。表の値を用いて、288 $^{\circ}\text{C}$ での BWR の NWC と HWC の式、PWR でよく使われる 325 $^{\circ}\text{C}$ での式を計算した結果は以下のとおりである。

$$da/dt(\text{NWC}, 288^{\circ}\text{C}) = 2.84 \times 10^{-17} \cdot \sigma_{0.2}^{2.675} \cdot K^{2.486}$$

$$da/dt(\text{HWC}, 288^{\circ}\text{C}) = 1.35 \times 10^{-17} \cdot \sigma_{0.2}^{2.547} \cdot K^{2.504}$$

$$da/dt(\text{PWR}, 325^{\circ}\text{C}) = 4.73 \times 10^{-17} \cdot \sigma_{0.2}^{2.547} \cdot K^{2.504}$$

なお、材料は 300 シリーズのオーステナイトステンレス鋼で共通であり、耐力の推定には 5.1.1 節で紹介した EPRI の開発した耐力相関式が使われている [3.2.2-291]。図

3.2.2-94 は耐力を 700 MPa とした時の各式による傾向線とデータの関係を示している。データのばらつきが大きい、データの 75%を包絡するように傾向線が設定されていることがわかる。

ANL の Chopra は、NUREG-0313 に示された非照射のステンレス鋼の亀裂進展速度に関する次の式をベースに、照射による A の変化を検討している[3.2.2-292] [3.2.2-293]。

$$da/dt = A \cdot K^{2.161}$$

なお、非照射材では BWR における鋭敏化ステンレス鋼の高溶存酸素環境(8ppm)で $A = 2.1 \times 10^{-13}(\text{m/s})$ とされている。

照射材では図 3.2.2-95 に示されているようにしきい照射量を定め、それ以下では NUREG-0313 の値を用いるが、それ以上で照射量とともに進展速度が増加するとしている。BWR NWC ではしきい照射量は 0.45 dpa で A を与える式は、

$$A = 1.21 \times 10^{-12} + 2.65 \times 10^{-12} \cdot \log(dpa)$$

BWR HWC ではしきい照射量は 2.7 dpa で A を与える式は、

$$A = 2.76 \times 10^{-12} + 6.82 \times 10^{-12} \cdot \log(dpa)$$

が示されている。この式でデータの 75%が包絡されるとしている。PWR については BWR HWC のデータと合わせて整理されており、図 3.2.2-96 のように、しきい照射量は約 3 dpa で A を与える式として次の式が示されている。

$$A = -1.79 \times 10^{-9} + 4.42 \times 10^{-10} \cdot \log(dpa)$$

以上の式はいずれも材料は 300 シリーズのオーステナイトステンレス鋼で共通である。照射量の代わりに照射材の耐力をパラメータとした傾向線も検討しており、BWR NWC では亀裂進展速度が増加し始めるしきい耐力は約 300 MPa で、A を与える式として、

$$A = -1.0 \times 10^{-9} + 4.3 \times 10^{-8} \cdot \log(\sigma_y)$$

BWR HWC ではしきい耐力は約 550 MPa で、A を与える式として、

$$A = -2.7 \times 10^{-8} + 1.0 \times 10^{-8} \cdot \log(\sigma_y)$$

が示されている。

② データの選定

今年度は収集した BWR 分野のデータの中からデータを選定し傾向式を検討した。進展データはばらつきが非常に大きいので、データ数を考慮しながら不確定要素の少ないデータを選択する必要がある。まず、データは大きく分けて炉外試験と炉内試験があるが、

データが比較的系統的にとられている炉外試験のデータから選定した。試験方法は CT 試験片を用いた定荷重の試験に限定し、定期除荷や繰返し荷重のデータは除いた。文献ではそれぞれの試験において、破壊力学的観点から平面ひずみ条件の適合性で validity が示されているとともに、進展速度の安定性、試験環境の安定性、速度を定義した試験時間の長さ、等の観点で有効性が示されている例もあるが、海外文献の場合は詳細な亀裂進展図(亀裂長さの時間変化)が例として少数のみ示されている場合が多く、データの有効性の判別がかなり困難である。したがって、ここでは国内データから有効性が判断できるデータに限定して選定した。

表 3.2.2-29 に選定したデータを示す。原子力安全基盤機構の IASCC プロジェクトの JMTR 照射材データ[3.2.2-284]、Ooki らの BWR 実機材のデータ[3.2.2-294]、Kaji らの JMTR 照射材のデータ[3.2.2-295] を選定した。IASCC プロジェクトのデータではプロジェクトにおいてスクリーニングで有効とされたデータを選定した(データシートのスクリーニングの欄参照)。データ数は IASCC プロジェクトデータが 57 データ、Ooki らのデータが 23 データ、Kaji らのデータが 9 データで合計 89 データである。水質条件に関して、NWC と HWC の区分は、NWC は 100mV 以上、HWC は 200mV 以下とした。ECP が示されていない場合は、溶存酸素 DO が 8ppm 以上は NWC、0.02ppm 以下は HWC として扱った。NWC データは 54 データ、HWC は 30 データであり、中間的な ECP でどちらにも入らないデータが 5 データである。

図 3.2.2-97 には選定したデータの照射量と K 値との関係を示した。NWC と HWC いずれも、照射量は最大 12~13 dpa で、K の範囲は 10~28 MPa^{m0.5} である。高照射量の 10 dpa 付近では K の範囲は小さい。

図 3.2.2-98 には選定したデータの進展速度と照射量、K 値の関係を示す。照射量に対しては、進展速度の対数が飽和傾向をしめす。K 値に対しては顕著な依存性は見られず全体として高 K 値で進展速度がやや大きい傾向は見られるが、ばらつきが大きい。

③ 傾向式の検討

BWR 環境での SCC の進展速度は、応力に関する因子 A、材料に関する因子、環境に関する因子に依存するとされる。照射による IASCC 進展速度の増加の原因には定説はないが、これら 3 つの因子の照射による影響を考える必要がある。

材料に関しては、機械的性質の変化などと同様に照射量 F をパラメータとして飽和型の関数が適切と考えられるが、進展速度の場合は進展速度の対数が飽和する傾向がみられるので次の関数形を仮定した。

$$M(F) = 10^{[a + b \cdot \exp(-F/c)]}$$

環境に関しては、NWC と HWC に対してそれぞれ傾向式を検討することとし、環境をあらわす関数は使用しなかった。

応力に関しては、応力拡大係数 K をパラメータとして $S(K) = K^n$ の形が一般に用いられる。依存性を表す n の照射による変化については、変化の有無や変化の仕方については統一的な見解はない。前述の EPRI の式では n の変化はないとしている。照射量とともに変化すると考える場合には、 $n = n(F)$ として関数化する必要があるが、照射により変化しない場合には n をある値に固定して検討する必要がある。ここでは、 n については以下の 3 つの場合を検討した。

- (a) $n(F)$ をデータから決定する場合
- (b) $n(F)$ と $M(F)$ と合わせてフィッティングする場合
- (c) n を一定値とする場合

④ 傾向式

a. $n(F)$ をデータから決定する場合

収集したデータの中から、ほぼ同一の照射量で K の範囲が比較的大きいデータを選びそれぞれの n を決定した。図 3.2.2-99 の上図にそのデータを示す。それらのデータは図 3.2.2-99 の下図のように照射量とともに減少して飽和する傾向を示す。この傾向を $A + B \cdot \exp(-F/C)$ の関数形を用いて最小 2 乗法でフィッティングすると次の式が得られる。なお、未照射データとして維持基準の進展式の 2.161 を用いている。

$$n(F) = 0.3921 + 1.7678 \cdot \exp(-dpa/2.427)$$

この $n(F)$ 式を固定した次の式で NWC と HWC のそれぞれの傾向式を検討した。

$$\begin{aligned} da/dt &= 10^A [A + B \cdot \exp(-F/C)] \cdot K^{n(F)} \\ n(F) &= 0.3921 + 1.767 \cdot \exp(-F/2.427) \end{aligned}$$

フィッティングは傾向式の両辺の対数を取り次の式に対して最小 2 乗法により行った。最小 2 乗法には EXCEL の SOLVER を用い重みは使用しなかった。得られる標準偏差 sd は $\log(da/dt)$ に対する偏差となる。

$$\log(da/dt) = A + B \cdot \exp(-F/C) + n(F) \cdot K$$

得られた傾向式は次のとおりである。

NWC:

$$da/dt = 3.422 \times 10^{-10} * 10^{[-5.272 \cdot \exp(-dpa/1.246)]} * K^n \quad sd=0.4072$$

HWC:

$$\begin{aligned} da/dt &= 2.615 \times 10^{-11} * 10^{[-3.496 \cdot \exp(-dpa/2.553)]} * K^n \quad sd=0.5942 \\ n &= 0.3921 + 1.767 \cdot \exp(-dpa/2.427) \end{aligned}$$

NWC の傾向式について、図 3.2.2-100 に進展速度と照射量、K 値との関係を示す。また、図 3.2.2-101 には、データと傾向線による計算値の関係、偏差(データと計算値の差)と照射量、K 値の関係を示す。HWC については図 3.2.2-102 と図 3.2.2-103 に示す。

NWC の傾向式は照射量に対して飽和した後若干減少しているが、これは照射量の増加とともに n が 2.161 から 0.5 以下に低下するため、 K^n の値が大きく減少するためである。HWC の傾向式は照射量と K 値に対して一定の傾向となっているがデータのばらつきが大きい。

b. $n(F)$ と $M(F)$ と合わせてフィッティングする場合

このケースでは $n(F)$ を単独で決定せず、 $M(F)$ とあわせて次の式で NWC と HWC のそれぞれの傾向式を検討した。

$$\begin{aligned} da/dt &= 10^{[A + B \cdot \exp(-F/C)]} \cdot K^{n(F)} \\ n(F) &= a + b \cdot \exp(-F/c) \end{aligned}$$

フィッティングの方法は(a)の場合と同じである。得られた傾向式は次のとおりである。なお、HWC 条件ではデータが少なく、小さい進展速度でばらつきが大きいので、 $n(F)$ については NWC で得られた関数を固定して用いた。

NWC:

$$da/dt = 3.237 \times 10^{-11} * 10^{[-4.307 \cdot \exp(-dpa/1.045)]} * K^n \quad sd=0.4030$$

HWC:

$$\begin{aligned} da/dt &= 1.982 \times 10^{-12} * 10^{[-3.496 \cdot \exp(-dpa/2.553)]} * K^n \quad sd=0.5971 \\ n &= 1.350 + 0.8111 \cdot \exp(-dpa/1.868) \end{aligned}$$

NWC の傾向式について、図 3.2.2-104 に進展速度と照射量、K 値との関係を示す。また、図 3.2.2-105 には、データと傾向線による計算値の関係、偏差(データと計算値の差)と照射量、K 値の関係を示す。HWC については図 3.2.2-106 と図 3.2.2-107 に示す。

K 依存性の式と図からわかるように、この傾向式の $n(F)$ はデータから決定する場合(n の飽和値は 0.392)に比べて、K 依存性の照射による変化が小さくなっており、 n は 1.35 に飽和している。このため進展速度は照射量に対して飽和後にはほとんど低下していない。HWC の同様である。

c. n を一定値とする場合

このケースでは n の値を一定に決定し、次の式で NWC と HWC のそれぞれの傾向式を検討した。 N の値として、図 3.2.2-99 に示した照射材の n の値の平均値である $n=1.131$ を用いた。

$$da/dt = 10^{[A + B \cdot \exp(-F/C)]} \cdot K^n$$

$$n = 1.131$$

フィッティングの方法はa.の場合と同じである。得られた傾向式は次のとおりである。

NWC:

$$da/dt = 6.676 \times 10^{-11} * 10^{[-3.546 \cdot \exp(-dpa/0.8567)]} * K^n \quad sd=0.4282$$

HWC:

$$da/dt = 3.497 \times 10^{-12} * 10^{[-1.357 \cdot \exp(-dpa/2.860)]} * K^n \quad sd=0.5786$$

$$n = 1.131$$

NWC の傾向式について、図 3.2.2-108 に進展速度と照射量、K 値との関係を示す。また、図 3.2.2-109 には、データと傾向線による計算値の関係、偏差(データと計算値の差)と照射量、K 値の関係を示す。HWC については図 3.2.2-110 と図 3.2.2-111 に示す。K を一定値としているので進展速度は照射量に対して完全に飽和する。

上記の3ケースのnを比較して図 3.2.2-112 に示すが、nの設定が大きく異なる。傾向線のデータに対する偏差は大きく異なっておらず、いずれの傾向式もデータの説明性は同程度である。K依存性としてどれが優れているかについては10 dpa以上でのデータの拡充が必要と考えられる。

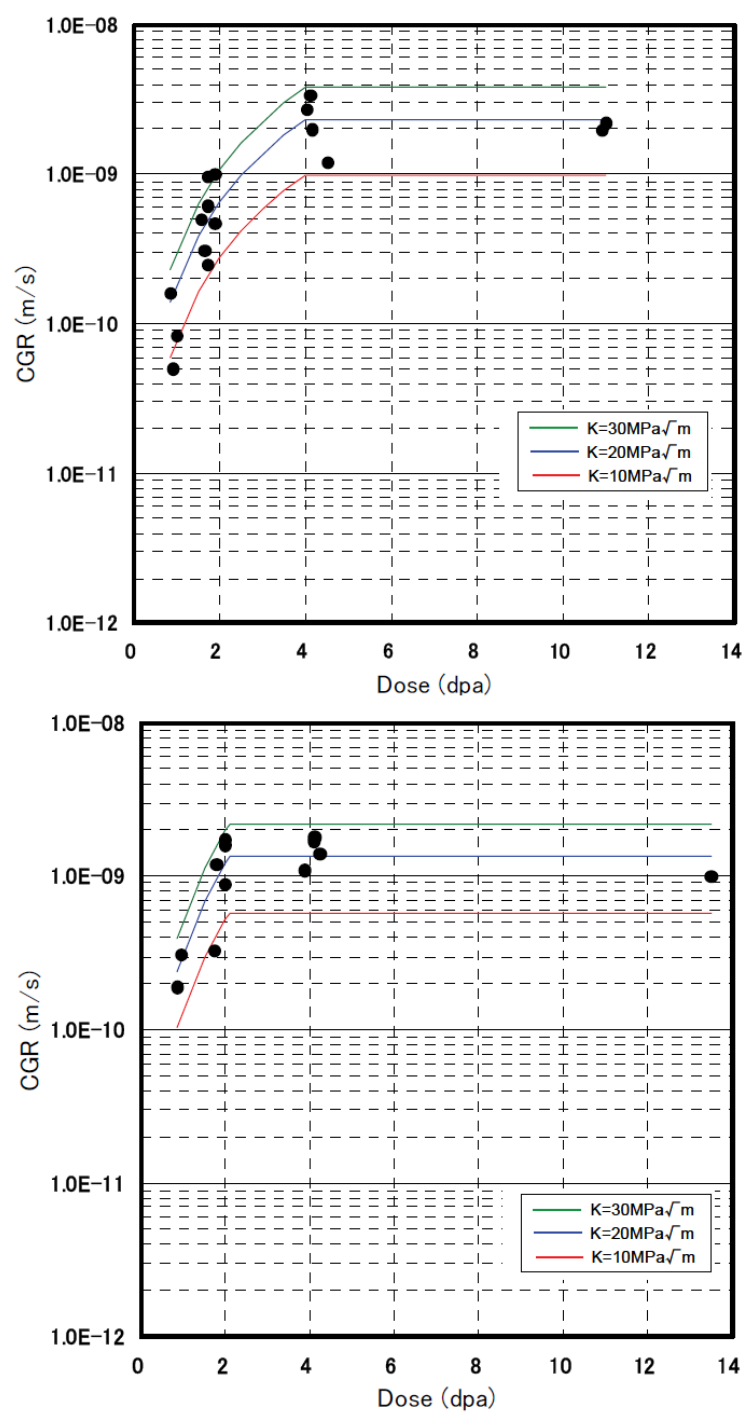


図 3.2.2-93 Takakura らによる BWR NWC における(上)316L と(下)304L の亀裂進展式 [3.2.2-285]

表 3.2.2-28 EPRI の亀裂進展傾向線の係数[3.2.2-289]

Constant	NWC	Low-ECP HWC & PWR
Coefficient C for 75 th percentile of calibration data	2.84×10^{-17}	2.90×10^{-17}
Activation Energy Q (kJ/mol)	72.20	94.61
Gas constant, R (J/(mol-K))	8.314	8.314
Reference Temperature, T_{ref}	288°C	310°C
Exponent u on K	2.486	2.504
Exponent v on $\sigma_{0.2}$	2.675	2.547

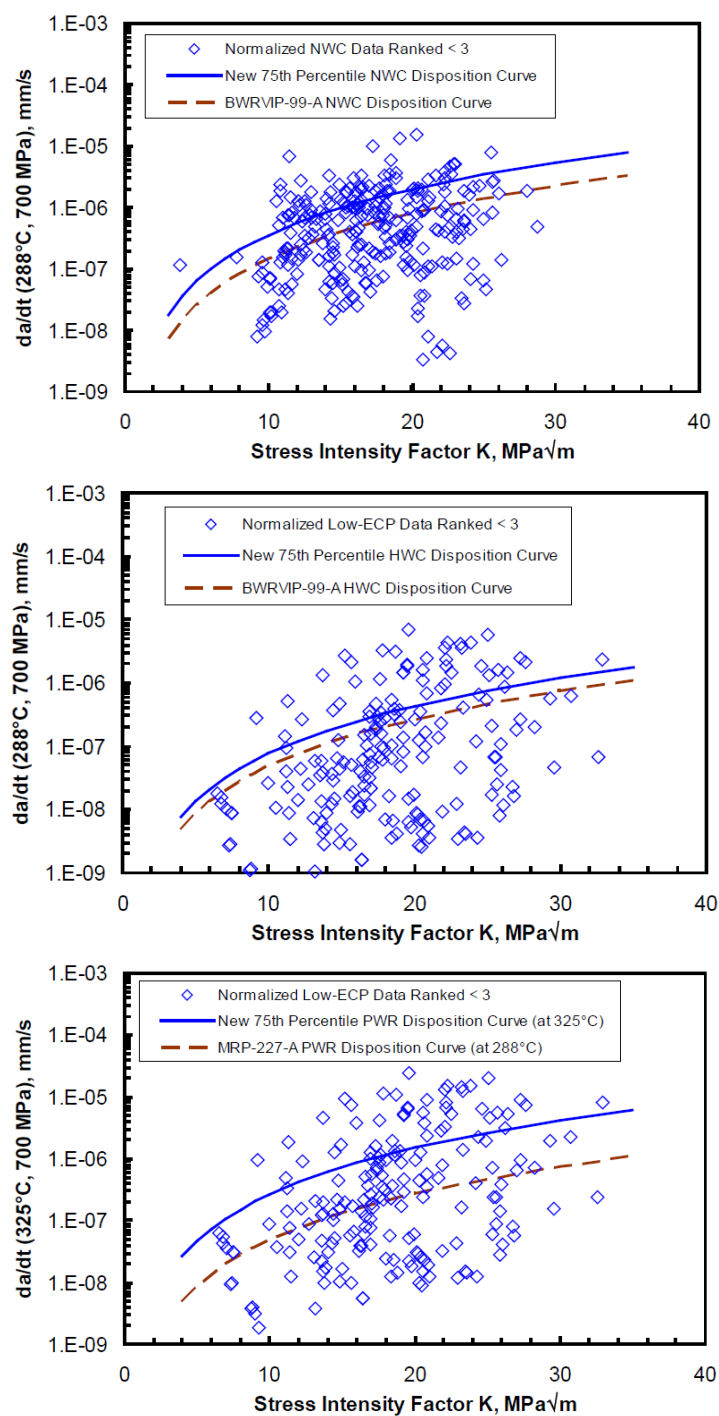


図 3.2.2-94 EPRI の 75% 亀裂進展傾向線[3.2.2-290] (耐力~700 MPa)
 (上)BWR NWC, 288°C、(中)BWR HWC, 288°C、(下)PWR, 325°C

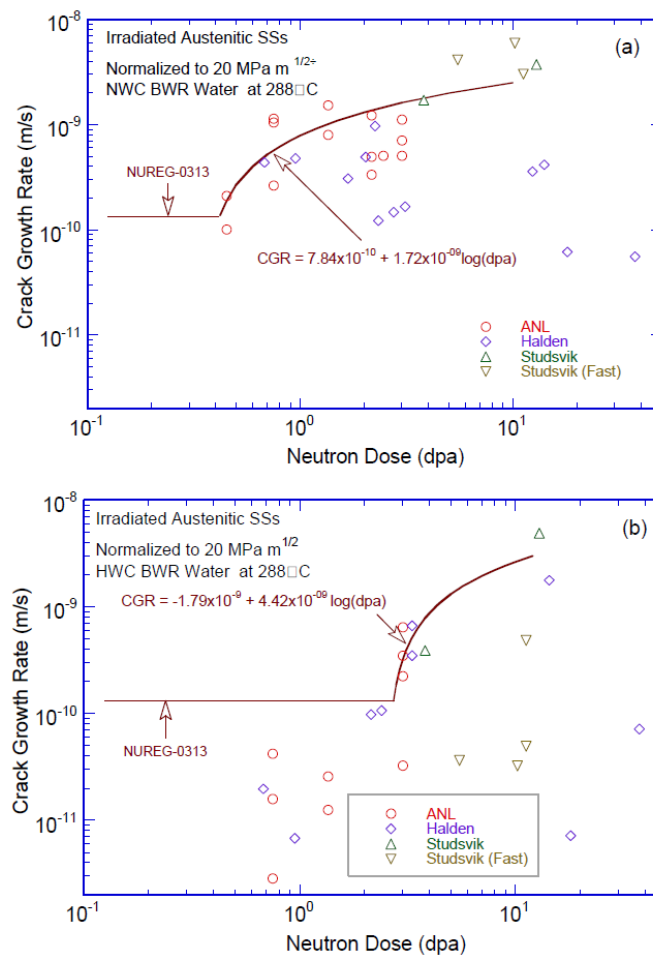


図 3.2.2-95 Chopra による BWR の亀裂進展傾向線
(上)NWC(下)HWC [3.2.2-293]

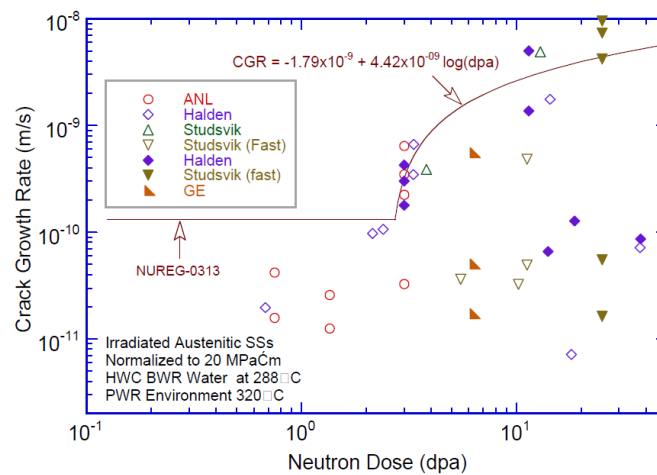


図 3.2.2-96 Chopra による PWR と BWR HWC の亀裂進展傾向線[3.2.2-293]

表 3.2.2-29 IASCC 進展の傾向線の検討に用いたデータ(BWR 分野)

No.	DB	試験片 番号	照射炉	採取 部位	鋼種	照射量 (dpaへの換算を含む)		照射 温度 (℃)	試験 温度 (℃)	試験環境		ECP	試験片 形状	試験 時間 (hr)	応力拡大係 数 (MPa√m)	き裂進展速度 (m/s)
		No.				(n/m ² E>1MeV)	(dpa)			DO (ppm)	DH (ppm)	(mVSHE)	-			
1	BIG-1-1	A104	JMTR	-	316L	5.93E+24	0.99	262-302	288	32	-	140	0.5TCT	323	20.6	8.3E-11
2	BIG-1-3	A103	JMTR	-	316L	5.16E+24	0.86	262-302	288	32	-	140	0.5TCT	370	15.8	1.6E-10
3	BIG-1-5	A204	JMTR	-	316L	1.03E+25	1.72	262-302	288	32	-	140	0.5TCT	308	15.6	2.5E-10
4	BIG-1-9	A201	JMTR	-	316L	9.91E+24	1.65	262-302	288	32	-	140	0.5TCT	337	12.1	3.1E-10
5	BIG-1-11	A202	JMTR	-	316L	9.35E+24	1.56	262-302	288	32	-	140	0.5TCT	145	20.4	5.0E-10
6	BIG-1-14	A303	JMTR	-	316L	2.42E+25	4.03	262-302	288	32	-	140	0.5TCT	120	22.0	2.7E-09
7	BIG-1-16	A307	JMTR	-	316L	2.47E+25	4.11	262-302	288	32	-	140	0.5TCT	76	24.3	3.4E-09
8	BIG-1-18	A208	JMTR	-	316L	1.13E+25	1.89	262-302	288	28	-	140	0.5TCT	151	23.5	4.7E-10
9	BIG-1-19	A208	JMTR	-	316L	1.13E+25	1.89	262-302	288	26	-	150	0.5TCT	132	25.6	1.0E-09
10	BIG-1-23	A203	JMTR	-	316L	1.00E+25	1.73	262-302	288	32	-	200	0.5TCT	308	17.0	6.2E-10
11	BIG-1-25	A301	JMTR	-	316L	2.71E+25	4.52	262-302	288	32	-	150	0.5TCT	77	11.3	1.2E-09
12	BIG-1-27	A302	JMTR	-	316L	2.49E+25	4.15	262-302	288	32	-	150	0.5TCT	74	16.7	2.0E-09
13	BIG-1-29	A402	JMTR	-	316L	6.53E+25	10.90	262-302	288	32	-	150	0.5TCT	255	12.8	2.0E-09
14	BIG-1-31	A404	JMTR	-	316L	6.61E+25	11.00	262-302	288	32	-	150	0.5TCT	95	16.8	2.2E-09
15	BIG-1-37	A207	JMTR	-	316L	1.03E+25	1.72	262-302	288	32	-	140	0.5TCT	35	26.2	9.7E-10
16	BIG-1-39	H101	JMTR	-	304L	5.62E+24	0.94	262-302	288	32	-	140	0.5TCT	335	20.7	3.1E-10
17	BIG-1-41	H102	JMTR	-	304L	5.22E+24	0.87	262-302	288	32	-	140	0.5TCT	474	15.3	1.9E-10
18	BIG-1-45	H205	JMTR	-	304L	1.04E+25	1.74	262-302	288	32	-	140	0.5TCT	307	17.5	3.3E-10
19	BIG-1-49	H202	JMTR	-	304L	1.19E+25	1.99	262-302	288	32	-	140	0.5TCT	330	14.2	8.9E-10
20	BIG-1-51	H203	JMTR	-	304L	1.07E+25	1.79	262-302	288	32	-	140	0.5TCT	194	22.6	1.2E-09
21	BIG-1-53	H204	JMTR	-	304L	1.19E+25	1.99	262-302	288	32	-	150	0.5TCT	100	24.0	1.6E-09
22	BIG-1-56	H301	JMTR	-	304L	2.45E+25	4.08	262-302	288	32	-	140	0.5TCT	92	14.3	1.7E-09
23	BIG-1-62	H306	JMTR	-	304L	2.32E+25	3.87	262-302	288	32	-	140	0.5TCT	214	10.5	1.1E-09
24	BIG-1-64	H206	JMTR	-	304L	1.19E+25	1.98	262-302	288	32	-	200	0.5TCT	140	17.4	1.7E-09
25	BIG-1-70	H303	JMTR	-	304L	2.54E+25	4.23	262-302	288	32	-	150	0.5TCT	88	14.2	1.4E-09
26	BIG-1-72	H305	JMTR	-	304L	2.50E+25	4.11	262-302	288	32	-	150	0.5TCT	88	24.2	1.8E-09
27	BIG-1-74	H403	JMTR	-	304L	8.11E+25	13.50	262-302	288	32	-	100	0.5TCT	227	11.8	1.0E-09
28	BIG-1-78	R103	JMTR	-	304	3.70E+24	0.62	262-302	288	32	-	150	0.5TCT	768	20.6	8.0E-11
29	BIG-1-79	R104	JMTR	-	304	4.30E+24	0.71	262-302	288	32	-	150	0.5TCT	768	15.6	7.6E-11
30	BIG-1-81	R303	JMTR	-	304	2.41E+25	4.02	262-302	288	32	-	150	0.5TCT	43	26.5	1.9E-09
31	BIG-1-82	R306	JMTR	-	304	2.10E+25	3.47	262-302	288	32	-	150	0.5TCT	73	14.9	5.3E-10
32	BIG-1-88	R404	JMTR	-	304	5.18E+25	8.60	262-302	288	32	-	150	0.5TCT	180	11.3	3.7E-10
33	BIG-1-91	R406	JMTR	-	304	5.55E+25	9.20	262-302	288	32	-	150	0.5TCT	95	15.5	9.6E-10
34	BIG-1-12	A202	JMTR	-	316L	9.35E+24	1.56	262-302	288	0.05	-	-30	0.5TCT	371	23.9	3.6E-10
35	BIG-1-60	H302	JMTR	-	304L	2.35E+25	3.92	262-302	288	0.03	-	-20	0.5TCT	366	12.2	6.4E-10
36	BIG-1-71	H303	JMTR	-	304L	2.54E+25	4.23	262-302	288	0.01	-	-50	0.5TCT	535	14.7	7.0E-11
37	BIG-1-73	H305	JMTR	-	304L	2.50E+25	4.11	262-302	288	0.01	-	-50	0.5TCT	535	26.0	7.9E-10
38	BIG-1-75	H403	JMTR	-	304L	8.11E+25	13.50	262-302	288	0.01	-	-150	0.5TCT	303	12.7	1.8E-10
39	BIG-1-2	A104	JMTR	-	316L	5.93E+24	0.99	262-302	288	0.02	-	-230	0.5TCT	553	20.8	< 7.2E-12
40	BIG-1-4	A103	JMTR	-	316L	5.16E+24	0.86	262-302	288	0.02	-	-240	0.5TCT	120	16.1	< 1.2E-11
41	BIG-1-6	A204	JMTR	-	316L	1.03E+25	1.72	262-302	288	0.02	-	-240	0.5TCT	410	16.0	< 9.4E-12
42	BIG-1-20	A208	JMTR	-	316L	1.13E+25	1.89	262-302	288	0.01	-	-230	0.5TCT	142	27.1	< 2.7E-11
43	BIG-1-24	A203	JMTR	-	316L	1.00E+25	1.73	262-302	288	0.01	-	-200	0.5TCT	819	18.0	< 1.0E-11
44	BIG-1-26	A301	JMTR	-	316L	2.71E+25	4.52	262-302	288	0.01	-	-200	0.5TCT	458	11.7	1.9E-11
45	BIG-1-28	A302	JMTR	-	316L	2.49E+25	4.15	262-302	288	0.01	-	-200	0.5TCT	412	18.2	5.7E-11
46	BIG-1-32	A404	JMTR	-	316L	6.61E+25	11.00	262-302	288	0.01	-	-200	0.5TCT	215	18.5	9.6E-11
47	BIG-1-38	A207	JMTR	-	316L	1.03E+25	1.72	262-302	288	0.01	-	-240	0.5TCT	1650	26.6	< 3.0E-12
48	BIG-1-40	H101	JMTR	-	304L	5.62E+24	0.94	262-302	288	0.02	-	-230	0.5TCT	526	20.7	< 7.2E-12
49	BIG-1-42	H102	JMTR	-	304L	5.22E+24	0.87	262-302	288	0.02	-	-240	0.5TCT	121	15.4	< 1.2E-11
50	BIG-1-46	H205	JMTR	-	304L	1.04E+25	1.74	262-302	288	0.02	-	-240	0.5TCT	420	18.0	< 9.4E-12
51	BIG-1-48	H201	JMTR	-	304L	1.07E+25	1.78	262-302	288	0.02	-	-200	0.5TCT	1654	27.4	5.0E-12
52	BIG-1-54	H204	JMTR	-	304L	1.19E+25	1.99	262-302	288	0.02	-	-240	0.5TCT	130	25.2	< 3.2E-11
53	BIG-1-55	H204	JMTR	-	304L	1.19E+25	1.99	262-302	288	0.02	-	-270	0.5TCT	170	25.3	< 2.4E-11
54	BIG-1-65	H206	JMTR	-	304L	1.19E+25	1.98	262-302	288	0.01	-	-200	0.5TCT	730	19.4	1.0E-11
55	BIG-1-80	R303	JMTR	-	304	2.41E+25	4.02	262-302	288	0.01	-	-200	0.5TCT	138	28.3	1.8E-10
56	BIG-1-89	R404	JMTR	-	304	5.18E+25	8.60	262-302	288	0.01	-	-200	0.5TCT	216	11.6	5.4E-11
57	BIG-1-90	R406	JMTR	-	304	5.55E+25	9.20	262-302	288	0.01	-	-200	0.5TCT	215	16.2	5.5E-11
58	BIG-2-2	-	国内BWR	シュラウド	304	2.40E+24	0.34	-	288	32	-	-	0.7TCT	-	12.0	< 2.0E-12
59	BIG-2-3	-	国内BWR	シュラウド	304	3.20E+24	0.46	-	288	32	-	-	0.7TCT	-	12.0	< 2.0E-12
60	BIG-2-4	-	国内BWR	シュラウド	304	4.40E+24	0.63	-	288	32	-	-	0.7TCT	-	13.5	< 2.0E-12
61	BIG-2-5	-	国内BWR	上部格子板	316	5.20E+24	0.74	-	288	32	-	-	0.5TCT	-	13.5	< 2.0E-12
62	BIG-2-6	-	国内BWR	上部格子板	316	5.20E+24	0.74	-	288	32	-	-	0.5TCT	-	12.6	< 2.0E-12
63	BIG-2-8	-	国内BWR	上部格子板	316	2.30E+24	0.33	-	288	32	-	-	0.5TCT	-	10.5	< 2.0E-12
64	BIG-2-9	-	国内BWR	上部格子板	316	2.30E+24	0.33	-	288	32	-	-	0.5TCT	-	10.5	< 2.0E-12
65	BIG-2-17	-	国内BWR	シュラウド	304	5.10E+24	0.73	-	288	32	-	-	1TCT	-	11.7	1.0E-10
66	BIG-2-18	-	国内BWR	シュラウド	304	4.40E+24	0.63	-	288	32	-	-	0.7TCT	-	12.4	5.6E-11
67	BIG-2-19	-	国内BWR	シュラウド	304	1.50E+24	0.21	-	288	32	-	-	1TCT	-	22.5	8.0E-12
68	BIG-2-20	-	国内BWR	シュラウド	304	4.50E+24	0.64	-	288	32	-	-	1TCT	-	23.3	2.5E-10
69	BIG-2-21	-	国内BWR	シュラウド	304	1.60E+24	0.23	-	288	32	-	-	1TCT	-	24.1	3.1E-11
70	BIG-2-22	-	国内BWR	上部格子板	316	1.20E+25	1.71	-	288	32	-	-	0.5TCT	-	22.5	4.4E-10
71	BIG-2-23	-	国内BWR	上部格子板	316	1.20E+25	1.71	-	288	32	-	-	0.5TCT	-	23.2	5.6E-10
72	BIG-2-1	-	国内BWR	シュラウド	304	1.60E+24	0.23	-	288	0.002	0.02	-	1TCT	-	10.5	< 2.0E-12
74	BIG-2-10	-	国内BWR	シュラウド	304	5.10E+24	0.73	-	288	0.002	0.02	-	1TCT	-	11.8	5.6E-11
75	BIG-2-11	-	国内BWR	シュラウド	304	1.90E+24	0.27	-	288	0.002	0.02	-	1TCT	-	23.5	2.2E-12
76	BIG-2-12	-	国内BWR	シュラウド	304	1.60E+24	0.23	-	288	0.002	0.02	-	1TCT	-	24.2	9.1E-12
73	BIG-2-7	-	国内BWR	上部格子板	316	5.20E+24	0.74	-	288	0.002	0.04	-	0.5TCT	-	12.8	< 2.0E-12
77	BIG-2-13	-	国内BWR	上部格子板	316	1.20E+25	1.71	-	288	0.02	-	-	0.5TCT	-	23.0	3.6E-10
78	BIG-2-14	-	国内BWR	上部格子板	316	1.20E+25	1.71	-	288	0.002	0.04	-	0.5TCT	-	23.2	2.8E-11
79	BIG-2-15	-	国内BWR	上部格子板	316	1.20E+25	1.71	-	28							

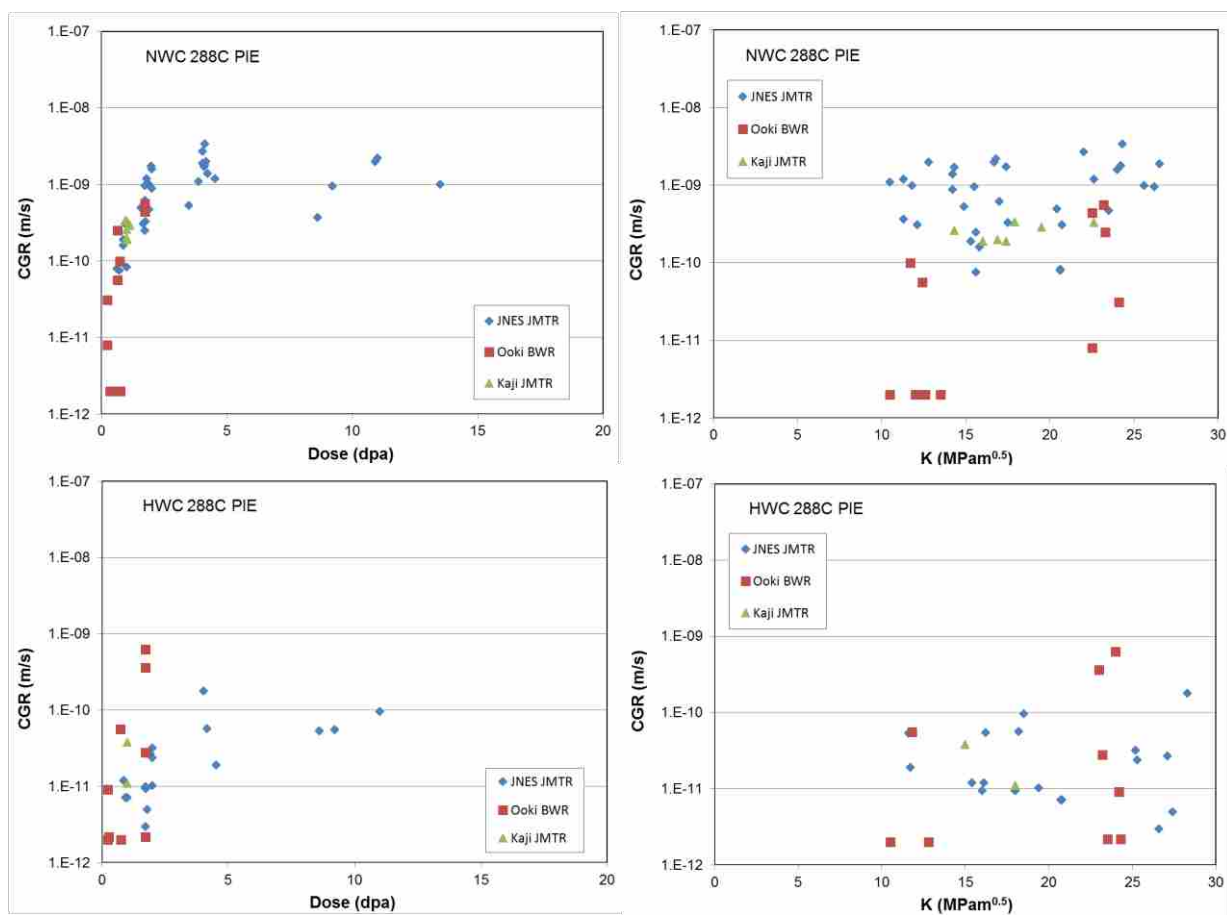


図 3.2.2-98 IASCC 進展の選定データと照射量および K 値の関係
(上は NWC、下は HWC)

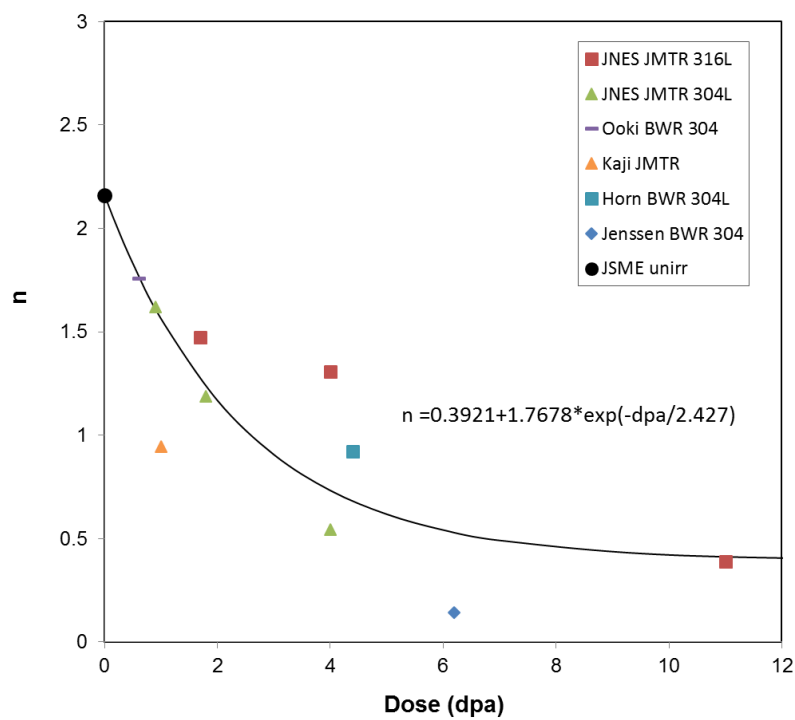
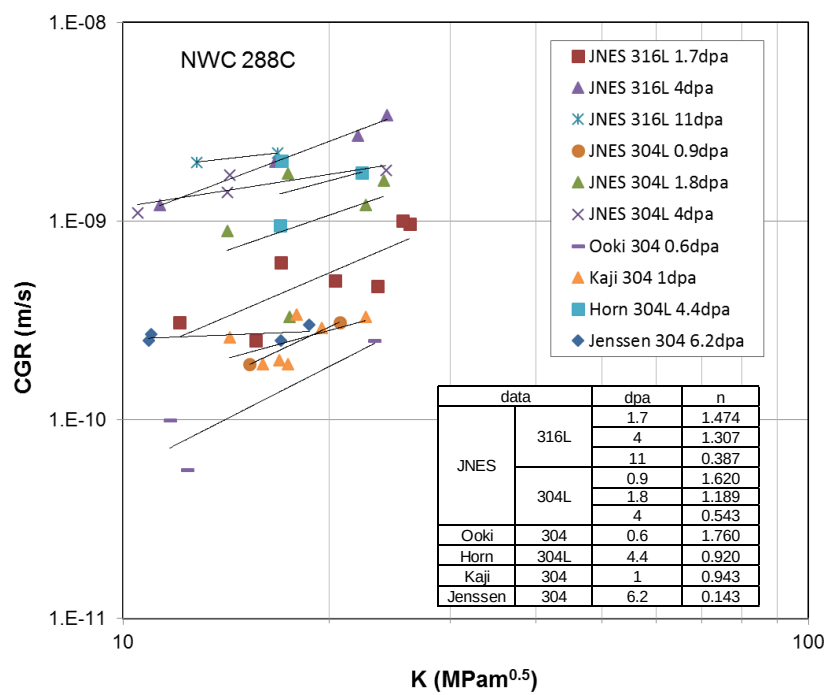


図 3.2.2-99 進展速度の K 値依存性の検討結果(NWC)

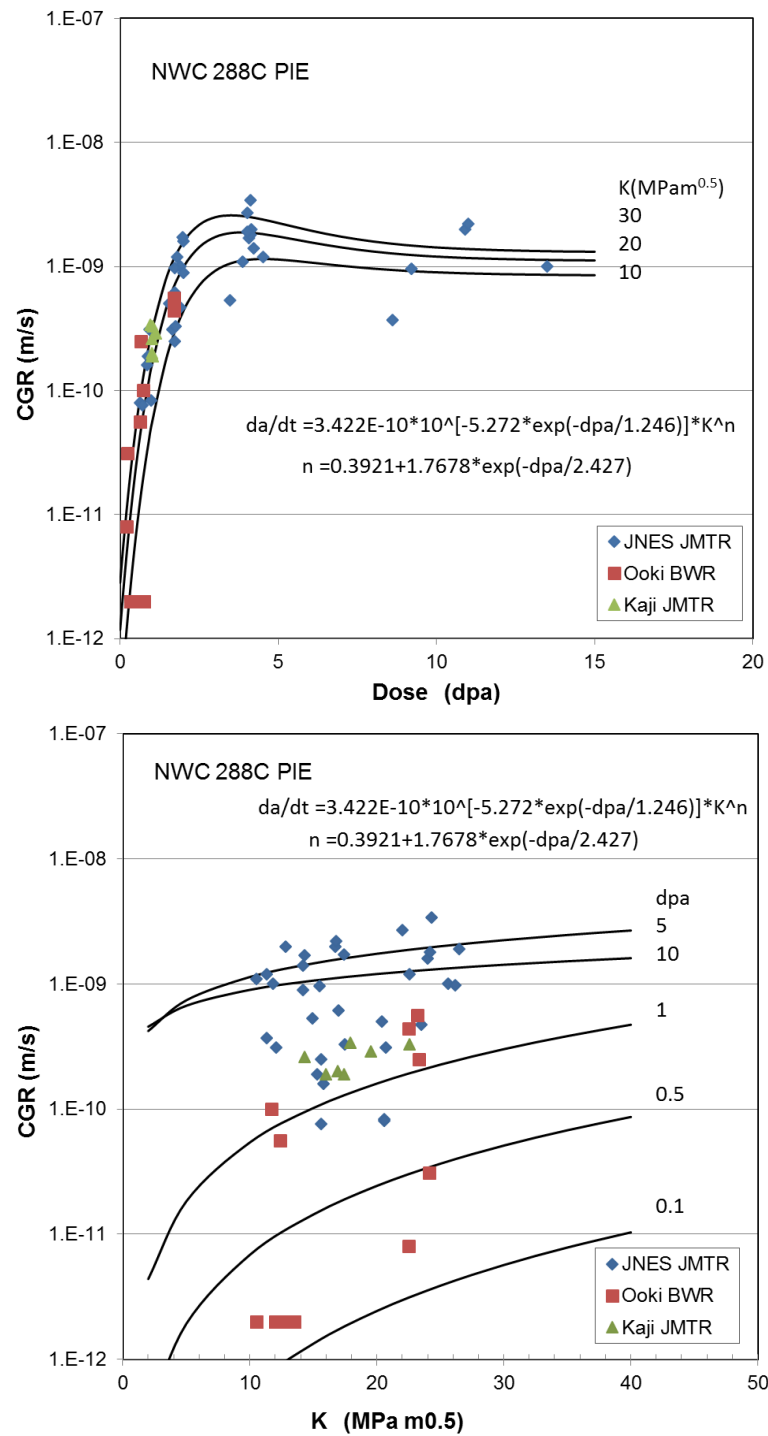


図 3.2.2-100 $n(F)$ をデータから決定する場合の傾向式による進展速度と照射量および K 値との関係(NWC)

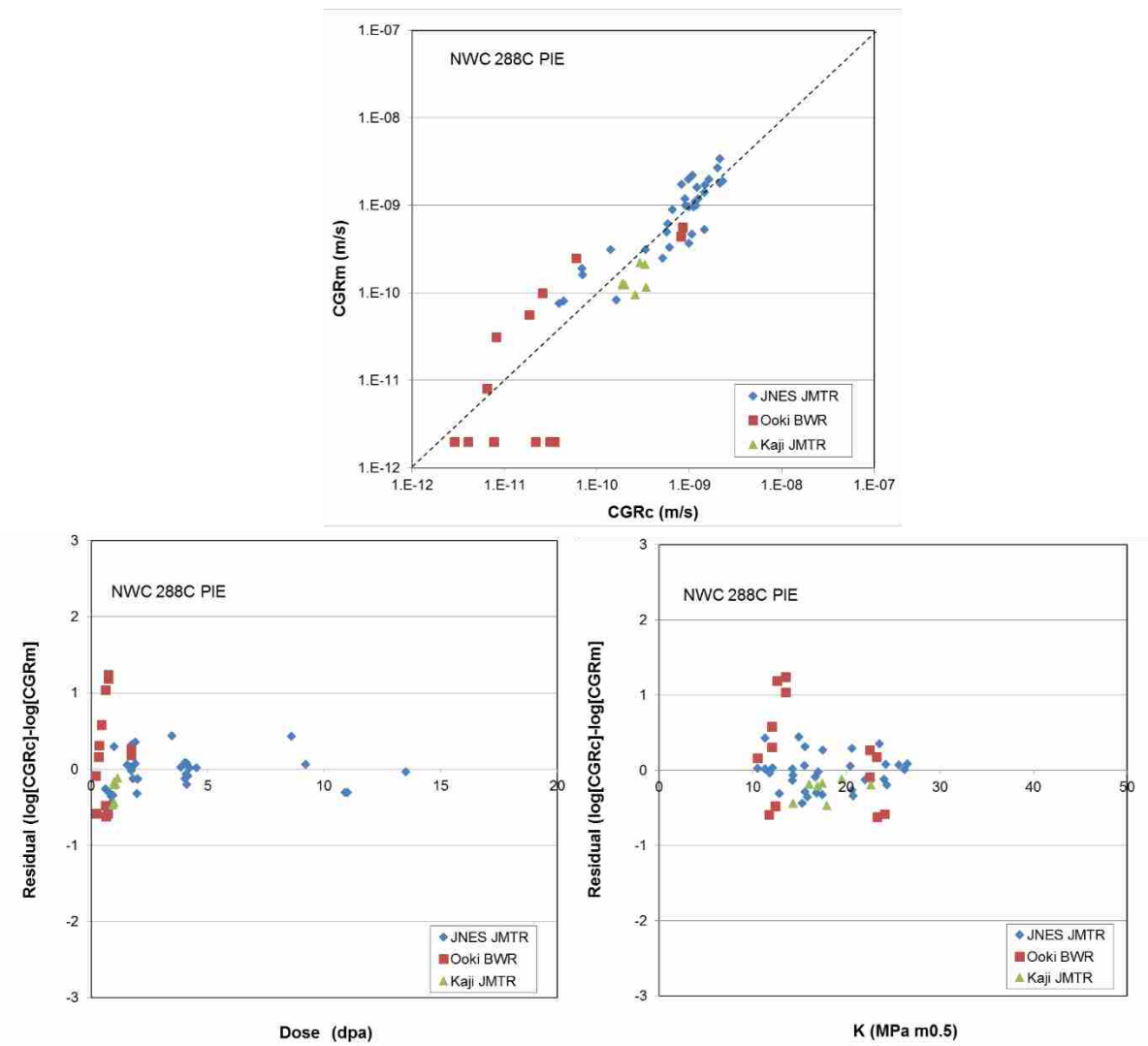


図 3.2.2-101 $n(F)$ をデータから決定する場合の傾向式による計算値とデータの関係 (NWC)

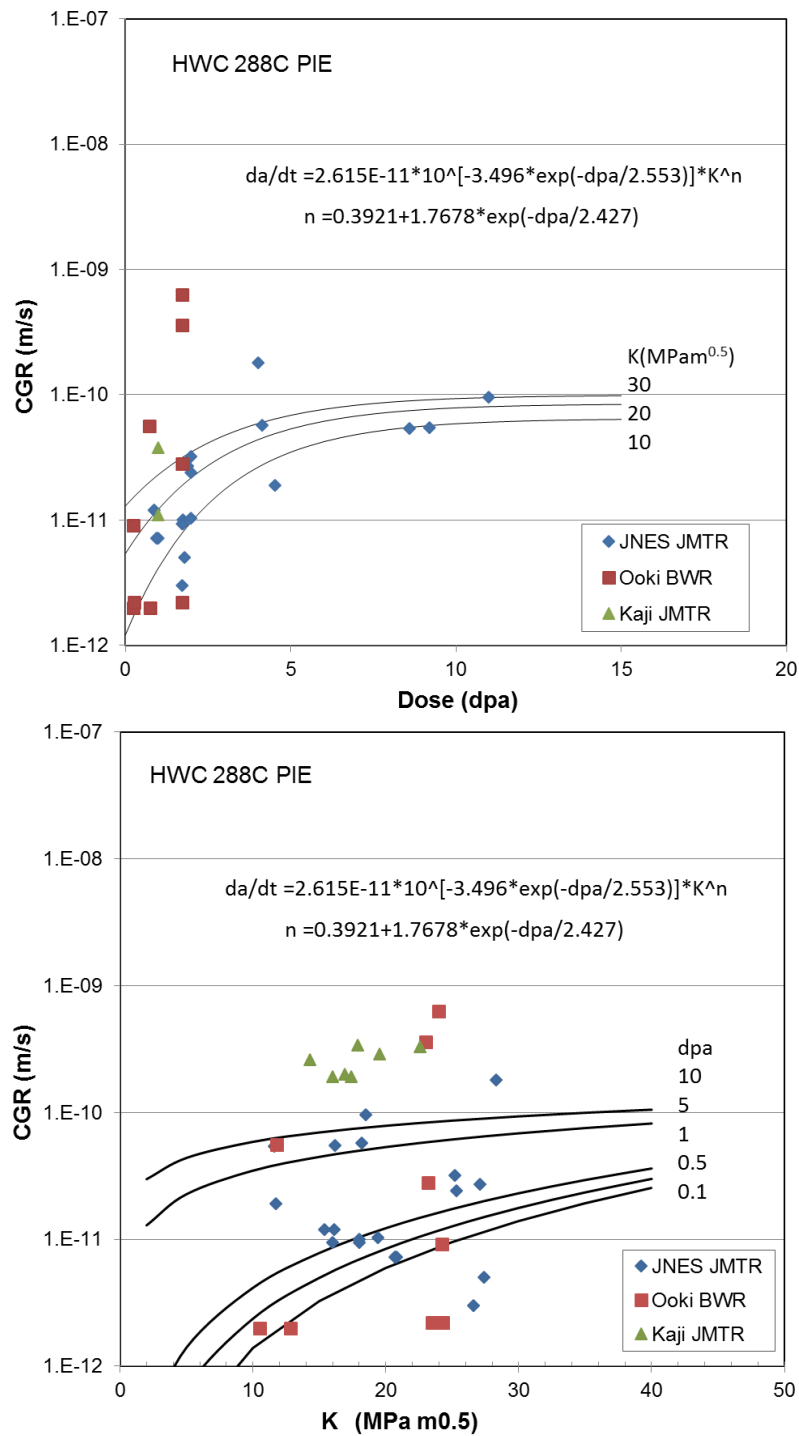


図 3.2.2-102 $n(F)$ をデータから決定する場合の傾向式による進展速度と照射量および K 値との関係(HWC)

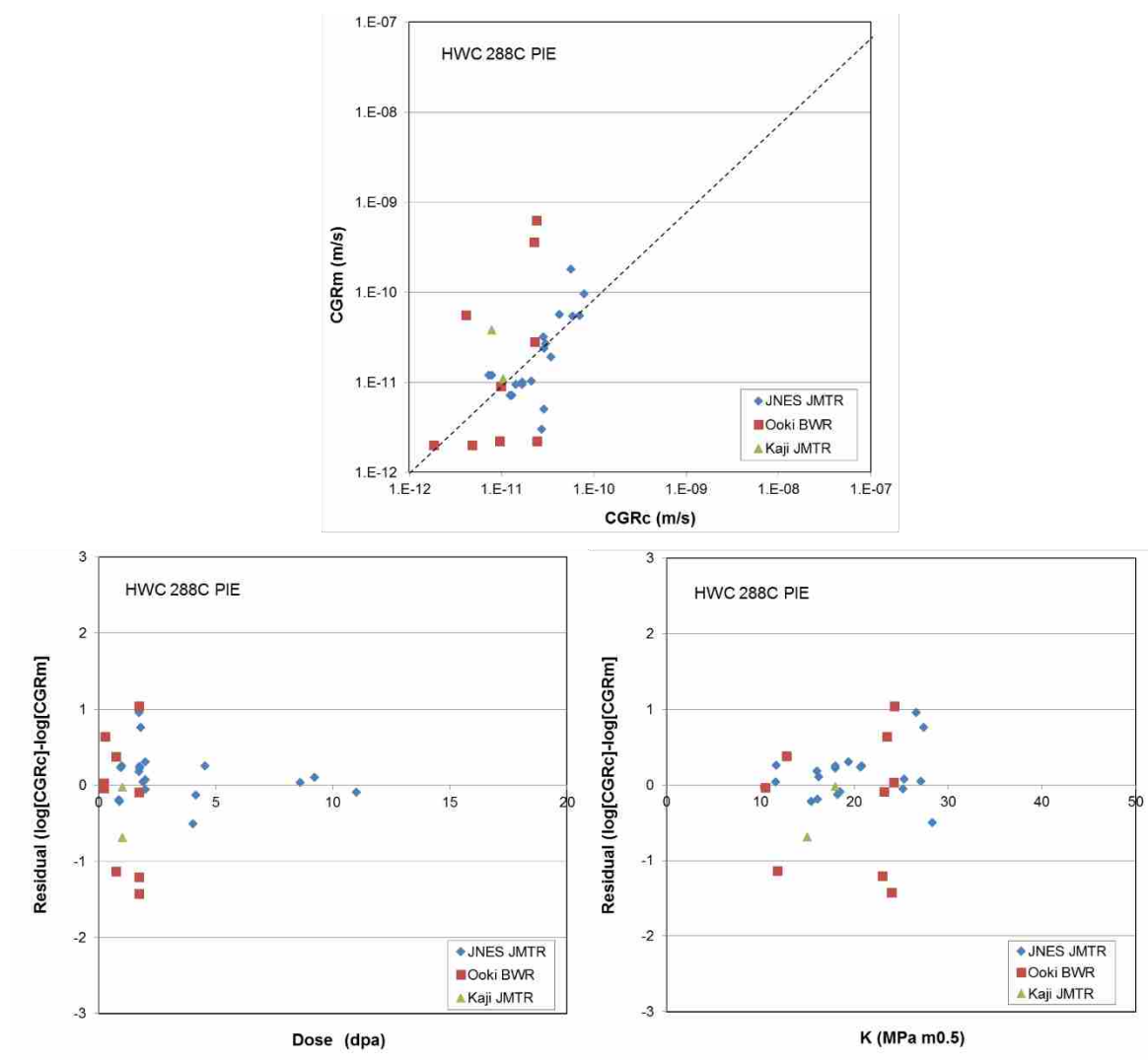


図 3.2.2-103 $n(F)$ をデータから決定する場合の傾向式による計算値とデータの関係 (HWC)

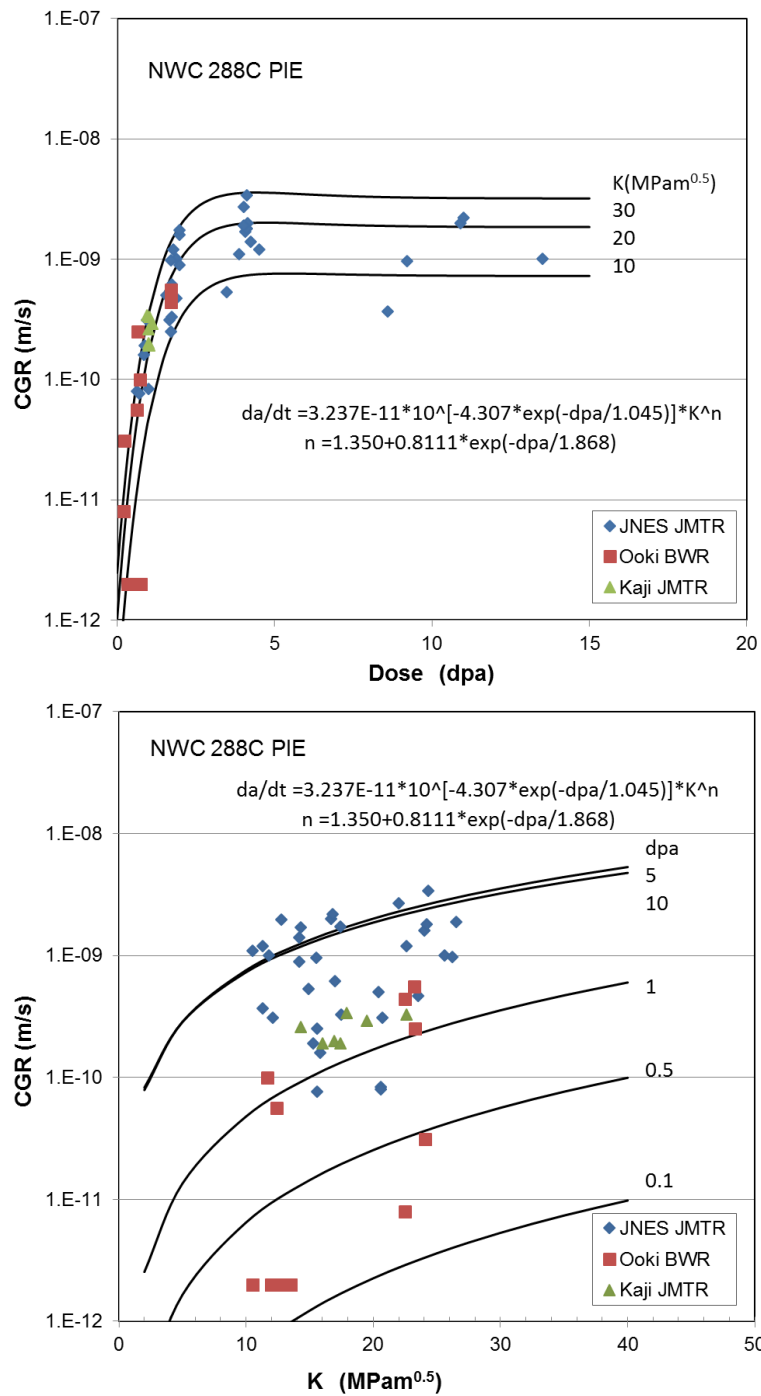


図 3.2.2-104 $n(F)$ と $M(F)$ と合わせてフィッティングする場合の傾向式による進展速度と照射量および K 値との関係(NWC)

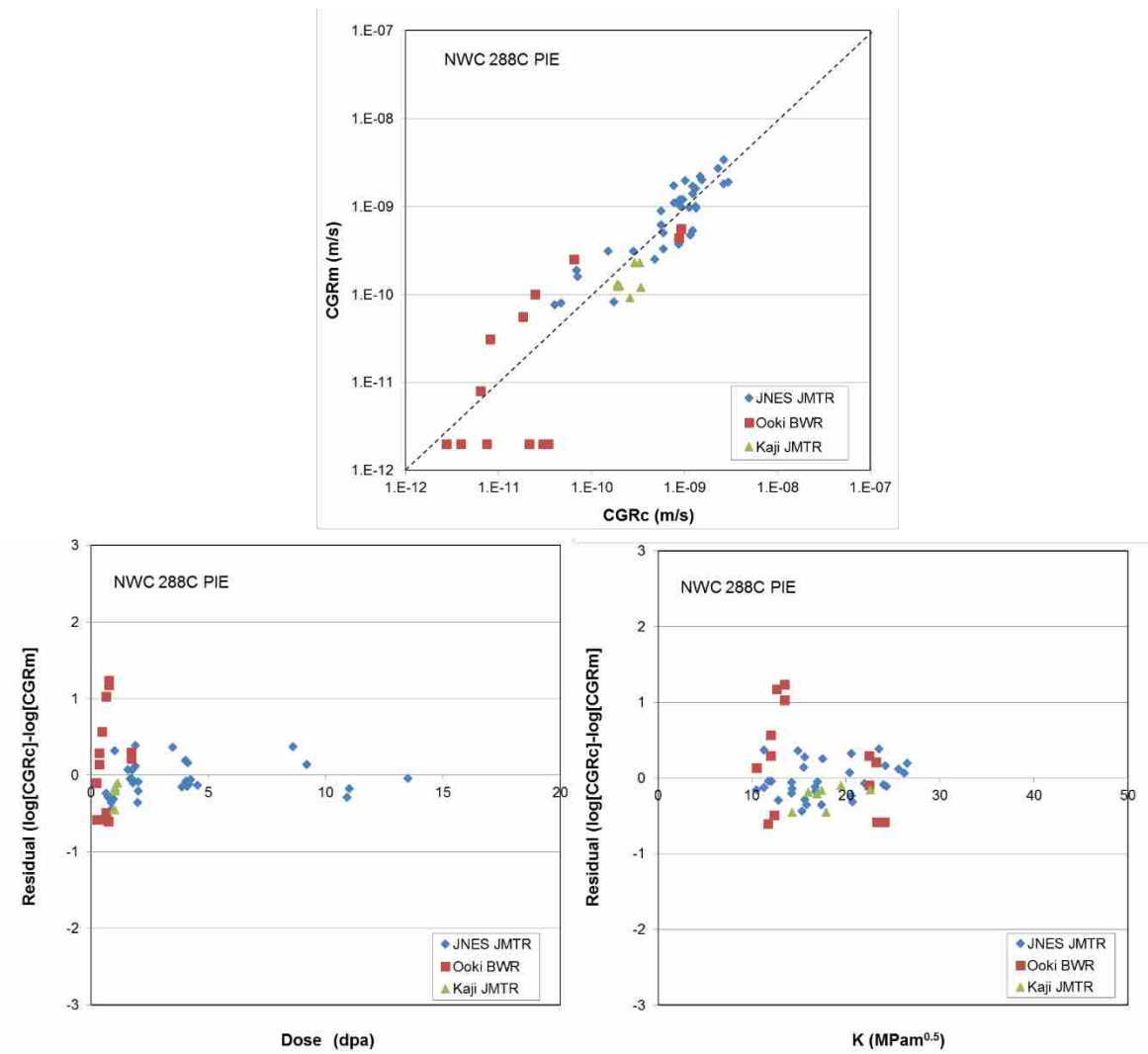


図 3.2.2-105 $n(F)$ と $M(F)$ と合わせてフィッティングする場合の傾向式による計算値とデータの関係(NWC)

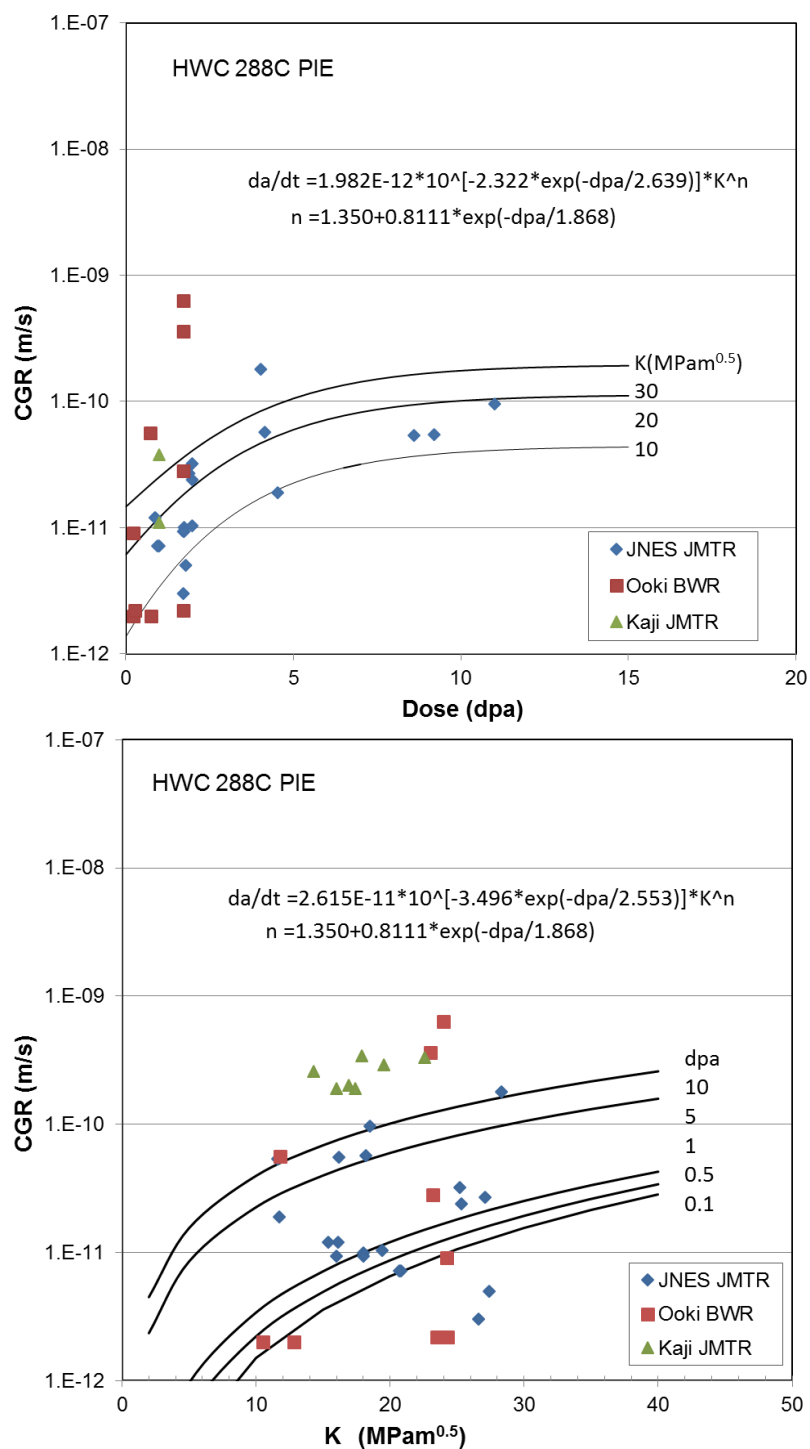


図 3.2.2-106 $n(F)$ と $M(F)$ と合わせてフィッティングする場合の傾向式による進展速度と照射量およびK値との関係(HWC)

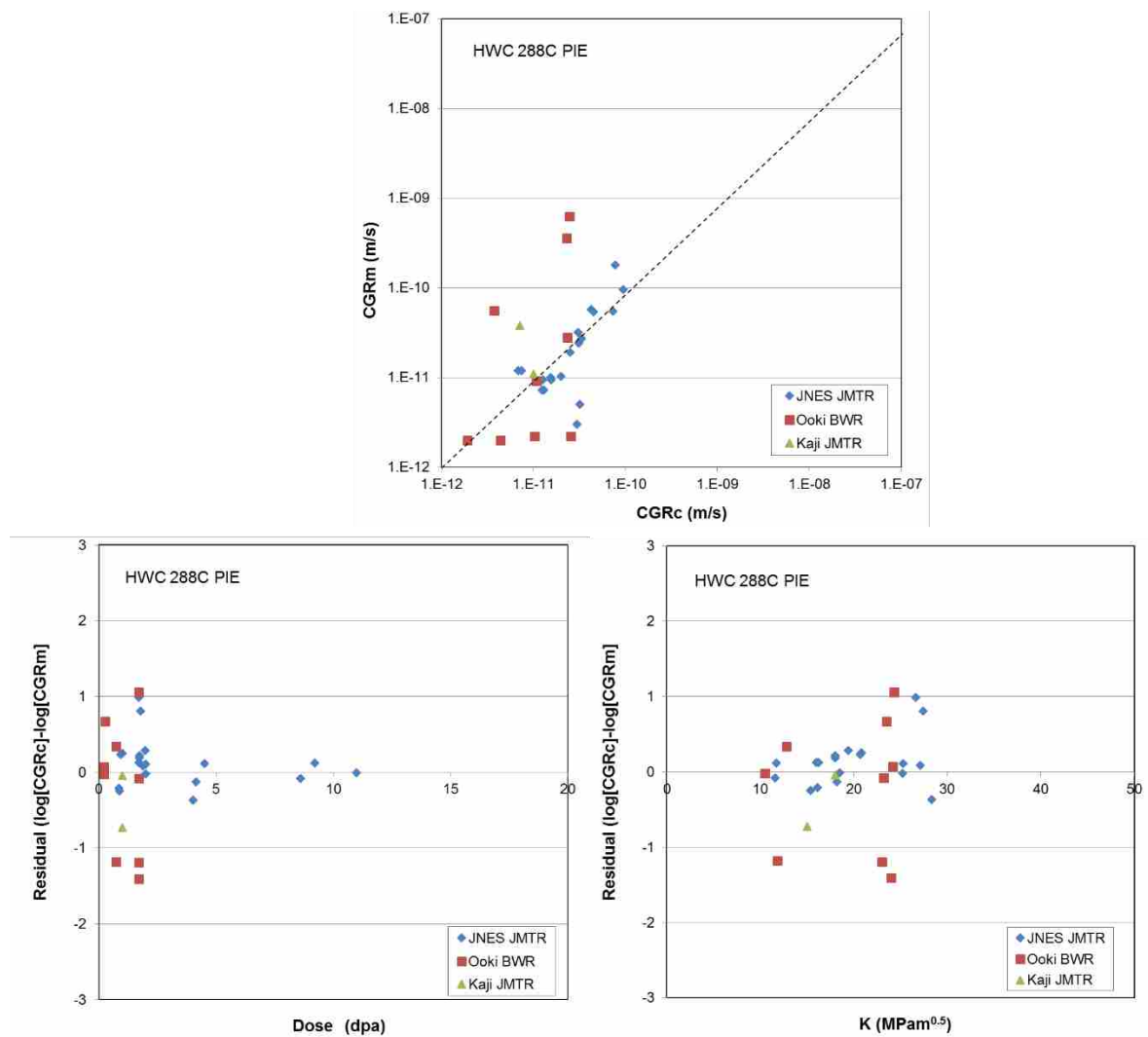


図 3.2.2-107 $n(F)$ と $M(F)$ と合わせてフィッティングする場合の傾向式による計算値とデータの関係(HWC)

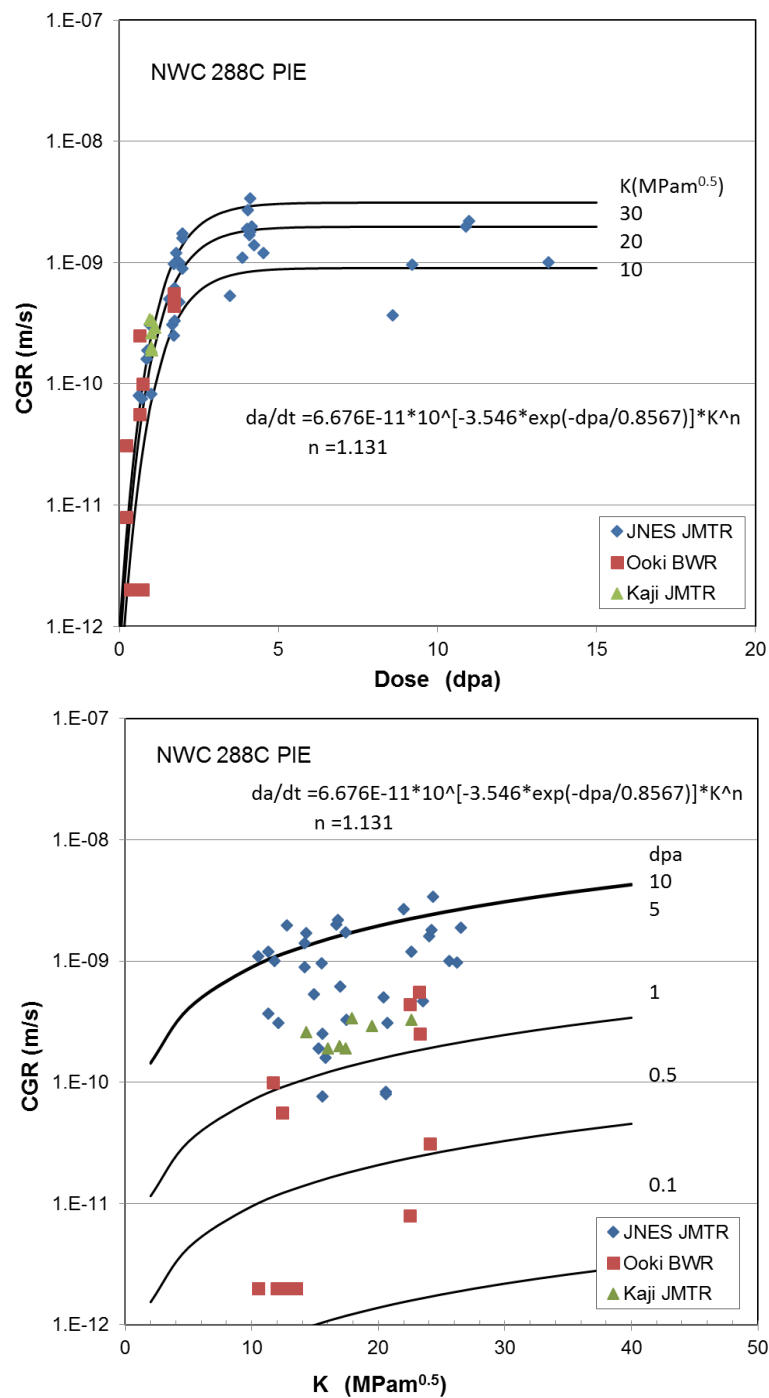


図 3.2.2-108 n を一定値とする場合の傾向式による進展速度と照射量および K 値との関係 (NWC)

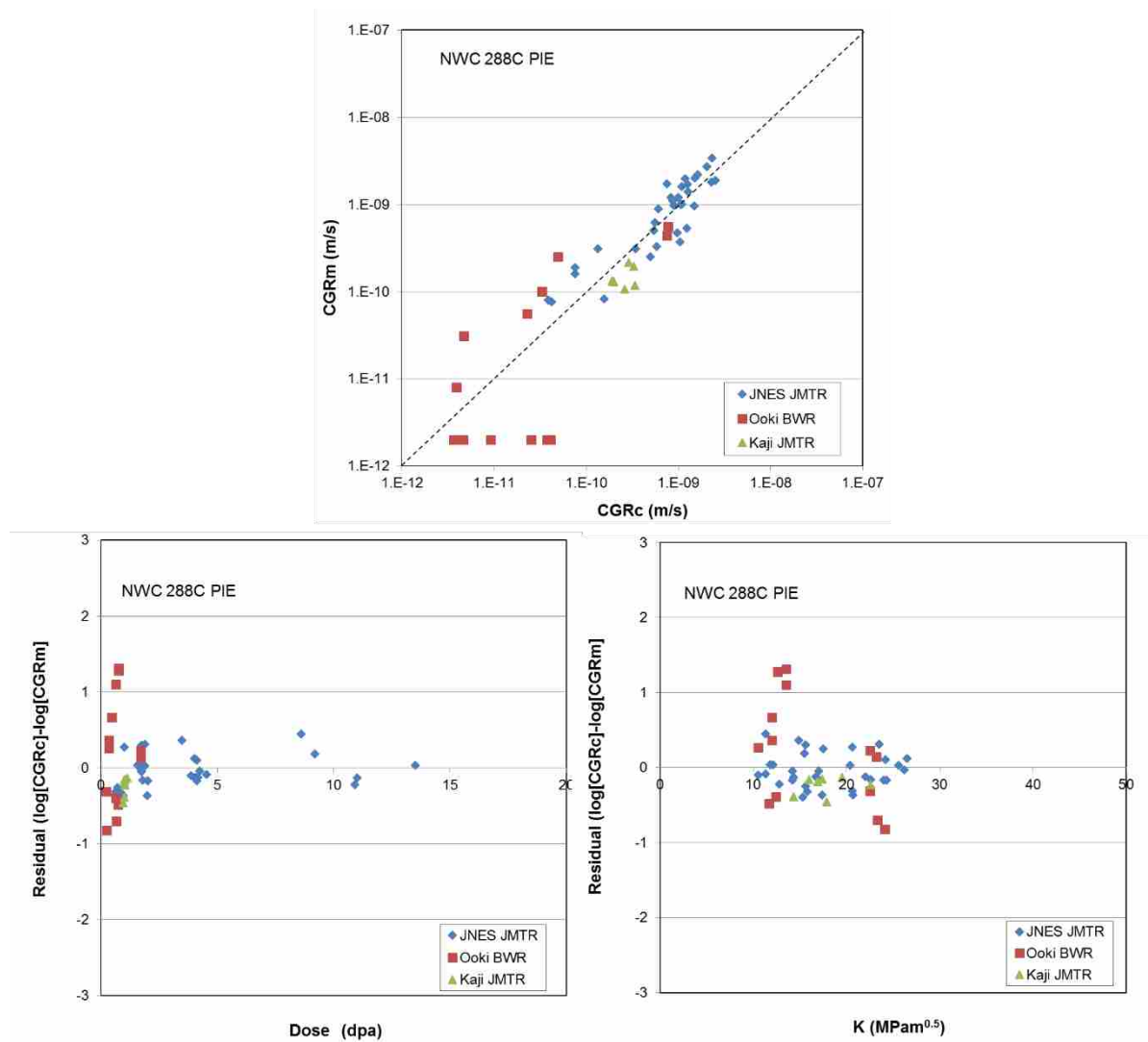


図 3.2.2-109 n を一定値とする場合の傾向式による計算値とデータの関係(NWC)

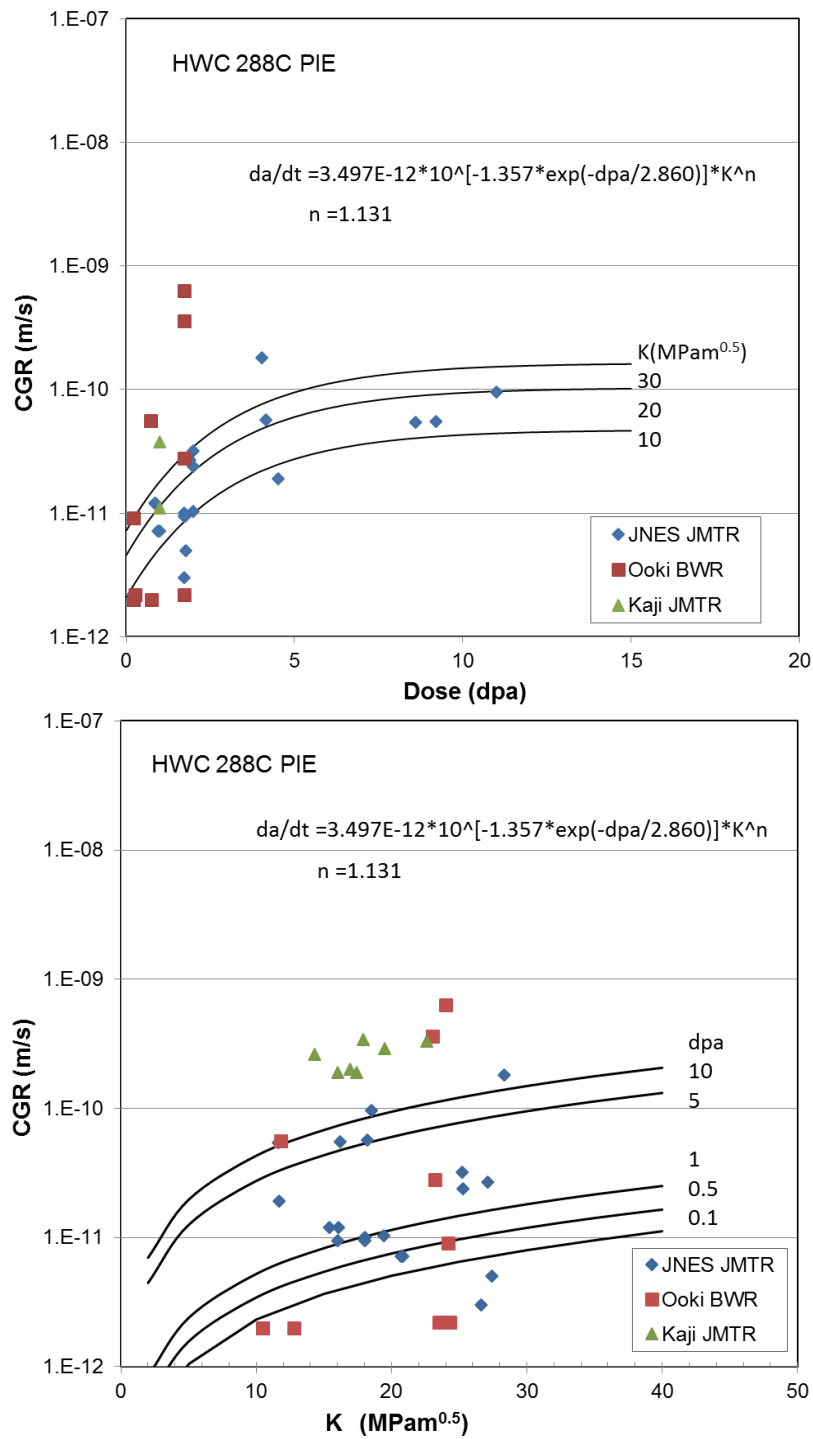


図 3.2.2-110 n を一定値とする場合の傾向式による進展速度と照射量および K 値との関係 (HWC)

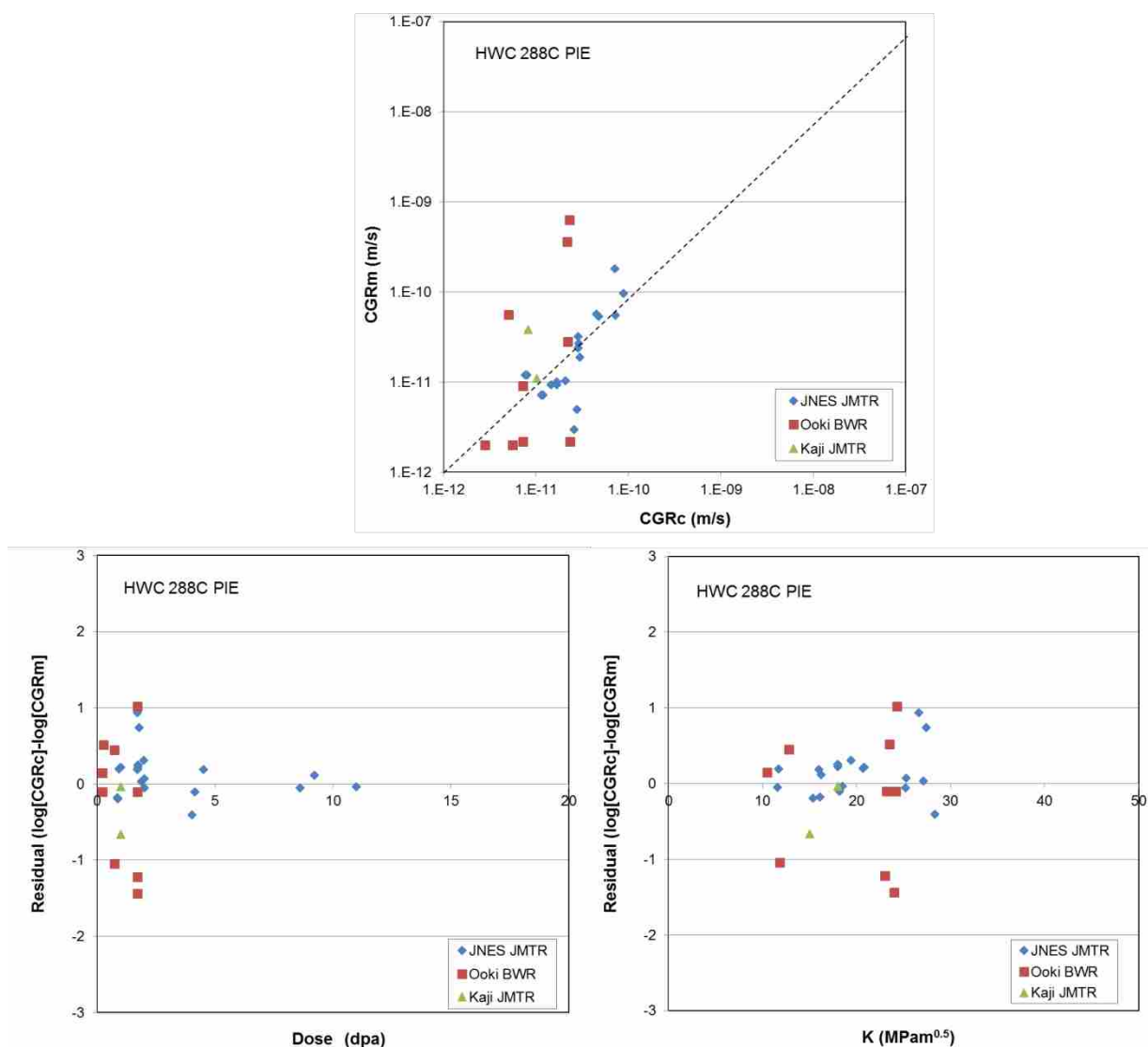
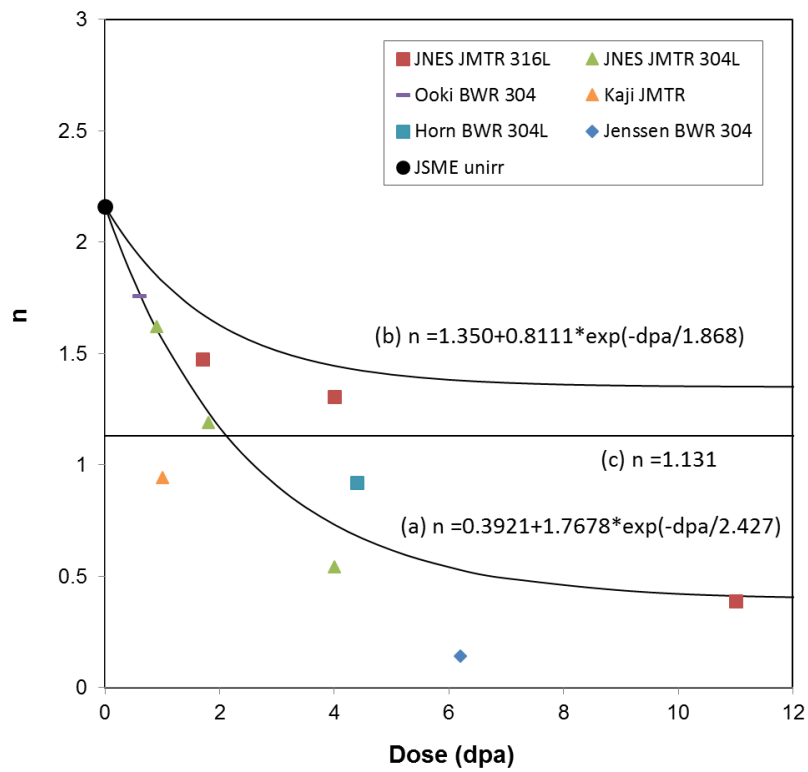


図 3.2.2-111 n を一定値とする場合の傾向式による計算値とデータの関係(HWC)



(a) $n(F)$ をデータから決定する場合
 (b) $n(F)$ と $M(F)$ と合わせてフィッティングする場合
 (c) n を一定値とする場合
 図 3.2.2-112 進展速度の傾向式の検討に用いた n の比較

(7) 応力緩和・クリープ

今年度はこれまでに引き続いて、文献等の既存の式の調査を行った。

クリープは一定応力下でのひずみ増加、応力緩和は一定ひずみ下での応力低下であり、照射場ではいずれも促進され、構造物に負荷されている応力とひずみに時間変化をもたらす現象である。炉内構造物においては、ボルトの負荷応力や溶接部の残留応力の緩和、亀裂がある場合には亀裂先端の応力場の緩和を生ずるので、健全性評価において取り入れるべき重要な現象であり、適切な傾向式や予測式が必要である。

照射クリープは次に述べるスエリングと相関があり、応力を σ 、定常クリープ速度を $\dot{\epsilon}$ 、スエリング量を S とすると、次のような関係がある。

$$\dot{\epsilon}/\sigma = B_0 + DS$$

B_0 はクリープコンプライアンス、 D はクリープスエリング結合係数である。

軽水炉ではスエリングは大きくないので無視すると、クリープひずみは照射量を F として次のようにあらわされることが多い。

$$\epsilon = A_1\sigma[1 - \exp(-A_2F)] + A_3\sigma^n F$$

この式の第1項は遷移クリープ、第2項は定常クリープに相当する。定常クリープ項の応力の乗数 n は低応力では $n=1$ とされるが、高応力では $n=2\sim 5$ と大きくなる。

応力緩和での応力比(初期応力 σ_0)を表す式は、弾性ひずみが弾性係数 E として σ/E で表されるので、低応力($n=1$)の場合は次のように表される。

$$\sigma/\sigma_0 = \exp[-E\{A_1(1 - \exp(-A_2F)) + A_3F\}]$$

遷移クリープによる緩和を除いた定常緩和は次の式で表される。

$$\sigma/\sigma_0 = \exp(-EA_3F)$$

① BWR分野の応力緩和式

BWRの炉内温度である290°C付近の応力緩和に関する式を調査した。

原子力安全基盤機構のIASCCプロジェクトでは、Cリング試験とビードオン溶接の試験のデータに基づき、304、304L、316LSSに共通した次のような緩和式を提示している[3.2.2-296]。

$$\sigma/\sigma_0 = \exp(-0.19 \cdot F)$$

F はdpa単位の照射量である。弾性係数を $E = 194\text{GPa}$ とすると、 $A_3 = 9.7 \times 10^{-7}/\text{MPa/dpa}$ である。図3.2.2-113に示すように、データには一次緩和がほとんど見られず定常緩和式で良いフィッティングが得られている。

国内では BWR グループがベントビームと C リング試験片の JMTR 照射によるデータから緩和式を検討しており、Ishiyama らが報告している[3.2.2-297]。図 3.2.2-114 に示すように、同一材でも試験片形状により初期緩和のないデータと初期緩和が比較的大きいデータがみられるが、定常緩和挙動は大きく異ならない。後者について初期緩和を含めた式でフィッティングした結果を表 3.2.2-30 に示す。定常緩和の係数 A_3 は $0.57 \sim 1.8 \times 10^{-6} \text{MPa/dpa}$ の範囲であり、平均値は $1.1 \times 10^{-6} \text{MPa/dpa}$ である。

ビードオン溶接部の残留応力を中性子回折で測定したデータについては、原子力安全基盤機構の IASCC プロジェクトの試験データ[3.2.2-298] と BWR グループの試験データ[3.2.2-299] を合わせた検討が行われており、図 3.2.2-115 に示すように $A_3 = 1.8 \times 10^{-6} \text{MPa/dpa}$ が報告されている。

300°C 付近の応力緩和データとしては Causey らのデータがあり[3.2.2-300]、 A_3 に相当するクリープ係数として 570K(297°C)で $1.1 \times 10^{-6} \text{MPa/dpa}$ を報告している。

② PWR分野のクリープ式

PWR の炉内温度である 350°C 付近までの応力緩和・クリープに関する式を調査した。

原子力安全基盤機構の IASCC プロジェクトで、冷間加工 316SS について高応力(約 600 MPa まで)のクリープ試験データに基づき、次のようなクリープを提示している[3.2.2-296]。図 3.2.2-116 に示すように、高応力側でクリープが加速されることを考慮して、第 2 項の定常クリープ項に応力の 3 乗に依存する成分を加えたのが特徴となっている。

$$\varepsilon = A\sigma \cdot [1 - \exp(-A'F)] + B_0\sigma \cdot (1 + B_1\sigma^3) \cdot F$$

各係数の値として、 $A = 0.733 \times 10^{-6} \text{MPa}$ 、 $A' = 4.3/\text{dpa}$ 、 $B_0 = 0.975 \times 10^{-6} \text{MPa/dpa}$ 、 $B_1 = 3.28 \times 10^{-9} \text{MPa}^{-3}$ が示されている。

EPRI の MRP-175 では、図 3.2.2-117 に示すように、収集された応力緩和データを包絡するようにスクリーニングレベルとして次のような式が提案されていた [3.2.2-301]。

$$\sigma/\sigma_0 = \exp[-0.774(1 - \exp(-23F)) - 0.668F]$$

MRP-135 Rev.1 では、構成式のクリープ成分について、主として高温までの内圧クリープ試験データの整理に基づいて、クリープ一般式の A_3 に相当するクリープコンプライアンスを提案している[3.2.2-302]。図 3.2.2-118 に示すように、250~500°C の温度範囲で、冷間加工 316 SS では $A_3 = 2.185 \times 10^{-6} \text{MPa/dpa}$ 、溶体化 304SS では $A_3 = 3.058 \times 10^{-6} \text{MPa/dpa}$ を提案している。

最近、研究炉による新しい試験が進められている。Halden 炉での 290~330°C の照射下で冷間加工 316SS と溶体化 304LSS の単軸引張条件におけるクリープ試験結果が Foster らにより報告されている[3.2.2-303], [3.2.2-304]。次のような照射クリープ式でデ

ータ整理を行っている。

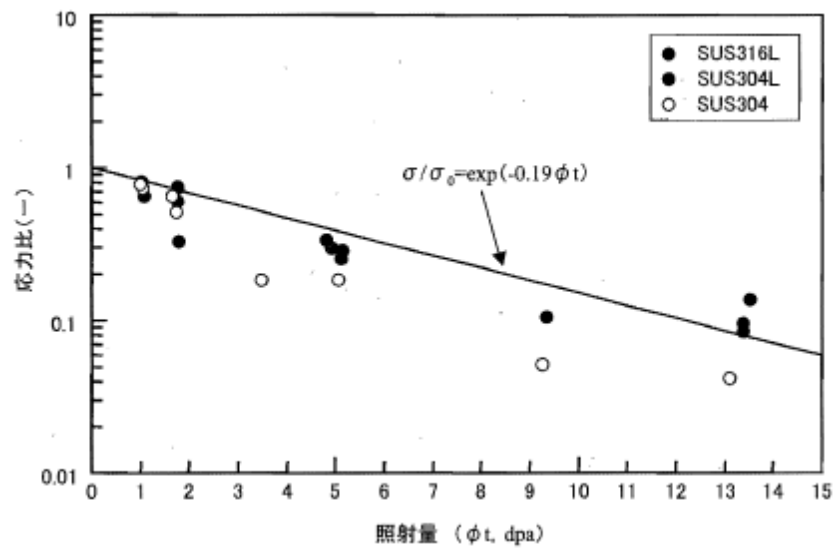
$$\varepsilon = A\sigma \cdot [1 - \exp(-B \cdot F)] + C\sigma F$$

表 3.2.2-31 に係数を示すが、定常クリープの係数 C は、330°C の冷間加工 316SS では $2.1 \sim 3.0 \times 10^{-6}/\text{MPa}/\text{dpa}$ 、290°C の溶体化 304LSS では $2.2 \sim 3.2 \times 10^{-6}/\text{MPa}/\text{dpa}$ となっている。

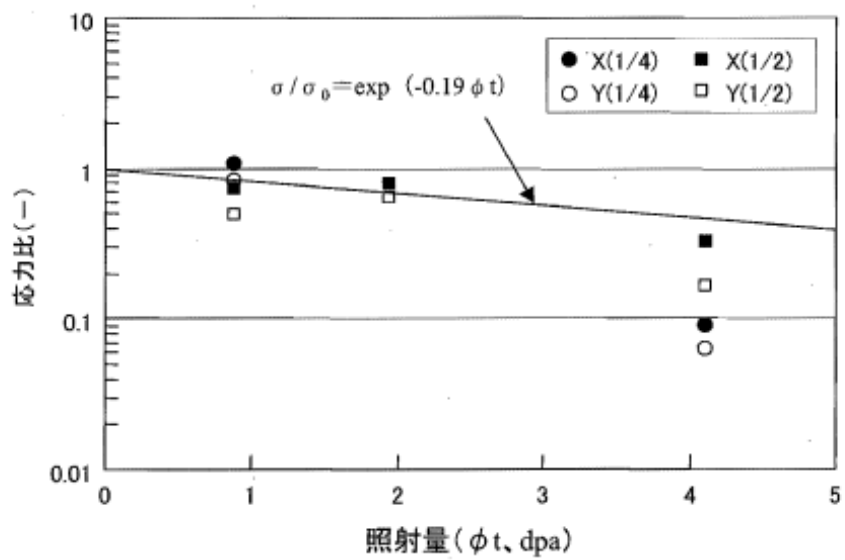
CEA と EDF により行われた OSIRIS 炉と BOR-60 炉を用いたクリープ試験が Garnier らにより報告されている[3.2.2-305]。試験温度は OSIRIS 炉が 325°C、BOR-60 炉が 320°C である。クリープひずみが現れる潜伏期 η を考慮して次のような定常クリープ式で整理している。

$$\varepsilon = A_1(\sigma F - \eta)$$

図 3.2.2-119 に初期のクリープデータと式の係数を示す。定常クリープの係数 A_1 は、溶体化 304LSS が $3.7 \sim 4.6 \times 10^{-6}/\text{MPa}/\text{dpa}$ 、冷間加工 316SS が $2.8 \sim 2.9 \times 10^{-6}/\text{MPa}/\text{dpa}$ となっている。



(1) C リング試験による応力緩和



(2) ビードオン溶接(316L)による応力緩和

図 3.2.2-113 原子力安全基盤機構の IASCC プロジェクトによる応力緩和式 [3.2.2-296]

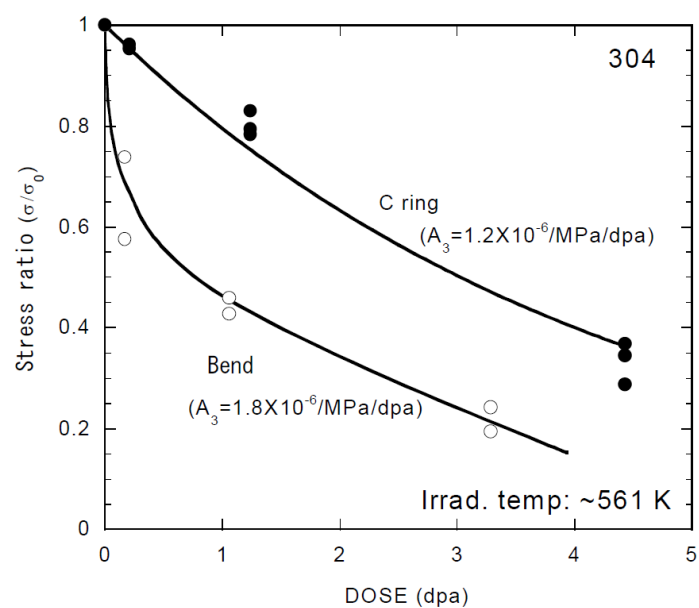


図 3.2.2-114 Ishiyama らによる応力緩和データでの定常緩和の係数の例 [3.2.2-297]

表 3.2.2-30 Ishiyama らによる応力緩和式[3.2.2-297]

$\sigma/\sigma_0 = \exp[-E\{A_1(1 - \exp(-A_2F)) + A_3F\}]$ の係数

試験片	材料	A_1 $\times 10^{-6} / \text{MPa}$	A_2 / dpa	A_3 $\times 10^{-6} / \text{MPa/dpa}$	初期応力 MPa
ベント ビーム	304	2.1	24	1.8	245
	316L-1	-	-	1.2	228
	316L-2	1.8	24	0.83	227
C リング	304	-	-	1.2	123-189
	316L-1	-	-	1.0	114-172
	316L-2	-	-	0.57	192-283

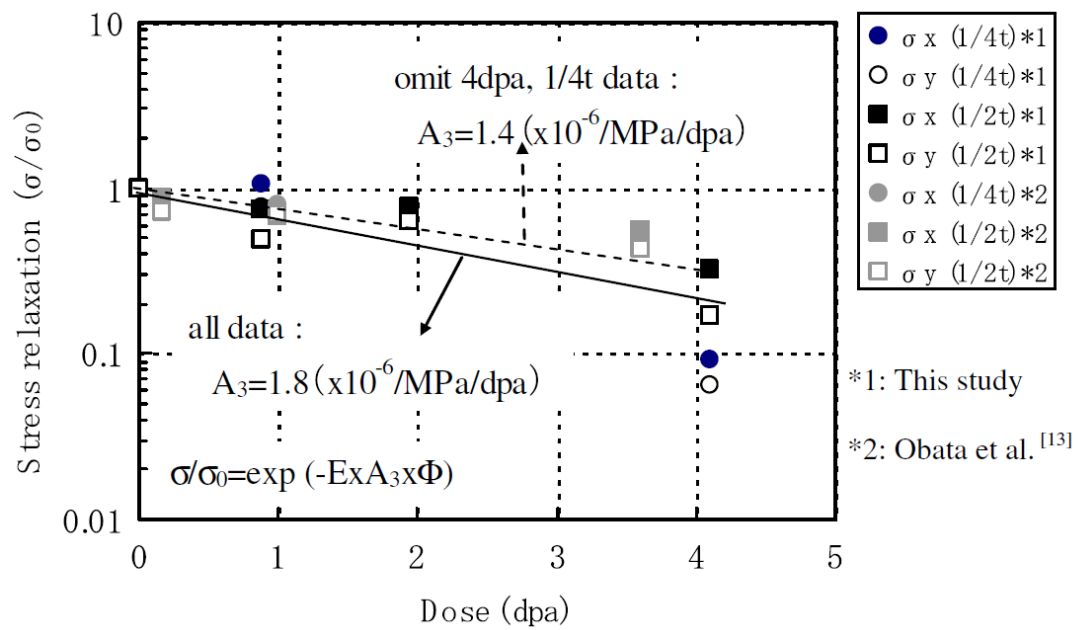


図 3.2.2-115 Ishiyama らによるビードオン溶接部の残留応力の応力緩和式 [3.2.2-298]

$$\varepsilon = A \cdot \sigma \cdot [1 - \exp(-A' \cdot F)] + B_0 \cdot \sigma (1 + B_1 \cdot \sigma^3) \cdot F$$

ε : クリープ歪み (-)

σ : 応力 (MPa)

A : 係数 $A = 0.733 \times 10^{-6} / \text{MPa}$,

A' : 係数 $A' = 4.3 / \text{dpa}$

B_0 : 係数 $B_0 = 0.975 \times 10^{-6} / (\text{dpa} \cdot \text{MPa})$

B_1 : 係数 $B_1 = 0.328 \times 10^{-8} \text{MPa}^{-3}$

F : 照射量 (dpa)

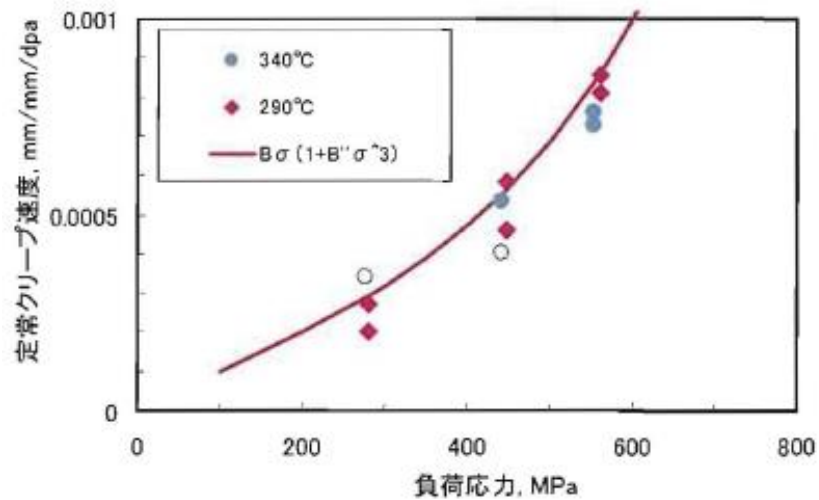


図 3.2.2-116 原子力安全基盤機構の IASCC プロジェクトによる照射クリープ式 [3.2.2-296]

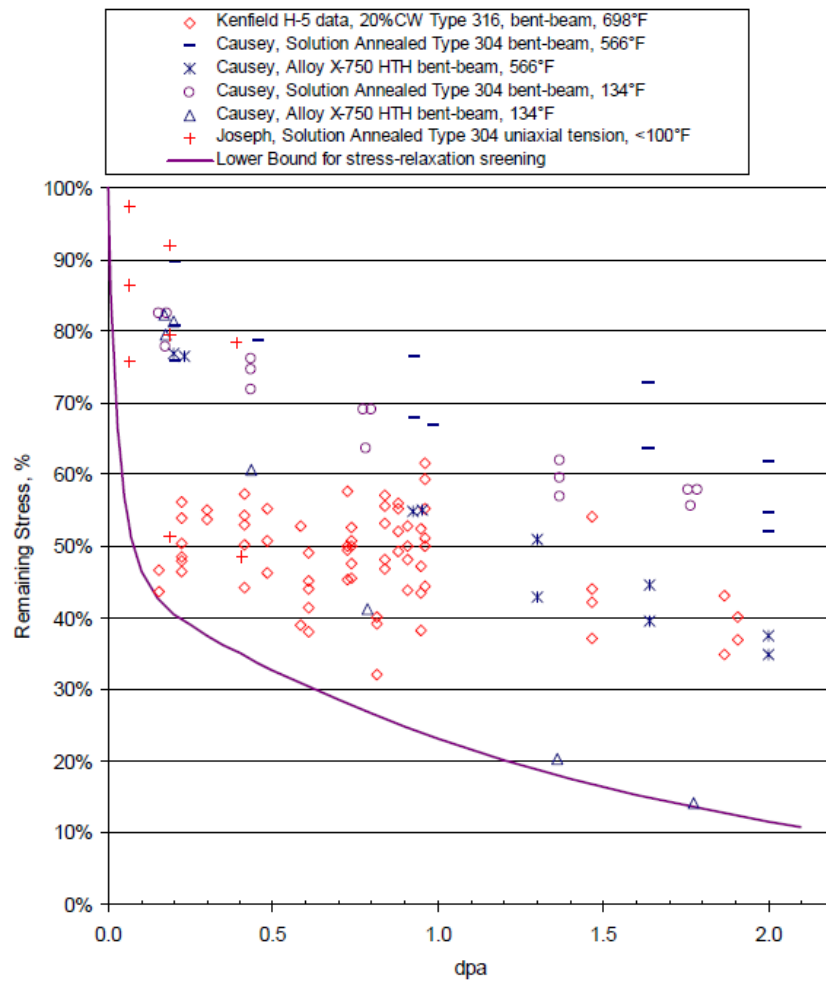


図 3.2.2-117 EPRI MRP-175 のスクリーニングクライテリアに示された
応力緩和データとフィッティング式[3.2.2-301]

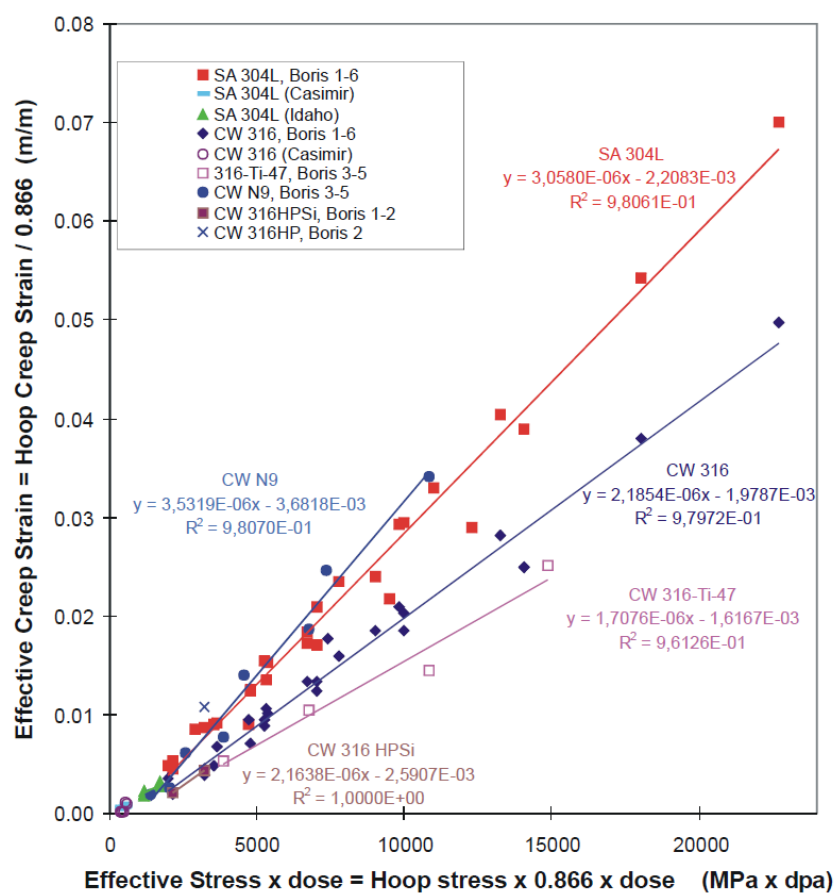


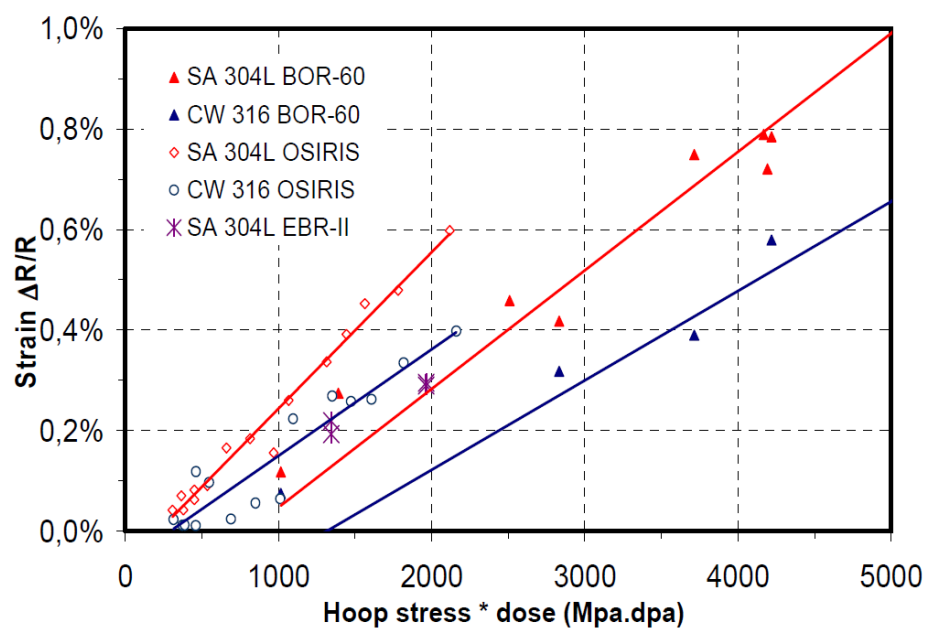
図 3.2.2-118 EPRI MRP-135 Rev.1 の照射クリープのクリープコンプライアンス
[3.2.2-302]

表 3.2.2-31 Foster らによる Halden 炉での応力緩和・クリープ試験結果[3.2.2-304]

$\varepsilon = A\sigma \cdot [1 - \exp(-B \cdot F)] + C\sigma F$ の係数

Material	Unit*	Sample Type	Stress (MPa)	T (°C)	Test Type
CW 316 SS	1	Rod	275	330	Stress Relaxation
CW 316 SS	2	Rod	205	330	Stress Relaxation
CW 316LN SS	3	Tube	345	330	Creep
CW 316 SS	6	Rod	28	330	Qualification
SA 304L SS	7	Tube	110	290	Creep
SA 304L SS	8	Tube	92	290	Creep
CW 316 SS N lot	9	Tube	345	370	Stress Relaxation
CW 316 SS	11	Rod	345	330	Creep
CW 316 SS	12	Rod	345	330	Creep

Material	Unit	T (°C)	A (10 ⁻⁶ /MPa)	C (10 ⁻⁶ /MPa-dpa)	B (/dpa)	Study
CW 316 SS	11	330	0.45	2.6	50	This study
	12	330	0.24	3.0	50	This study
	1 & 2	330	0.10	2.1		This study
CW 316 SS N Lot	9	370	0.20	3.7		This study
		450	3.9			Ref. 8
		377		1.2		Ref. 7
SA 304L SS	7	290		2.2		This study
	8	290		3.2		This study
		390		0.38		Ref. 9
CW 316LN SS	3	330		0.27 (initial)		This study
		330		1.6 (subsequent)		This study



Material	Coefficient	Symbol	Unit	OSIRIS	BOR-60
SA 304L	A_1		$10^{-6} \text{ MPa}^{-1} \cdot \text{dpa}^{-1}$	4.6	3.7
	η		$10^3 \text{ MPa} \cdot \text{dpa}$	0.18	0.73
CW 316	A_1		$10^{-6} \text{ MPa}^{-1} \cdot \text{dpa}^{-1}$	2.9	2.8
	η		$10^3 \text{ MPa} \cdot \text{dpa}$	0.25	1.2

図 3.2.2-119 Garnier らによる OSIRIS 炉と BOR-60 炉による照射クリープデータとクリープ式の係数[3.2.2-305]

(8) スエリング

今年度はこれまでに引き続いて、既存の式の調査を行った。

スエリングは高温照射で顕著に表れる現象であり、材料組成や中性子束に極めて敏感である。軽水炉の温度はスエリングが起こる下限の温度に近く、BWR では無視できるとされ PWR の比較温度の高いフォーマ板等の構造物で発生するとされる。スエリングが不均等に起こるとボルトの負荷応力を増加させ IASCC 発生に至る可能性があるため、正確な予測が求められている。ただし、スエリングには中性子束の影響が強く表れるため、炉心領域や研究炉のような高中性子束で得られたデータをそのまま低中性子束の部材のスエリングの予測に使用するのとは適切ではない。

国内で PWR の評価に用いられているスエリング式は、EBR-II の炉内部材の 304LSS を対象に Foster らが作成したスエリング式[3.2.2-1]をベースに、EBR-II の遮蔽体等のデータで中性子束(損傷速度)の影響を取り入れて改良した次のような式である[3.2.2-307]。

$$S = A \cdot (\dot{F} \cdot 10^7 / 1.25)^{-0.73} \cdot (F / 4.9)^2$$
$$A = \exp(-1.591 + 0.245T - 1.210T^2 - 1.384T^3 - 1.204T^4)$$
$$T = (T - 490) / 100$$

単位は、スエリング S は%、温度 T は°C、損傷速度 $\dot{F}$ は dpa/s、照射量 F は dpa である。この式では、スエリングピーク温度は 490°C として、損傷速度の影響は乗数で-0.73 の依存性としている。

EPRI の MRP-135 Rev.1 には、EBR-II のデータに基づいた検討により、スエリング速度について次のような式が示されている[3.2.2-308]。

溶体化 304SS:

$$\dot{S} = 2 \cdot F \cdot \dot{F}^{-0.731} \cdot \exp[22.106 - 18558 / (T + 273.15)]$$

冷間加工 316SS:

$$\dot{S} = 0.9[10 + 2F(1 - \exp(-0.01F))] \cdot \dot{F}^{-0.731} \cdot \exp[22.106 - 18558 / (T + 273.15)]$$

単位は、スエリング速度 $\dot{S}$ は%/dpa、温度 T は°C、損傷速度 $\dot{F}$ は 10^{-7} dpa/s、照射量 F は dpa である。損傷速度の乗数は-0.731 であり国内のものと同じであるが、ほぼ共通の EBR-II のデータを用いているためと考えられる。

応力の影響についても検討されており、応力による増加分として次の式が示されている。

$$\Delta S = \dot{S} \cdot \Delta F \cdot (1 + 0.005\bar{\sigma})$$

単位は、スエリング増加分は%、応力なしのスエリング速度 $\dot{S}$ は%/dpa、照射量の増分 ΔF は dpa、フォンミース応力 $\bar{\sigma}$ は MPa である。

EDF の Pokor らは、構成式のスエリング項として次のような式を示している[3.2.2-309]。

$$S = R \left[F + \frac{1}{\alpha} \log \left(\frac{1 + \exp(\alpha(F_0 - F))}{1 + \exp(\alpha F)} \right) \right]$$

R は温度の関数であり次の式が示されている。

$$R = R^0 \zeta_g(T)$$

$$\zeta_g(T) = \frac{1}{2} \left(1 + \tanh(\mu_g(T - T_c^g)) \right)$$

F は照射量であり、R、a などはパラメータであるが、具体的な数値は示されていない。
 なお、このスエリング式では Bates らが 1980 年に提案した式[3.2.2-310]を使用している。

3.2.2.5 参考文献

- [3.2.2-1] 発電用原子力設備規格 維持規格 (2012 年版)、日本機械学会
- [3.2.2-2] 炉内構造物点検評価ガイドライン、原子力安全推進協会、全体の概要は「炉内構造物点検評価ガイドラインについて」JANSI-VIP-0.3 第 4 版
- [3.2.2-3] [PT-R1] 発電設備技術検査協会報告書 プラント長寿命化技術開発「ステンレス鋼照射 SCC 試験(PWR)」平成 9 年 3 月
- [3.2.2-4] [PT-R2] 原子力安全基盤機構「平成 20 年度照射誘起応力腐食割れに関する報告書 (09 基材報-0012)」平成 21 年 9 月等
- [3.2.2-5] [PT-R3] 福谷耕司、西岡弘雅、藤井克彦、「ステンレス鋼の軽水炉照射挙動」INSS MONOGRAPHS No. 4, 2009
- [3.2.2-6] [PT-R4] K. Fukuya, M. Nakano, K. Fujii, T. Torimaru, “IASCC susceptibility and slow tensile properties of highly-irradiated 316 stainless steels”, J. Nucl. Sci. Tech., 41 (2004) 673.
- [3.2.2-7] [PT-R5] K. Fukuya, H. Nishioka, K. Fujii, M. Kamaya, T. Miura, T. Torimaru, “Fracture behavior of austenitic stainless steels irradiated in PWR”, J. Nucl. Mater., 378 (2008) 211.
- [3.2.2-8] [PT-R6] K. Fukuya, H. Nishioka, K. Fujii, T. Torimaru, “Effects of dissolved hydrogen and strain rate on IASCC behavior in highly irradiated stainless steels”, J. Nucl. Sci. Tech., 45 (2008) 452.
- [3.2.2-9] [PT-R7] R. P. Shogan, T. R. Mager, “Susceptibility of Type 316 Stainless Steel to Irradiation Assisted Stress Corrosion Cracking in a PWR Environment”, Proc. 10th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems-Water Reactors, NACE, (2001).

- [3.2.2-10] [PT-R8] J. M. Conermann, R. P. Shogan, D. R. Forsyth, L. W. Wilson, H. T. Tang, "Characterization of Baffle-Former Bolts Removed from Service in US PWRs", Proc. 10th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems-Water Reactors, NACE, (2001).
- [3.2.2-11] [PT-R9] J. Conermann, R. Shogan, K. Fujimoto, T. Yonezawa, Y. Yamaguchi, "Irradiation effects in a highly irradiated cold worked stainless steel removed from a commercial PWR", Proc. 12th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, TMS, p. 277, 2005.
- [3.2.2-12] [PT-R10] EPRI Report 1015332, "Materials Reliability Program: Characterization of Type 316 Cold Worked Stainless Steel Highly Irradiated Under PWR Operating Conditions (International IASCC Advisory Committee Phase 3 Program Final Report) (MRP-214)", Sept. 2007.
- [3.2.2-13] [PT-R11] A. Toivonen, P. Aaltonen, W. Karlsen, U. Ehrnsten, J. -P. Massoud, J-M. Boursier, "Post-irradiation SCC investigations on highly-irradiated core internals component materials", Proc. 6th Int. Symp. Contribution of Materials Investigations to Improve the Safety and Performance of LWRs (Fontevraud 6), FNES, 2006.
- [3.2.2-14] [PT-R12] A. Jenssen, V. Grigoriev, R. Jakobsson, P. Efsing, "Fracture resistance evaluation of a fluc thimble irradiated to 65 dpa in a PWR", Proc. 6th Int. Symp. Contribution of Materials Investigations to Improve the Safety and Performance of LWRs (Fontevraud 6), FNES, 2006.
- [3.2.2-15] [PT-R13] A. Jenssen, P. Efsing B. Forssgren, B. Bengtsson, M. Molin, "Examination of Highly Irradiated Stainless Steels from BWR and PWR Reactor Pressure Vessel Internals", Proc. 7th Int. Symp. Contribution of Materials Investigations to Improve the Safety and Performance of LWRs (Fontevraud 7), FNES, 2010.
- [3.2.2-16] [PT-R14] J. P. Robertson, I. Ioka, A. F. Rowcliffe, M. L. Grossbeck, S. Jitsukawa, "Temperature dependence of the deformation behavior of type 316 stainless steel after low temperature neutron irradiation", Effects of radiation on Materials: 18th Int. Symp., ASTM STP 1325, ASTM, 1999, p. 671.
- [3.2.2-17] [PT-R15] M. G. Horsten, M. I. de Vries, "Tensile properties of type 316L (N) stainless steel irradiated to 10 displacement per atom", J. Nucl. Mater., 212-215 (1994) 514."

- [3.2.2-18] [PT-R16] C. Pokor, Y. Brechet, P. Dubuisson, J-P. Massoud, X. Averty, “Irradiation damage in 304 and 316 stainless steels: experimental investigation and modeling. Part II: irradiation induced hardening”, J. Nucl. Mater., 326 (2004) 30.
- [3.2.2-19] [PT-R17] K. Fujimoto, T. Yonezawa, E. Wachi, Y. Yamaguchi, M. Nakano, R. P. Shogan, J. P. Massoud, T. R. Mager “Effect of the accelerated irradiation and hydrogen/helium gas on IASCC characterixtics for highly irradiated austenitic stainless steels”, Proc. 12th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, TMS, p. 299, 2005.
- [3.2.2-20] [PT-R18] A. Jenssen, J. Stjärnsäter, R. Pathania,” Crack Growth Rates of Irradiated Commercial Stainless Steels in BWR and PWR Environments”, Proc. 15th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, TMS, 2010, p. 1229
- [3.2.2-21] [PT-R19] Y. Yoshitake, I. Yamagata, N. Akasaka, Y. Nakamura, H. Tsai, J. Cole, T. Allen, “Behavior of irradiated type 316 stainlss steels under low-srain-rate tensile conditions”, J. ASTM Int., 2 (2005) JAI12346.
- [3.2.2-22] [PT-R20] T. R. Allen, H. Tsai, J. I. Cole, J. Ohta, K. Dohi, H. Kusanagi, “Properties of 20% cold-worked 316 stainless steel irradiated at low dose rate”, J. ASTM Int., 1 (2004) JAI11252.
- [3.2.2-23] [PH-R1] 原子力安全基盤機構「平成 20 年度照射誘起応力腐食割れに関する報告書 (09 基材報-0012)」平成 21 年 9 月等
- [3.2.2-24] [PH-R2] 福谷耕司、西岡弘雅、藤井克彦,「ステンレス鋼の軽水炉照射挙動」INSS MONOGRAPHS No. 4, 2009
- [3.2.2-25] [PH-R3] D. J. Edwards, E. P. Simonen, F. A. Garner, L. R. Greenwood, B. M. Oliver, S. M. Bruemmer, “Influence of irradiation temperature and dose gradients on the microstructural evolution in neutron-irradiated 316SS”, J. Nucl. Mater., 317 (2003) 32.
- [3.2.2-26] [PF-R1] 発電設備技術検査協会報告書 プラント長寿命化技術開発「ステンレス鋼照射 SCC 試験(PWR)」平成 9 年 3 月
- [3.2.2-27] [PF-R2] EPRI Report 1003069, “Materials Reliability Program: Hot Cell Testing of Baffle/Former Bolts Removed from Two Lead PWR Plants”, November 2001.
- [3.2.2-28] [PF-R3] EPRI Report 1008204, “A Review of Radiation Embrittlement for Stainless Steels for PWRs (MRP-79) — Revision 1”, September 2004.

- [3.2.2-29] [PF-R4] A. Toivonen, P. Aaltonen, W. Karlsen, U. Ehrnsten, J. -P. Massoud, J. -M. Boursier, “Post-irradiation SCC investigations on highly-irradiated core internals component materials”, Proc. 6th Int. Symp. Contribution of Materials Investigations to Improve the Safety and Performance of LWRs (Fontevraud 6), FNES, 2006.
- [3.2.2-30] [PF-R5] EPRI Report 1012079, “Materials Reliability Program: Fracture Toughness Testing of Decommissioned PWR Core Internals Material Samples (MRP-160)”, September 2005.
- [3.2.2-31] [PIS-R1] 発電設備技術検査協会報告書 プラント長寿命化技術開発「ステンレス鋼照射 SCC 試験(PWR)」平成 9 年 3 月.
- [3.2.2-32] [PIS-R2] I. Suzuki et al., “Stress Corrosion Cracking of Irradiated Stainless Steels in Simulated PWR Primary Water”, Int. Conf. on Nuclear Engineering (ICONE-4), ASME, Vol. 5 (1996), p. 205.
- [3.2.2-33] [PIS-R3] 原子力安全基盤機構「平成 20 年度照射誘起応力腐食割れに関する報告書 (09 基材報-0012)」平成 21 年 9 月等.
- [3.2.2-34] [PIS-R4] 福谷耕司、西岡弘雅、藤井克彦,「ステンレス鋼の軽水炉照射挙動」INSS MONOGRAPHS No. 4, 2009.
- [3.2.2-35] [PIS-R5] H. Nishioka, K. Fukuya, K. Fujii, T. Torimaru, IASCC properties and mechanical behavior of stainless steels irradiated up to 73 dpa, 13th Int. Conf. on Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems, Whistler, British Columbia, August 19-23, 2007.
- [3.2.2-36] [PIS-R6] K. Fukuya, H. Nishioka, K. Fujii, T. Torimaru, “Effects of dissolved hydrogen and strain rate on IASCC behavior in highly irradiated stainless steels”, J. Nucl. Sci. Tech., 45 (2008) p. 452.
- [3.2.2-37] [PIS-R7] J. Conermann, R. Shogan, K. Fujimoto et al., Proc. 12th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems – Water Reactors, TMS, 2005, p. 277.
- [3.2.2-38] [PIS-R8] EPRI Report 1003525 (MRP-73), “Materials Reliability Program: Characterizations of Type 316 Cold-Worked Stainless Steel Highly Irradiated Under PWR Operating Conditions”, August 2002.
- [3.2.2-39] [PIS-R9] J. M. Conermann, R. P. Shogan, D. R. Forsyth, L. W. Wilson, H. T. Tang, “Characterization of Baffle-Former Bolts Removed from Service in US PWRs”, Proc. 10th Int. Conf. on Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems-Water Reactors, NACE, 2001.
- [3.2.2-40] [PIS-R10] EPRI Report 1003069 (MRP-51), “Materials Reliability

- Program: Hot Cell Testing of Baffle/Former Bolts Removed from Two Lead PWR Plants”, November 2001.
- [3.2.2-41] [PII-R11] G. Was, K. Stephenson, Y. Ashida, “Insights into the IASCC mechanism in neutron irradiated austenitic alloys with varying microstructure and microchemistry”, Proc. 16th Int. Conf. on Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems-Water Reactors, 2013.
- [3.2.2-42] [PII-R1] 原子力安全基盤機構「平成 20 年度照射誘起応力腐食割れに関する報告書 (09 基材報-0012)」平成 21 年 9 月等
- [3.2.2-43] [PII-R2] K. Takakura, K. Nakata, M. Ando, K. Fujimoto, E. Wachi, “Kifetime evaluation for IASCC initiation of cold worked 316 stainless steel’s BFB in PWR primary water”, Proc. 13th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, NACE, 2007.
- [3.2.2-44] [PII-R3] H. Nishioka, K. Fukuya, K. Fujii, T. Torimaru, “IASCC initiation in highly irradiated stainless steels under uniaxial constant load conditions”, J. Nucl. Sci. Tech., 45 (2008) 1072.
- [3.2.2-45] [PII-R4] K. Fujii, H. Nishioka, K. Fukuya, T. Torimaru, “Effects of dissolved hydrogen on IASCC behavior”, Proc. 7th Int. Symp. Contribution of Materials Investigations to Improve the Safety and Performance of LWRs (Fontevraud 7), FNES, 2010.
- [3.2.2-46] [PII-R5] J. Conermann, R. Shogan, K. Fujimoto, T. Yonezawa, Y. Yamaguchi, “Irradiation effects in a highly irradiated cold worked stainless steel removed from a commercial PWR”, Proc. 12th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, TMS, p. 277, 2005.
- [3.2.2-47] [PII-R6] R. P. Shogan, T. R. Mager, “Susceptibility of Type 316 Stainless Steel to Irradiation Assisted Stress Corrosion Cracking in a PWR Environment”, Proc. 10th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems-Water Reactors, NACE, (2001).
- [3.2.2-48] [PII-R7] P. D. Freyer, T. R. Mager, M. A. Burke, “Hot cell crack initiation testing of various heats of highly irradiated 316 stainless steel components obtained from three commercial PWRs”, Proc. 13th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, NACE, 2007.
- [3.2.2-49] [PII-R8] C. Pokor, A. Toivonen, M. Wintergerst, U. Ehrnsten, W. Karlsen,

- J. -P. Massoud, "Determination of the time to failure curve as a function of stress for a highly irradiated AISI 304 stainless steel after constant load tests in simulated PWR water environment", Proc. 7th Int. Symp. Contribution of Materials Investigations to Improve the Safety and Performance of LWRs (Fontevraud 7), FNES, 2010.
- [3.2.2-50] [PII-R9] A. Toivonen, P. Aaltonen, W. Karlsen, U. Ehrnstén, J-P. Massoud, J-M. Boursier, "Post-irradiation SCC investigation on highly-irradiated core internals component materials", Proc. 6th Int. Symp. Contribution of Materials Investigations to Improve the Safety and Performance of LWRs (Fontevraud 6), FNES, 2006.
- [3.2.2-51] [PII-R10] R. W. Bosch, M. Vankeerberghen, R. Gérard, F. Somville, "Crack initiation testing of thimble tube material under PWR conditions to determine a stress threshold for IASCC", J. Nucl. Mater., 461 (2015) 112.
- [3.2.2-52] [PIG-R1] EPRI Report 1003069 (MRP-51), "Materials Reliability Program: Hot Cell Testing of Baffle/Former Bolts Removed from Two Lead PWR Plants", November 2001.
- [3.2.2-53] [PIG-R2] A. Jenssen, J. Stjärnsäter, R. Pathania, "Crack Growth Rates of Irradiated Commercial Stainless Steels in BWR and PWR Environments", Proc. 15th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, TMS, 2010, p. 1229.
- [3.2.2-54] [PIG-R3] A. Jenssen, J. Stjärnsäter, R. Pathania, "Crack Growth Rate Testing of Fast Reactor Irradiated Type 304L and 316 SS in BWR and PWR Environments", Proc. 14th Int'l. Symp. on Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems, ANS, Virginia Beach, VA, August, 2009, p. 1164.
- [3.2.2-55] [PIG-R4] Y. Chen, B. Alexandreanu, K. Natesan, A. S. Rao, "Crack Growth behavior of Irradiated 304L SS in PWR Environment", 16th Int. Conf. on Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems – Water Reactors, 2013.
- [3.2.2-56] [PIG-R5] G. Was, K. Stephenson, Y. Ashida, "Insights into the IASCC mechanism in neutron irradiated austenitic alloys with varying microstructure and microchemistry", Proc. 16th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems-Water Reactors, 2013.

- [3.2.2-57] [PIG-R6] T. M. Karlsen, P. Bennett, N-W. Høgberg, “In-core Crack Growth rate Studies on Irradiated Austenitic Stainless Steels in BWR and PWR Conditions in the Halden Reactor”, Proc. 12th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems-Water Reactors, TMS, 2005, p. 337.
- [3.2.2-58] [PIG-R7] T. M. Karlsen, M. Ahonen, M. Helin, J. Nakano, “In-pile Crack Growth Rate Testing of Irradiated 304L and 316L Stainless Steels in PWR and BWR Environments”, 17th Int. Conf. on Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems – Water Reactors, Ottawa, August 9-13, 2015.
- [3.2.2-59] [PC-R1] 原子力安全基盤機構「平成 20 年度照射誘起応力腐食割れに関する報告書 (09 基材報-0012)」平成 21 年 9 月等
- [3.2.2-60] [PC-R2] M. L. Grossbeck, L. K. Mansur, “Low-temperature irradiation creep of fusion reactor structural materials”, J. Nucl. Mater., 179-181 (1991) 130.
- [3.2.2-61] [PC-R3] J. Garnier, P. Dubuisson, C. Pokor, E. Lemaire, N. Monteil, J. -P. Massoud, “Relaxation and irradiation creep of PWR baffle bolt materials”, Proc. 7th Int. Symp. Contribution of Materials Investigations to Improve the Safety and Performance of LWRs (Fontevraud 7), FNES, 2010.
- [3.2.2-62] [PC-R4] J. P. Foster, T. M. Karlsen, “Irradiation creep and irradiation stress relaxation of 316 and 304L stainless steels in thermal and fast neutron spectrum reactors”, Proc. 15th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, TMS, 2011.
- [3.2.2-63] [PC-R5] T. A. Kenfield, H. J. Busboom, W. K. Appleby, “In-reactor stress relaxation in bending of 20% cold-worked 316 stainless steel”, J. Nucl. Mater., 66 (1977) 238.
- [3.2.2-64] [PSW-R1] 原子力安全基盤機構「平成 20 年度照射誘起応力腐食割れに関する報告書 (09 基材報-0012)」平成 21 年 9 月等
- [3.2.2-65] [PSW-R2] 福谷耕司、西岡弘雅、藤井克彦,「ステンレス鋼の軽水炉照射挙動」INSS MONOGRAPHS No. 4, 2009
- [3.2.2-66] [PSW-R3] K. Fukuya, K. Fujii, H. Nishioka, Y. Kitsunai, “Evolution of microstructure and microchemistry in cold-worked 316 stainless steels under PWR irradiation”, J. Nucl. Sci. Tech., 43 (2006) 159.
- [3.2.2-67] [PSW-R4] K. Fujimoto, T. Yonezawa, E. Wachi, Y. Yamaguchi, M.

- Nakano, R. P. Shogan, J. P. Massoud, T. R. Mager “Effect of the accelerated irradiation and hydrogen/helium gas on IASCC characterixtics for highly irradiated austenitic stainless steels”, Proc. 12th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, TMS, p. 299, 2005.
- [3.2.2-68] [PSW-R5] H. M. Chung, “Assessment of Void Swelling in Austenitic Stainless Steel Core Internals”, NUREG/CR-6897, ANL-04/28, 2006.
- [3.2.2-69] [PSW-R6] D. J. Edwards, E. P. Simonen, F. A. Garner, L. R. Greenwood, B. M. Oliver, S. M. Bruemmer, “Influence of irradiation temperature and dose gradients on the microstructural evolution in neutron-irradiated 316SS”, J. Nucl. Mater., 317 (2003) 32.
- [3.2.2-70] [PSW-R7] D. J. Edwards, F. A. Garner, S. M. Bruemmer, P. Efsing, “Nano-cavities observed in a 316SS PWR flux thimble tube irradiated to 33 and 70 dpa”, J. Nucl. Mater., 384 (2009) 249.
- [3.2.2-71] [PSW-R8] J. P. Foster, D. L. Porter, D. L. Harrod, T. R. Mager, M. G. Burke, “316 stainless steel cavity swelling in a PWR”, J. Nucl. Mater., 224 (1995) 207.
- [3.2.2-72] [PSW-R9] C. Pokor, Y. Thebault, J-P. Massoud, M. Delnondedieu, D. Loinsard, P. Dubuisson, J. Kočík, E. Keilová, E. Lemaire, N. Ligneau, “Microstructural evolution of neutron irradiated stainless steels: Comparison between irradiations in experimental reactors and in pressurized water reactors”, Proc. 6th Int. Symp. Contribution of Materials Investigations to Improve the Safety and Performance of LWRs (Fontevraud 6), FNES, 2006.
- [3.2.2-73] [PSW-R10] C. Panait, E. Fargeas, M. Tommy-Martin, S. Miloudi, P. Moulart, N. Monteil, C. Pokor, “Metallurgical examinations update of baffle bolts removed from operating French PWR Microstructural investigations of a baffle to former bolt located on a high level of the internal structures, “ Proc. 8th Int. Symp. Contribution of Materials Investigations and Operating Experience to LWRs’ Safety, Performance and Reliability (Fontevraud 8), FNES, 2014.
- [3.2.2-74] [PSW-R11] EPRI Report 1000970 (MRP-50), “Materials Reliability Program: Technical Basis Document Concerning Irradiation Induced Stress Relaxation and Void Swelling In PWR RV Internals Components”, October 2001.
- [3.2.2-75] [PM-R1] 原子力安全基盤機構「平成 20 年度照射誘起応力腐食割れに関する

報告書 (09 基材報-0012)」平成 21 年 9 月等。

- [3.2.2-76] [PM-R2] 福谷耕司、西岡弘雅、藤井克彦,「ステンレス鋼の軽水炉照射挙動」
INSS MONOGRAPHS No. 4, 2009.
- [3.2.2-77] [PM-R3] D. J. Edwards, E. P. Simonen, F. A. Garner, L. R. Greenwood, B. M. Oliver, S. M. Bruemmer, “Influence of irradiation temperature and dose gradients on the microstructural evolution in neutron-irradiated 316SS”, J. Nucl. Mater., 317 (2003) p. 32.
- [3.2.2-78] [PM-R4] D. J. Edwards, F. A. Garner, S. M. Bruemmer, P. Efsing, “Nano-cavities observed in a 316SS PWR flux thimble tube irradiated to 33 and 70 dpa”, J. Nucl. Mater., 384 (2009) p. 249.
- [3.2.2-79] [PM-R5] C. Pokor, Y. Thebault, J-P. Massoud, M. Delnondedieu, D. Loisonard, P. Dubuisson, J. Kočík, E. Keilová, E. Lemaire, N. Ligneau, “Microstructural evolution of neutron irradiated stainless steels: Comparison between irradiations in experimental reactors and in pressurized water reactors”, Proc. 6th Int. Symp. Contribution of Materials Investigations to Improve the Safety and Performance of LWRs (Fontevraud 6), FNES, 2006.
- [3.2.2-80] [PM-R6] I. Monnet, G. M. Decroix, P. Dubuisson, J. Reuchet, and O. Morlent, “Investigation of the Chooz A nuclear power plant bolts”, Proc. International Symposium Fontevraud IV, SFEN, 2002, p. 371.
- [3.2.2-81] [PM-R7] O. Goltran, R. Cauvin, D. Deydier, A. Trenty, “Elements internes inférieurs: apports de l’expertise d’une cornière de Chooz A”, Proc. International Symposium Fontevraud III, SFEN, 1998.
- [3.2.2-82] [PM-R8] R. Cauvin, O. Goltran, Y. Rouillon, E. Verzaux, A. Cazus, P. Dubuisson, P. Poitrenaud, S. Bellet, “Endommagement des structures internes inférieures soumises à fortes fluences: apports de l’expertise”, Proc. International Symposium Fontevraud III, SFEN, 1994, p. 54.
- [3.2.2-83] [PM-R9] G. Pironet, A. Heuzé, O. Goltran R. Cauvin, “Expertise des vis de liaison cloison renfort de la centrale de Tihange 1”, Proc. International Symposium Fontevraud IV, SFEN, (1998), p. 195.
- [3.2.2-84] [PM-R10] C. Panait, E. Fargeas, M. Tommy-Martin, S. Miloudi, P. Moulart, N. Monteil, C. Pokor, “Metallurgical examinations update of baffle bolts removed from operating French PWR Microstructural investigations of a baffle to former bolt located on a high level of the internal structures”, Proc. 8th Int. Symp. Contribution of Materials Investigations and Operating Experience to LWRs’ Safety, Performance

- and Reliability (Fontevraud 8), FNES, 2014.
- [3.2.2-85] [PM-R11] K. Fujimoto, T. Yonezawa, E. Wachi, Y. Yamaguchi, M. Nakano, R. P. Shogan, J. P. Massoud, T. R. Mager, “Effect of the accelerated irradiation and hydrogen/helium gas on IASCC characteristics for highly irradiated austenitic stainless steels”, Proc. 12th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, TMS, 2005, p. 299.
 - [3.2.2-86] [PG-R1] 発電設備技術検査協会報告書 プラント長寿命化技術開発「ステンレス鋼照射 SCC 試験(PWR)」平成 9 年 3 月.
 - [3.2.2-87] [PG-R2] I. Suzuki et al., “Stress Corrosion Cracking of Irradiated Stainless Steels in Simulated PWR Primary Water”, International Conference on Nuclear Engineering (ICONE-4), ASME, Vol. 5 (1996), p. 205.
 - [3.2.2-88] [PG-R3] 原子力安全基盤機構「平成 20 年度照射誘起応力腐食割れに関する報告書(09 基材報-0012)」平成 21 年 9 月等.
 - [3.2.2-89] [PG-R4] 福谷耕司、西岡弘雅、藤井克彦,「ステンレス鋼の軽水炉照射挙動」INSS MONOGRAPHS No. 4, 2009.
 - [3.2.2-90] [PG-R5] K. Fujimoto, T. Yonezawa, E. Wachi, Y. Yamaguchi, M. Nakano, R. P. Shogan, J. P. Massoud, T. R. Mager, “Effect of the accelerated irradiation and hydrogen/helium gas on IASCC characteristics for highly irradiated austenitic stainless steels”, Proc. 12th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, TMS, 2005, p. 299.
 - [3.2.2-91] [PG-R6] D. J. Edwards, E. P. Simonen, F. A. Garner, L. R. Greenwood, B. M. Oliver, S. M. Bruemmer, “Influence of irradiation temperature and dose gradients on the microstructural evolution in neutron-irradiated 316SS”, J. Nucl. Mater., 317 (2003) p. 32.
 - [3.2.2-92] [PG-R7] D. Edwards, E. Simonen, S. Bruemmer, “Radiation-Induced Segregation Behavior in Austenitic Stainless Steels: Fast Reactor versus Light Water Reactor Irradiations”, Proc. 13th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, 2007.
 - [3.2.2-93] [BT-R1] 原子力安全基盤機構「平成 20 年度照射誘起応力腐食割れに関する報告書 (09 基材報-0012)」平成 21 年 9 月等
 - [3.2.2-94] [BT-R2] K. Takakura, K. Nakata, S. Tanaka, T. Nakamura, K. Chatani, Y. Kaji, “Crack growth behavior of neutron irradiated L-grade austenitic

- stainless steels in simulated BWR condition”, Proc. 14th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, CNS, 2009.
- [3.2.2-95] [BT-R3] 児玉光弘、「中性子照射したオーステナイト系ステンレス鋼の応力腐食割れに及ぼす微細組織変化の影響に関する研究」、博士論文（北海道大学）
- [3.2.2-96] [BT-R4] K. Fukuya, S. Shima, K. Nakata, S. Kasahara, A. J. Jacobs, G. P. Wozadlo, S. Suzuki, M. Kitamura, “Mechanical properties and IASCC susceptibility in irradiated stainless steels”, Proc. 6th Int. Symp. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems-Water Reactors, TMS, 1993.
- [3.2.2-97] [BT-R5] M. Kodama, S. Nishimura, Y. Tanaka, S. Suzuki, K. Fukuya, S. Shima, K. Nakata, T. Kato, “Mechanical properties of various kinds of irradiated austenitic stainless steels”, Proc. 8th Int. Symp. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems-Water Reactors, ANS, 1997.
- [3.2.2-98] [BT-R6] S. Ooki, Y. Tanaka, K. Takamori, S. Suzuki, S. Tanaka, Y. Saito, T. Nakamura, T. Kato, K. Chatani, M. Kodama, “Study on SCC growth behavior of BWR core shroud”, Proc. 12th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, TMS, 2005.
- [3.2.2-99] [BT-R7] T. Torimaru, M. Kodama, S. Tanaka, T. Nakamura, K. Kumagai, K. Asano, “Fracture Toughness of Austenitic Stainless Steels after BWR Irradiation”, Proc. 7th Int. Symp. Contribution of Materials Investigations to Improve the Safety and Performance of LWRs (Fontevraud 7), FNES, 2010.
- [3.2.2-100] [BT-R8] NISA 事業茨城クラスターのデータ、平成 24 年度高経年化技術評価高度化事業 成果報告書<第 1 分冊>、平成 25 年 3 月、株式会社三菱総合研究所
- [3.2.2-101] [BT-R9] NISA 事業茨城クラスターのデータ、平成 24 年度高経年化技術評価高度化事業 成果報告書<第 1 分冊>、平成 25 年 3 月、株式会社三菱総合研究所
- [3.2.2-102] [BT-R10] A. Demma, R. Carter, A. Jenssen, T. Torimaru, R. Gamble, “Fracture toughness of highly irradiated stainless steels in boiling water reactors”, Proc. 13th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, NACE, 2007.

- [3.2.2-103] [BT-R11] A. Jenssen, J. Stjärnsäter, R. Pathania, “Crack Growth Rates of Irradiated Commercial Stainless Steels in BWR and PWR Environments”, Proc. 15th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, TMS, 2010, p. 1229.
- [3.2.2-104] [BT-R12] A. Jenssen, P. Efsing, B. Forssgren, B. Bengtsson, M. Molin, “Examination of Highly Irradiated Stainless Steels from BWR and PWR Reactor Pressure Vessel Internals”, Proc. 7th Int. Symp. Contribution of Materials Investigations to Improve the Safety and Performance of LWRs (Fontevraud 7), FNES, 2010.
- [3.2.2-105] [BT-R13] T. Nakamura, M. Koshiishi, T. Torimaru, Y. Kitsunai, K. Takakura, K. Nakata, M. Ando, Y. Ishiyama, A. Jenssen, “Correlation between IASCC Growth Behavior and Plastic Zone Size of Crack Tip in 3.5 dpa Neutron Irradiated Type 304L SS CT Specimen”, Proc. 13th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, NACE, 2007.
- [3.2.2-106] [BT-R14] 仲田清智、吉田寿美、正岡功、斉藤隆、A. J. Jacobs, G. P. Wozadlo, W. J. S. Yang, “オーステナイトステンレス鋼の機械的性質に及ぼす 560K での中性子照射の影響”, 日本金属学会誌, 50 (1988) 1023.
- [3.2.2-107] [BT-R15] A. J. Jacobs, G. P. Wozadlo, K. Nakata, T. Yoshida, I. Masaoka, “Radiation effects on the stress corrosion and other selected properties of type-304 and type-316 stainless steels”, Proc. 3th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, TMS, 1987.
- [3.2.2-108] [BT-R16] Y. Kaji, H. Ugachi, T. Tsukada, Y. Matsui, M. Ohmi, N. Nagata, K. Dozaki, H. Takiguchi, “Comparison of SCC growth rate between in-core and ex-core tests in BWR simulated high temperature water”, Proc. 13th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, NACE, 2007.
- [3.2.2-109] [BT-R17] W. Karlsen, S. Van Dyke, “The effect of prior cold-work on the deformation behavior of neutron irradiated AISI 304 austenitic stainless steel”, Proc. 14th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, ANS, 2009.
- [3.2.2-110] [BH-R1] 原子力安全基盤機構「平成 20 年度照射誘起応力腐食割れに関する報告書 (09 基材報-0012)」平成 21 年 9 月等
- [3.2.2-111] [BH-R2] K. Takakura, K. Nakata, S. Tanaka, T. Nakamura, K. Chatani,

- Y. Kaji, “Crack growth behavior of neutron irradiated L-grade austenitic stainless steels in simulated BWR condition”, Proc. 14th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, CNS, 2009.
- [3.2.2-112] [BH-R3] K. Fukuya, S. Shima, K. Nakata, S. Kasahara, A. J. Jacobs, G. P. Wozadlo, S. Suzuki, M. Kitamura, “Mechanical properties and IASCC susceptibility in irradiated stainless steels”, Proc. 6th Int. Symp. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems-Water Reactors, TMS, 1993.
- [3.2.2-113] [BH-R4] M. Kodama, S. Nishimura, Y. Tanaka, S. Suzuki, K. Fukuya, S. Shima, K. Nakata, T. Kato, “Mechanical properties of various kinds of irradiated austenitic stainless steels”, Proc. 8th Int. Symp. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems-Water Reactors, ANS, 1997.
- [3.2.2-114] [BH-R5] NISA 事業茨城クラスタのデータ、平成 24 年度高経年化技術評価高度化事業 成果報告書<第 1 分冊>、平成 25 年 3 月、株式会社三菱総合研究所
- [3.2.2-115] [BH-R6] NISA 事業茨城クラスタのデータ、平成 24 年度高経年化技術評価高度化事業 成果報告書<第 1 分冊>、平成 25 年 3 月、株式会社三菱総合研究所
- [3.2.2-116] [BH-R7] T. Torimaru, M. Kodama, S. Tanaka, T. Nakamura, K. Asano, K. Kumagai, “Neutron Flux Effect on the Irradiation Hardening of Type 304 Stainless Steel”, J. ASTM Int., 2 (2005) JAI12843.
- [3.2.2-117] [BF-R1] 原子力安全基盤機構「平成 20 年度照射誘起応力腐食割れに関する報告書 (09 基材報-0012)」平成 21 年 9 月等
- [3.2.2-118] [BF-R2] 発電設備技術検査協会、平成 3 年度原子力プラント長寿命化技術開発に関する調査報告書、平成 4 年 3 月。
- [3.2.2-119] [BF-R3] T. Torimaru, M. Kodama, S. Tanaka, T. Nakamura, K. Kumagai, K. asano, “Fracture Toughness of Austenitic Stainless Steels after BWR Irradiation”, Proc. 7th Int. Symp. Contribution of Materials Investigations to Improve the Safety and Performance of LWRs (Fontevraud 7), FNES, 2010.
- [3.2.2-120] [BF-R4] A. Demma, R. Carter, A. Jenssen, T. Torimaru, R. Gamble, “Fracture toughness of highly irradiated stainless steels in boiling water reactors”, Proc. 13th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, NACE, 2007.

- [3.2.2-121] [BF-R5] U. Ehrnstén, K Wallin, S. van Dyck, P. Ould, “Fracture toughness of stainless steels irradiated up to ~9 dpa in commercial BWRs”, Proc. 6th Int. Symp. Contribution of Materials Investigations to Improve the Safety and Performance of LWRs (Fontevraud 6), FNES, 2006.
- [3.2.2-122] [BF-R6] O. K. Chopra, E. E. Gruber, W. J. Shack, “Fracture toughness of irradiated wrought and cast austenitic stainless steels in BWR environment”, Proc. 13th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, NACE, 2007.
- [3.2.2-123] [BF-R7] O. K. Chopra, E. E. Gruber, W. J. Shack, “Fracture Toughness and Crack Growth Rates of Irradiated Austenitic Stainless Steels”, NUREG/CR-6826, ANL-03/22, August 2003.
- [3.2.2-124] [BF-R8] Y. Chen, O. K. Chopra, Y. Yang, W. J. Shack, B. Alexandreanu, E. E. Gruber, A. S. Rao, “Crack growth rates and fracture toughness of neutron irradiated grain-boundary engineered austenitic stainless steels”, Proc. 14th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, ANS, 2009.
- [3.2.2-125] [BF-R9] T. Tobita, M. Udagawa, Y. Chimi, Y. Nishiyama, K. Onizawa, “Effect of neutron irradiation on the mechanical properties of weld overlay cladding for reactor pressure vessel”, J. Nucl. Mater., 452 (2014) 61.
- [3.2.2-126] [BIS-R1] 原子力安全基盤機構「平成 20 年度照射誘起応力腐食割れに関する報告書 (09 基材報-0012)」平成 21 年 9 月等
- [3.2.2-127] [BIS-R2] M. Kodama, S. Nishimura, J. Morisawa, S. Suzuki, S. Shima, M. Yamamoto, “Effects of fluence and dissolved oxygen on IASCC in austenitic stainless steels”, Proc. 5th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, ANS, 1991.
- [3.2.2-128] [BIS-R3] M. Kodama, R. Katsura, J. Morisawa, S. Nishimura, S. Suzuki, K. Asano, K. Fukuya, K. Nakata, “IASCC susceptibility of austenitic stainless steel irradiated to high neutron fluence”, Proc. 6th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, TMS, 1993.
- [3.2.2-129] [BIS-R4] M. Kodama, R. Katsura, J. Morisawa, S. Nishimura, S. Suzuki, K. Takamori, S. Shima, T. Kato, “IASCC susceptibility of irradiated austenitic stainless steel under very low dissolved oxygen”, Proc. 7th Int.

- Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, NACE, 1995.
- [3.2.2-130] [BIS-R5] Y. Tanaka, S. Suzuki, M. Kodama, S. Nishimura, K. Fukuya, S. Sakamoto, K. Nakata, T. Kato, "IASCC susceptibility of type 304, 304L and 316L stainless steels", Proc. 8th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, ANS, 1997.
- [3.2.2-131] [BIS-R6] M. Kodama, Y. Ishiyama, S. Namatame, S. Suzuki, K. Fukuya, H. sakamoto, K. Nakata, T. Kato, "Effect of pre-irradiation grain boundary chemistry on IASCC", Proc. 9th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, TMS, 1999.
- [3.2.2-132] [BIS-R7] K. Chatani, Y. Kitsunai, M. Kodama, S. Suzuki, Y. Tanaka, S. Ooki, S. Tanaka, T. Nakamura, "Irradiation assisted stress corrosion cracking susceptibility of core component materials", Proc. 12th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, TMS, 2005.
- [3.2.2-133] [BIS-R8] W. L. Clarke, A. J. Jacobs, "Effect of radiation environment on SCC of austenitic stainless steels", Proc. 1st Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, 1983.
- [3.2.2-134] [BIS-R9] K. Fukuya, S. Shima, K. Nakata, S. Kasahara, A. J. Jacobs, G. P. Wozadlo, S. Suzuki, M. Kitamura, "Mechanical properties and IASCC susceptibility in irradiated austenitic stainless steels", Proc. 6th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, TMS, 1993.
- [3.2.2-135] [BIS-R10] 仲田清智、吉田寿美、正岡功、斉藤隆、中性子照射したオーステナイトステンレス鋼の高温高圧水中での粒界割れ感受性、日本金属学会誌、vol. 52, 1988, p. 1167.
- [3.2.2-136] [BIS-R11] A. J. Jacobs, G. P. Wozadlo, K. Nakata, T. Yoshida, I. Masaoka, "Radiation effects on the stress corrosion and other selected properties of type-304 and type-316 stainless steels", Proc. 3th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Powtem - Water Reactors, 1988.
- [3.2.2-137] [BII-R1] R. Katsura, J. Morisawa, M. Kodama, S. Nishimura, S. Suzuki, S. Shima, M. Tamamoto, "Effect of stress on IASCC in irradiated

- austenitic stainless steels”, Proc. 6th Int. Symp. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, TMS, 1993.
- [3.2.2-138] [BII-R2] R. A. J. Jacobs, G. P. Wozadlo, G. M. Gordon, “Use of a constant deflection test to evaluate susceptibility to irradiation-assisted stress corrosion cracking”, Corrosion, 49 (1993) 650.
- [3.2.2-139] [BIG-R1] 原子力安全基盤機構「平成 20 年度照射誘起応力腐食割れに関する報告書 (09 基材報-0012)」平成 21 年 9 月等
- [3.2.2-140] [BIG-R2] K. Takakura, K. Nakata, S. Tanaka, T. Nakamura, K. Chatani, Y. Kaji, “Crack growth behavior of neutron irradiated L-grade austenitic stainless steels in simulated BWR condition”, Proc. 14th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, CNS, 2009.
- [3.2.2-141] [BIG-R3] Y. Kaji, Y. Miwa, A. Shibata, J. Nakano, T. Tsukada, K. Takakura, K. Nakata, “Influence of microstructure on IASCC growth behavior of neutron irradiated type 304 austenitic stainless steels in simulated BWR condition”, Proc. 14th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, ANS, 2009.
- [3.2.2-142] [BIG-R4] K. Chatani, K. Takakura, M. Ando, K. Nakata, S. Tanaka, Y. Ishiyama, M. Hishida, Y. Kaji, “IASCC Crack Growth Rate of Neutron Irradiated Low Carbon Austenitic Stainless Steels in Simulated BWR Condition”, Proc. 13th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, NACE, 2007.
- [3.2.2-143] [BIG-R5] S. Ooki, Y. Tanaka, K. Takamori, S. Suzuki, S. Tanaka, Y. Saito, T. Nakamura, T. Kato, K. Chatani, M. Kodama, “Study on SCC growth behavior of BWR core shroud”, Proc. 12th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, TMS, 2005.
- [3.2.2-144] [BIG-R6] R. M. Horn, R. Hosler, P. Chou, P. L. andresen, “Studies of crack growth rates in irradiated stainless steel control blade materials tested in high temperature water”, Proc. 16th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, NACE, 2013.
- [3.2.2-145] [BIG-R7] A. Jenssen, R. Pathania, R. Carter, “Crack Growth in Irradiated Austenitic Stainless Steels in BWR Environments”, Proc. 8th

- Int. Symp. Contribution of Materials Investigations and Operating Experience to LWRs' Safety, Performance and Reliability (Fontevraud 8), FNES, 2014.
- [3.2.2-146] [BIG-R8] A. Jenssen, P. Efsing, K. Gott, P-O. Andersson, "Crack growth behavior of irradiated type 304L stainless steel in simulated BWR environment", Proc. 11th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, ANS, 2003.
- [3.2.2-147] [BIG-R9] A. Jenssen, J. Stjärnsäter, R. Pathania, "Crack Growth Rates of Irradiated Commercial Stainless Steels in BWR and PWR Environments", Proc. 15th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, TMS, 2010, p. 1229.
- [3.2.2-148] [BIG-R10] A. Jessen, J. Stharnsater, R. Pathania, "Crack growth rate testing of fast reaction irradiated type 304L and 316L SS in BWR and PWR environments", Proc. 14th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, ANS, 2009.
- [3.2.2-149] [BIG-R11] O. K. Chopra, E. E. Gruber, W. J. Shack, "Crack growth behavior of irradiated austenitic stainless steels in high-purity water at 289°C", Proc. 11th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, ANS, 2003.
- [3.2.2-150] [BIG-R12] O. K. Chopra, B. Alexandreanu, E. E. Gruber, W. J. Shack, "Crack growth behavior of irradiated austenitic stainless steel weld and heat affected zone material in high-purity water at 289°C", Proc. 12th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, TMS, 2005.
- [3.2.2-151] [BIG-R13] Y. Kaji, K. Kondo, Y. Aoyagi, Y. Kato, T. Taguchi, F. Takada, J. Nakano, H. Ugachi, T. Tsukada, K. Takakura, H. Sakamoto, "Stress Corrosion Cracking Behavior of Type 304 Stainless Steel Irradiated under Different Neutron Dose Rates at JMTR", Proc. 15th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, TMS, 2011.
- [3.2.2-152] [BIG-R14] Y. Kaji, H. Ugachi, T. Tsukada, J. Nakano, Y. Matsui, K. Kawamata, A. Shibata, M. Ohmi, N. Nagata, K. Dozaki, H. Takiguchi, "In-core SCC growth behavior of type 304 stainless steel in BWR simulated high-temperature water at JMTR", J. Nucl. Sci. Tech., 45 (2008) 725.

- [3.2.2-153] [BIG-R15] T. M. Karlsen, P. Bennett, N. W. Hogberg, “In-core Crack growth rate Studies on Irradiated Austenitic Stainless Steels in BWR and PWR Conditions in the Halden Reactor”, Proc. 12th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, TMS, 2005.,
- [3.2.2-155] [BIG-R16] T. M. Karlsen, M. Ahonen, M. Helin, J. Nakano, “In-pile crack growth rate testing of irradiated 304L and 316L stainless steels in PWR and BWR environments”, Proc. 17th Int. Conf. on Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems – Water Reactors, ANS, 2015.
- [3.2.2-154] Halden report HWR-556, 1998, HWR-770, 2004.
- [3.2.2-156] [BC-R1] 原子力安全基盤機構「平成 20 年度照射誘起応力腐食割れに関する報告書 (09 基材報-0012)」平成 21 年 9 月等
- [3.2.2-157] [BC-R2] Y. Ishiyama, K. Nakata, M. Obata, H. Anzai, S. Tanaka, “Stress Relaxation Caused by Neutron-Irradiation at 561 K in Austenitic Stainless Steels”, Proc. 11th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, ANS, 2003.
- [3.2.2-158] [BC-R3] M. Obata, J. H. Root, Y. Ishiyama, K. Nakata, H. Sakamoto, H. Anzai, K. Asano, “Radiation-Induced Stress Relaxation of Welded Type 304 Stainless Steel Evaluated by Neutron Diffraction”, J. ASTM Int., 3 (2006) JAI12348.
- [3.2.2-159] [BC-R4] Y. Ishiyama, R. B. Rogge, M. Obata, “Radiation-induced stress relaxation in high temperature water of type 316L stainless steel evaluated by neutron diffraction”, J. Nucl. Mater., 408 (2011) 153.
- [3.2.2-160] [BC-R5] Y. Kaji, Y. Miwa, T. Tsukada, M. Kikuchi, S. Kita, M. Yonekawa, J. Nakano, H. Tsuji, H. Nakajima, “Evaluation of in-pile and out-of-pile stress relaxation in 316L stainless steel under uniaxial loading”, J. Nucl. Mater., 307-311 (2002) 331.
- [3.2.2-161] [BC-R6] A. R. Causey, G. J. C. Carpenter, S. R. MacEwan, “In-reactor stress relaxation of selected metals and alloys at low temperatures”, J. Nucl. Mater., 90 (1980) 216.
- [3.2.2-162] [BM-R1] 原子力安全基盤機構「平成 20 年度照射誘起応力腐食割れに関する報告書 (09 基材報-0012)」平成 21 年 9 月等
- [3.2.2-163] [BM-R2] T. Torimaru, M. Kodama, S. Tanaka, T. Nakamura, K. Asano, K. Kumagai, “Neutron Flux Effect on the Irradiation Hardening of Type 304 Stainless Steel”, J. ASTM Int., 2 (2005) JAI12843.

- [3.2.2-164] [BM-R3] A. Demma, R. Carter, A. Jenssen, T. Torimaru, R. Gamble, “Fracture toughness of highly irradiated stainless steels in boiling water reactors”, Proc. 13th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, NACE, 2007.
- [3.2.2-165] [BM-R4] S. Kasahara, Y. Kitsunai, Y. Chimi, K. Chatani, M. Koshiishi, Y. Nishiyama, “Influence of temperature histories during reactor startup periods on microstructural evolution and mechanical properties of austenitic stainless steel irradiation with neutrons”, J. Nucl. Mater., 480 (2016) 386.
- [3.2.2-166] [BM-R5] D. J. Edwards, E. P. Simonen, S. M. Bruemmer, “Evolution of fine-scale defects in stainless steels neutron-irradiated at 275°C”, J. Nucl. Mater., 317 (2003) 13.
- [3.2.2-167] [BM-R6] C. Bailat, A. Almazouzi, N. Baluc, R. schaublin, F. Groschel, M. Victoria, “The effects of irradiation and testing temperature on tensile behavior of stainless steels”, J. Nucl. Mater., 283-287 (2000) 446.
- [3.2.2-168] [BM-R7] Y Miwa, T Tsukada, H Tsuji, H Nakajima, “Microstructures of type 316 model alloys neutron-irradiated at 513 K to 1 dpa”, J. Nucl. Mater., 271&272 (1999) 316.
- [3.2.2-169] [BM-R8] 仲田清智、吉田寿美、正岡功、斉藤隆、A. J. Lacobs, G. P. Wozadlo, W. J. S. Yang, “オーステナイトステンレス鋼の機械的性質に及ぼす 560K での中性子照射の影響”, 日本金属学会誌, 50 (1988) 1023.
- [3.2.2-170] [BG-R1] 原子力安全基盤機構「平成 20 年度照射誘起応力腐食割れに関する報告書 (09 基材報-0012)」平成 21 年 9 月等
- [3.2.2-171] [BG-R2] K. Asano, K. Fukuya, K. Nakata, M. Kodama, “Changes in grain boundary composition induced by neutron irradiation on austenitic stainless steels”, Proc. 5th Int. Symp. on Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems-Water Reactors, ANS, 1991, p. 838.
- [3.2.2-172] [BG-R3] M. Kodma, R. Kastura, J. Morisawa, S. Nishimura, S. Suzuki, K. Asano, K. Fukuya, K. Nakata, “IASCC susceptibility of austenitic stainless steels irradiated to high fluence”, Proc. 6th Int. Symp. on Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems-Water Reactors, TMS, 1993, p. 583.
- [3.2.2-173] [BG-R4] M. Kodama, Y. Ishiyama, S. Namatame, S. Suzuki, K. Fukuya, H. Sakamoto, K. Nakata, T. Kato, “Effect of pre-irradiation grain boundary chemistry on IASCC”, Proc. 9th Int. Symp. on Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems-Water Reactors,

- TMS, 1999, p. 923.
- [3.2.2-174] [BG-R5] K. Chatani, K. Takakura, M. Ando, K. Nakata, S. Tanaka, Y. Ishiyama, M. Hishida, Y. Kaji, “IASCC Crack Growth Rate of Neutron Irradiated Low Carbon Austenitic Stainless Steels in Simulated BWR Condition”, Proc. 13th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, NACE, 2007. “
- [3.2.2-175] [BG-R6] A. Demma, R. Carter, A. Jenssen, T. Torimaru, R. Gamble, “Fracture toughness of highly irradiated stainless steels in boiling water reactors”, Proc. 13th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, NACE, 2007.
- [3.2.2-176] [BG-R7] S. M. Bruemmer, D. J. Edwards, B. W. Arey, L. A. Charlot, “Microstructural, microchemical and hardening evolution in LWR-irradiated austenitic stainless steel”, Proc. of 9th Int. Symp. on Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems-Water Reactors, TMS, 1999, p. 1079.
- [3.2.2-177] 行政文書「平成 24－25 年度 照射された低炭素ステンレス鋼の SCC 進展試験に関する報告書」(原子力規制委員会原子力規制庁所管)
- [3.2.2-178] G. E. Lucas, “The evolution of mechanical property change in irradiated austenitic stainless steels”, J. Nucl. Mater., 206 (1993) 287.
- [3.2.2-179] J. E. Pawel, A. F. Rowcliffe, G. E. Lucas, S. J. Zinkle, “Irradiation performance of stainless steels for ITER application”, J. Nucl. Mater., 239 (1996) 126.
- [3.2.2-180] C. Pokor, Y. Brechet, P. Dubuisson, J-P. Massoud, X. Averty, “Irradiation damage in 304 and 316 stainless steels: experimental investigation and modeling. Part II: irradiation induced hardening”, J. Nucl. Mater., 326 (2004) 30.
- [3.2.2-181] 笠田竜太、「原子炉・核融合炉材料の照射硬化評価のための硬さ試験とナノインデンテーション」、材料試験技術、60 (2015) 18.
- [3.2.2-182] J. T. Busby, M. C. Hash, G. S. Was, “The relationship between hardness and yield stress in irradiated austenitic and ferritic steels”, J. Nucl. Mater., 336 (2005) 267.
- [3.2.2-183] T. Torimaru, M. Kodama, S. Tanaka, T. Nakamura, K. Kumagai, K. asano, “Fracture Toughness of Austenitic Stainless Steels after BWR Irradiation”, Proc. 7th Int. Symp. Contribution of Materials Investigations to Improve the Safety and Performance of LWRs (Fontevraud 7), FNES, 2010.

- [3.2.2-184] A. Demma, R. Carter, A. Jenssen, T. Torimaru, R. Gamble, “Fracture toughness of highly irradiated stainless steels in boiling water reactors”, Proc. 13th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, NACE, 2007.
- [3.2.2-185] U. Ehrnstén, K Wallin, S. van Dyck, P. Ould, “Fracture toughness of stainless steels irradiated up to ~9 dpa in commercial BWRs”, Proc. 6th Int. Symp. Contribution of Materials Investigations to Improve the Safety and Performance of LWRs (Fontevraud 6), FNES, 2006.
- [3.2.2-186] PWR 炉内構造物点検評価ガイドライン[バップルフォーマボルト] (第2版)、原子力安全推進協会、平成 26 年 3 月
- [3.2.2-187] BWR 炉内構造物点検評価ガイドライン[炉心シュラウド](第5版)、原子力安全推進協会 炉内構造物等点検評価ガイドライン検討会、平成 27 年 3 月
- [3.2.2-188] 発電設備技術検査協会報告書 プラント長寿命化技術開発「ステンレス鋼照射 SCC 試験(PWR)」平成 9 年 3 月
- [3.2.2-189] 福谷耕司、西岡弘雅、藤井克彦、「ステンレス鋼の軽水炉照射挙動」INSS MONOGRAPHS No. 4, 2009
- [3.2.2-190] M. Kodama, S. Nishimura, J. Morisawa, S. Suzuki, S. Shima, M. Yamamoto, “Effects of fluence and dissolved oxygen on IASCC in austenitic stainless steels”, Proc. 5th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, ANS, 1991.
- [3.2.2-191] M. Kodama, R. Katsura, J. Morisawa, S. Nishimura, S. Suzuki, K. Takamori, S. Shima, T. Kato, “IASCC susceptibility of irradiated austenitic stainless steel under very low dissolved oxygen”, Proc. 7th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, NACE, 1995.
- [3.2.2-192] Y. Tanaka, S. Suzuki, M. Kodama, S. Nishimura, K. Fukuya, S. Sakamoto, K. Nakata, T. Kato, “IASCC susceptibility of type 304, 304L and 316L stainless steels”, Proc. 8th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, ANS, 1997.
- [3.2.2-193] R. P. Shogan, T. R. Mager, “Susceptibility of Type 316 Stainless Steel to Irradiation Assisted Stress Corrosion Cracking in a PWR Environment”, Proc. 10th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems-Water Reactors, NACE, (2001).
- [3.2.2-194] A. Toivonen, P. Aaltonen, W. Karlsen, U. Ehrnsten, J. -P. Massoud, J. -M.

- Boursier, “Post-irradiation SCC investigations on highly-irradiated core internals component materials”, Proc. 6th Int. Symp. Contribution of Materials Investigations to Improve the Safety and Performance of LWRs (Fontevraud 6), FNES, 2006.
- [3.2.2-195] H. Nishioka, K. Fukuya, K. Fujii, T. Torimaru, “IASCC initiation in highly irradiated stainless steels under uniaxial constant load conditions”, J. Nucl. Sci. Tech., 45 (2008) 1072.
- [3.2.2-196] 原子力安全基盤機構「平成 20 年度照射誘起応力腐食割れに関する報告書 (09 基材報-0012)」平成 21 年 9 月等
- [3.2.2-197] 福谷耕司、西岡弘雅、藤井克彦,「ステンレス鋼の軽水炉照射挙動」INSS MONOGRAPHS No. 4, 2009
- [3.2.2-198] R. A. J. Jacobs, G. P. Wozadlo, G. M. Gordon, “Use of a constant deflection test to evaluate susceptibility to irradiation-assisted stress corrosion cracking”, Corrosion, 49 (1993) 650.
- [3.2.2-196] R. Katsura, J. Morisawa, M. Kodama, S. Nishimura, S. Suzuki, S. Shima, M. Tamamoto, “Effect of stress on IASCC in irradiated austenitic stainless steels”, Proc. 6th Int. Symp. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, TMS, 1993.
- [3.2.2-200] EPRI Report 1003069 (MRP-51), “Materials Reliability Program: Hot Cell Testing of Baffle/Former Bolts Removed from Two Lead PWR Plants”, November 2001.
- [3.2.2-201] A. Jenssen, J. Stjärnsäter, R. Pathania, “Crack Growth Rates of Irradiated Commercial Stainless Steels in BWR and PWR Environments”, Proc. 15th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, TMS, 2010, p. 1229.
- [3.2.2-202] A. Jenssen, J. Stjärnsäter, R. Pathania, “Crack Growth Rate Testing of Fast Reactor Irradiated Type 304L and 316 SS in BWR and PWR Environments”, Proc. 14th Int’l. Symp. on Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems, ANS, Virginia Beach, VA, August, 2009, p. 1164.
- [3.2.2-203] Y. Chen, B. Alexandreanu, K. Natesan, A. S. Rao, “Crack Growth behavior of Irradiated 304L SS in PWR Environment”, 16th Int. Conf. on Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems – Water Reactors, 2013.
- [3.2.2-204] G. Was, K. Stephenson, Y. Ashida, “Insights into the IASCC mechanism

- in neutron irradiated austenitic alloys with varying microstructure and microchemistry”, Proc. 16th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems-Water Reactors, 2013.
- [3.2.2-205] T. M. Karlsen, P. Bennett, N-W. Høgberg”, In-core Crack Growth rate Studies on Irradiated Austenitic Stainless Steels in BWR and PWR Conditions in the Halden Reactor”, Proc. 12th nt. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems-Water Reactors, TMS, 2005, p. 337.
- [3.2.2-206] T. M. Karlsen, M. Ahonen, M. Helin, J. Nakano, “In-pile Crack Growth Rate Testing of Irradiated 304L and 316L Stainless Steels in PWR and BWR Environments”, 17th Int. Conf. on Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems – Water Reactors, Ottawa, August 9-13, 2015.
- [3.2.2-207] 原子力安全基盤機構「平成 20 年度照射誘起応力腐食割れに関する報告書 (09 基材報-0012)」平成 21 年 9 月等
- [3.2.2-208] K. Takakura, K. Nakata, S. Tanaka, T. Nakamura, K. Chatani, Y. Kaji”, Crack growth behavior of neutron irradiated L-grade austenitic stainless steels in simulated BWR condition”, Proc. 14th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, CNS, 2009.
- [3.2.2-209] Y. Kaji, Y. Miwa, A. Shibata, J. Nakano, T. Tsukada, K. Takakura, K. Nakata, “Influence of microstructure on IASCC growth behavior of neutron irradiated type 304 austenitic stainless steels in simulated BWR condition”, Proc. 14th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, ANS, 2009.
- [3.2.2-210] K. Chatani, K. Takakura, M. Ando, K. Nakata, S. Tanaka, Y. Ishiyama, M. Hishida, Y. Kaji, “IASCC Crack Growth Rate of Neutron Irradiated Low Carbon Austenitic Stainless Steels in Simulated BWR Condition”, Proc. 13th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, NACE, 2007.
- [3.2.2-211] S. Ooki, Y. Tanaka, K. Takamori, S. Suzuki, S. Tanaka, Y. Saito, T. Nakamura, T. Kato, K. Chatani, M. Kodama, “Study on SCC growth behavior of BWR core shroud”, Proc. 12th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, TMS, 2005.
- [3.2.2-212] Y. Kaji, H. Ugachi, T. Tsukada, Y. Matsui, M. Ohmi, N. Nagata, K.

- Dozaki, H. Takiguchi, “Comparison of SCC growth rate between in-core and ex-core tests in BWR simulated high temperature water”, Proc. 13th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, NACE, 2007.
- [3.2.2-213] T. M. Karlsen, P. Bennett, N. W. Hogberg, “In-core Crack growth rate Studies on Irradiated Austenitic Stainless Steels in BWR and PWR Conditions in the Halden Reactor”, Proc. 12th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, TMS, 2005.,
- [3.2.2-214] 原子力安全基盤機構「平成 20 年度照射誘起応力腐食割れに関する報告書 (09 基材報-0012)」平成 21 年 9 月等
- [3.2.2-215] J. Garnier, P. Dubuisson, C. Pokor, E. Lemaire, N. Monteil, J. -P. Massoud, “Relaxation and irradiation creep of PWR baffle bolt materials”, Proc. 7th Int. Symp. Contribution of Materials Investigations to Improve the Safety and Performance of LWRs (Fontevraud 7), FNES, 2010.
- [3.2.2-216] J. P. Foster, T. M. Karlsen, “Irradiation creep and irradiation stress relaxation of 316 and 304L stainless steels in thermal and fast neutron spectrum reactors”, Proc. 15th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, TMS, 2011.
- [3.2.2-217] H. M. Chung, “Assessment of Void Swelling in Austenitic Stainless Steel Core Internals”, NUREG/CR-6897, ANL-04/28, 2006.
- [3.2.2-218] C. Pokor, Y. Thebault, J-P. Massoud, M. Delnondedieu, D. Loinsard, P. Dubuisson, J. Kočík, E. Keilová, E. Lemaire, N. Ligneau, “Microstructural evolution of neutron irradiated stainless steels: Comparison between irradiations in experimental reactors and in pressurized water reactors”, Proc. 6th Int. Symp. Contribution of Materials Investigations to Improve the Safety and Performance of LWRs (Fontevraud 6), FNES, 2006.
- [3.2.2-219] T. Matsubara, T. Tsutsui, Y. kamei, M. Kitsu, “Stress evaluation of baffle former bolt for IASCC failure prediction”, Proc. 7th Int. Symp. Contribution of Materials Investigations to Improve the Safety and Performance of LWRs (Fontevraud 7), FNES, 2010.
- [3.2.2-220] 福谷耕司、西岡弘雅、藤井克彦、「ステンレス鋼の軽水炉照射挙動」INSS MONOGRAPHS No. 4, 2009
- [3.2.2-221] K. Fujii, K. Fukuya, “Irradiation-induced microchemical changes in

- highly irradiated 316 stainless steel”, J. Nucl. Mater., 469 (2016) 82.
- [3.2.2-222] T. Toyama, Y. Nozawa, W. Van Renterghem, Y. Matsukawa, M. Hatakeyama, Y. Nagai, A. AlMazouzi, S. Van Dyck, “Irradiation-induced precipitates in a neutron irradiated 304 stainless steel studied by three-dimensional atom probe”, J. Nucl. Mater. 418 (2011) 62e68.
- [3.2.2-223] A. Etienne, B. Radiguet, P. Pareige, J-P. Massoud, C. Pokor, “Tomographic atom probe characterization of the microstructure of a cold worked 316 austenitic stainless steel after neutron irradiation”, J. Nucl. Mater., 382 (2008) 64.
- [3.2.2-224] D. J. Edwards, E. P. Simonen, F. A. Garner, L. R. Greenwood, B. M. Oliver, S. M. Bruemmer, “Influence of irradiation temperature and dose gradients on the microstructural evolution in neutron-irradiated 316SS”, J. Nucl. Mater., 317 (2003) p. 32.
- [3.2.2-225] 原子力安全基盤機構「平成 20 年度照射誘起応力腐食割れに関する報告書 (09 基材報-0012)」平成 21 年 9 月等.
- [3.2.2-226] D. J. Edwards, F. A. Garner, S. M. Bruemmer, P. Efsing”, Nano-cavities observed in a 316SS PWR flux thimble tube irradiated to 33 and 70 dpa”, J. Nucl. Mater., 384 (2009) p. 249.
- [3.2.2-227] [4.3.4-8] C. Panait, E. Fargeas, M. Tommy-Martin, S. Miloudi, P. Moulart, N. Monteil, C. Pokor, “Metallurgical examinations update of baffle bolts removed from operating French PWR Microstructural investigations of a baffle to former bolt located on a high level of the internal structures”, Proc. 8th Int. Symp. Contribution of Materials Investigations and Operating Experience to LWRs’ Safety, Performance and Reliability (Fontevraud 8), FNES, 2014.
- [3.2.2-228] T. Torimaru, M. Kodama, S. Tanaka, T. Nakamura, K. Asano, K. Kumagai”, Neutron Flux Effect on the Irradiation Hardening of Type 304 Stainless Steel”, J. ASTM Int., 2 (2005) JAI12843.
- [3.2.2-229] S. Kasahara, Y. Kitsunai, Y. Chimi, K. Chatani, M. Koshiishi, Y. Nishiyama, “Influence of temperature histories during reactor startup periods on microstructural evolution and mechanical properties of austenitic stainless steel irradiation with neutrons”, J. Nucl. Mater., 480 (2016) 386.
- [3.2.2-230] D. J. Edwards, E. P. Simonen, S. M. Bruemmer, “Evolution of fine-scale defects in stainless steels neutron-irradiated at 275°C”, J. Nucl. Mater., 317 (2003) 13.

- [3.2.2-231] T. M. Karlsen, A. ahonen, M. Helin, J. Nakano, In-pile crack growth rate testing of irradiated 304L and 316L stainless steels in PWR and BWR environments, Proc. 17th Int. Conf. on Environmental Degaradtion of Materials in Nuclear Power System – Water reactors, CNS, 2015.
- [3.2.2-232] K. Fukuya, H. Nakata, I. Kimura, M. Ohmura, Y. Kitagawa, T. Ito, K. Shin, “Three dimensional radiation transport analyses in PWR with TORT and MCNP”, Proc. 11th Int. Symp. on Reactor Dosimetry, World Scientific, (2003) p. 59.
- [3.2.2-233] S. Sitaraman, R. T. Chiang, R. M. Kruger, A. L. Jenkins, K. Asano, K. Koyabu, “BWR neutron fluence computation using MF3D”, Reactor Dosimeter: Radiation Metrology and Assessment, ASTM STP1398, ASTM, 2001.
- [3.2.2-234] F. A. Garner, L. R. Greenwood, “Survey of Recent Developments Concerning the Understanding of Radiation Effects on Stainless Steels Used in the LWR Power Industry”, Proc. 11th Int. Conf. environment Degradation of Materials in Nuclear Power Systems – Water Reactor, ANS, 2003.
- [3.2.2-235] M. Horiki, T. Yoshiie, Q. Xu, M. Iseki, M. Kiritani, “Defect structures introduced in iron under varying temperature neutron irradiation”, J. Nucl. Mater., 283-287 (2000) 282.
- [3.2.2-236] 原子炉構造材の監視試験方法 JEAC4201-2007、日本電気協会 原子力規格委員会.
- [3.2.2-237] 発電用原子力設備規格 維持規格 (2012 年版)、日本機械学会.
- [3.2.2-238] EPRI report 1020958, Material Reliability Program: ““Development of Material Constitutive Model for Irradiated Austenitic Stainless Steels” (MRP-135-Rev.1), Octorber, 2010.
- [3.2.2-239] G. R. Odette, G. E. Lucas, “The effects of intermediate temperature irradiation on the mechanical behavior of 300-series austenitic stainless steels”, J. Nucl. Mater., 179-181 (1991) 572.
- [3.2.2-240] EPRI report 1020958, “Material Reliability Program: Development of Material Constitutive Model for Irradiated Austenitic Stainless Steels (MRP-135-Rev. 1)”, Octorber, 2010.
- [3.2.2-241] H. Arai, S. Masamori, T. R. Mager, M. akiyama, T. Okubo, Y. Mishima, “Irradiation embrittlement of PWR reactor internals”, ASME/JSME Nuclear Engineering Conference, vol. 2, ASME 1993, p. 101.
- [3.2.2-242] T. Torimaru, M. Kodama, S. Tanaka, T. Nakamura, K. Asano, K.

- Kumagai, “Neutron flux effect on the irradiation hardening of type 304 stainless steel”, J. ASTM Int., 2 (2005) JAI12843.
- [3.2.2-243] K. Fukuya, K. Fujii, H. Nishioka, K. Takakura, K. Nakata, “A Prediction Model of IASCC Initiation Stress for Bolts in PWR Core Internals”, Nucl. Eng. Design, 420 (2010) 473.
- [3.2.2-244] R. L. Fish, N. S. Cannon, G. L. Wire, “Tensile property correlation for highly irradiated 20 percent cold-worked type 316 stainless steel”, Effects of radiation on Materials, ASTM STP683, ASTM, 1979, p. 450.
- [3.2.2-245] M. L. Grossbeck, “Empirical relations for tensile properties of austenitic stainless steels irradiated in mixed-spectrum reactors”, J. Nucl. Mater., 179-181 (1991) 568.
- [3.2.2-246] K. Fukuya, M. Nakano, K. Fujii, T. Torimaru, “IASCC susceptibility and slow tensile properties of highly-irradiated 316 stainless steels”, J. Nucl. Sci. Tech., 41 (2004) 673.
- [3.2.2-247] K. Fujii, K. Fukuya, “Irradiation-induced microchemical changes in highly irradiated 316 stainless steel”, J. Nucl. Mater., 469 (2016) 82.
- [3.2.2-248] T. Toyama, Y. Nozawa, W. Van Renterghem, Y. Matsukawa, M. Hatakeyama, Y. Nagai, A. AlMazouzi, S. Van Dyck, “Irradiation-induced precipitates in a neutron irradiated 304 stainless steel studied by three-dimensional atom probe”, J. Nucl. Mater. 418 (2011) 62 - 68.
- [3.2.2-249] E. D. Eason, R. Pathania, “Disposition curves for irradiation-assisted stress corrosion cracking of austenitic stainless steels in light water reactor environments”, Proc. of the ASME 2015 Pressure Vessels and Piping conference, PVP-2015-45323, ASME, 2015.
- [3.2.2-250] EPRI report 1020958, “Material Reliability Program: Development of Material Constitutive Model for Irradiated Austenitic Stainless Steels (MRP-135-Rev. 1)”, October, 2010.
- [3.2.2-251] S. Jitsukawa, M. L. Grossbeck, A. Hishinuma, “Stress-strain relations of irradiated stainless steels below 673K”, J. Nucl. Mater., 191-194 (1992) 790.
- [3.2.2-252] M. N. Gussev, T. S. Byun, J. T. Busby, “Description of strain hardening behavior in neutron-irradiated fcc metals”, J. Nucl. Mater., 427 (2012) 62.
- [3.2.2-253] 橋内裕寿、茶谷一宏、越石正人、「中性子照射ステンレス鋼の高精度な応力-ひずみ線図」、日本原子力学会「2015 年春の年会」C33.
- [3.2.2-254] T. S. Byun, K. Farrell, “Plastic instability in polycrystalline metals after

- low temperature irradiation”, *Acta Mater.*, 52 (2004) 1597.
- [3.2.2-255] E. Hubert, S. Chapuliot, M. Coret, L. Fournier, K. Fleurisson, M. Zouari, “Development of material constitutive model for irradiated austenitic stainless steels: Elastic-plastic model”, *Proc. 8th Int. Symp. Contribution of Materials Investigations and Operating Experience to LWRs’ Safety, Performance and Reliability (Fontevraud 8)*, FNES, 2014.
- [3.2.2-256] M. Kamaya, “Stress-strain curve estimation procedures for stainless steels based on yield and ultimate strengths”, *Eng. Frac. Mech.*, 127 (2014) 194.
- [3.2.2-257] O. K. Chopra, “Degradation of LWR core internal materials due to neutron irradiation”, *NUREG/CR-7027*, ANL-10/11, December 2010.
- [3.2.2-258] O. K. Chopra, A. S. Rao, “A review of irradiation effects on LWR core internal materials – neutron embrittlement”, *J. Nucl. Mater.*, 412 (2011) 195.
- [3.2.2-259] *Materials Reliability Program: PWR Internals Material Aging Degradation Mechanism Screening and Threshold Values (MRP-175)*. EPRI, Palo Alto, CA: 2005. 1012081.
- [3.2.2-260] R. G. Carter, R. M. Gamble, “Assessment of the fracture toughness of irradiated stainless steel for BWR core shrouds”, *Fontevraud 5*, 2002.
- [3.2.2-261] A. Demma, R. Carter, A. Jenssen, T. Torimaru, R. Gamble, “Fracture toughness of highly irradiated stainless steels in boiling water reactors”, *Proc. 13th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors*, NACE, 2007.
- [3.2.2-262] S. Fyfe, H. Xu, A. Demma, R. Carter, R. Gamble, P. Scott, “Fracture toughness of irradiated stainless steel in nuclear power systems”, *Proc. 14th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors*, ANS, 2009.
- [3.2.2-263] J. K. McKinley, E. W. Deemer, R. J. Jacko, R. G. Lott, “Crack growth rate and fracture toughness of austenitic stainless steels in a PWR primary water environment”, *Proc. 14th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors*, ANS, 2009.
- [3.2.2-264] W. G. Wolfer, R. H. Jones, “Flow and fracture of alloys in the fusion environment”, *J. Nucl. Mater.*, 103&104 (1981) 1305.
- [3.2.2-265] J. M. Krafft, “Correlation of plane strain crack toughness with strain hardening coefficients of a low, medium and a high strength steel”, *Appl.*

- Mater. Res., 3 (1964) 88.
- [3.2.2-266] M. L. Hamilton, F. A. Garner, “Correlation of fracture toughness with tensile properties for irradiated 20% cold-worked 316 stainless steel”, J. Nucl. Mater., 122&123 (1984) 106.
 - [3.2.2-267] M. L. Hamilton, F. A. Garner, W. J. S. Yang, “Prediction of fracture toughness in irradiated AISI 316 based on a tensile-toughness correlation”, Nucl. Tech., 10 (1986) 405.
 - [3.2.2-268] G. R. Odette, G. E. Lucas, “The effects of intermediate temperature irradiation on the mechanical behavior of 300-series austenitic stainless steels”, J. Nucl. Mater., 179-181 (1991) 572.
 - [3.2.2-269] G. R. Odette, G. E. Lucas, “Deformation and fracture in irradiated austenitic stainless steels”, J. Nucl. Mater., 191-194 (1992) 50.
 - [3.2.2-270] S. Nishimura, H. Sakamoto, T. Kato, “Study on ductile fracture strain and fracture toughness of irradiated austenitic stainless steels”, Effects of radiation on Materials: 21st Int. Symp., ASTM STP 1447, ASTM, 2004, p. 15.
 - [3.2.2-271] K. Takakura, K. Nakata, K. Fujimoto, K. Sakima, N. Kubo, “IASCC Properties of Cold Worked 316 Stainless Steel in PWR Primary Water”, Proc. 14th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, ANS, 2009.
 - [3.2.2-272] PWR 炉内構造物点検評価ガイドライン[バッフルフォーマボルト] (第2版)、JANSI-VIP-05—第2版、原子力安全推進協会、平成26年3月。
 - [3.2.2-273] H. Nishioka, K. Fukuya, K. Fujii, T. Torimaru, “IASCC initiation in highly irradiated stainless steels under uniaxial constant load conditions”, J. Nucl. Sci. Tech., 45 (2008) 1072.
 - [3.2.2-274] R. Pathania, R. Carter, A. Demma, “Overview of EPRI research on effects of irradiation on LWR internals”, Proc. 7th Int. Symp. Contribution of Materials Investigations to Improve the Safety and Performance of LWRs (Fontevraud 7), FNES, 2010.
 - [3.2.2-275] EPRI report 1012081, “Materials Reliability Program: PWR Internals Material Aging Degradation Mechanism Screening and Threshold Values (MRP-175)”, December 2005.
 - [3.2.2-276] P. D. Freyer, T. R. Mager, M. A. Burke, “Hot cell crack initiation testing of various heats of highly irradiated 316 stainless steel components obtained from three commercial PWRs”, Proc. 13th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System -

Water Reactors, NACE, 2007.

- [3.2.2-277] O. K. Chopra, “Degradation of LWR core internal materials due to neutron irradiation”, NUREG/CR-7027, ANL-10/11, December 2010.
- [3.2.2-278] O. K. Chopra, A. S. Rao, “A review of irradiation effects on LWR core internal materials – IASCC susceptibility and crack growth rates of austenitic stainless steels”, J. Nucl. Mater., 409 (2011) 235.
- [3.2.2-279] C. Pokor, A. Toivonen, M. Wintergerst, U. Ehrnsten, W. Karlsen, J. -P. Massoud, “Determination of the time to failure curve as a function of stress for a highly irradiated AISI 304 stainless steel after constant load tests in simulated PWR water environment”, Proc. 7th Int. Symp. Contribution of Materials Investigations to Improve the Safety and Performance of LWRs (Fontevraud 7), FNES, 2010.
- [3.2.2-280] C. Pokor, G. Courtemanche, J.L. Flejou, M. Tommy-Martin, I. Rupp, B. Tanguy, J-P. Massoud, N. Monteil, “IASCC of Core Internals of PWRs : EDF R&D and Engineering program to assess internals lifetime management”, Proc. 7th Int. Symp. Contribution of Materials Investigations to Improve the Safety and Performance of LWRs (Fontevraud 7), FNES, 2010.
- [3.2.2-281] R. W. Bosch, M. Vankeerberghen, R. Gérard, F. Somville, “Crack initiation testing of thimble tube material under PWR conditions to determine a stress threshold for IASCC”, J. Nucl. Mater., 461 (2015) 112.
- [3.2.2-282] K. Fukuya, K. Fujii, H. Nishioka, K. Takakura, K. Nakata, “A prediction model of IASCC initiation stress for bolts in PWR core internals”, Nucl. Eng. Design, 240 (2010) 473.
- [3.2.2-283] V. Fedorova, B. Margolin, “Method for estimation of pressure vessel internals lifetime on IASCC criterion”, Proc. ASME 2013 Pressure Vessels and Piping Conference PVP2013, PVP2013-97949, 2013.
- [3.2.2-284] 平成 20 年度照射誘起応力腐食割れ(IASCC)評価技術に関する報告書、原子力安全基盤機構、平成 21 年 7 月
- [3.2.2-285] K. Takakura, S. Tanaka, T. Nakamura, K. Chatani, Y. kaji, “IASCC evaluation method for irradiated core internal structures in BWR power plants”, Proc. ASME 2010 Pressure Vessels & Piping Division/K-PVP Conference PVP2010, ASME, PVP2010-25293, 2010.
- [3.2.2-286] 発電用原子力設備規格 維持規格 (2012 年版)、日本機械学会
- [3.2.2-287] BWR 炉内構造物点検評価ガイドライン[炉心シュラウド] (第 5 版)、原子力安全推進協会 炉内構造物等点検評価ガイドライン検討会、平成 27 年 3 月

- [3.2.2-288] 発電設備技術検査協会, 「プラント長寿命化技術開発調査報告書」(昭和 60 年度~平成 8 年度)
- [3.2.2-289] E. D. Eason, R. Pathania, “Disposition curves for irradiation-assisted stress corrosion cracking of austenitic stainless steels in light water reactor environments”, Proc. ASME 2015 Pressure Vessels & Piping Conference PVP2015, ASME, PVP2015-45323, 2015.
- [3.2.2-290] E. D. Eason, R. Pathania, “Irradiation-assisted stress corrosion crack growth rates of austenitic stainless steels in light water reactor environments”, Proc. 17th Int. Conf. on Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems – Water Reactors, NACE, 2015.
- [3.2.2-291] EPRI report 1020958, “Material Reliability Program: Development of Material Constitutive Model for Irradiated Austenitic Stainless Steels (MRP-135-Rev. 1)“, October, 2010.
- [3.2.2-292] W. S. Hazelton, W. H. Koo, “Technical report on material selection and processing guideline for BWR coolant pressure boundary piping, Final report”, NUREG-0313, Rev. 2, 1988.
- [3.2.2-293] O. K. Chopra, “Degradation of LWR core internal materials due to neutron irradiation”, NUREG/CR-7027, ANL-10/11, December 2010.
- [3.2.2-294] S. Ooki, Y. Tanaka, K. Takamori, S. Suzuki, S. Tanaka, Y. Saito, T. Nakamura, T. Kato, K. Chatani, M. Kodama, “Study on SCC growth behavior of BWR core shroud”, Proc. 12th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, TMS, 2005.
- [3.2.2-295] Y. Kaji, K. Kondo, Y. Aoyagi, Y. Kato, T. Taguchi, F. Takada, J. Nakano, H. Ugachi, T. Tsukada, K. Takakura, H. Sakamoto, “Stress Corrosion Cracking Behavior of Type 304 Stainless Steel Irradiated under Different Neutron Dose Rates at JMTR”, Proc. 15th Int. Conf. Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System - Water Reactors, TMS, 2011.
- [3.2.2-296] 平成 20 年度照射誘起応力腐食割れ(IASCC)評価技術に関する報告書、原子力安全基盤機構、平成 21 年 7 月
- [3.2.2-297] Y. Ishiyama, K. Nakata, M. Obata, H. Anzai, S. Tanaka, T. Tsukada, K. Asano, “Stress Relaxation Caused by Neutron-Irradiation at 561 K in Austenitic Stainless Steels”, Proc. 11th Int. Conf. on Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems – Water Reactors, ANS, 2003.

- [3.2.2-298] Y. Ishiyama, R. B. Rogge, M. Obata, "Radiation-induced stress relaxation in high temperature water of type 316L stainless steel evaluated by neutron diffraction", *J. Nucl. Mater.*, 408 (2011) 153.
- [3.2.2-299] M. Obata, J. H. Root, Y. Ishiyama, K. Nakata, H. Sakamoto, H. Anzai, K. Asano, "Radiation-Induced Stress Relaxation of Welded Type 304 Stainless Steel Evaluated by Neutron Diffraction", *J. ASTM Int.*, 3 (2006) JAI12348.
- [3.2.2-300] A. R. Causey, G. J. C. Carpenter, S. R. MacEwan, "In-reactor stress relaxation of selected metals and alloys at low temperatures", *J. Nucl. Mater.*, 90 (1980) 216.
- [3.2.2-301] EPRI report 1012081, "Materials Reliability Program: PWR Internals Material Aging Degradation Mechanism Screening and Threshold Values (MRP-175)", December, 2005.
- [3.2.2-302] EPRI report 1020958, "Material Reliability Program: Development of Material Constitutive Model for Irradiated Austenitic Stainless Steels (MRP-135-Rev. 1)", October, 2010.
- [3.2.2-303] J. P. Foster, T. Karlsen, "Irradiation creep and irradiation stress relaxation of 316 and 304L stainless steel", 14th Int. Conf. on Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems, ANS, 2009.
- [3.2.2-304] J. P. Foster, T. Karlsen, "Irradiation creep and irradiation stress relaxation of 316 and 304L stainless steel in thermal and fast neutron spectrum reactors", 15th Int. Conf. on Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems, TMS, 2011.
- [3.2.2-305] J. Garnier, P. Dubuisson, C. Pokor, E. Lemaire, N. Monteil, J. -P. Massoud, "Relaxation and irradiation creep of PWR baffle bolt materials", Proc. 7th Int. Symp. Contribution of Materials Investigations to Improve the Safety and Performance of LWRs (Fontevraud 7), FNES, 2010.
- [3.2.2-306] J. P. Foster, J. E. Flinn, "Residual stress behavior in fast neutron irradiated SA AISI 304L stainless steel cylindrical tubing, *J. Nucl. Mater.*, 89 (1980) 99.
- [3.2.2-307] T. Matsubara, T. Tsutsui, Y. kamei, M. Kitsu", "Stress evaluation of baffle former bolt for IASCC failure prediction", Proc. 7th Int. Symp. Contribution of Materials Investigations to Improve the Safety and Performance of LWRs (Fontevraud 7), FNES, 2010.

- [3.2.2-308] EPRI report 1020958, “Material Reliability Program: Development of Material Constitutive Model for Irradiated Austenitic Stainless Steels (MRP-135-Rev. 1)”, October, 2010.
- [3.2.2-309] C. Pokor, G. Courtemanche, J. L. Flejou, M. Tommy-Martin, I. Rupp, B. Tanguy, J-P. Massoud, N. Monteil, “IASCC of Core Internals of PWRs : EDF R&D and Engineering program to assess internals lifetime management”, Proc. 7th Int. Symp. Contribution of Materials Investigations to Improve the Safety and Performance of LWRs (Fontevraud 7), FNES, 2010.
- [3.2.2-310] J. F. Betas, M. K. Korenko, “Empirical development of irradiation-induced swelling design equations”, Nucl. Technol. 48 (1980)303.

3.3 海外炉照射に関する検討

事業開始当初からの状況や照射試験ニーズの変化を踏まえて、材料、照射条件、試験片を見直した上で、海外炉を用いた照射試験の実施について検討を行った。

3.3.1 照射脆化試験

事業開始当初は、関連温度シフトに基づき推定した評価時期の破壊靱性遷移曲線評価の保守性を確認するための照射試験を計画していたが、

- ・ 発電用原子炉の運転期間延長認可制度による運転期間の制限（最大 60 年）
- ・ 日本電気協会電気技術規程（JEAC）の改定と技術評価の進捗
- ・ 旧 JNES 事業の材料の活用、本事業等におけるデータの蓄積

といった状況の変化により、照射試験ニーズは下記のように変化した。

- クラッド下溶接熱影響部（HAZ）に対する監視試験片の代表性確認
- 関連温度シフトに基づき推定した評価時期のシャルピー遷移温度又は破壊靱性参照温度を指標とする、マスターカーブに基づく破壊靱性遷移曲線評価の保守性確認
- 高温予荷重（WPS）効果及び亀裂伝播停止破壊靱性の照射データ取得
- クラッド下欠陥の破壊力学評価の保守性確認

これらを踏まえて、当初計画での照射試験マトリクス（表 3.3.1-1）について、評価項目の変更に伴う、材料、照射量、試験片の見直しを行い、海外炉の大型キャプセル等を用いて、現在のニーズに対応した健全性評価法に係る照射試験を効率的に実施するための照射試験マトリクス（案）（表 3.3.1-2）を検討した。

海外炉については、1 インチ厚さコンパクトテンション（1T-CT）試験片以上の大型試験片の照射が可能な、チェコ原子力研究所（NRI Rez）の LVR-15 炉、ノルウェーエネルギー技術研究所（IFE）のハルデン沸騰水型重水炉（HBWR）、米国アイダホ国立研究所（INL）の新型試験炉（ATR）を候補として、見直しを行った照射条件等に基づく中性子照射及び照射後試験（PIE）の実現性及びスケジュールについて、各機関に検討を依頼した。その結果、照射試験及び PIE は技術的に可能であるが、事業期間中（平成 31 年度末まで）に試験を終了するためには複数機関で PIE を実施する等の対応が必要であることがわかった。

表 3.3.1-1 当初計画での照射脆化試験の照射試験マトリクス

評価項目	(a) 材料	(b) 照射量	(c) 試験片
シャルピー遷移温度 と破壊靱性参照温度 のシフトの相関	化学成分や靱性レベルの異なる原子炉圧力容器鋼母材（4 種）、溶接金属（1 種）	2.2 ～ 20.0 ×10 ¹⁹ n/cm ²	1T-CT、シャルピー試験片
破壊靱性評価			1T-CT、0.4T-CT、シャルピー型破壊靱性試験片

表 3.3.1-2 見直し後の照射脆化試験の照射試験マトリクス（案）

評価項目	(a) 材料	(b) 照射量	(c) 試験片
監視試験片の代表性	実機相当の原子炉圧力 容器鋼母材、クラッド 下 HAZ	7.0 ×10 ¹⁹ n/cm ²	0.4T-CT、Mini-CT、 シャルピー試験片
破壊靱性参照温度の 寸法依存性	実機相当の原子炉圧力 容器鋼母材		1T-CT、Mini-CT 試験 片
WPS 効果及び亀裂 伝播停止破壊靱性			0.4T-CT、シャルピー 試験片
クラッド下欠陥の破 壊力学評価	実機相当の原子炉圧力 容器鋼母材＋クラッド		クラッド下亀裂付き 曲げ試験片

3.3.2 IASCC 試験

事業開始当初は、照射後試験データに基づいた亀裂進展速度評価の実機炉内現象（中性子・γ線照射による水質へのその場効果）に対する保守性を確認するため、また照射下その場効果及び環境緩和の有効性の亀裂進展挙動への影響を確認するための照射試験を計画していたが、

- 発電用原子炉の運転期間延長認可制度による運転期間の制限（最大 60 年）
- 旧 JNES IASCC 事業、ENI 事業の終了による既存照射材の活用範囲の拡大
- 旧 JNES 事業、本事業等におけるデータの蓄積

といった状況の変化により、照射試験ニーズは下記のように変化した。

- 「実用発電用原子炉及びその附属施設における破壊を引き起こす亀裂その他の欠陥の解釈」（3.3.2-1）等に定められた亀裂進展速度に対し、より実機に近い環境での保守性の

確認

これらを踏まえて、当初計画での照射試験内容（表 3.3.2-1）について、材料、照射量、試験片の見直しを行い、海外炉を用いた照射試験内容（案）（表 3.3.2-2）を検討した。

海外炉については、照射したステンレス鋼を用いた炉内照射下での亀裂進展試験について唯一の実績がある HBWR を利用することを前提として、本事業で整備した照射下試験技術（荷重負荷ユニット及び腐食電位センサー）を活用した照射下亀裂進展試験の実現性について確認するため、技術的な検討及び照射キャプセル（照射リグ）の概念設計を実施した。詳細については、次項に記載する。

表 3.3.2-1 当初計画での IASCC 試験の照射試験内容

材料	BWR 炉心シュラウド模擬ステンレス鋼溶接接手より、母材及び HAZ の試験片を採取し、中性子照射
試験片	亀裂進展評価に広く用いられている標準的なサイズの 0.5T-CT 試験片を採用
照射量	運転期間 60 年超を見据え、照射量は $3 \times 10^{24} \sim 3 \times 10^{25}$ n/m ² より 3～4 レベル選定
照射下試験	照射済み試験片を用いて炉内照射下亀裂進展試験を実施、腐食電位 (ECP) との関係性を評価

表 3.3.2-2 見直し後の IASCC 試験の照射試験内容（案）

材料	BWR 炉心シュラウド模擬ステンレス鋼溶接接手から採取した母材及び HAZ の既存照射材より亀裂進展試験片を加工し、試験効率を向上
試験片	
照射量	環境影響が顕著な低照射量を中心として亀裂進展評価を実施。また、HAZ 硬化と環境影響の重畳による亀裂進展促進への影響を確認
照射下試験	本事業で整備した荷重負荷ユニット及び ECP センサーを活用して、海外炉において炉内照射下亀裂進展試験を実施し、ECP との関係性を評価

参考文献

(3.3.2-1) 原子力規制委員会「実用発電用原子炉及びその附属施設における破壊を引き起こす亀裂その他の欠陥の解釈」（平成 26 年 8 月）。

3.3.3 HBWR を利用した照射下亀裂進展試験に関する技術検討

3.3.3.1 目的

ステンレス鋼の亀裂進展速度に及ぼす中性子照射の影響を確認するため、本事業で整備した荷重負荷ユニットを用いて、HBWR 内で既存照射材を用いた照射下亀裂進展試験を行うことを検討している。本年度は、荷重負荷ユニット及び計測システムの動作確認のための炉外モックアップ試験、及び炉内照射下試験を行うための照射リグの概念設計を行った。

3.3.3.2 炉外モックアップ試験

(1) 概要

本事業で整備した照射下亀裂進展試験ユニットが HBWR での照射試験の際に適切に動作することを確認するため、炉外モックアップ試験を実施した。本試験では、JAEA で製作した 0.5 インチ厚さコンパクトテンション (0.5T-CT) 試験片と荷重負荷ユニットを使用し、HBWR にて使用される計測機器を用いて亀裂進展挙動を計測する。試験ユニット及び計装機器の機械的、電気的安定性の評価、及び直流電位差 (DCPD : Direct Current Potential Drop) 法を用いた亀裂進展挙動のオンライン計測を行うことを目的とする。炉外モックアップ試験を行うため、HBWR を所有する IFE に試験片及び荷重負荷ユニットを輸送し、亀裂進展挙動計測用の機器類を接続した。炉外モックアップ試験は IFE の所有する ATL (Assembly Test Loop) を用い、高温高压水中で実施した。総試験時間は約 1200 時間である。

(2) 試験方法

① 試験片と DCPD 計測機器

試験に用いた 0.5T-CT 試験片の形状を図 3.3.3-1 に示す。材質は SUS304 鋭敏化熱処理材であり、JIS G0580 に準拠した電気化学的再活性化率測定 (EPR 測定) により評価した再活性化率は 35～42% (結晶粒度補正無) である。本材料の化学成分を表 3.3.3-1 に示す。幅 (W) は 25.4 mm、厚さ (B) は 12.7 mm で、両面に 5% のサイドグループがあり、両端に亀裂進展計測のためのウィングが取り付けられた形状の CT 試験片である。炉外モックアップ試験を行う前に、JAEA において約 2.5 mm の疲労予亀裂を大気中で導入した。予亀裂導入の際の負荷荷重は最大 $10 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$ とした。

予亀裂導入後、試験片及び荷重負荷ユニットを IFE に輸送し、IFE おいて各ウィングに 3 本ずつ (計 6 本)、所定の間隔で DCPD 用の MI ケーブル (末端の 1 本は電流印加用、残りの 2 本は電圧 (V1、V2 (図 3.3.3-1 参照)) 計測用) をスポット溶接により接続した。亀裂の増加量と計測される電圧との関係は、試験片の形状を考慮のうえ、次式で表される。

$$\Delta a = \left(\frac{V1}{V2 - V1} - \frac{V1_0}{V2_0 - V1_0} \right) \times \frac{1}{0.0361} \quad (3.3.3-1)$$

ここで、 Δa (mm)は亀裂の増加量、 $V1$ 、 $V2$ (mV)は計測される電圧の値、 $V1_0$ 、 $V2_0$ (mV)は電圧の初期値である。MI ケーブルには、ニッケル単線の心線で、インコネル 600 合金でシースされたものを用いている。ウィングへのスポット溶接は IFE において特別に設計された装置を用いて行われ、これにより心線とシースは互いに短絡することになる。そのため、試験片近傍の任意の場所でシース同士が接触すると、そこに CT 試験片と並列した回路が形成され、電流の漏洩が生じる。漏洩電流を最小限に抑えるため、試験片近傍で接触しないようにケーブルを配線し、試験片から離れたところにある金属のプレートにケーブルをまとめて固定した。これにより漏洩電流はプレートに流れることになるが、プレートと試験片の間の距離を十分に確保することで、シースの電気抵抗が高くなり、プレート側への漏洩電流を小さくすることができる。予備検討の結果、プレートと試験片の間の距離を 100 mm 以上にすることで漏洩電流を 1%以下に抑えられるとの見通しが得られたため、プレートと試験片の間の距離を 100 mm と決定した。

② 荷重負荷ユニット

CT 試験片を装荷した荷重負荷ユニットの概要を図 3.3.3-2 に示す。荷重負荷ユニットは、高温高圧水中において試験片に引張荷重を負荷するため、小型ベローズを用いて内部のガス圧と外部の水圧との差圧(以下、ベローズ差圧という)でベローズを収縮させ、テコの原理で試験荷重を増幅する構造になっている。

試験は定荷重又は三角波の周期的荷重を負荷して行われた。周期的荷重負荷時の応力比 (R) は 0.7 で、周波数は 0.001 又は 0.0001 Hz とした。

③ 高温水ループ機構

ATL に接続した高圧容器 (Insulated High Pressure Flask: IHPF) 内で炉外モックアップ試験を実施した。試験中、ATL 中の冷却水の水質を制御し、水温、水圧、流速、電気伝導度、溶存酸素濃度、溶存水素濃度等のパラメータを、IHPF に装荷した熱電対と圧力モニター及び ATL 内の各種センサーを用いてオンラインで計測した。また、およそ 7 日毎に冷却水をサンプリングし、溶存イオン濃度の計測も行った。遷移金属イオンについては ICP-MS を用い、陰イオンについてはキャピラリー電気泳動法を用いた。

(3) 試験結果

以下に説明する 3 つのフェーズに分けて試験を実施した。試験中の亀裂進展挙動及び荷重履歴を図 3.3.3-3 に、冷却水に関する各パラメータの変化を図 3.3.3-4～3.3.3-7 に示す。

試験温度は約 289°C（入口側）、約 290°C（出口側）で安定していた。試験中の流速、水圧も安定しており、それぞれ約 2440 l/h、約 9 MPa であった。電気伝導度及び酸素、水素濃度については、試験開始時は不安定であったが、亀裂進展速度を計測したフェーズ C の期間は安定していた。各パラメータの平均値を表 3.3.3-2 に、イオン濃度の計測結果を表 3.3.3-3、3.3.3-4 に示す。

フェーズ A（約 140 時間）では DCPD 信号の安定化待ちを行った。DCPD 信号が安定したことを確認した後、亀裂進展長さがゼロとなるようにフェーズ A 終了時にデータをオフセットした。

フェーズ B（約 340 時間）では、10 MPa√m の定荷重（ベローズ差圧：約 1.5 MPa）を負荷した。定荷重負荷は、CT 試験片と荷重負荷ユニットの機械的及び電氣的な機能性と安定性の確認のために行われ、機械的及び電氣的な振る舞いが安定していることを確認した。フェーズ A、B では酸素濃度を 8 ppm とした。

フェーズ C（約 720 時間）では、周期的荷重負荷を実施した。酸素濃度約 8 ppm 及び水素濃度約 0.2 ppm の 2 条件で亀裂進展速度の計測を行った。

① 試験片の SCC 挙動

フェーズ C における亀裂進展挙動と負荷荷重の変化を図 3.3.3-8 に示す。

- 始めに 18 MPa√m を最大荷重とする 0.001 Hz の周期的荷重負荷を行った。0.001 Hz ($R = 0.7$) の周期的荷重負荷パターンの一例を図 3.3.3-9 に示す。この時のベローズ差圧は 2.6 MPa – 1.6 MPa の間で変化した。亀裂進展速度は約 1×10^{-7} mm/s と計算された。
- 試験開始から約 560 時間後、負荷荷重を引き上げるため、0.001 Hz のまま最大ベローズ差圧を 2.6 MPa から 3.2 MPa (4.4 kN (22.1 MPa√m 相当)) に変更した。変更後の亀裂進展速度は約 1.5×10^{-7} mm/s と計算された。試験開始から約 680 時間後、亀裂進展速度は低下し、約 5×10^{-8} mm/s となった。
- 試験開始から 750 時間後、荷重の周波数を 0.0001 Hz に変更した。0.0001 Hz ($R = 0.7$) の周期的荷重負荷パターンの一例を図 3.3.3-10 に示す。この時、亀裂進展速度は約 3×10^{-8} mm/s となった。
- 試験開始から 875 時間後、荷重の周波数を 0.0001 Hz としたまま、ベローズ差圧を 3.2 – 1.9 MPa から 3.4 – 2 MPa に変化させた。この操作は亀裂進展を促進させる目的で行ったが、亀裂進展速度はほとんど変化せず、 2.8×10^{-8} mm/s であった。
- 試験開始から 1070 時間後、水化学条件を酸素濃度約 8 ppm から水素濃度約 0.2 ppm に変化させた。亀裂進展速度は 2.8×10^{-8} mm/s から 1.6×10^{-8} mm/s に若干減少した。その後、1230 時間経過後に試験を終了した。

DCPD 法の結果から、式 3.3.3-1 を用いて計算された亀裂長さは約 0.18 mm (破面補正無) となった。

② 試験後の検査

試験後、CT 試験片を破断し、破面を走査電子顕微鏡（SEM）で観察し、疲労予亀裂と SCC 領域の長さを評価した。撮影した破面の外観及び走査電子顕微鏡写真（SEM 像）を図 3.3.3-11～3.3.3-13 に示す。

SEM 像から、疲労予亀裂は極めて均一に導入されていることがわかる。平均長さは 2 mm であり、事前に想定した値（2.5 mm）と同程度であることがわかった。

SCC と考えられる粒界型の破面は、試験片の板厚の中央付近で、三角形の形状で確認された。また、三角形の SCC 領域の近傍にも、SCC の特徴を示す小さな領域を確認した。SCC 領域の平均長さ及び最大長さを両方の破面（Side A, B）に対して測定した結果を表 3.3.3-5 に示す。また、破面の目視観察により、SCC 領域内に光沢のある面が確認された（図 3.3.3-14）。この光沢部分は試験中に発生したものではなく、試験後の破断で発生したものと考えられる。

(4) FEM 解析

DCPD 法は本来、SCC が CT 試験片の対称面上に均一な長さで導入されることを仮定している。今回得られた SCC の形状は均一なものでは無かったため、DCPD 法によって得られた電圧変化のデータが、亀裂の状態を正しく反映したものであるか判断することは難しい。そこで、実際の SCC の形状を再現した FEM 解析を実施し、予想される電圧の値を実験結果と比較することで、DCPD 信号の信頼性を確認した。具体的には、試験開始時（予亀裂のみ）の試験片と試験終了時（予亀裂+SCC）の試験片についてモデル化し、試験片に直流電流を流した時の各計測位置（V1、V2）での電圧の値を評価した。

① DCPD 計測における電圧の変化

始めに、実測された電圧について説明する。試験中の各計測位置における電圧の変化を図 3.3.3-15 に示す。試験のフェーズがわかるよう、荷重負荷の履歴も合わせて示す。試験開始時の電圧にはフェーズ B 開始時の値を、試験終了時の電圧にはフェーズ C の終了時の値を採用した。試験開始から終了までの間に DCPD 法によって得られた電圧の変化量は約 0.73 μV となっている。

② 試験片のモデル化

試験開始時のモデル化では予亀裂のみ考慮し、図 3.3.3-16、3.3.3-17 の青色で示した部分が電氣的に導通していると仮定して、試験片をモデル化した。

試験終了時の試験片のモデル化では SCC の発生を考慮し、図 3.3.3-18、3.3.3-19 の青色で示した部分が電氣的に導通していると仮定した。試験後の破面観察において SCC 領域内に確認された光沢部分は、試験片破断前には割れていなかったと考えられたため、この

部分についても導通していると仮定した。

③ FEM 解析結果

試験開始時及び終了時の FEM 解析を行い、CT 試験片内の電圧を評価した。解析結果を図 3.3.3-20、3.3.3-21 に示す。実際の試験では 0.35 A の電流を試験片に流したが、FEM 解析では 1 A の電流を仮定した。また、FEM 解析は試験片の半分の形状で行われた。実際には電流はこの 2 倍の距離を流れることになるため、図に示した V1L、V2L の値は試験片全体を想定した時の半分の値を示している。そのため、試験結果と比較する際には解析結果を $(0.35 \times 2 =)$ 0.7 倍する必要がある。補正後の解析結果と試験結果を表 3.3.3-6 に比較して示す。各計測点における電圧の変化量 ($\Delta V1$ 、 $\Delta V2$) を見ると、解析結果と試験結果の差は 0.1 μV 程度に抑えられており、よい一致が見られた。本結果は、試験で使用した DCPD 法によって得られたデータが、SCC 進展挙動を正しく反映したものであることを示している。また、これらの電圧の変化量から式 3.3.3-1 を用いて亀裂長さを計算した結果も表 3.3.3-7 に示す。

(5) 炉外モックアップ試験のまとめ

オンライン計測用に計装された 0.5T-CT 試験片と荷重負荷ユニットの動作確認のため、約 1200 時間の炉外モックアップ試験を実施し、機械的、電氣的に安定した計測が可能であることを確認した。また、発生した SCC の形状を反映させた FEM 解析により、試験で使用した DCPD 計測システムによって得られたデータが、SCC 進展挙動を正しく反映したものであることを確認した。これらの成果により、本事業で整備した荷重負荷ユニットを用いた照射下試験を HBWR において実施できる見通しを得た。

3.3.3.3 照射下亀裂進展試験用照射リグの概念設計

HBWR での照射下亀裂進展試験の際に用いる照射リグの概念設計を行った。炉外モックアップ試験で動作確認を行った荷重負荷ユニットの外径は 42 mm であり、IFE で通常使用される標準サイズの IHPF より大型の高圧容器が必要になる。今回設計する照射リグに対しては、IFE で使用される中で最も大型の IHPF (内径 57 mm) の使用を検討している。

照射リグには JAEA の 0.5T-CT 試験片、及び比較のため IFE の所有する 0.25T-CT 試験片の両方を装荷する。また、水化学環境を把握するために本事業で整備した 2 種類の腐食電位 (ECP) センサーの使用も検討している。これらの試験片、ECP センサー、及びその他の機器類を装荷した照射リグの概念設計を行った。概念設計の結果を図 3.3.3-22 に示すとともに、各機器類の数量と装荷予定位置を表 3.3.3-8 に整理する。

表 3.3.3-1 試験に使用した SUS304 の化学成分 (wt%)

C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Fe
0.06	0.38	0.84	0.027	0.003	8.1	18.11	Balance

表 3.3.3-2 冷却水パラメータ

測定パラメータ	フェーズ A、B (酸素添加)	フェーズ C (酸素添加)	フェーズ C (水素添加)
入口側温度 (°C)			
TI1	289	288	288
TI2	290	290	290
出口側温度 (°C)			
TO1	290	290	290
TO2	290	290	290
水圧 (MPa)	9	9	9
流速 (l/h)	2441	2440	2440
入口側酸素濃度 (ppm)	8 ppm	8 ppm	-
入口側水素濃度 (ppb)	-	-	207
入口側電気伝導度 (μS/cm)	0.1	0.09	0.08

表 3.3.3-3 アニオンのサンプリング結果 (ppb)

測定回数	Cl ⁻	CrO ₄ ²⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	C ₂ O ₄ ²⁻	F ⁻	HCOO ⁻	PO ₄ ³⁻	CH ₃ COO ⁻
1	0,1	9,5	0,5	<0,1	<0,1	0,5	0,3	1,5	0,8	0,4
2	0,1	5,6	0,5	<0,1	<0,1	0,4	0,2	1,1	0,8	0,5
3	<0,1	4,6	0,6	<0,1	<0,1	0,5	0,2	2,3	0,4	1,0
4	<0,1	2,6	0,5	<0,1	<0,1	0,6	0,1	1,2	0,9	0,4
5	0,1	2,2	0,5	<0,1	0,1	0,4	0,1	1,8	0,8	0,7
6	<0,1	1,9	0,5	<0,1	<0,1	0,6	<0,1	2,5	0,9	0,8
7	<0,1	3,2	0,5	<0,1	0,2	0,5	0,1	1,6	1,0	0,6
8	0,2	0,1	0,5	0,1	<0,1	0,4	0,3	2,8	0,9	0,8

表 3.3.3-4 遷移金属のサンプリング結果 (ppb)

測定回数	Li	Na	Mg	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Zr
1	<0,1	0,5	0,1	4,3	0,1	0,8	0,1	19,9	0,8	0,1	<0,1
2	<0,1	0,2	0,1	2,7	0,1	1,0	0,1	1,9	0,4	0,1	<0,1
3	<0,1	0,3	0,1	2,2	0,1	0,2	0,1	0,8	0,2	0,1	<0,1
4	<0,1	<0,1	0,1	2,1	0,1	0,6	0,1	20,1	0,2	0,1	<0,1
5	<0,1	<0,1	0,1	2,0	0,1	0,1	0,1	0,9	0,2	<0,1	<0,1
6	<0,1	0,1	0,1	2,1	0,1	0,9	0,1	1,3	0,2	<0,1	<0,1
7	<0,1	0,1	0,1	1,9	0,1	0,4	0,1	12,0	0,1	<0,1	<0,1
8	<0,1	0,1	0,1	1,9	0,1	0,5	0,1	4,6	0,1	<0,1	<0,1
9	<0,1	0,3	0,1	0,1	0,2	0,5	0,2	4,5	0,1	<0,1	<0,1

表 3.3.3-5 破面観察により得られた SCC 領域の平均及び最大長さ

	平均長さ (mm)	最大長さ (mm)
Side A	0.45	1.7
Side B	0.43	1.7

表 3.3.3-6 試験結果と解析結果の電圧の比較

	試験結果 (μV)	FEM 解析結果 (μV)	試験結果 FEM解析結果
試験開始時電圧	V1 = 526.65	V1 = 551.70	1.048
	V2 = 632.09	V2 = 661.12	1.046
	V2-V1 = 105.44	V2-V1 = 109.42	1.038
試験終了時電圧	V1 = 527.37	V1 = 552.51	1.048
	V2 = 632.82	V2 = 661.95	1.046
	V2-V1 = 105.45	V2-V1 = 109.44	1.038
増加量	ΔV1 = 0.72	ΔV1 = 0.81	1.125
	ΔV2 = 0.73	ΔV2 = 0.83	1.137

表 3.3.3-7 試験結果と解析結果の電圧から式 3.3.3-1 により計算された亀裂長さ (mm)

試験結果から計算された亀裂長さ	0.176
FEM 解析結果から計算された亀裂長さ	0.179

表 3.3.3-8 CT 試験片、ECP センサー、機器類の数量と装荷予定位置

数量	機器名	備考	リグ内の高さ (mm)
3	Inlet coolant thermocouples (TI)	Type K	501
1	CT	0.5T (JAEA)	~656
1	CT	0.5T (JAEA)	~936
1	Self-powered Neutron Detector	Vanadium emitter L=100	980
1	Self-powered Neutron Detector	Vanadium emitter L=100	1200
1	Gamma Thermometer	IFE Type	1200
1	CT	0.25T (IFE)	~1200
1	Pt type ECP sensor	JAEA	~1250
1	Zirconia membrane type ECP sensor	JAEA	~1250
1	Self-powered Neutron Detector	Vanadium emitter L=100	1420
1	CT	0.25T (IFE)	~1420
1	CT	0.25T (IFE)	~1640
1	Pt type ECP sensor	JAEA	~1680
1	Zirconia membrane type ECP sensor	JAEA	~1680
1	CT	0.25T (IFE)	~1860
3	Outlet coolant thermocouples (TO)	Type K	2042
2	Downcomer coolant thermocouples (TD)	Type K	2067
36	MI cables for PD measurements	1NI10 (ϕ 1, Inc.600)	-

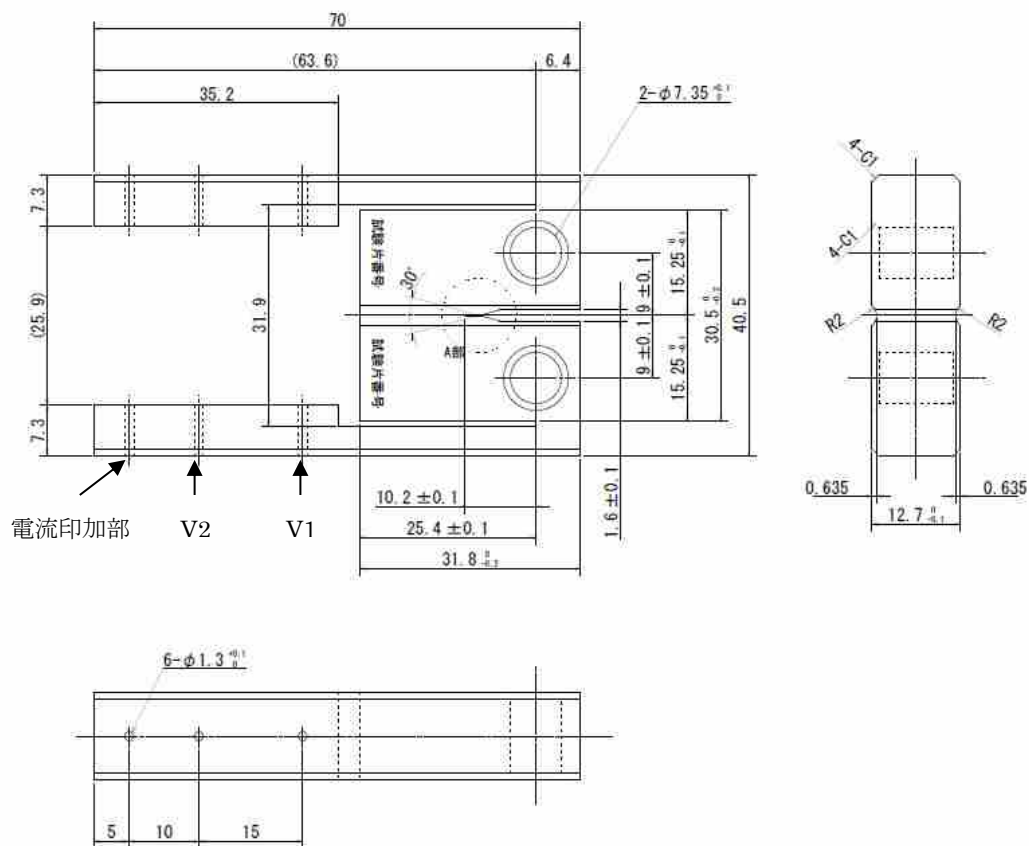
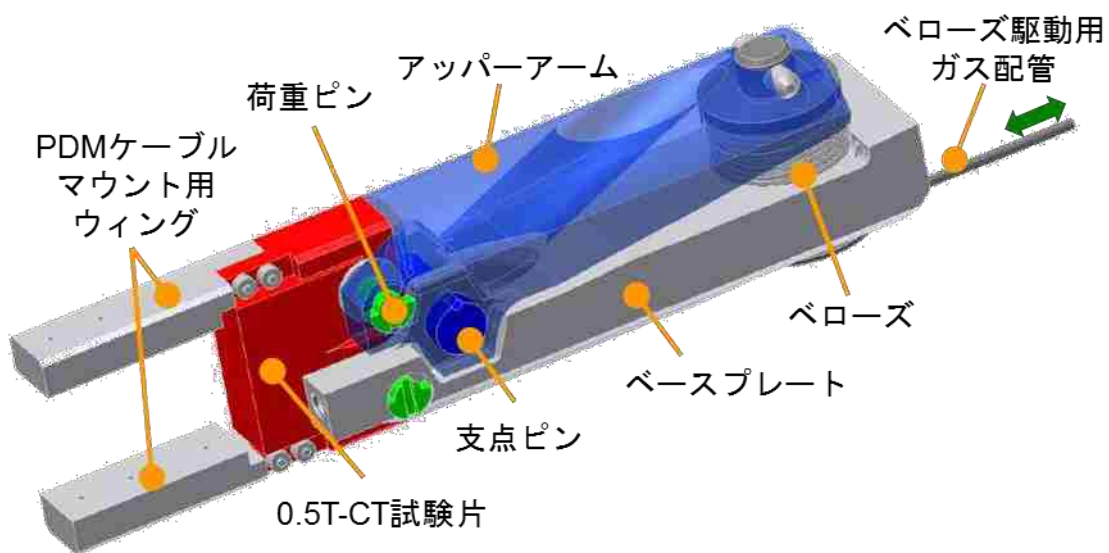


図 3.3.3-1 0.5T-CT 試験片の形状



照射下き裂進展試験ユニットの構成

図 3.3.3-2 荷重負荷ユニット及び CT 試験片の組合せ図

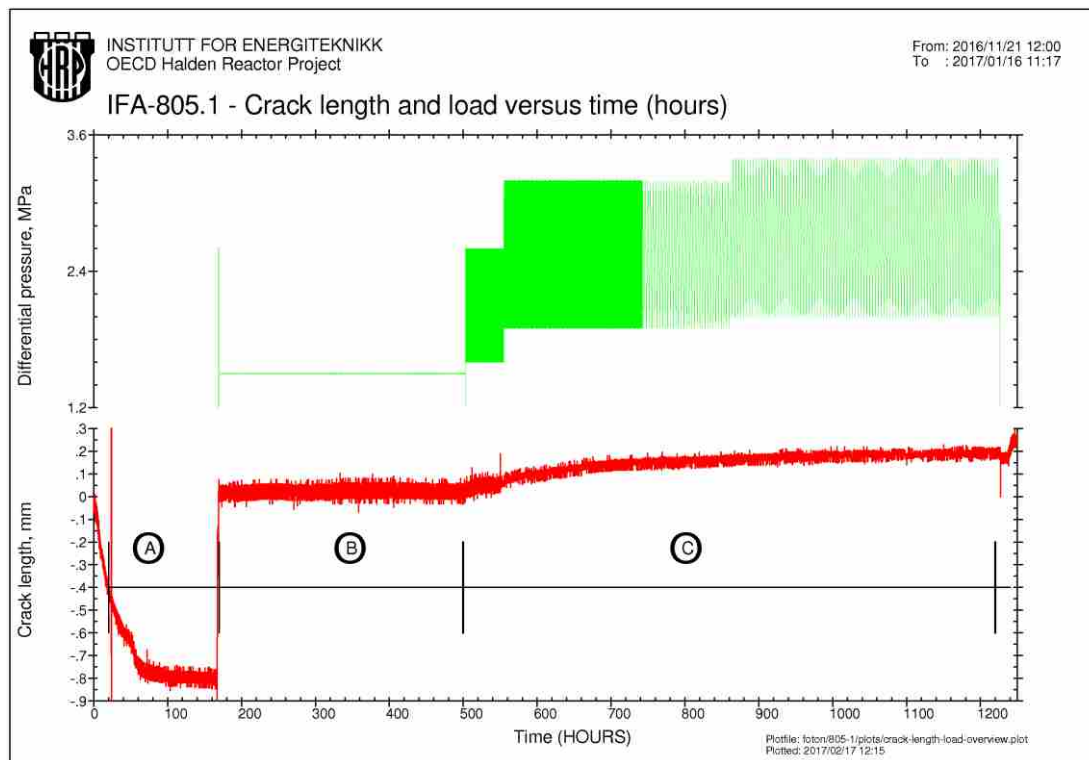


図 3.3.3-3 試験中の亀裂進展挙動（破面補正無）及び荷重履歴

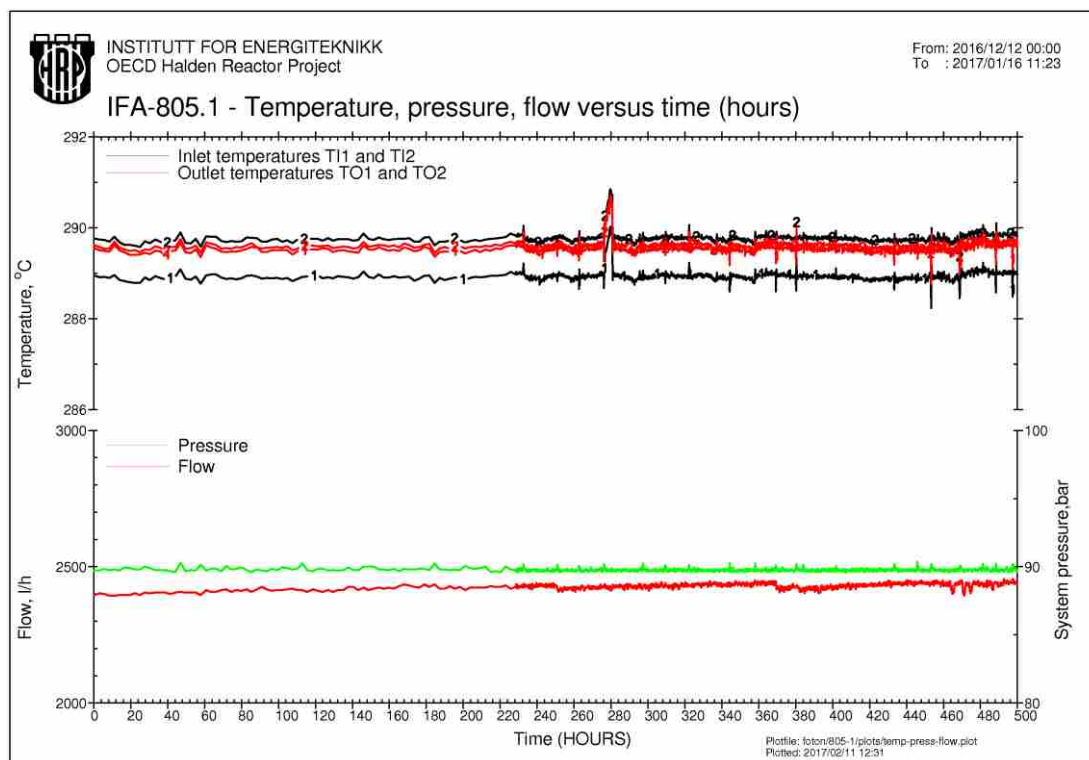


図 3.3.3-4 炉外モックアップ試験フェーズ A 及び B における水温、流速、水圧

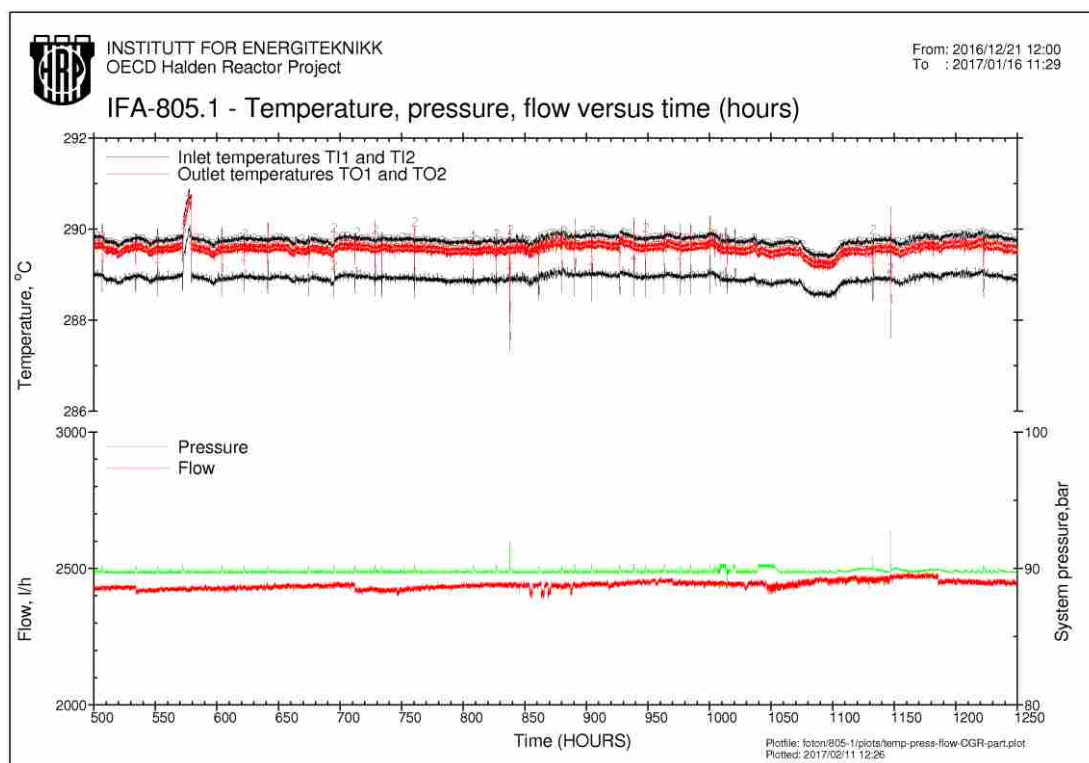


図 3.3.3-5 炉外モックアップ試験フェーズ C における水温、流速、水圧

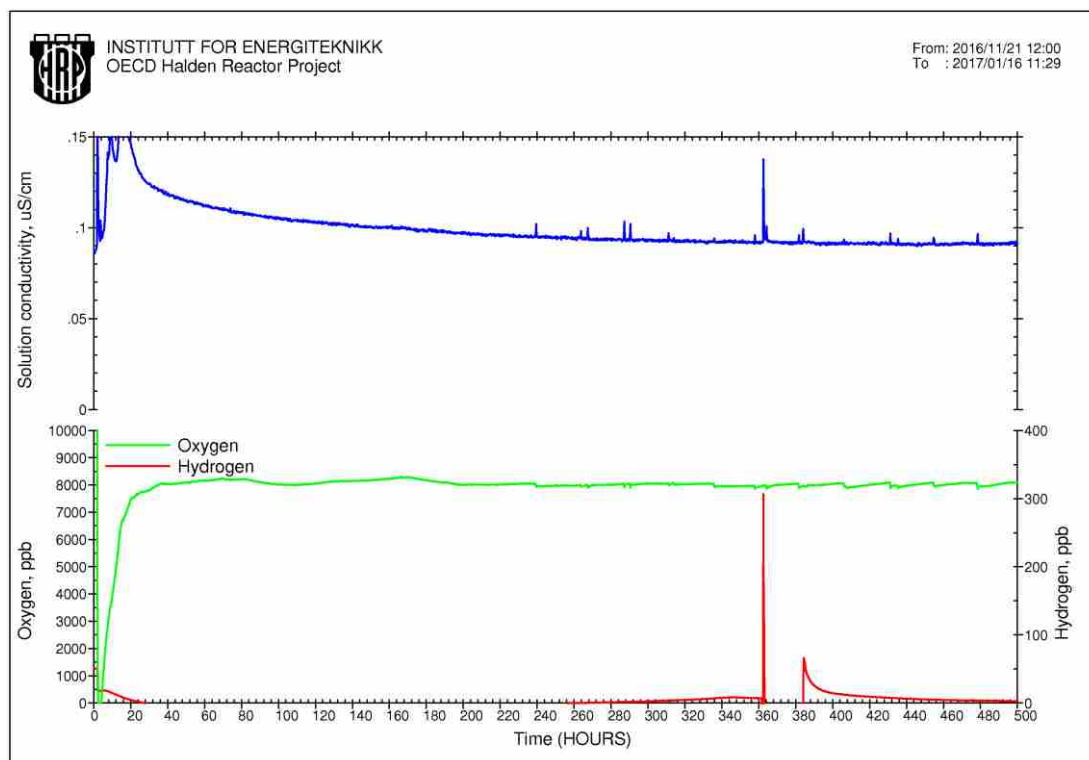


図 3.3.3-6 炉外モックアップ試験フェーズ A 及び B における水の電気伝導度、溶存酸素濃度

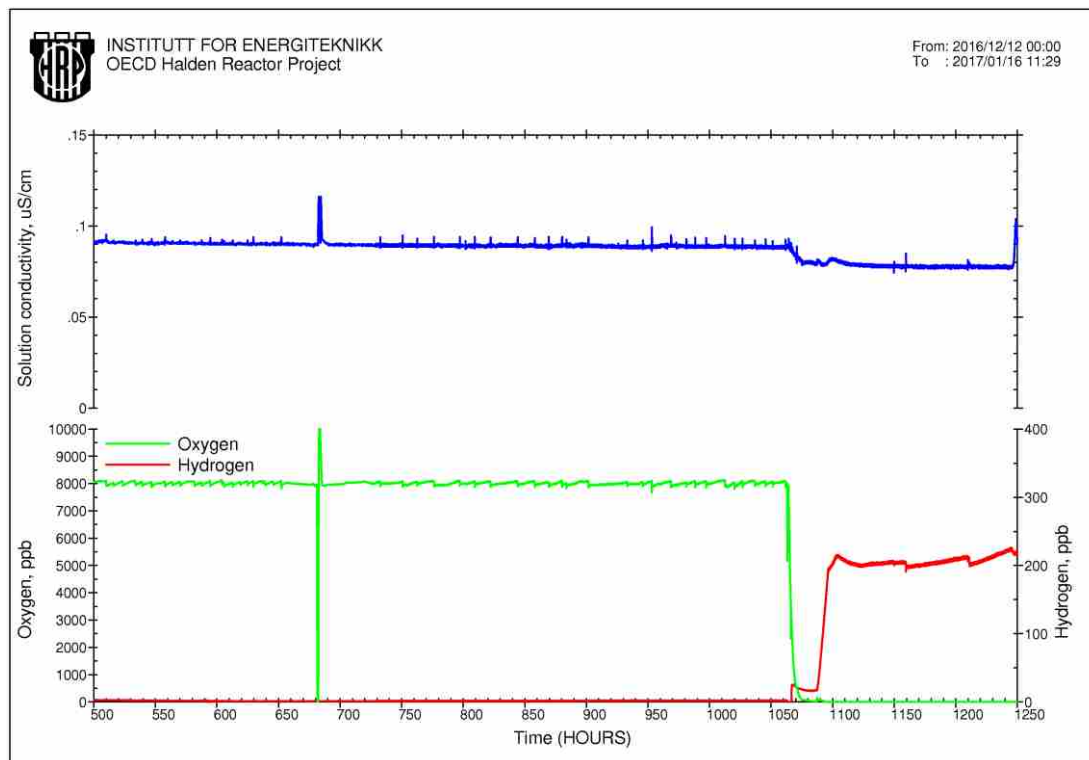


図 3.3.3-7 炉外モックアップ試験フェーズ C における水の電気伝導度、
溶存酸素／水素濃度

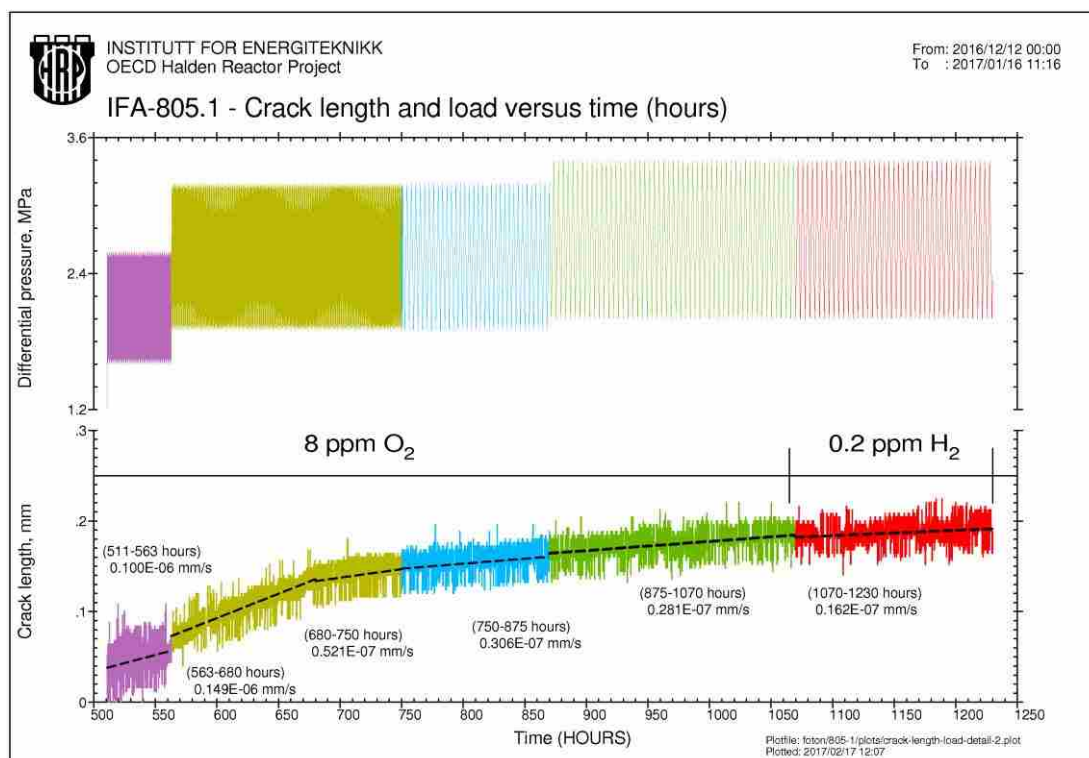


図 3.3.3-8 フェーズ C における亀裂進展挙動（破面補正無）及び荷重履歴

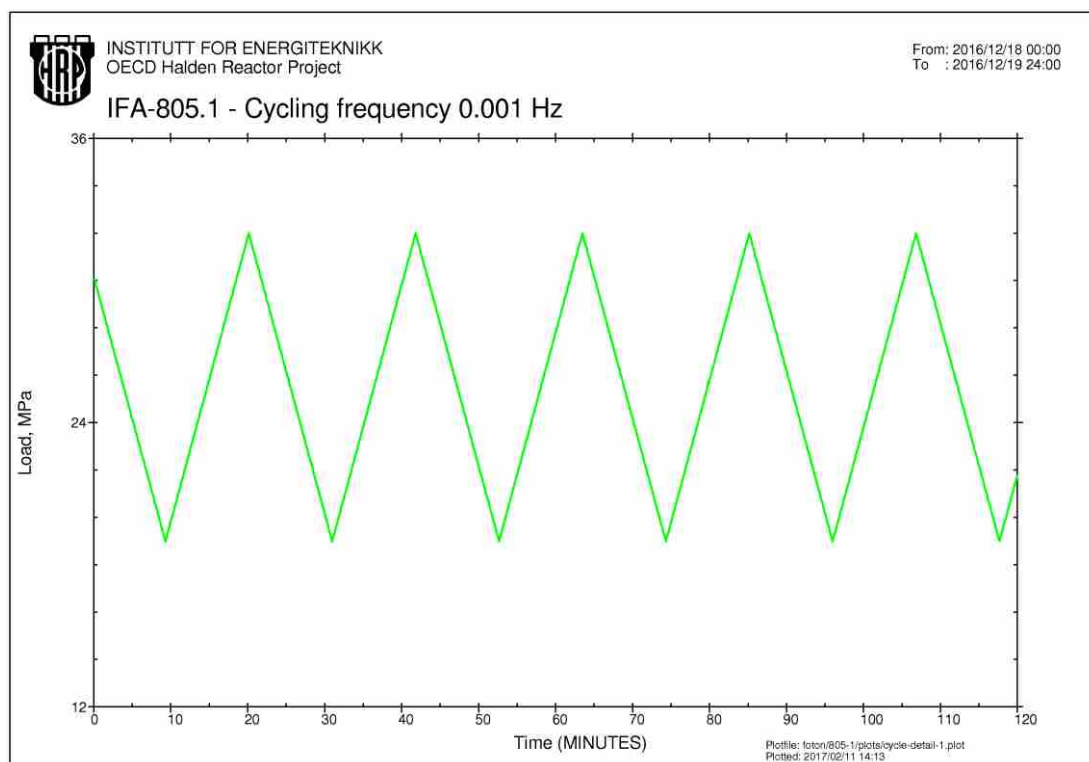


図 3.3.3-9 0.001 Hz の周期的荷重パターン

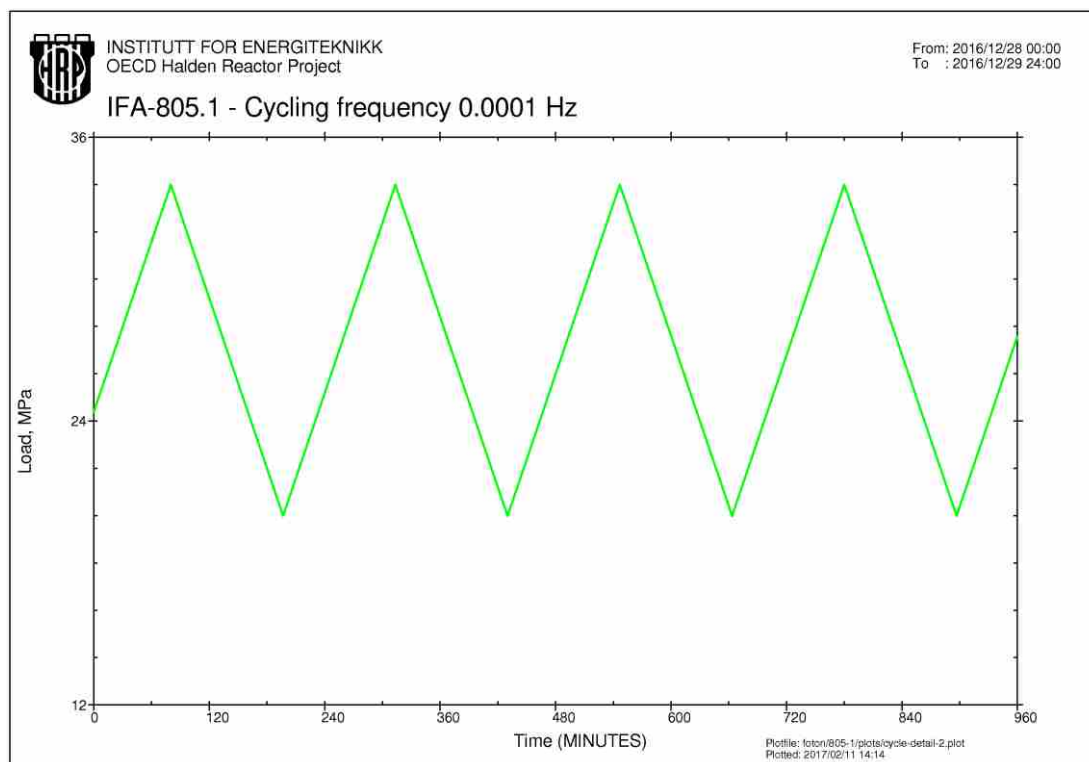


図 3.3.3-10 0.0001 Hz の周期的荷重パターン

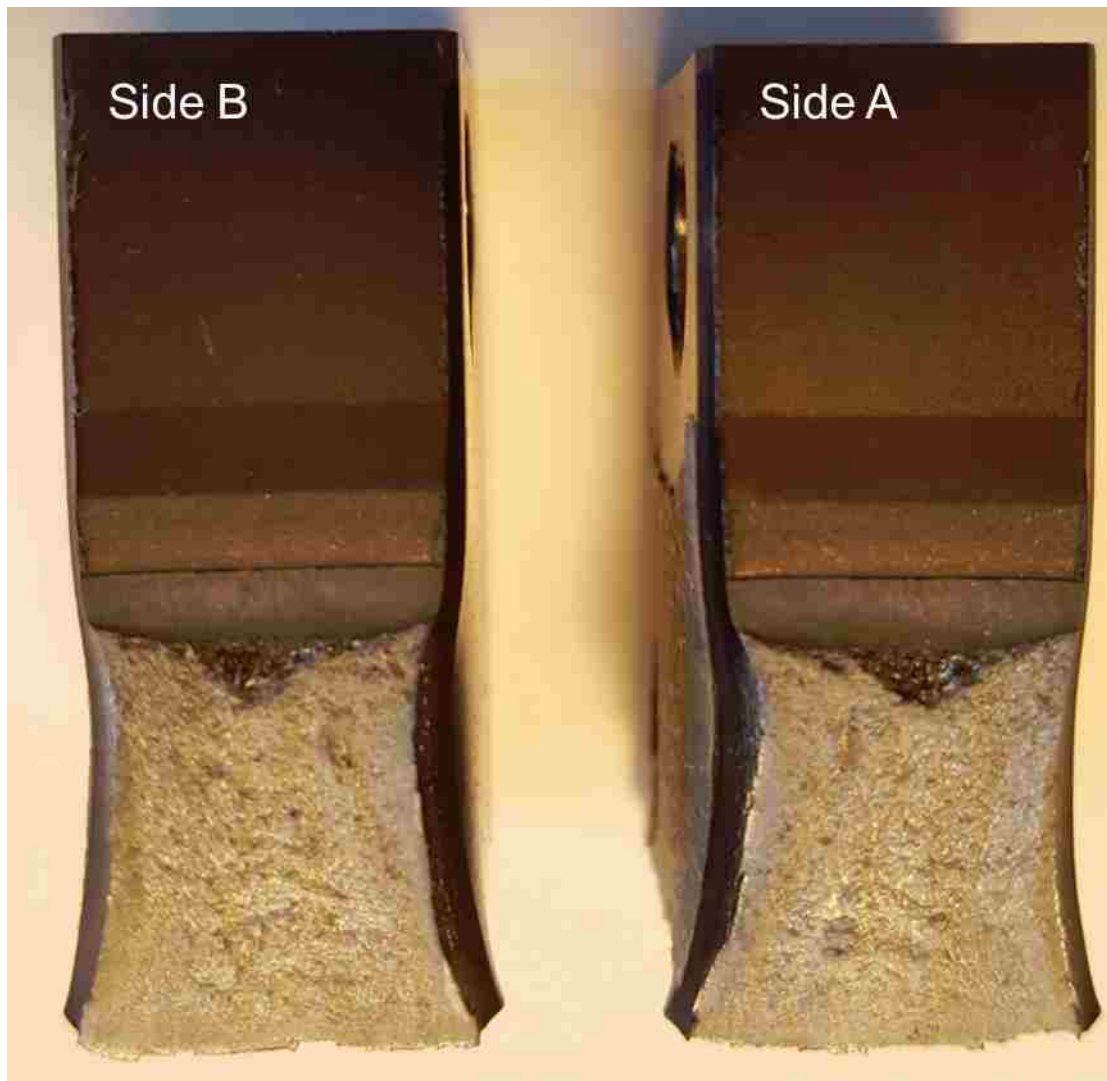


図 3.3.3-11 試験後の破面の外観

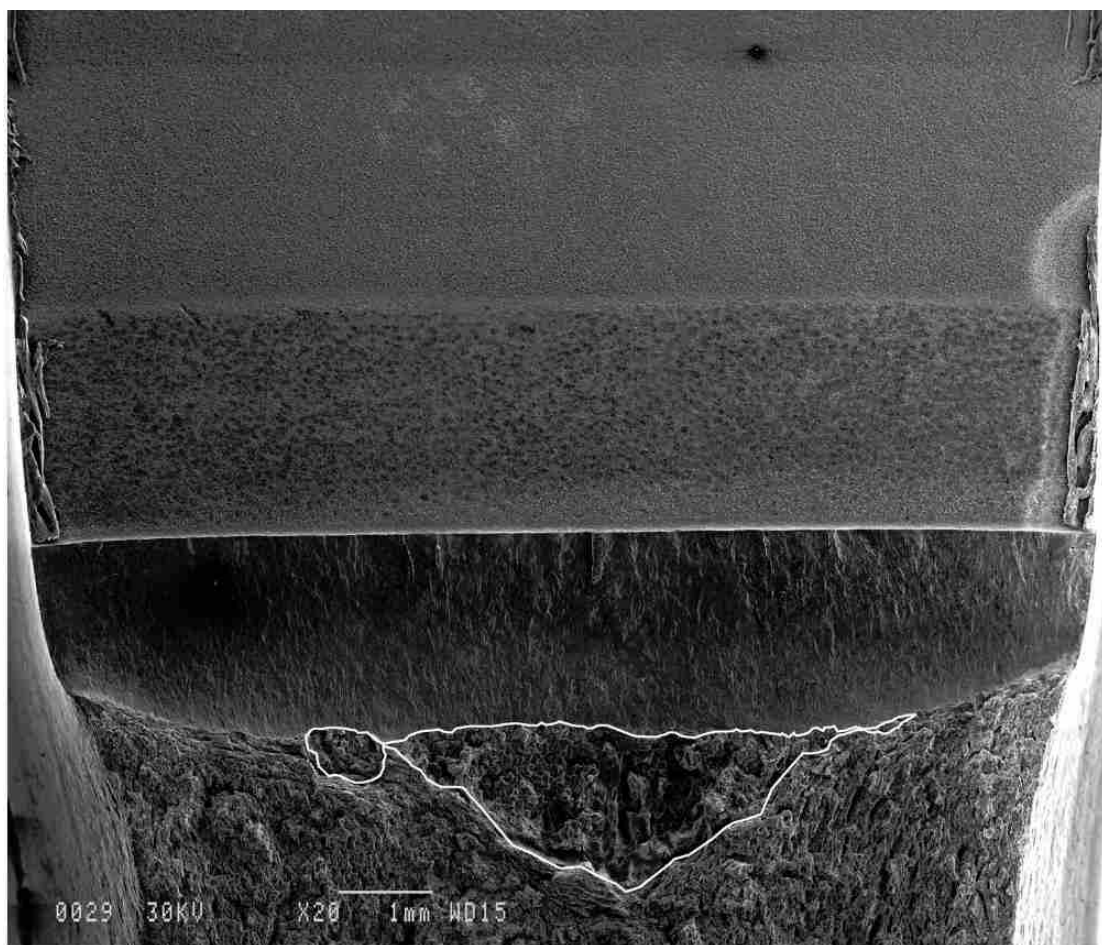


図 3.3.3-12(a) 試験後の破面の SEM 像 (Side A)

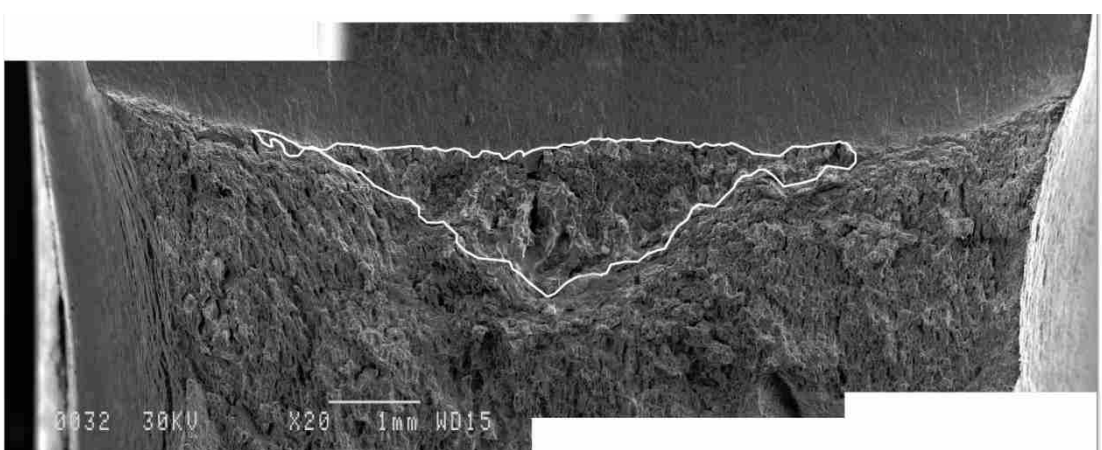


図 3.3.3-12(b) 試験後の破面の SEM 像 (Side B)

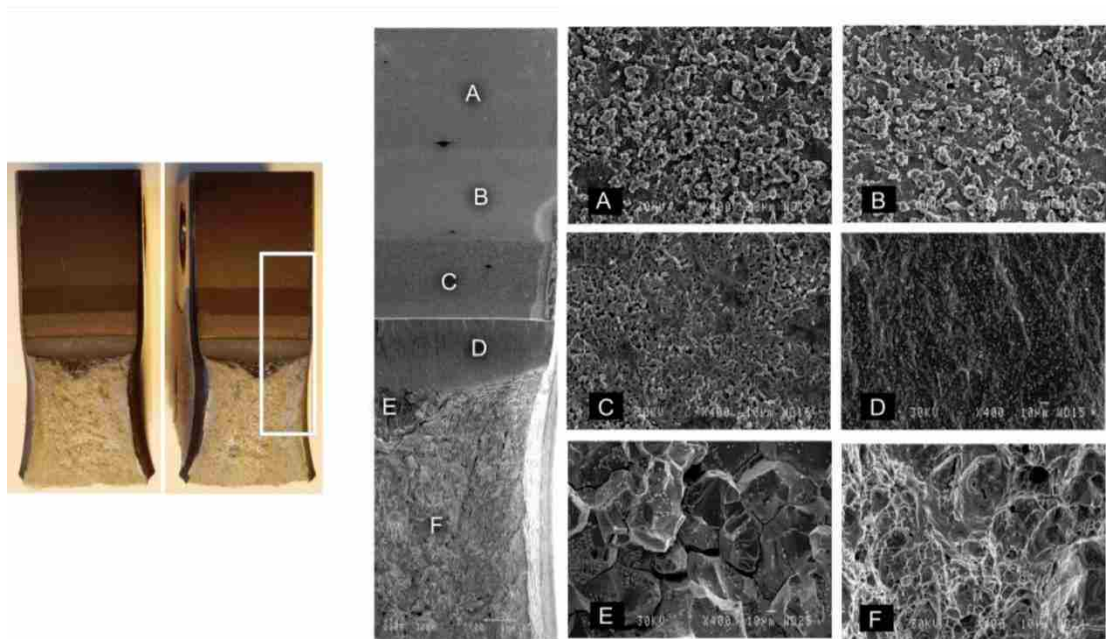


図 3.3.3-13 試験後の破面の詳細



図 3.3.3-14 SCC 領域の外観観察結果

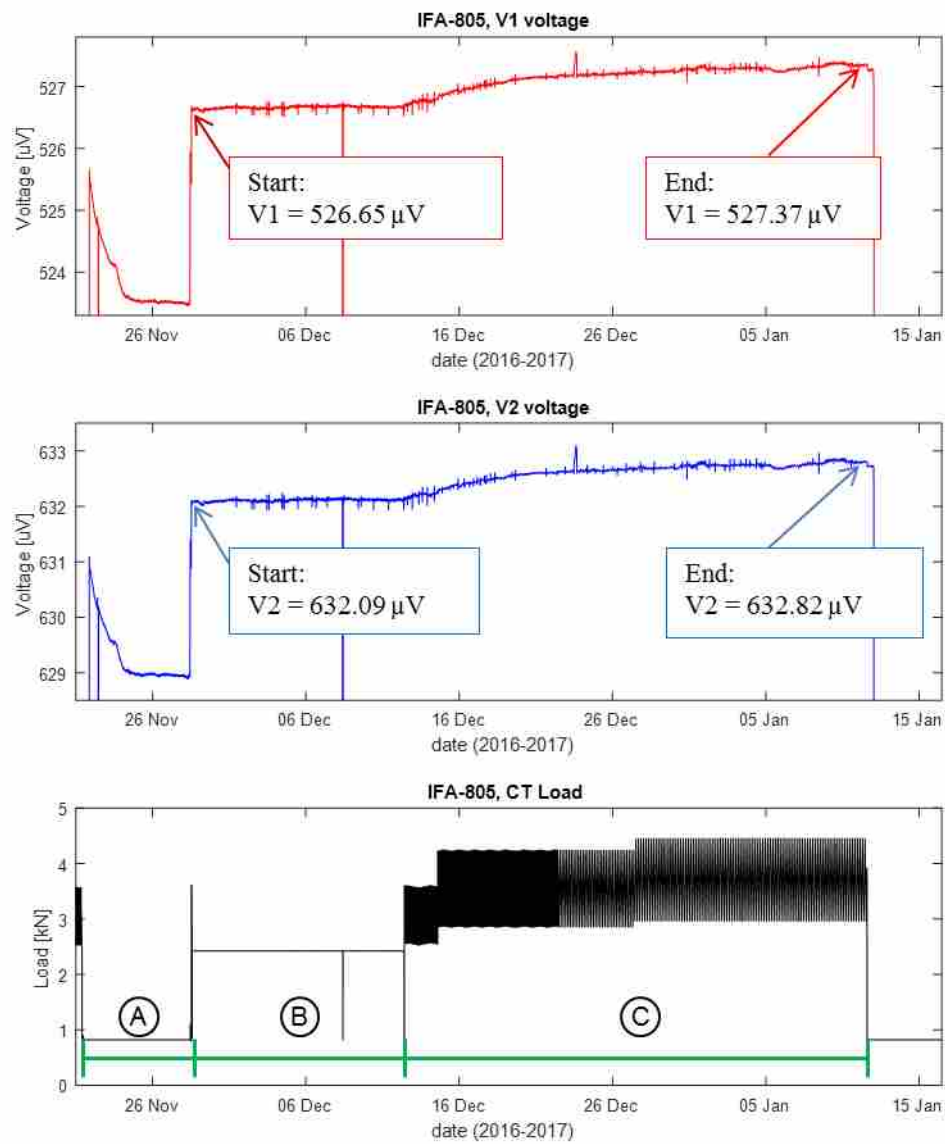


図 3.3.3-15 DCPD 法で計測された電圧及び試験中の負荷荷重

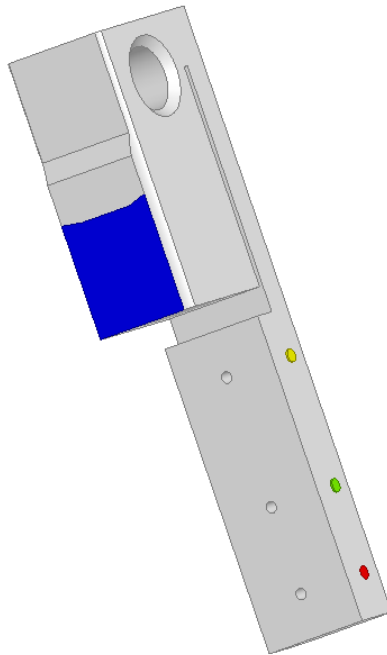


図 3.3.3-16 試験開始時の CT 試験片の FEM 解析モデル

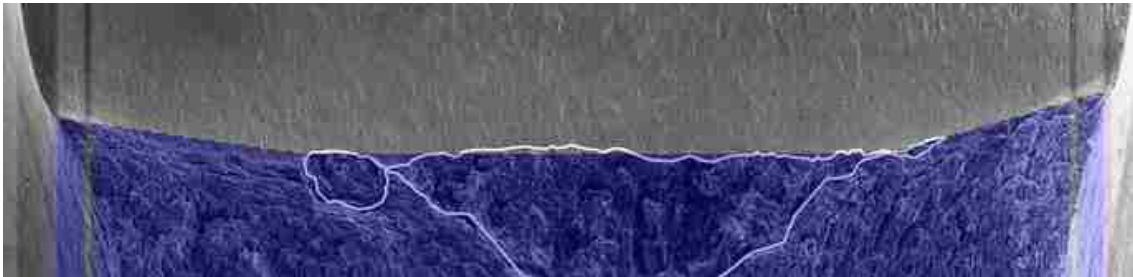


図 3.3.3-17 試験開始時の破面の FEM 解析モデルと SEM 像との比較

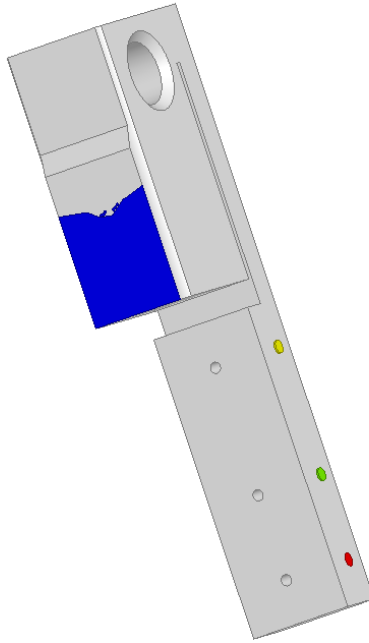


図 3.3.3-18 試験終了時の CT 試験片の FEM 解析モデル

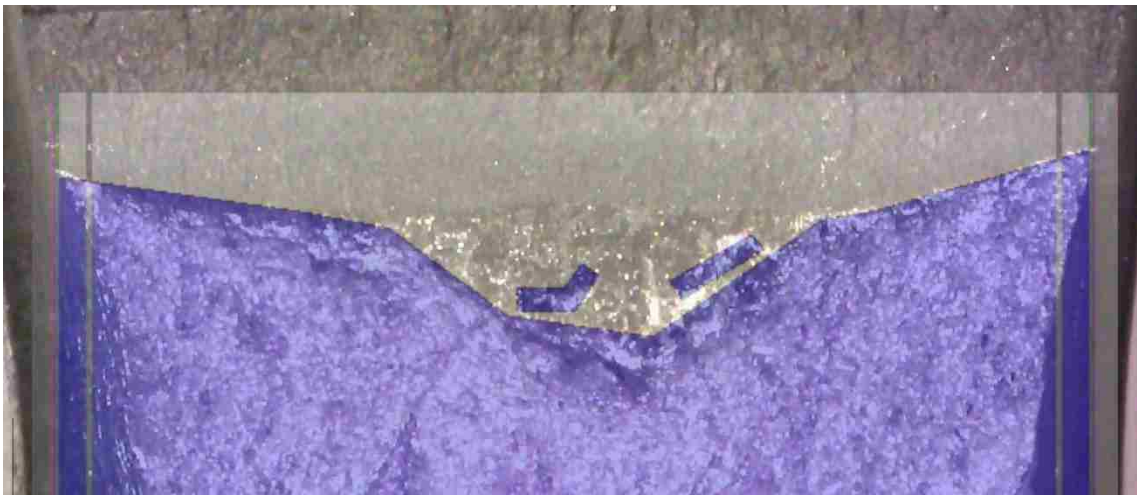


図 3.3.3-19 試験終了時の破面の FEM 解析モデルと SEM 像との比較

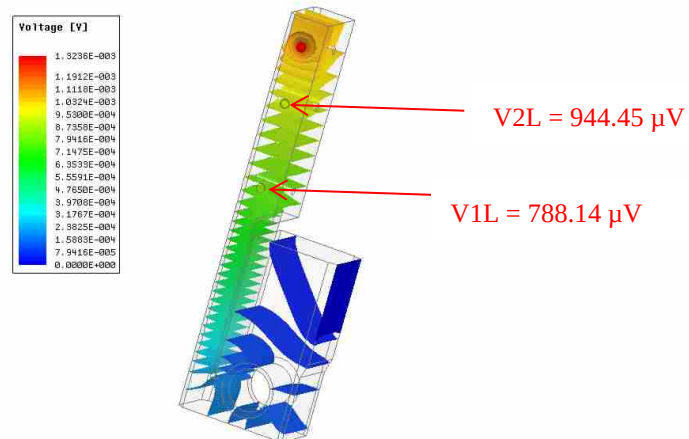


図 3.3.3-20 FEM 解析によって得られた試験片内の電圧の変化（試験開始時）

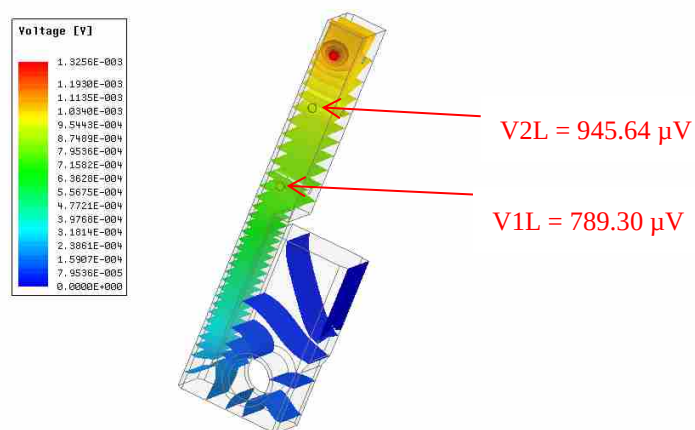


図 3.3.3-21 FEM 解析によって得られた試験片内の電圧の変化（試験終了時）

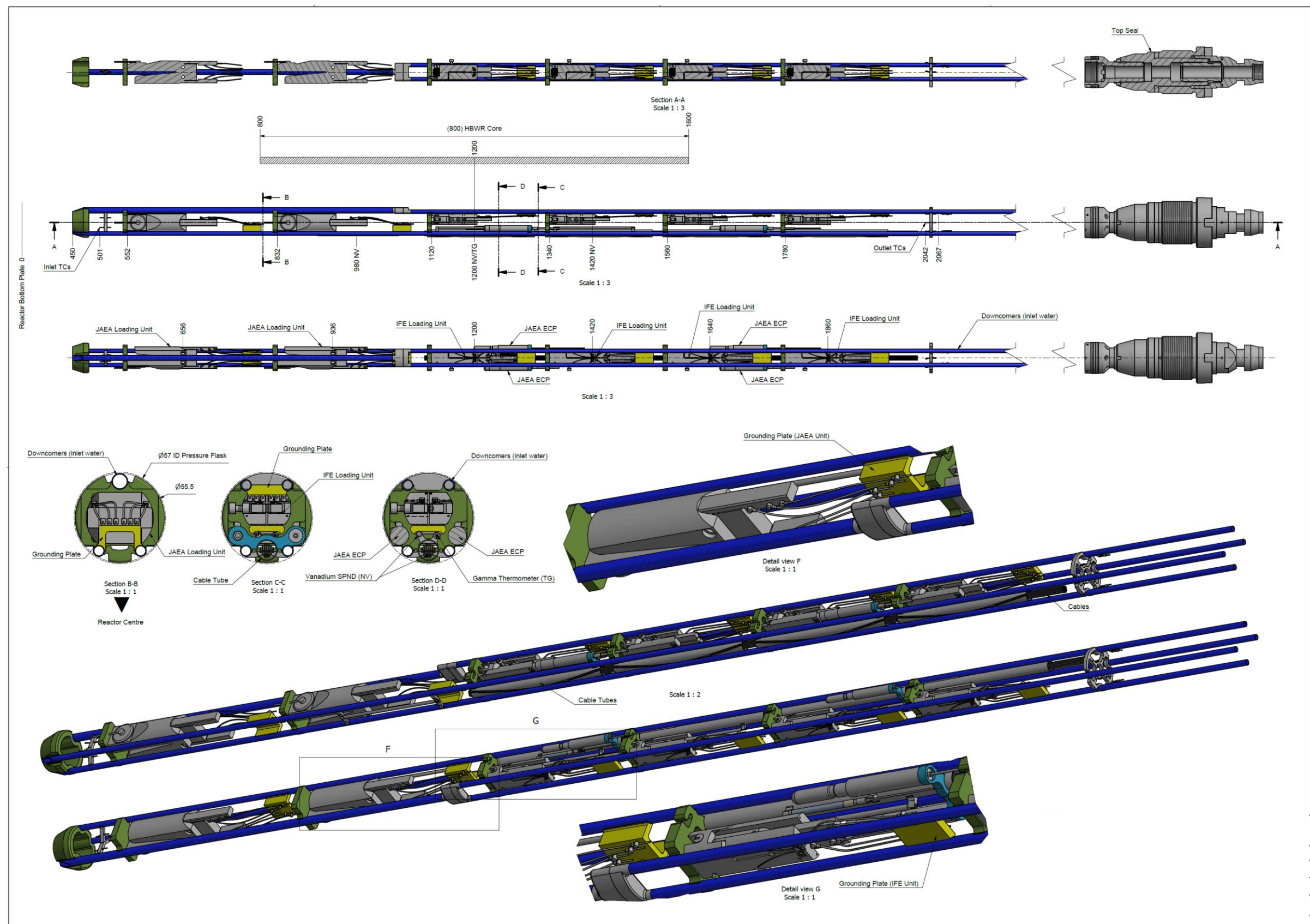


図 3.3.3-22 照射下亀裂進展試験用照射リグの概念設計図

3.4 燃料照射試験装置の維持管理

これまでに本事業で整備した出力急昇試験を実施するための燃料照射試験装置について、計器及び制御機器等の点検、動作確認、また必要に応じて部品交換等を行った。また、原子炉施設保安規定、核燃料物質使用施設等保安規定、高圧ガス保安法等に基づく点検等を行った。以上により燃料照射試験装置の安全性及び健全性の維持を図った。

4. おわりに

平成28年度「軽水炉照射材料健全性評価研究」事業では、原子炉压力容器の照射脆化及び炉内構造物等の照射誘起応力腐食割れ（IASCC）に関する試験を実施し、以下の成果を得た。

照射脆化試験では、既存照射材を用いた破壊靱性データを取得し、中性子照射による破壊靱性参照温度とシャルピー延性脆性遷移温度の移行量の関係が米国データの範囲内に分布していることを確認した。また、高温予荷重（WPS）効果への予荷重時の塑性の影響に関する知見を得るとともに、WPS効果の解析手法の整備を行った。さらに、加圧熱衝撃（PTS）事象を模擬する試験の供試材として、低靱性の原子炉压力容器鋼材の製作を進めるとともに、試験設備の整備を進めた。加えて、関連温度移行量を対象とした統計的解析手法を整備するとともに、原子炉压力容器鋼の溶質原子クラスタ分析条件に係る調査を行った。また、材料の破断面に偏析した元素を分析するためのオージェ電子分光分析装置を整備した。

IASCC試験では、中性子照射ステンレス鋼の材料特性に関する公開データの調査を実施し、亀裂進展速度や機械的性質等への照射効果を定量的に評価するための傾向式を提案した。また、既存照射材を用いた亀裂進展試験及び変形挙動と酸化皮膜形成に着目した微細組織観察を実施し、既存の亀裂進展速度データとの比較を行うとともに、亀裂進展挙動と変形挙動の関係についての知見を取得した。さらに、海外炉を用いた照射下亀裂進展試験を実施するために必要な技術的検討を行い、実施可能となる見通しを得た。

付録1

3.2.2 照射材データの調査・整理

照射ステンレス鋼に関するデータシート

引張特性(PWR分野)データシート 1/5

DB	試験片番号	材料番号	照射炉	照射環境	採取部位	照射時形状	詳細鋼種	鋼種	材料組成(wt%)																熱処理等	冷間加工率	照射量 (dpaへの換算を含む)			中性子束 (フラックス)	照射温度	試験環境	試験温度	試験片形状	平行部断面積	平行部長さ	採取方向	引張歪速度	0.2%耐力	引張強さ	一様伸び	全伸び	絞り	加工硬化指数	応力歪線図	備考	文献リスト	出典			
No.	No.	No.							C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Nb	Ti	B	Cu	N	Co	Fe		(%)	(nm ² E>0.1MeV)	(nm ² E>1MeV)	(dpa)		(dpa/s)	(°C)		(°C)	(mm ²)	(mm)		(/s)	(MPa)	(MPa)	(%)	(%)	(%)									
PT-1-1	K2B2A	-	海外PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.044	0.75	1.75	0.014	0.011	13.1	17.5	2.64	-	-	-	-	-	0.04	Bal.	冷間加工	10~12	1.00E+22	-	0.00065	-	-	-	-	27	短冊門型	3.23	12.7	軸方向	1E-04	503	696	15.5	26.5	-	-	有	照射量dpa については、n/m2か らの換算 (6.5dpa=10 26n/m2)	PT-R1	発電設備技 術検査協会 報告書 ブラ ント長寿命 化技術開発 「ステンレ ス鋼照射 SCC試験 (PWR)」平 成9年3月			
PT-1-2	K6B1A	-	海外PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.044	0.75	1.75	0.014	0.011	13.1	17.5	2.64	-	-	-	-	-	0.04	Bal.	冷間加工	10~12	7.00E+25	-	4.55	-	-	-	-	27	短冊門型	3.23	12.7	軸方向	1E-04	786	1007	4	9	-	-	有						
PT-1-3	5B1C1	-	海外PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.044	0.75	1.75	0.014	0.011	13.1	17.5	2.64	-	-	-	-	-	0.04	Bal.	冷間加工	10~12	3.80E+26	-	24.7	-	-	-	-	27	短冊門型	3.23	12.7	軸方向	1E-04	1020	1110	1.4	7	-	-	有						
PT-1-4	K2B2B	-	海外PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.044	0.75	1.75	0.014	0.011	13.1	17.5	2.64	-	-	-	-	-	0.04	Bal.	冷間加工	10~12	1.00E+22	-	0.00065	-	-	-	-	325	短冊門型	3.23	12.7	軸方向	1E-04	434	614	13	16	-	-	有						
PT-1-5	K6B2	-	海外PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.044	0.75	1.75	0.014	0.011	13.1	17.5	2.64	-	-	-	-	-	0.04	Bal.	冷間加工	10~12	7.00E+25	-	4.55	-	-	-	-	325	短冊門型	3.23	12.7	軸方向	1E-04	724	827	1.5	5	-	-	有						
PT-1-6	5B1C2	-	海外PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.044	0.75	1.75	0.014	0.011	13.1	17.5	2.64	-	-	-	-	-	0.04	Bal.	冷間加工	10~12	3.80E+26	-	24.7	-	-	-	-	325	短冊門型	3.23	12.7	軸方向	1E-04	951	972	0.55	3	-	-	有						
PT-1-7	JPU1	-	海外PWR	水中	シンプルプラグ	-	304SS	304	0.069	0.55	1.52	0.023	0.021	8.28	18.54	0.32	-	-	-	-	-	0.12	Bal.	溶体化	-	0	-	0	-	-	-	27	中実丸棒型	3.23	12.7	軸方向	1E-04	441	683	33	51	-	-	有	引張特性の うち、空白 欄は文献中 にデータ記 載無し						
PT-1-8	KTP1A	-	海外PWR	水中	シンプルプラグ	-	304SS	304	0.057	0.64	1.90	0.030	0.024	9.01	18.24	0.44	-	-	-	-	-	0.13	Bal.	溶体化	-	5.00E+25	-	3.25	-	-	-	-	27	中実丸棒型	3.23	12.7	軸方向	1E-04	869	1000	27	37	-	-	有						
PT-1-9	JPU2	-	海外PWR	水中	シンプルプラグ	-	304SS	304	0.069	0.55	1.52	0.023	0.021	8.28	18.54	0.32	-	-	-	-	-	0.12	Bal.	溶体化	-	0	-	0	-	-	-	325	中実丸棒型	3.23	12.7	軸方向	1E-04	290	517	21.5	31.5	-	-	有							
PT-1-10	KTP1B	-	海外PWR	水中	シンプルプラグ	-	304SS	304	0.057	0.64	1.90	0.030	0.024	9.01	18.24	0.44	-	-	-	-	-	0.13	Bal.	溶体化	-	5.00E+25	-	3.25	-	-	-	-	325	中実丸棒型	3.23	12.7	軸方向	1E-04	703	727	2	10.5	-	-	有						
PT-2-1	6A3	-	H.B.Robinson	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.048	0.43	1.67	0.017	0.01	13.21	17.21	2.24	-	-	-	-	0.08	-	0.069	Bal.	冷間加工	10~12	5.00E+22	-	0.005	-	-	-	-	22	チューブ型	3.23	12.7	軸方向	1.7E-06	608	824	23	40.0	-	-	無	照射量dpa については、n/m2か らの換算 (6.5dpa=10 26n/m2)	PT-R1	発電設備技 術検査協会 報告書 ブラ ント長寿命 化技術開発 「ステンレ ス鋼照射 SCC試験 (PWR)」平 成9年3月		
PT-2-2	3A2	-	H.B.Robinson	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.048	0.43	1.67	0.017	0.01	13.21	17.21	2.24	-	-	-	-	0.08	-	0.069	Bal.	冷間加工	10~12	9.00E+22	-	0.009	-	-	-	-	23	チューブ型	3.23	12.7	軸方向	1.7E-06	683	793	10	21.0	-	-	無					
PT-2-3	1A6	-	H.B.Robinson	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.048	0.43	1.67	0.017	0.01	13.21	17.21	2.24	-	-	-	-	0.08	-	0.069	Bal.	冷間加工	10~12	7.50E+26	-	51	-	-	-	-	26	チューブ型	3.23	12.7	軸方向	1.7E-06	938	1,151	6	13.0	-	-	無					
PT-2-4	1B4	-	D.C.Cook	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.019	0.38	1.69	0.024	0.008	12.3	16.42	2.18	-	-	-	-	0.04	-	0.068	Bal.	冷間加工	10~12	7.50E+26	-	51	-	-	-	-	26	チューブ型	3.23	12.7	軸方向	1.7E-06	800	1,117	5	12.0	-	-	無					
PT-2-5	4A3	-	H.B.Robinson	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.048	0.43	1.67	0.017	0.01	13.21	17.21	2.24	-	-	-	-	0.08	-	0.069	Bal.	冷間加工	10~12	3.00E+23	-	0.02	-	-	-	-	300	チューブ型	3.23	12.7	軸方向	1.7E-06	600	752	11	18.0	-	-	無					
PT-2-6	3A3	-	H.B.Robinson	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.048	0.43	1.67	0.017	0.01	13.21	17.21	2.24	-	-	-	-	0.08	-	0.069	Bal.	冷間加工	10~12	9.00E+22	-	0.009	-	-	-	-	300	チューブ型	3.23	12.7	軸方向	1.7E-06	517	690	10	14.0	-	-	無					
PT-2-7	1B5	-	D.C.Cook	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.019	0.38	1.69	0.024	0.008	12.3	16.42	2.18	-	-	-	-	0.04	-	0.068	Bal.	冷間加工	10~12	7.50E+26	-	51	-	-	-	-	300	チューブ型	3.23	12.7	軸方向	1.7E-06	952	1,000	0.8	7.0	-	-	無	引張特性の うち、空白 欄は文献中 にデータ記 載無し				
PT-2-8	7B4	-	D.C.Cook	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.019	0.38	1.69	0.024	0.008	12.3	16.42	2.18	-	-	-	-	0.04	-	0.068	Bal.	冷間加工	10~12	4.90E+26	-	33	-	-	-	-	300	チューブ型	3.23	12.7	軸方向	1.7E-06	1,000	1,015	0.8	10.0	-	-	無					
PT-2-9	4A1	-	H.B.Robinson	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.048	0.43	1.67	0.017	0.01	13.21	17.21	2.24	-	-	-	-	0.08	-	0.069	Bal.	冷間加工	10~12	3.00E+23	-	0.02	-	-	-	-	350	チューブ型	3.23	12.7	軸方向	1.7E-06	538	634			-	-	無					
PT-2-10	3A1	-	H.B.Robinson	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.048	0.43	1.67	0.017	0.01	13.21	17.21	2.24	-	-	-	-	0.08	-	0.069	Bal.	冷間加工	10~12	9.00E+22	-	0.009	-	-	-	-	350	チューブ型	3.23	12.7	軸方向	1.7E-06	676	696	1.5	7.0	-	-	無					
PT-2-11	1A5	-	H.B.Robinson	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.048	0.43	1.67	0.017	0.01	13.21	17.21	2.24	-	-	-	-	0.08	-	0.069	Bal.	冷間加工	10~12	7.50E+26	-	51	-	-	-	-	350	チューブ型	3.23	12.7	軸方向	1.7E-06	724	869	3	6.0	-	-	無					
PT-2-12	1B6	-	D.C.Cook	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.019	0.38	1.69	0.024	0.008	12.3	16.42	2.18	-	-	-	-	0.04	-	0.068	Bal.	冷間加工	10~12	7.50E+26	-	51	-	-	-	-	350	チューブ型	3.23	12.7	軸方向	1.7E-06	848	986	0.8	6.0	-	-	無					
PT-2-13	C7C1	-	H.B.Robinson	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.048	0.43	1.67	0.017	0.01	13.21	17.21	2.24	-	-	-	-	0.08	-	0.069	Bal.	冷間加工	10~12	3.00E+25	-	2	-	-	-	-	26	チューブ型	3.23	12.7	軸方向	1.7E-06	946	1,026	1	7	-	-	無					
PT-2-14	C7C2	-	H.B.Robinson	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.048	0.43	1.67	0.017	0.01	13.21	17.21	2.24	-	-	-	-	0.08	-	0.069	Bal.	冷間加工	10~12	3.00E+25	-	2	-	-	-	-	26	チューブ型	3.23	12.7	軸方向	1.7E-06	1,004	1,032	1	12	-	-	無					
PT-2-15	C7C3	-	H.B.Robinson	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.048	0.43	1.67	0.017	0.01	13.21	17.21	2.24	-	-	-	-	0.08	-	0.069	Bal.	冷間加工	10~12	3.00E+25	-	2	-	-	-	-	300	チューブ型	3.23	12.7	軸方向	1.7E-06	802	839	0.4	3.5	-	-	無					
PT-2-16	C7C4	-	H.B.Robinson	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.048	0.43	1.67	0.017	0.01	13.21	17.21	2.24	-	-	-	-	0.08	-	0.069	Bal.	冷間加工	10~12	3.00E+25	-	2	-	-	-	-	300	チューブ型	3.23	12.7	軸方向	1.7E-06	815	903	2	5	-	-	無					
PT-2-17	C7C5	-	H.B.Robinson	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.048	0.43	1.67	0.017	0.01	13.21	17.21	2.24	-	-	-	-	0.08	-	0.069	Bal.	冷間加工	10~12	3.00E+25	-	2	-	-	-	-	350	チューブ型	3.23	12.7	軸方向	1.7E-06	911	911	0.2	3	-	-	無					
PT-2-18	C7C6	-	H.B.Robinson	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.048	0.43	1.67	0.017	0.01	13.21	17.21	2.24	-	-	-	-	0.08	-	0.069	Bal.	冷間加工	10~12	3.00E+25	-	2	-	-	-	-	350	チューブ型	3.23	12.7	軸方向	1.7E-06	831	831	0.1	3	-	-	無					
PT-2-19	3B1	-	D.C.Cook	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.019	0.38	1.69	0.024	0.008	12.3	16.42	2.18	-	-	-	-	0.04	-	0.068	Bal.	冷間加工	10~12	3.00E+22	-	0.003	-	-	-	-	23	チューブ型	3.23	12.7	軸方向	1.7E-04	607	745	12	49	-	-	無					
PT-2-20	2C9	-	H.B.Robinson	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.048	0.43	1.67	0.017	0.01	13.21	17.21	2.24	-	-	-	-	0.08	-	0.069	Bal.	冷間加工	10~12	9.00E+22	-	0.009	-	-	-	-	23	チューブ型	3.23	12.7	軸方向	1.7E-04	641	772	10	55	-	-	無					
PT-2-21	2B8	-	D.C.Cook	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.019	0.38	1.69	0.024	0.008	12.3																																					

引張特性(PWR分野)データシート 2/5

DB	試験片 番号	材料 番号	照射炉	照射 環境	採取 部位	照射時 形状	詳細鋼種	鋼種	材料組成(wt%)																熱処理等	冷間 加工率	照射量 (dpaへの換算を含む)		中性子束 (フラックス)	照射 温度	試験 環境	試験 温度	試験片 形状	平行部 断面積	平行部 長さ	採取 方向	引張 歪速度	0.2% 耐力	引張 強さ	一様 伸び	全伸び	絞り	加工硬 化指数	応力歪 線図	備考	文献リスト No.	出典
No.	No.	No.							C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Nb	Ti	B	Cu	N	Co	Fe		(%)	(n/m2 E>0.1MeV)	(n/m2 E>1MeV)	(dpa)	(dpa/s)	(℃)		(℃)	(mm2)	(mm)		(/s)	(MPa)	(MPa)	(%)	(%)	(%)						
PT-3-1	E3-1	H111	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	4.35	8.3E-09	311	大気	290	中実丸棒型	6.16	11.2	軸方向	3E-04	617	697	10.0	20.8	64.0	-	有		PT-R2	原子力安全 基盤機構 平成20年度照 射誘起応力腐食割れに 関する報告書(09基材 報-0012)」平成21年9 月等
PT-3-2	E3-2	H111	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	4.35	8.3E-09	311	大気	290	中実丸棒型	6.16	11.2	軸方向	3E-04	598	689	10.2	21.6	66.3	-	有			
PT-3-3	E3-3	B34	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	5.39	1.0E-08	317	大気	320	中実丸棒型	6.16	11.2	軸方向	3E-04	701	738	5.6	15.8	58.4	-	有			
PT-3-4	E3-4	B34	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	5.39	1.0E-08	317	大気	320	中実丸棒型	6.16	11.2	軸方向	3E-04	726	754	5.5	16.7	61.2	-	有			
PT-3-5	E3-5	B34	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	3.42	6.5E-09	317	大気	340	中実丸棒型	6.16	11.2	軸方向	3E-04	598	680	9.0	19.6	56.4	-	有			
PT-3-6	E3-6	B34	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	3.42	6.5E-09	317	大気	340	中実丸棒型	6.16	11.2	軸方向	3E-04	598	666	6.4	16.3	57.8	-	有			
PT-3-7	A3-10	F45	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	4.68	8.9E-09	310	大気	290	中実丸棒型	6.16	11.2	軸方向	3E-04	590	676	10.5	22.0	59.3	-	有			
PT-3-8	E3-7	F45	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	6.03	1.1E-08	309	大気	290	中実丸棒型	6.16	11.2	軸方向	3E-04	683	734	6.0	16.6	56.9	-	有			
PT-3-9	E3-8	F45	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	6.03	1.1E-08	309	大気	290	中実丸棒型	6.16	11.2	軸方向	3E-04	671	712	5.0	15.8	64.9	-	有			
PT-3-10	E3-9	F52	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	7.7	1.5E-08	319	大気	320	中実丸棒型	6.16	11.2	軸方向	3E-04	736	763	3.5	13.5	60.3	-	有			
PT-3-11	E3-10	F52	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	7.7	1.5E-08	319	大気	320	中実丸棒型	6.16	11.2	軸方向	3E-04	712	742	3.0	12.2	55.9	-	有			
PT-3-12	E3-11	D52	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	8.23	1.6E-08	320	大気	340	中実丸棒型	6.16	11.2	軸方向	3E-04	707	744	4.1	14.2	55.0	-	有			
PT-3-13	E3-12	D52	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	8.23	1.6E-08	320	大気	340	中実丸棒型	6.16	11.2	軸方向	3E-04	702	737	3.1	12.8	56.0	-	有			
PT-3-14	E3-13	D52	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	12.7	2.4E-08	330	大気	290	中実丸棒型	6.16	11.2	軸方向	3E-04	872	875	0.5	11.5	57.1	-	有			
PT-3-15	E3-14	D52	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	12.7	2.4E-08	330	大気	290	中実丸棒型	6.16	11.2	軸方向	3E-04	819	839	1.7	12.6	57.5	-	有			
PT-3-16	E3-15	F52	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	11.5	2.2E-08	332	大気	320	中実丸棒型	6.16	11.2	軸方向	3E-04	819	837	1.3	12.8	54.0	-	有			
PT-3-17	E3-16	F52	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	11.5	2.2E-08	332	大気	320	中実丸棒型	6.16	11.2	軸方向	3E-04	819	833	1.6	12.0	56.1	-	有			
PT-3-18	E3-17	D26	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	12.3	2.3E-08	335	大気	340	中実丸棒型	6.16	11.2	軸方向	3E-04	850	858	0.6	11.0	57.1	-	有			
PT-3-19	E3-18	D26	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	12.3	2.3E-08	335	大気	340	中実丸棒型	6.16	11.2	軸方向	3E-04	813	819	0.8	11.4	60.7	-	有			
PT-4-1	E4-1	1	国内PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.06	0.63	1.68	0.02	0.005	12.25	16.25	2.36	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	12	-	-	4	8.3E-09	290	大気	290	短冊円盤型	2.54	12.2	軸方向	3E-04	962	974	0.4	6.4	-	-	有	引張特性の うち、空白欄 は文献中に データ記載 無し	PT-R2	原子力安全 基盤機構 平成20年度照 射誘起応力腐食割れに 関する報告書(09基材 報-0012)」平成21年9 月等
PT-4-2	E4-2	1	国内PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.06	0.63	1.68	0.02	0.005	12.25	16.25	2.36	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	12	-	-	4	8.3E-09	290	大気	290	短冊円盤型	2.54	12.2	軸方向	3E-04	950	973	0.4	6.2	-	-	有			
PT-4-3	E4-3	1	国内PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.06	0.63	1.68	0.02	0.005	12.25	16.25	2.36	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	12	-	-	5	1.0E-08	308	大気	340	短冊円盤型	2.54	12.2	軸方向	3E-04	642	772	8.2	11.8	-	-	有			
PT-4-4	E4-4	1	国内PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.06	0.63	1.68	0.02	0.005	12.25	16.25	2.36	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	12	-	-	5	1.0E-08	308	大気	340	短冊円盤型	2.54	12.2	軸方向	3E-04	663	780	8.6	12.3	-	-	有			
PT-4-5	E4-5	2	国内PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.06	0.63	1.68	0.02	0.005	12.25	16.25	2.36	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	12	-	-	14	2.9E-08	290	大気	290	短冊円盤型	2.54	12.2	軸方向	3E-04	1,033	1,051	0.4	3.9	-	-	有			
PT-4-6	E4-6	2	国内PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.06	0.63	1.68	0.02	0.005	12.25	16.25	2.36	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	12	-	-	14	2.9E-08	290	大気	290	短冊円盤型	2.54	12.2	軸方向	3E-04	1,003	1,023	0.5	4.9	-	-	有			
PT-4-7	E4-7	2	国内PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.06	0.63	1.68	0.02	0.005	12.25	16.25	2.36	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	12	-	-	19	3.9E-08	323	大気	340	短冊円盤型	2.54	12.2	軸方向	3E-04	971	992	0.5	5.7	-	-	有			
PT-4-8	E4-8	2	国内PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.06	0.63	1.68	0.02	0.005	12.25	16.25	2.36	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	12	-	-	19	3.9E-08	323	大気	340	短冊円盤型	2.54	12.2	軸方向	3E-04	968	1,005	0.5	6.1	-	-	有			
PT-4-9	E4-9	1	国内PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.06	0.63	1.68	0.02	0.005	12.25	16.25	2.36	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	12	-	-	39.5	8.2E-08	292	大気	290	短冊円盤型	2.54	12.2	軸方向	3E-04	1,012	1,033	0.5	4.5	-	-	有			
PT-4-10	E4-10	1	国内PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.06	0.63	1.68	0.02	0.005	12.25	16.25	2.36	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	12	-	-	39.5	8.2E-08	292	大気	290	短冊円盤型	2.54	12.2	軸方向	3E-04	1,000	1,015	0.4	5.6	-	-	有			
PT-4-11	E4-11	1	国内PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.06	0.63	1.68	0.02	0.005	12.25	16.25	2.36	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	12	-	-	39	8.1E-08	295	大気	320	短冊円盤型	2.54	12.2	軸方向	3E-04	1,017	1,027	0.4	5.3	-	-	有			
PT-4-12	E4-12	1	国内PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.06	0.63	1.68	0.02	0.005	12.25	16.25	2.36	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	12	-	-	39	8.1E-08	295	大気	320	短冊円盤型	2.54	12.2	軸方向	3E-04	1,047	1,063	0.4	6.1	-	-	有			
PT-4-13	E4-13	1	国内PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.06	0.63	1.68	0.02	0.005	12.25																																	

引張特性(PWR分野)データシート 3/5

DB	試験片番号	材料番号	照射炉	照射環境	採取部位	照射時形状	詳細鋼種	鋼種	材料組成(wt%)																熱処理等	冷間加工率	照射量 (dpaへの換算を含む)			中性子束 (フラックス)	照射温度	試験環境	試験温度	試験片形状	平行部断面積	平行部長さ	採取方向	引張歪速度	0.2%耐力	引張強さ	一様伸び	全伸び	絞り	加工硬化指数	応力歪線図	備考	文献リスト	出典				
No.	No.	No.							C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Nb	Ti	B	Cu	N	Co	Fe		(%)	(n/m2 E>0.1MeV)	(n/m2 E>1MeV)	(dpa)		(dpa/s)	(℃)		(℃)	(mm2)	(mm)		(/s)	(MPa)	(MPa)	(%)	(%)	(%)							No.			
PT-10-1	-	-	Ringhals 2	水中	シングルチューブ	-	316SS	CW316	0.045	0.43	1.70	0.026	0.01	13.3	17.4	2.69	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	-	0	-	0	-	-	290	大気	21	短冊円盤型	2.16	8.5	軸方向	8.3E-05	620	790	17.2	33.5	-	-	無	引張特性のうち、空白欄は文献中にデータ記載無し	PT-R9	Connerman et al., 12th EDM				
PT-10-2	-	-	Ringhals 2	水中	シングルチューブ	-	316SS	CW316	0.045	0.43	1.70	0.026	0.01	13.3	17.4	2.69	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	-	0	-	0	-	-	290	大気	21	短冊円盤型	2.16	8.5	軸方向	8.3E-05	644	788	15.5	30.4	-	-	無							
PT-10-3	-	-	Ringhals 2	水中	シングルチューブ	-	316SS	CW316	0.045	0.43	1.70	0.026	0.01	13.3	17.4	2.69	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	-	0	-	0	-	-	290	大気	320	短冊円盤型	2.16	8.5	軸方向	8.3E-05	539	638	7.3	14.5	-	-	無							
PT-10-4	-	-	Ringhals 2	水中	シングルチューブ	-	316SS	CW316	0.045	0.43	1.70	0.026	0.01	13.3	17.4	2.69	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	-	0	-	0	-	-	290	大気	320	短冊円盤型	2.16	8.5	軸方向	8.3E-05	544	636	7.6	15.7	-	-	無							
PT-10-5	-	-	Ringhals 2	水中	シングルチューブ	-	316SS	CW316	0.045	0.43	1.70	0.026	0.01	13.3	17.4	2.69	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	-	0	-	0	-	-	290	大気	340	短冊円盤型	2.16	8.5	軸方向	8.3E-05	498	604	7.8	17.3	-	-	無							
PT-10-6	-	-	Ringhals 2	水中	シングルチューブ	-	316SS	CW316	0.045	0.43	1.70	0.026	0.01	13.3	17.4	2.69	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	-	0	-	0	-	-	290	大気	340	短冊円盤型	2.16	8.5	軸方向	8.3E-05	514	596	7.2	17	-	-	無							
PT-10-7	-	-	Ringhals 2	水中	シングルチューブ	-	316SS	CW316	0.045	0.43	1.70	0.026	0.01	13.3	17.4	2.69	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	-	-	-	33	-	-	290	大気	21	短冊円盤型	2.16	8.5	軸方向	8.3E-05	1,013	1,202	1.5	13.7	-	-	無							
PT-10-8	-	-	Ringhals 2	水中	シングルチューブ	-	316SS	CW316	0.045	0.43	1.70	0.026	0.01	13.3	17.4	2.69	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	-	-	-	28	-	-	290	大気	21	短冊円盤型	2.16	8.5	軸方向	8.3E-05	1,003	1,186	1.8	14.2	-	-	無							
PT-10-9	-	-	Ringhals 2	水中	シングルチューブ	-	316SS	CW316	0.045	0.43	1.70	0.026	0.01	13.3	17.4	2.69	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	-	-	-	33	-	-	290	大気	320	短冊円盤型	2.16	8.5	軸方向	8.3E-05	931	1,001	0.5	6.7	-	-	無							
PT-10-10	-	-	Ringhals 2	水中	シングルチューブ	-	316SS	CW316	0.045	0.43	1.70	0.026	0.01	13.3	17.4	2.69	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	-	-	-	28	-	-	290	大気	320	短冊円盤型	2.16	8.5	軸方向	8.3E-05	951	1,009	0.5	6.8	-	-	無							
PT-10-11	-	-	Ringhals 2	水中	シングルチューブ	-	316SS	CW316	0.045	0.43	1.70	0.026	0.01	13.3	17.4	2.69	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	-	-	-	35	-	-	290	大気	340	短冊円盤型	2.16	8.5	軸方向	8.3E-05	946	954	0.3	9	-	-	無							
PT-10-12	-	-	Ringhals 2	水中	シングルチューブ	-	316SS	CW316	0.045	0.43	1.70	0.026	0.01	13.3	17.4	2.69	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	-	-	-	65	-	-	320	大気	21	短冊円盤型	2.16	8.5	軸方向	8.3E-05	988	1,158	2.7	13	-	-	無							
PT-10-13	-	-	Ringhals 2	水中	シングルチューブ	-	316SS	CW316	0.045	0.43	1.70	0.026	0.01	13.3	17.4	2.69	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	-	-	-	65	-	-	320	大気	21	短冊円盤型	2.16	8.5	軸方向	8.3E-05	1,083	1,179	1.4	14.3	-	-	無							
PT-10-14	-	-	Ringhals 2	水中	シングルチューブ	-	316SS	CW316	0.045	0.43	1.70	0.026	0.01	13.3	17.4	2.69	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	-	-	-	65	-	-	320	大気	320	短冊円盤型	2.16	8.5	軸方向	8.3E-05	916	998	0.7	6.9	-	-	無							
PT-10-15	-	-	Ringhals 2	水中	シングルチューブ	-	316SS	CW316	0.045	0.43	1.70	0.026	0.01	13.3	17.4	2.69	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	-	-	-	65	-	-	320	大気	320	短冊円盤型	2.16	8.5	軸方向	8.3E-05	957	1,000	0.6	7	-	-	無							
PT-10-16	-	-	Ringhals 2	水中	シングルチューブ	-	316SS	CW316	0.045	0.43	1.70	0.026	0.01	13.3	17.4	2.69	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	-	-	-	65	-	-	320	大気	340	短冊円盤型	2.16	8.5	軸方向	8.3E-05	929	946	0.3	7.8	-	-	無							
PT-11-1	BV-3B4-A	-	Beaver Valley 1	水中	シングルチューブ	-	316SS	CW316	0.060	0.46	1.62	0.022	0.016	13.23	16.84	2.25	-	-	-	-	-	-	0.078	Bal.	冷間加工	15	-	-	6	1.3E-08	-	-	290	短冊円盤型	3.92	8.5	軸方向	-	-	772	874	9.32	21	52	-	-	有	引張特性のうち、空白欄はデータ無し	PT-R10	EPRI Report 1015332 2007		
PT-11-2	BV-2B4-A	-	Beaver Valley 1	水中	シングルチューブ	-	316SS	CW316	0.060	0.46	1.62	0.022	0.016	13.23	16.84	2.25	-	-	-	-	-	-	0.078	Bal.	冷間加工	15	-	-	51	1.1E-07	-	-	290	短冊円盤型	3.92	8.5	軸方向	-	-	1,018	1,040	0.42	11.8	48	-	-	有					
PT-11-3	BV-3B4-B	-	Beaver Valley 1	水中	シングルチューブ	-	316SS	CW316	0.060	0.46	1.62	0.022	0.016	13.23	16.84	2.25	-	-	-	-	-	-	0.078	Bal.	冷間加工	15	-	-	6	1.3E-08	-	-	320	短冊円盤型	3.92	8.5	軸方向	-	-	744	849	9.83	20.1	48	-	-	有					
PT-11-4	BV-2B4-B	-	Beaver Valley 1	水中	シングルチューブ	-	316SS	CW316	0.060	0.46	1.62	0.022	0.016	13.23	16.84	2.25	-	-	-	-	-	-	0.078	Bal.	冷間加工	15	-	-	51	1.1E-07	-	-	320	短冊円盤型	3.92	8.5	軸方向	-	-	990	1,018	0.47	10.6	42	-	-	有					
PT-11-5	BV-3B4-C	-	Beaver Valley 1	水中	シングルチューブ	-	316SS	CW316	0.060	0.46	1.62	0.022	0.016	13.23	16.84	2.25	-	-	-	-	-	-	0.078	Bal.	冷間加工	15	-	-	6	1.3E-08	-	-	340	短冊円盤型	3.92	8.5	軸方向	-	-	769	854	8.64	19.2	48	-	-	有					
PT-11-6	BV-3B1-A	-	Beaver Valley 1	水中	シングルチューブ	-	316SS	CW316	0.060	0.46	1.62	0.022	0.016	13.23	16.84	2.25	-	-	-	-	-	-	0.078	Bal.	冷間加工	15	-	-	26	5.8E-08	-	-	340	短冊円盤型	3.92	8.5	軸方向	-	-	1,010	1,017	0.2	11.2	-	-	有						
PT-11-7	BV-2B4-C	-	Beaver Valley 1	水中	シングルチューブ	-	316SS	CW316	0.060	0.46	1.62	0.022	0.016	13.23	16.84	2.25	-	-	-	-	-	-	0.078	Bal.	冷間加工	15	-	-	51	1.1E-07	-	-	340	短冊円盤型	3.92	8.5	軸方向	-	-	968	1,001	0.59	11.4	48	-	-	有					
PT-11-8	HBR-30A-A1	-	H.B. Robinson 2	水中	シングルチューブ	-	316SS	CW316	0.042	0.51	1.65	0.014	0.018	13.29	17.12	2.35	-	-	-	-	-	-	0.069	Bal.	冷間加工	15	-	-	28	9.0E-08	-	-	290	短冊円盤型	4.64	8.5	軸方向	-	-	928	951	0.42	12.1	47	-	-	有					
PT-11-9	HBR-30A-A2	-	H.B. Robinson 2	水中	シングルチューブ	-	316SS	CW316	0.042	0.51	1.65	0.014	0.018	13.29	17.12	2.35	-	-	-	-	-	-	0.069	Bal.	冷間加工	15	-	-	28	9.0E-08	-	-	320	短冊円盤型	4.64	8.5	軸方向	-	-	937	953	0.47	13.4	41	-	-	有					
PT-11-10	HBR-9B4-A1	-	H.B. Robinson 2	水中	シングルチューブ	-	316SS	CW316	0.042	0.51	1.65	0.014	0.018	13.29	17.12	2.35	-	-	-	-	-	-	0.069	Bal.	冷間加工	15	-	-	18	5.8E-08	-	-	340	短冊円盤型	4.64	8.5	軸方向	-	-	956	961	0.2	11	-	-	有						
PT-11-11	HBR-30A-A2	-	H.B. Robinson 2	水中	シングルチューブ	-	316SS	CW316	0.042	0.51	1.65	0.014	0.018	13.29	17.12	2.35	-	-	-	-	-	-	0.069	Bal.	冷間加工	15	-	-	28	9.0E-08	-	-	340	短冊円盤型	4.64	8.5	軸方向	-	-	928	951	0.42	12.1	50	-	-	有					
PT-11-12	RG-2C-1A	-	Ringhals 2	水中	シングルチューブ	-	316SS	CW316	0.045	0.43	1.70	0.026	0.01	13.3	17.4	2.69	-	-	-	-	-	-	0.04	Bal.	冷間加工	15	-	-	76	1.2E-07	-	-	25	短冊円盤型	3.84	8.5	軸方向	-	-	1,141	1,184	1.48	11.9	23	-	-	有					
PT-11-13	RG-4B-2A	-	Ringhals 2	水中	シングルチューブ	-	316SS	CW316	0.045	0.43	1.70	0.026	0.01	13.3	17.4	2.69	-	-	-	-	-	-	0.04	Bal.	冷間加工	15	-	-	37	5.8E-08	-	-	290	短冊円盤型	3.84	8.5	軸方向	-	-	1,022	1,065	0.85	11.1	31	-	-	有					
PT-11-14	RG-2C-2A	-	Ringhals 2	水中	シングルチューブ	-	316SS	CW316	0.045	0.43	1.70	0.026	0.01	13.3	17.4	2.69	-	-	-	-	-	-	0.04	Bal.	冷間加工	15	-	-	76	1.2E-07	-	-	290	短冊円盤型	3.84	8.5	軸方向	-	-	1,045	1,049	0.42	8.6	31	-	-	有					
PT-11-15	RG-4B-2B	-	Ringhals 2	水中	シングルチューブ	-	316SS	CW316	0.045	0.43	1.70	0.026	0.01	13.3	17.4	2.69	-	-	-	-	-	-	0.04	Bal.	冷間加工	15	-	-	37	5.8E-08	-	-	320	短冊円盤型	3.84	8.5	軸方向	-	-	9												

引張特性(PWR分野)データシート 4/5

DB	試験片番号	材料番号	照射炉	照射環境	採取部位	照射時形状	詳細鋼種	鋼種	材料組成(wt%)																熱処理等	冷間加工率	照射量 (dpaへの換算を含む)			中性子束 (フラックス)	照射温度	試験環境	試験温度	試験片形状	平行部断面積	平行部長さ	採取方向	引張速度	0.2%耐力	引張強さ	一様伸び	全伸び	絞り	加工硬化指数	応力歪線図	備考	文献リスト	出典	
No.	No.	No.							C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Nb	Ti	B	Cu	N	Co	Fe		(%)	(n/m2 E>0.1MeV)	(n/m2 E>1MeV)	(dpa)		(°C)		(°C)		(mm2)	(mm)		(/s)	(MPa)	(MPa)	(%)	(%)	(%)							
PT-16-1	-	-	HFR	-	-	EB weld	type 316L(N)SS	316L(N)	0.021	0.43	1.79	0.029	0.009	12.3	17.5	2.41	-	-	0.0023	-	0.059	-	Bal.	-	-	-	-	0.0	-	-	-	27	-	-	-	-	5E-04	300	560	-	36	27	-	-	無	引張試験数値は、図から読取り	PT-R15	Horsten et al., JNM 212-215(1994)514	
PT-16-2	-	-	HFR	-	-	EB weld	type 316L(N)SS	316L(N)	0.021	0.43	1.79	0.029	0.009	12.3	17.5	2.41	-	-	0.0023	-	0.059	-	Bal.	-	-	-	-	10.0	-	227	-	27	-	-	-	5E-04	960	960	-	11	2	-	-	無					
PT-16-3	-	-	HFR	-	-	EB weld	type 316L(N)SS	316L(N)	0.021	0.43	1.79	0.029	0.009	12.3	17.5	2.41	-	-	0.0023	-	0.059	-	Bal.	-	-	-	-	10.0	-	327	-	27	-	-	-	5E-04	-	-	-	9	1	-	-	無					
PT-16-4	-	-	HFR	-	-	EB weld	type 316L(N)SS	316L(N)	0.021	0.43	1.79	0.029	0.009	12.3	17.5	2.41	-	-	0.0023	-	0.059	-	Bal.	-	-	-	-	0.0	-	-	-	77	-	-	-	5E-04	250	520	-	34	25	-	-	無	引張特性のうち、空白欄はデータ無し				
PT-16-5	-	-	HFR	-	-	EB weld	type 316L(N)SS	316L(N)	0.021	0.43	1.79	0.029	0.009	12.3	17.5	2.41	-	-	0.0023	-	0.059	-	Bal.	-	-	-	-	10.0	-	227	-	77	-	-	-	5E-04	900	900	-	9	1.5	-	-	無					
PT-16-6	-	-	HFR	-	-	EB weld	type 316L(N)SS	316L(N)	0.021	0.43	1.79	0.029	0.009	12.3	17.5	2.41	-	-	0.0023	-	0.059	-	Bal.	-	-	-	-	10.0	-	327	-	77	-	-	-	5E-04	-	-	-	8	0.5	-	-	無					
PT-16-7	-	-	HFR	-	-	EB weld	type 316L(N)SS	316L(N)	0.021	0.43	1.79	0.029	0.009	12.3	17.5	2.41	-	-	0.0023	-	0.059	-	Bal.	-	-	-	-	0.0	-	-	-	227	-	-	-	5E-04	210	450	-	30	24	-	-	無					
PT-16-8	-	-	HFR	-	-	EB weld	type 316L(N)SS	316L(N)	0.021	0.43	1.79	0.029	0.009	12.3	17.5	2.41	-	-	0.0023	-	0.059	-	Bal.	-	-	-	-	10.0	-	227	-	227	-	-	-	5E-04	790	790	-	8	1	-	-	無					
PT-16-9	-	-	HFR	-	-	EB weld	type 316L(N)SS	316L(N)	0.021	0.43	1.79	0.029	0.009	12.3	17.5	2.41	-	-	0.0023	-	0.059	-	Bal.	-	-	-	-	10.0	-	327	-	227	-	-	-	5E-04	-	-	-	7	0.5	-	-	無					
PT-16-10	-	-	HFR	-	-	EB weld	type 316L(N)SS	316L(N)	0.021	0.43	1.79	0.029	0.009	12.3	17.5	2.41	-	-	0.0023	-	0.059	-	Bal.	-	-	-	-	0.0	-	-	327	-	327	-	-	5E-04	180	430	-	28	22.5	-	-	無					
PT-16-11	-	-	HFR	-	-	EB weld	type 316L(N)SS	316L(N)	0.021	0.43	1.79	0.029	0.009	12.3	17.5	2.41	-	-	0.0023	-	0.059	-	Bal.	-	-	-	-	10.0	-	227	-	327	-	-	-	5E-04	710	710	-	7	1	-	-	無					
PT-16-12	-	-	HFR	-	-	EB weld	type 316L(N)SS	316L(N)	0.021	0.43	1.79	0.029	0.009	12.3	17.5	2.41	-	-	0.0023	-	0.059	-	Bal.	-	-	-	-	10.0	-	327	-	327	-	-	-	5E-04	-	-	-	6	0.5	-	-	無					
PT-16-13	-	-	HFR	-	-	EB weld	type 316L(N)SS	316L(N)	0.021	0.43	1.79	0.029	0.009	12.3	17.5	2.41	-	-	0.0023	-	0.059	-	Bal.	-	-	-	-	0.0	-	-	427	-	427	-	-	5E-04	160	430	-	29.5	23	-	-	無					
PT-16-14	-	-	HFR	-	-	EB weld	type 316L(N)SS	316L(N)	0.021	0.43	1.79	0.029	0.009	12.3	17.5	2.41	-	-	0.0023	-	0.059	-	Bal.	-	-	-	-	10.0	-	227	-	427	-	-	-	5E-04	680	680	-	7	1	-	-	無					
PT-16-15	-	-	HFR	-	-	EB weld	type 316L(N)SS	316L(N)	0.021	0.43	1.79	0.029	0.009	12.3	17.5	2.41	-	-	0.0023	-	0.059	-	Bal.	-	-	-	-	10.0	-	327	-	427	-	-	-	5E-04	-	-	-	6	0.5	-	-	無					
PT-16-16	-	-	HFR	-	-	EB weld	type 316L(N)SS	316L(N)	0.021	0.43	1.79	0.029	0.009	12.3	17.5	2.41	-	-	0.0023	-	0.059	-	Bal.	-	-	-	-	0.0	-	-	577	-	577	-	-	5E-04	150	380	-	28	23	-	-	無					
PT-16-17	-	-	HFR	-	-	EB weld	type 316L(N)SS	316L(N)	0.021	0.43	1.79	0.029	0.009	12.3	17.5	2.41	-	-	0.0023	-	0.059	-	Bal.	-	-	-	-	10.0	-	227	-	577	-	-	-	5E-04	380	410	-	13	7	-	-	無					
PT-16-18	-	-	HFR	-	-	EB weld	type 316L(N)SS	316L(N)	0.021	0.43	1.79	0.029	0.009	12.3	17.5	2.41	-	-	0.0023	-	0.059	-	Bal.	-	-	-	-	10.0	-	327	-	577	-	-	-	5E-04	-	-	-	6	2	-	-	無					
PT-16-19	-	-	HFR	-	-	EB weld	type 316L(N)SS	316L(N)	0.021	0.43	1.79	0.029	0.009	12.3	17.5	2.41	-	-	0.0023	-	0.059	-	Bal.	-	-	-	-	0.5	-	227	-	227	-	-	-	5E-04	420	600	-	30	20	-	-	無					
PT-16-20	-	-	HFR	-	-	EB weld	type 316L(N)SS	316L(N)	0.021	0.43	1.79	0.029	0.009	12.3	17.5	2.41	-	-	0.0023	-	0.059	-	Bal.	-	-	-	-	3.0	-	227	-	227	-	-	-	5E-04	700	720	-	18	9	-	-	無					
PT-16-21	-	-	HFR	-	-	EB weld	type 316L(N)SS	316L(N)	0.021	0.43	1.79	0.029	0.009	12.3	17.5	2.41	-	-	0.0023	-	0.059	-	Bal.	-	-	-	-	5.0	-	227	-	227	-	-	-	5E-04	830	830	-	11	4	-	-	無					
PT-16-22	-	-	HFR	-	-	Plate	type 316L(N)SS	316L(N)	0.021	0.43	1.79	0.029	0.009	12.3	17.5	2.41	-	-	0.0023	-	0.059	-	Bal.	-	-	-	-	0.0	-	-	27	-	-	-	-	5E-04	300	600	-	62	48	-	-	無					
PT-16-23	-	-	HFR	-	-	Plate	type 316L(N)SS	316L(N)	0.021	0.43	1.79	0.029	0.009	12.3	17.5	2.41	-	-	0.0023	-	0.059	-	Bal.	-	-	-	-	10.0	-	227	-	27	-	-	-	5E-04	1000	1000	-	21	10	-	-	無					
PT-16-24	-	-	HFR	-	-	Plate	type 316L(N)SS	316L(N)	0.021	0.43	1.79	0.029	0.009	12.3	17.5	2.41	-	-	0.0023	-	0.059	-	Bal.	-	-	-	-	10.0	-	327	-	27	-	-	-	5E-04	-	-	-	22	12	-	-	無					
PT-16-25	-	-	HFR	-	-	Plate	type 316L(N)SS	316L(N)	0.021	0.43	1.79	0.029	0.009	12.3	17.5	2.41	-	-	0.0023	-	0.059	-	Bal.	-	-	-	-	0.0	-	-	77	-	-	-	-	5E-04	280	560	-	53	40	-	-	無					
PT-16-26	-	-	HFR	-	-	Plate	type 316L(N)SS	316L(N)	0.021	0.43	1.79	0.029	0.009	12.3	17.5	2.41	-	-	0.0023	-	0.059	-	Bal.	-	-	-	-	10.0	-	227	-	77	-	-	-	5E-04	950	950	-	20	9.5	-	-	無					
PT-16-27	-	-	HFR	-	-	Plate	type 316L(N)SS	316L(N)	0.021	0.43	1.79	0.029	0.009	12.3	17.5	2.41	-	-	0.0023	-	0.059	-	Bal.	-	-	-	-	10.0	-	327	-	77	-	-	-	5E-04	-	-	-	12	2	-	-	無					
PT-16-28	-	-	HFR	-	-	Plate	type 316L(N)SS	316L(N)	0.021	0.43	1.79	0.029	0.009	12.3	17.5	2.41	-	-	0.0023	-	0.059	-	Bal.	-	-	-	-	0.0	-	-	227	-	-	-	-	5E-04	220	480	-	43	31	-	-	無					
PT-16-29	-	-	HFR	-	-	Plate	type 316L(N)SS	316L(N)	0.021	0.43	1.79	0.029	0.009	12.3	17.5	2.41	-	-	0.0023	-	0.059	-	Bal.	-	-	-	-	10.0	-	227	-	227	-	-	-	5E-04	820	825	-	12.5	4	-	-	無					
PT-16-30	-	-	HFR	-	-	Plate	type 316L(N)SS	316L(N)	0.021	0.43	1.79	0.029	0.009	12.3	17.5	2.41	-	-	0.0023	-	0.059	-	Bal.	-	-	-	-	10.0	-	327	-	227	-	-	-	5E-04	-	-	-	9	1.5	-	-	無					
PT-16-31	-	-	HFR	-	-	Plate	type 316L(N)SS	316L(N)	0.021	0.43	1.79	0.029	0.009	12.3	17.5	2.41	-	-	0.0023	-	0.059	-	Bal.	-	-	-	-	0.0	-	-	327	-	-	-	-	5E-04	180	470	-	42	32	-	-	無					
PT-16-32	-	-	HFR	-	-	Plate	type 316L(N)SS	316L(N)	0.021	0.43	1.79	0.029	0.009	12.3	17.5	2.41	-	-	0.0023	-	0.059	-	Bal.	-	-	-	-	10.0	-	227	-	327	-	-	-	5E-04	770	775	-	10	3	-	-	無					
PT-16-33	-	-	HFR	-	-	Plate	type 316L(N)SS	316L(N)	0.021	0.43	1.79	0.029	0.009	12.3	17.5	2.41	-	-	0.0023	-	0.059	-	Bal.	-	-	-	-	10.0	-	327	-	327	-	-	-	5E-04	-	-	-	9.5	1	-	-	無					
PT-16-34	-	-	HFR	-	-	Plate	type 316L(N)SS	316L(N)	0.021	0.43	1.79	0.029	0.009	12.3	17.5	2.41	-	-	0.0023	-	0.059	-	Bal.	-	-	-	-	0.0	-	-	427	-	-	-	-	5E-04	170	470	-	43.5	35	-	-	無					

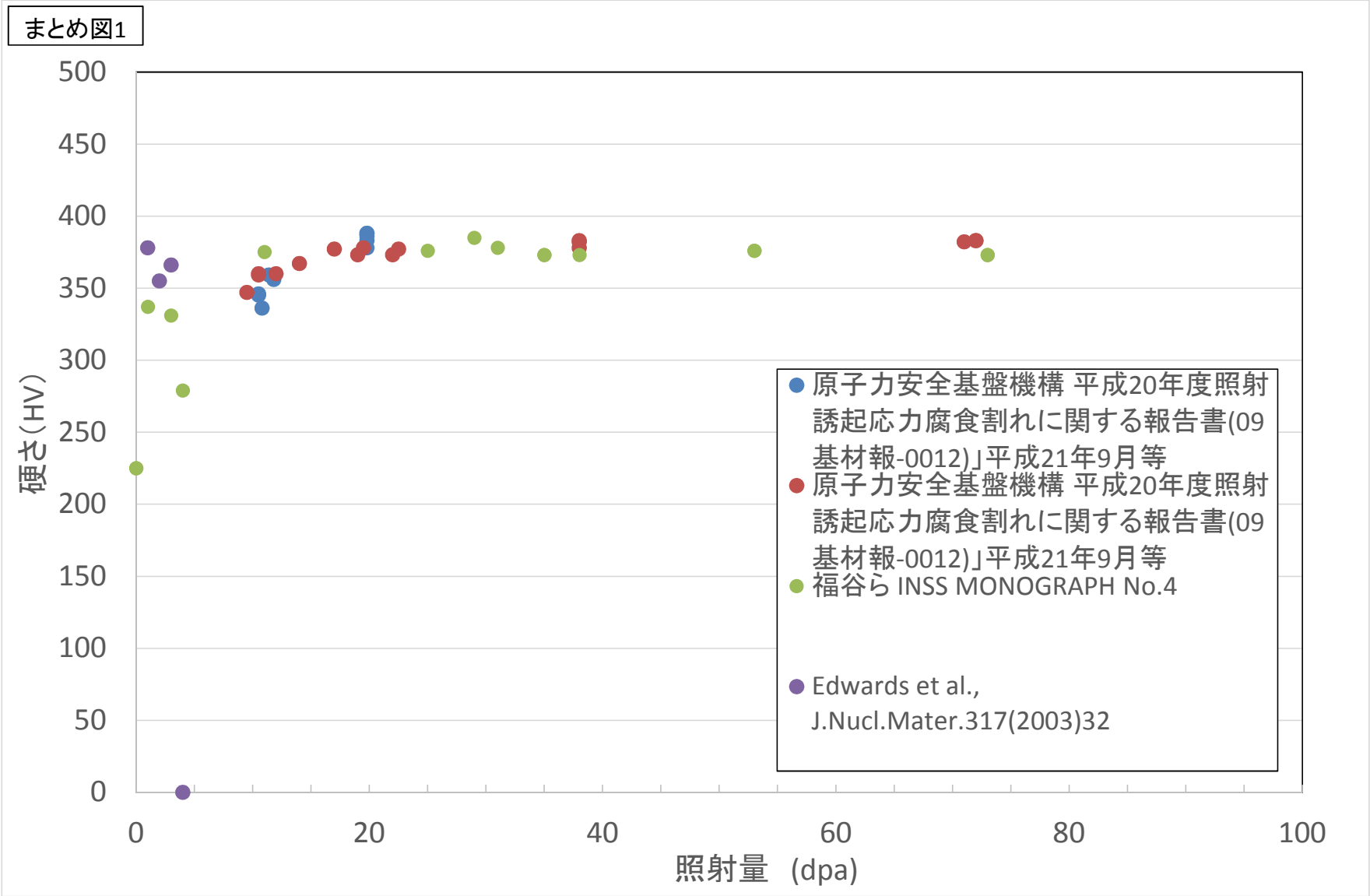
引張特性(PWR分野)データシート 5/5

DB	試験片 番号	材料 番号	照射炉	照射 環境	採取 部位	照射時 形状	詳細鋼種	鋼種	材料組成(wt%)																		熱処理等	冷間 加工率	照射量 (dpaへの換算を含む)				中性子束 (フラックス)	照射 温度	試験 環境	試験 温度	試験片 形状	平行部 断面積	平行部 長さ	採取 方向	引張 歪速度	0.2% 耐力	引張 強さ	一様 伸び	全伸び	絞り	加工硬 化指数	応力歪 線図	備考	文 献 リ ス ト	出典
									C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Nb	Ti	B	Cu	N	Co	Fe	(n/m2 E>0.1MeV)	(n/m2 E>1MeV)	(dpa)			(dpa/s)	(℃)	(℃)	(mm2)																			
PT-20-1	ET11	-	EBR II	Na中	Hexagonal ducts	-	316SS	CW316	0.041	0.64	1.19	0.033	0.023	11.34	17.48	2.61	-	-	-	0.35	-	-	Bal.	冷間加工	12	-	-	14.0	1.63E-07	438	大気	432	平板型	3	19	軸方向	1E-03	583	689	8.8	11.3	-	-	無	引張特性の うち、空白欄 はデータ無	PT-R19	Yoshitake et al., ASTM STP1405				
PT-20-2	NT12	-	EBR II	Na中	Hexagonal ducts	-	316SS	CW316	0.041	0.64	1.19	0.033	0.023	11.34	17.48	2.61	-	-	-	0.35	-	-	Bal.	冷間加工	12	-	-	19.2	1.06E-07	432	大気	429	平板型	3	19	軸方向	1E-03	643	750	8.0	10.3	-	-	無							
PT-20-3	ET10	-	EBR II	Na中	Hexagonal ducts	-	316SS	CW316	0.041	0.64	1.19	0.033	0.023	11.34	17.48	2.61	-	-	-	0.35	-	-	Bal.	冷間加工	12	-	-	19.5	2.28E-07	432	大気	430	平板型	3	19	軸方向	1E-03	588	701	8.8	11.5	-	-	無							
PT-20-4	NT11	-	EBR II	Na中	Hexagonal ducts	-	316SS	CW316	0.041	0.64	1.19	0.033	0.023	11.34	17.48	2.61	-	-	-	0.35	-	-	Bal.	冷間加工	12	-	-	30.1	1.66E-07	422	大気	432	平板型	3	19	軸方向	1E-03	683	770	6.7	9.3	-	-	無							
PT-20-5	ET08	-	EBR II	Na中	Hexagonal ducts	-	316SS	CW316	0.041	0.64	1.19	0.033	0.023	11.34	17.48	2.61	-	-	-	0.35	-	-	Bal.	冷間加工	12	-	-	30.2	3.52E-07	417	大気	430	平板型	3	19	軸方向	1E-03	707	770	5.3	8.5	-	-	無							
PT-20-6	ET15	-	EBR II	Na中	Hexagonal ducts	-	316SS	CW316	0.041	0.64	1.19	0.033	0.023	11.34	17.48	2.61	-	-	-	0.35	-	-	Bal.	冷間加工	12	-	-	0.9	1.00E-08	371	大気	383	平板型	3	19	軸方向	1E-03	568	687	11.4	14.5	-	-	無							
PT-20-7	NT15	-	EBR II	Na中	Hexagonal ducts	-	316SS	CW316	0.041	0.64	1.19	0.033	0.023	11.34	17.48	2.61	-	-	-	0.35	-	-	Bal.	冷間加工	12	-	2.2	1.20E-08	371	大気	23	平板型	3	19	軸方向	1E-03	792	916	17.8	26.4	-	-	無								
PT-20-8	ET06	-	EBR II	Na中	Hexagonal ducts	-	316SS	CW316	0.041	0.64	1.19	0.033	0.023	11.34	17.48	2.61	-	-	-	0.35	-	-	Bal.	冷間加工	12	-	9.1	1.06E-07	374	大気	377	平板型	3	19	軸方向	1E-03	786	856	2.9	6.2	-	-	無								
PT-20-9	NT01	-	EBR II	Na中	Hexagonal ducts	-	316SS	CW316	0.041	0.64	1.19	0.033	0.023	11.34	17.48	2.61	-	-	-	0.35	-	-	Bal.	冷間加工	12	-	13.6	7.50E-08	375	大気	380	平板型	3	19	軸方向	1E-03	791	861	3.3	6.6	-	-	無								
PT-20-10	NT08	-	EBR II	Na中	Hexagonal ducts	-	316SS	CW316	0.041	0.64	1.19	0.033	0.023	11.34	17.48	2.61	-	-	-	0.35	-	-	Bal.	冷間加工	12	-	40.5	2.23E-07	409	大気	428	平板型	3	19	軸方向	1E-03	709	776	5.4	7.8	-	-	無								
PT-20-11	ET03	-	EBR II	Na中	Hexagonal ducts	-	316SS	CW316	0.041	0.64	1.19	0.033	0.023	11.34	17.48	2.61	-	-	-	0.35	-	-	Bal.	冷間加工	12	-	30.2	3.52E-07	425	大気	429	平板型	3	19	軸方向	1E-03	613	719	8.6	11.9	-	-	無								
PT-20-12	NT04	-	EBR II	Na中	Hexagonal ducts	-	316SS	CW316	0.041	0.64	1.19	0.033	0.023	11.34	17.48	2.61	-	-	-	0.35	-	-	Bal.	冷間加工	12	-	40.5	2.24E-07	417	大気	428	平板型	3	19	軸方向	1E-03	670	744	6.7	9.4	-	-	無								
PT-20-13	ET04	-	EBR II	Na中	Hexagonal ducts	-	316SS	CW316	0.041	0.64	1.19	0.033	0.023	11.34	17.48	2.61	-	-	-	0.35	-	-	Bal.	冷間加工	12	-	19.2	2.24E-07	435	大気	428	平板型	3	19	軸方向	1E-03	568	701	10.5	13.8	-	-	無								
PT-20-14	NT05	-	EBR II	Na中	Hexagonal ducts	-	316SS	CW316	0.041	0.64	1.19	0.033	0.023	11.34	17.48	2.61	-	-	-	0.35	-	-	Bal.	冷間加工	12	-	30.1	1.66E-07	425	大気	428	平板型	3	19	軸方向	1E-03	649	739	7.6	10.3	-	-	無								
PT-20-15	ET05	-	EBR II	Na中	Hexagonal ducts	-	316SS	CW316	0.041	0.64	1.19	0.033	0.023	11.34	17.48	2.61	-	-	-	0.35	-	-	Bal.	冷間加工	12	-	9.1	1.06E-07	444	大気	429	平板型	3	19	軸方向	1E-03	545	667	10.4	13.9	-	-	無								
PT-20-16	NT09	-	EBR II	Na中	Hexagonal ducts	-	316SS	CW316	0.041	0.64	1.19	0.033	0.023	11.34	17.48	2.61	-	-	-	0.35	-	-	Bal.	冷間加工	12	-	14.2	7.80E-08	436	大気	429	平板型	3	19	軸方向	1E-03	610	752	8.4	11.8	-	-	無								
PT-20-17	ET14	-	EBR II	Na中	Hexagonal ducts	-	316SS	CW316	0.041	0.64	1.19	0.033	0.023	11.34	17.48	2.61	-	-	-	0.35	-	-	Bal.	冷間加工	12	-	0.9	1.00E-08	371	大気	427	平板型	3	19	軸方向	1E-03	569	689	10.9	14.2	-	-	無								
PT-21-1	S2T1	-	EBR II	Na中	Hexagonal ducts	-	316SS	CW316	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	冷間加工	20	-	-	1.0	-	371	大気	370	-	-	-	-	4E-05	511	628	10.2	16.5	-	-	無	引張特性の うち、空白欄 はデータ無	PT-R20	Allen et al., ASTM STP1447					
PT-21-2	S2T2	-	EBR II	Na中	Hexagonal ducts	-	316SS	CW316	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	冷間加工	20	-	-	1.0	7.60E-08	371	大気	370	-	-	-	-	4E-05	473	597	12.0	15.4	-	-	無									
PT-21-3	S1T1	-	EBR II	Na中	Hexagonal ducts	-	316SS	CW316	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	冷間加工	20	-	-	20.0	1.20E-07	375	大気	370	-	-	-	-	4E-05	677	810	2.9	5.3	-	-	無									
PT-21-4	S1T2	-	EBR II	Na中	Hexagonal ducts	-	316SS	CW316	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	冷間加工	20	-	-	20.0	1.20E-07	375	大気	370	-	-	-	-	4E-05	680	824	3.5	6.6	-	-	無									
PT-21-5	S1T3	-	EBR II	Na中	Hexagonal ducts	-	316SS	CW316	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	冷間加工	20	-	-	30.0	1.80E-07	376	大気	370	-	-	-	-	4E-05	767	805	2.3	4.8	-	-	無									
PT-21-6	S1T4	-	EBR II	Na中	Hexagonal ducts	-	316SS	CW316	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	冷間加工	20	-	-	30.0	1.80E-07	376	大気	370	-	-	-	-	4E-05	676	805	2.3	5.1	-	-	無									
PT-21-7	S1T5	-	EBR II	Na中	Hexagonal ducts	-	316SS	CW316	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	冷間加工	20	-	-	47.0	2.80E-07	385	大気	370	-	-	-	-	4E-05	741	790	0.9	2.8	-	-	無									
PT-21-8	S1T6	-	EBR II	Na中	Hexagonal ducts	-	316SS	CW316	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	冷間加工	20	-	-	47.0	2.80E-07	385	大気	370	-	-	-	-	4E-05	770	787	0.5	1.9	-	-	無									



硬さ(PWR分野)データシート 1/1

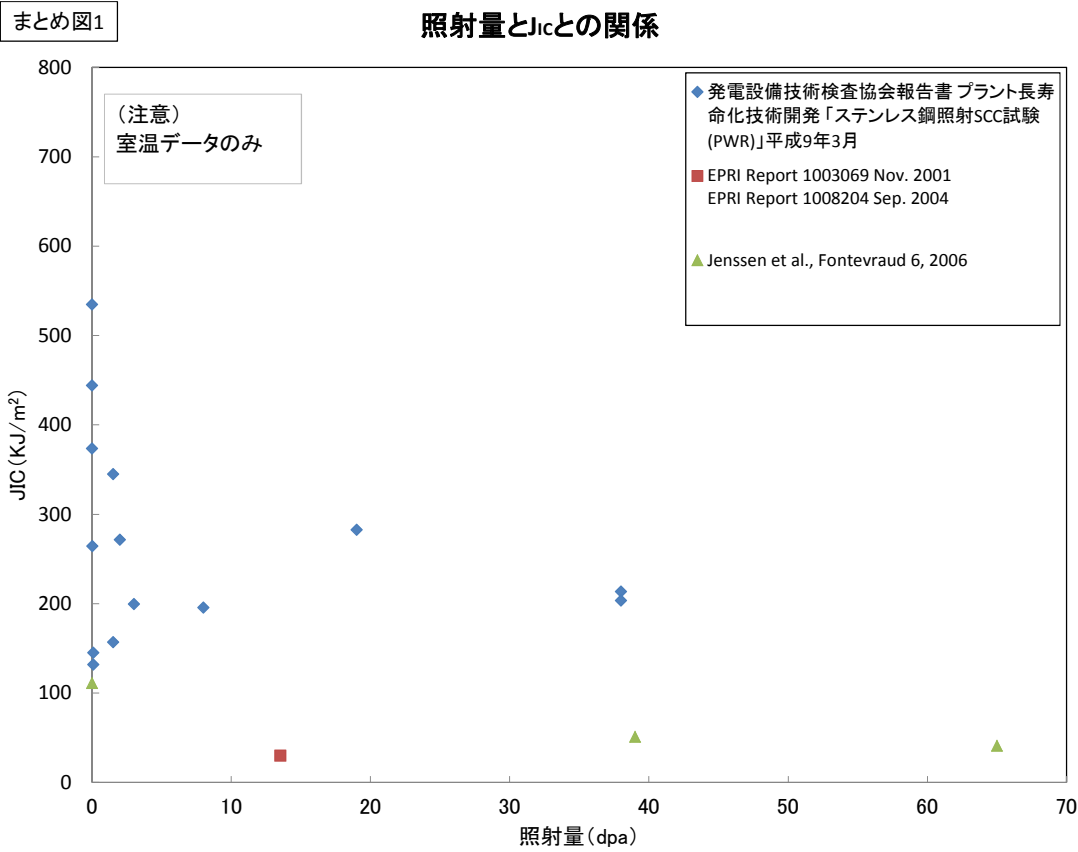
DB	試験片番号	材料番号	照射炉	照射環境	採取部位	照射時形状	詳細鋼種	鋼種	材料組成(wt%)																	熱処理等	冷間加工率	照射量 (dpaへの換算を含む)			中性子束 (フラックス)	照射温度	測定方法	測定環境	測定温度 (℃)	測定組織	試験荷重 (kg)	保持時間 (sec)	測定数	硬さ HV	ばらつき	硬さ増加	単位	引張データ	引張試験温度 ℃	0.2%耐力 MPa	引張強さ MPa	一様伸び %	全伸び %	備考	文献リスト	出典
									C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Nb	Ti	B	Cu	N	Co	Fe	(nm ² E<0.1MeV)	(nm ² E>1MeV)			(dpa)																								
PH-1-1	B3-15	-	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	11.8	2.2E-08	342	ビッカース	大気中	室温	母材	1	-	5	356	-	-	HV1	無	-	-	-	-	-	測定結果は、5点の平均値	PH-R1	原子力安全基盤機構平成20年度照射誘起応力腐食割れに関する報告書(09基材報-0012)平成21年9月等		
PH-1-2	B3-16	-	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	10.5	2.0E-08	338	ビッカース	大気中	室温	母材	1	-	5	345	-	-	HV1	無	-	-	-	-	-					
PH-1-3	B3-13	-	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	11.4	2.2E-08	340	ビッカース	大気中	室温	母材	1	-	5	359	-	-	HV1	無	-	-	-	-	-					
PH-1-4	B3-14	-	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	10.5	2.0E-08	338	ビッカース	大気中	室温	母材	1	-	5	346	-	-	HV1	無	-	-	-	-	-					
PH-1-5	G3-9	-	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	10.8	2.0E-08	340	ビッカース	大気中	室温	母材	1	-	5	336	-	-	HV1	無	-	-	-	-	-					
PH-1-6	B3-29	-	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	19.8	3.8E-08	298	ビッカース	大気中	室温	母材	1	-	5	383	-	-	HV1	無	-	-	-	-	-					
PH-1-7	B3-30	-	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	19.8	3.8E-08	298	ビッカース	大気中	室温	母材	1	-	5	388	-	-	HV1	無	-	-	-	-	-					
PH-1-8	B3-31	-	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	19.8	3.8E-08	298	ビッカース	大気中	室温	母材	1	-	5	386	-	-	HV1	無	-	-	-	-	-					
PH-1-9	B3-32	-	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	19.8	3.8E-08	298	ビッカース	大気中	室温	母材	1	-	5	388	-	-	HV1	無	-	-	-	-	-					
PH-1-10	G3-15	-	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	19.8	3.8E-08	298	ビッカース	大気中	室温	母材	1	-	5	378	-	-	HV1	無	-	-	-	-	-					
PH-2-1	B4-11	-	国内PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.06	0.63	1.68	0.02	0.005	12.25	16.25	2.36	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	12	-	-	10.5	2.2E-08	323	ビッカース	大気中	室温	母材	1	-	10	359	-	-	HV1	無	-	-	-	-	-	測定結果は、10点の平均値	PH-R1	原子力安全基盤機構平成20年度照射誘起応力腐食割れに関する報告書(09基材報-0012)平成21年9月等		
PH-2-2	B4-12	-	国内PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.06	0.63	1.68	0.02	0.005	12.25	16.25	2.36	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	12	-	-	9.5	2.0E-08	323	ビッカース	大気中	室温	母材	1	-	10	347	-	-	HV1	無	-	-	-	-	-					
PH-2-3	G4-2	-	国内PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.06	0.63	1.68	0.02	0.005	12.25	16.25	2.36	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	12	-	-	10.5	2.2E-08	308	ビッカース	大気中	室温	母材	1	-	10	360	-	-	HV1	無	-	-	-	-	-					
PH-2-4	B4-9	-	国内PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.06	0.63	1.68	0.02	0.005	12.25	16.25	2.36	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	12	-	-	14	2.9E-08	323	ビッカース	大気中	室温	母材	1	-	10	367	-	-	HV1	無	-	-	-	-	-					
PH-2-5	B4-10	-	国内PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.06	0.63	1.68	0.02	0.005	12.25	16.25	2.36	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	12	-	-	12	2.5E-08	323	ビッカース	大気中	室温	母材	1	-	10	360	-	-	HV1	無	-	-	-	-	-					
PH-2-6	B4-27	-	国内PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.06	0.63	1.68	0.02	0.005	12.25	16.25	2.36	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	12	-	-	19.5	4.0E-08	308	ビッカース	大気中	室温	母材	1	-	10	378	-	-	HV1	無	-	-	-	-	-					
PH-2-7	B4-28	-	国内PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.06	0.63	1.68	0.02	0.005	12.25	16.25	2.36	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	12	-	-	19.9	3.9E-08	308	ビッカース	大気中	室温	母材	1	-	10	373	-	-	HV1	無	-	-	-	-	-					
PH-2-8	G4-4	-	国内PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.06	0.63	1.68	0.02	0.005	12.25	16.25	2.36	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	12	-	-	22	4.6E-08	308	ビッカース	大気中	室温	母材	1	-	10	373	-	-	HV1	無	-	-	-	-	-					
PH-2-9	B4-20	-	国内PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.06	0.63	1.68	0.02	0.005	12.25	16.25	2.36	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	12	-	-	22.5	4.7E-08	290	ビッカース	大気中	室温	母材	1	-	10	377	-	-	HV1	無	-	-	-	-	-					
PH-2-10	B4-30	-	国内PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.06	0.63	1.68	0.02	0.005	12.25	16.25	2.36	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	12	-	-	17	3.5E-08	308	ビッカース	大気中	室温	母材	1	-	10	377	-	-	HV1	無	-	-	-	-	-					
PH-2-11	G4-6	-	国内PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.06	0.63	1.68	0.02	0.005	12.25	16.25	2.36	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	12	-	-	38	7.9E-08	302	ビッカース	大気中	室温	母材	1	-	10	382	-	-	HV1	無	-	-	-	-	-					
PH-2-12	B4-47	-	国内PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.06	0.63	1.68	0.02	0.005	12.25	16.25	2.36	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	12	-	-	38	7.9E-08	302	ビッカース	大気中	室温	母材	1	-	10	383	-	-	HV1	無	-	-	-	-	-					
PH-2-13	B4-48	-	国内PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.06	0.63	1.68	0.02	0.005	12.25	16.25	2.36	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	12	-	-	38	7.9E-08	302	ビッカース	大気中	室温	母材	1	-	10	378	-	-	HV1	無	-	-	-	-	-					
PH-2-14	B4-65	-	国内PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.06	0.63	1.68	0.02	0.005	12.25	16.25	2.36	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	12	-	-	72	1.5E-07	311	ビッカース	大気中	室温	母材	1	-	10	383	-	-	HV1	無	-	-	-	-	-					
PH-2-15	B4-66	-	国内PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.06	0.63	1.68	0.02	0.005	12.25	16.25	2.36	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	12	-	-	72	1.5E-07	311	ビッカース	大気中	室温	母材	1	-	10	383	-	-	HV1	無	-	-	-	-	-					
PH-2-16	G4-8	-	国内PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.06	0.63	1.68	0.02	0.005	12.25	16.25	2.36	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	12	-	-	71	1.5E-07	311	ビッカース	大気中	室温	母材	1	-	10	382	-	-	HV1	無	-	-	-	-	-					
PH-3-1	Unirra	A	国内PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.04	0.62	1.63	0.022	0.006	12.61	16.94	2.22	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	15	-	-	0	0	-	ビッカース	大気中	室温	母材	0.5	-	-	225	-	-	HV0.5	有	320	349	465	19.1	24.7	2本の引張試験データに対しては、同じ硬さ測定結果が当てはまるものとして記載	PH-R2	福谷らINSS MONOGRAM PH No.4		
PH-3-2	Unirra	A	国内PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.04	0.62	1.63	0.022	0.006	12.61	16.94	2.22	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	15	-	-	0	0	-	ビッカース	大気中	室温	母材	0.5	-	-	225	-	-	HV0.5	有	320	350	465	22.5	26.8					
PH-3-3	B	-	国内PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.04	0.62	1.63	0.022	0.006	12.61	16.94	2.22	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	15	-	-	1	3.0E-09	292	ビッカース	大気中	室温	母材	0.5	-	-	337	-	112	HV0.5	無	-	-	-	-	-					
PH-3-4	C	-	国内PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.04	0.62	1.63	0.022	0.006	12.61	16.94	2.22	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	15	-	-	3	8.0E-09	293	ビッカース	大気中	室温	母材	0.5	-	-	331	-	106	HV0.5	無	-	-	-	-	-					
PH-3-5	D	-	国内PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.04	0.62	1.63	0.022	0.006	12.61	16.94	2.22	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	15	-	-	4	1.0E-08	293	ビッカース	大気中	室温	母材	0.5	-	-	279	-	54	HV0.5	無	-	-	-	-	-					
PH-3-6	E	-	国内PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.04	0.62	1.63	0.022	0.006	12.61	16.94	2.22	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	15	-	-	11	2.9E-08	323	ビッカース	大気中	室温	母材	0.5	-	-	375	-	150	HV0.5	無	-	-	-	-	-					
PH-3-7	F	-	国内PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.04	0.62	1.63	0.022	0.006	12.61	16.94	2.22	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	15	-	-	25	6.3E-08	323	ビッカース	大気中	室温	母材	0.5	-	-	376	-	151	HV0.5	無	-	-	-	-	-					
PH-3-8	G	-	国内PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.04	0.62	1.63																																									



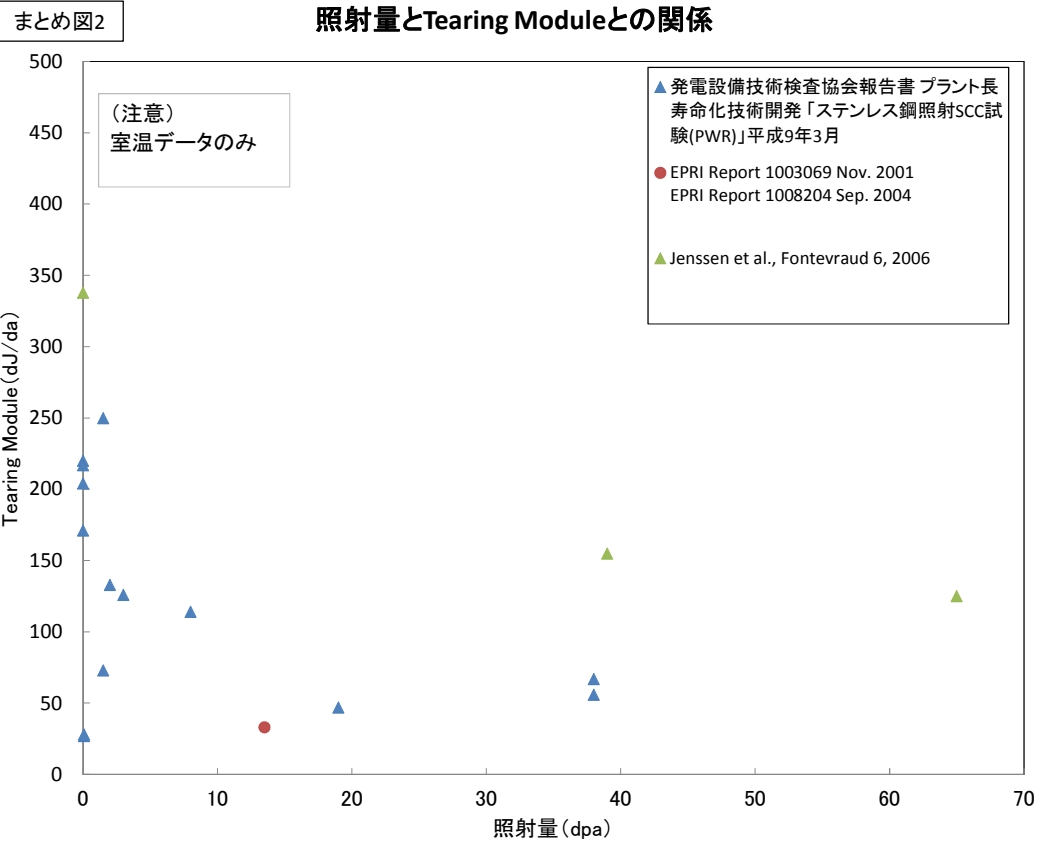
破壊靱性(PWR分野)データシート 1/1

[illegible]

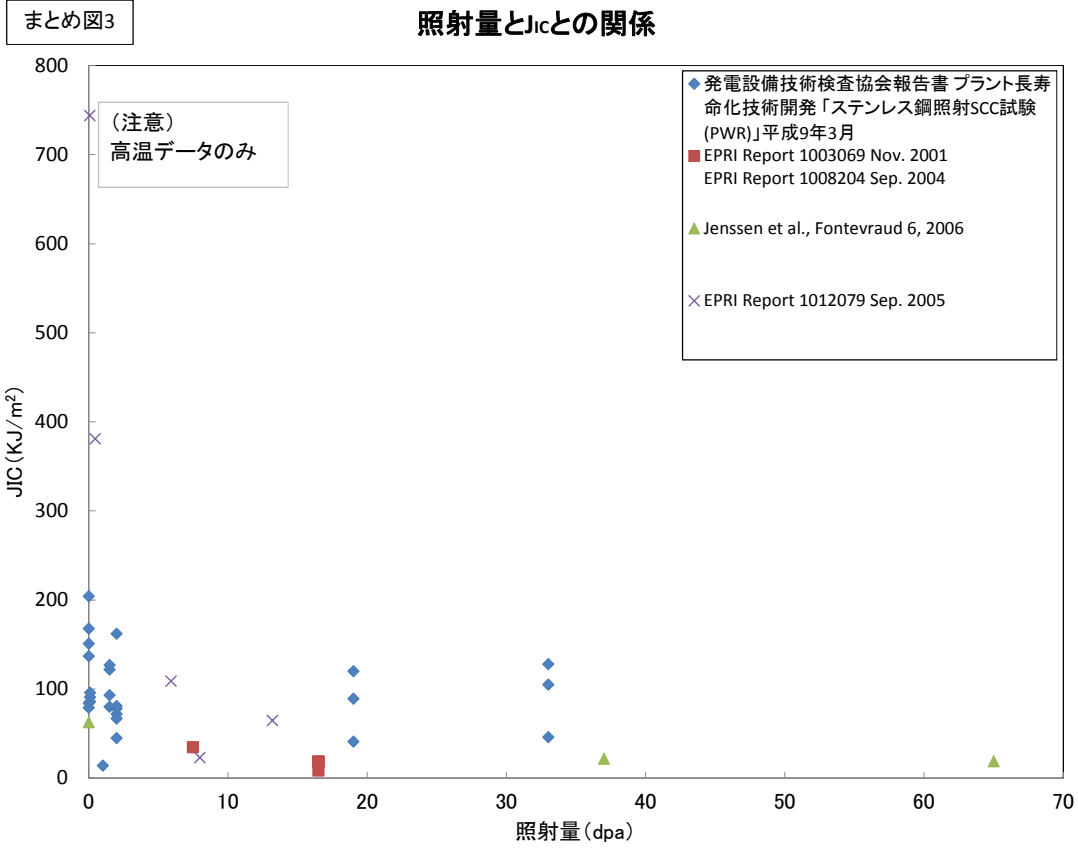
まとめ図1



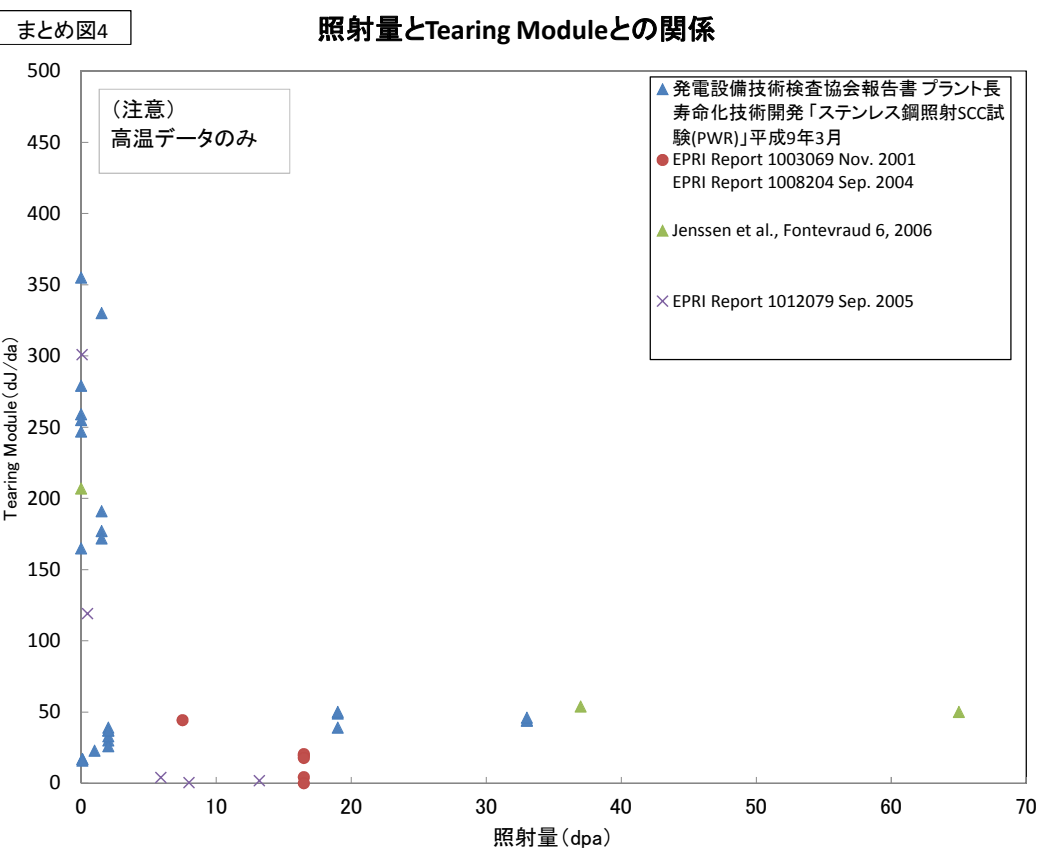
まとめ図2



まとめ図3



まとめ図4



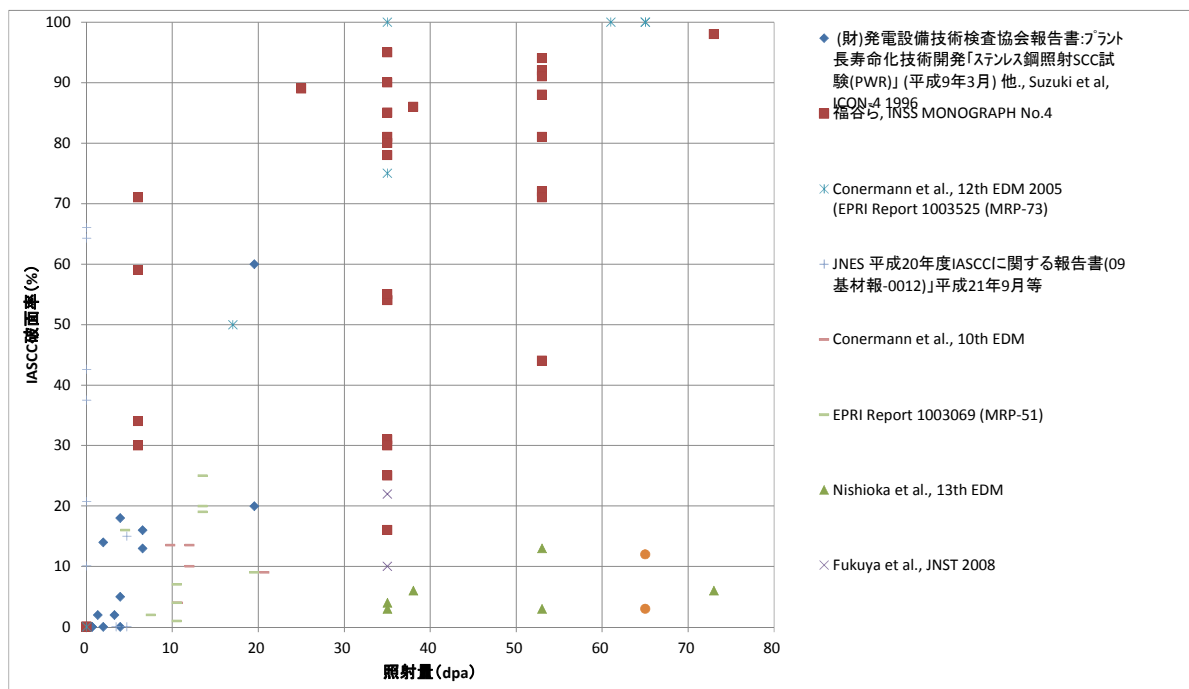
IASCC感受性(PWR分野)データシート 1/2

DB	試験片 番号	材料 番号	照射炉	照射 環境	採取 部位	照射時 形状	詳細鋼種	鋼種	材料組成(wt%)															熱処理等	冷間 加工率	照射量 (dpaへの換算を含む)			中性子束 (フラックス)	照射 温度	試験 温度	試験環境					導電率	ECP	試験片 形状	平行部 面積	平行部 長さ	採取 方向	ひずみ 速度	みかけ の 応力	最大 応力	最大応 力時歪	IASCC 発生歪	破断歪	破断 時間	IG割れ 破面率	TG割れ 破面率	応力歪 線図	備考	文献リスト No.	出典		
No.	No.	No.							C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Nb	Ti	B	Cu	N	Co	Fe	(%)	(n/m2 E>0.1MeV)	(n/m2 E>1MeV)	(dpa)	(dpa/s)	(℃)	(℃)	DO (ppm)	DH (ppm)	DH (cc/kg)	B (ppm)	Li (ppm)	(μS/cm)	(mVSH E)		(mm2)	(mm)		(/s)	(MPa)	(MPa)	(%)	(%)	(%)	(h)	(%)	(%)							
PIS-1-1	-	-	PWR	水中	シングルチューブ	-	316SS	CW316	0.044	0.75	1.75	0.014	0.011	13.10	17.50	2.64	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	-	6.00E+25	-	3.9	-	290-300	290	<5ppb	-	30	500	2	20-30	-	円盤型	-	12.7	圧延方向	1E-07	-	812	-	-	5.9	-	0	0	-		PIS-R1 PIS-R2	(財)発電設備技術検査協会報告書「フランク長寿命化技術開発「ステンレス鋼照射SCC試験」(PWR)」(平成9年3月)他、Suzuki et al, ICON-4 1996	
PIS-1-2	-	-	PWR	水中	シングルチューブ	-	316SS	CW316	0.044	0.75	1.75	0.014	0.011	13.10	17.50	2.64	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	-	1.00E+26	-	6.5	-	290-300	290	<5ppb	-	30	500	2	20-30	-	円盤型	-	12.7	圧延方向	1E-07	-	706	-	-	-	-	13	0	-	平行部外破断			
PIS-1-3	-	-	PWR	水中	シングルチューブ	-	316SS	CW316	0.044	0.75	1.75	0.014	0.011	13.10	17.50	2.64	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	-	3.00E+26	-	19.5	-	290-300	290	<5ppb	-	30	500	2	20-30	-	円盤型	-	12.7	圧延方向	1E-07	-	642	-	-	-	-	20	0	-	平行部外破断			
PIS-1-4	-	-	PWR	水中	シングルチューブ	-	316SS	CW316	0.044	0.75	1.75	0.014	0.011	13.10	17.50	2.64	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	-	1.00E+25	-	0.7	-	290-300	325	<5ppb	-	30	500	2	20-30	-	円盤型	-	12.7	圧延方向	1E-07	-	702	-	-	15.0	-	0	0	有				
PIS-1-5	-	-	PWR	水中	シングルチューブ	-	316SS	CW316	0.044	0.75	1.75	0.014	0.011	13.10	17.50	2.64	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	-	3.00E+25	-	2.0	-	290-300	325	<5ppb	-	30	500	2	20-30	-	円盤型	-	12.7	圧延方向	1E-07	-	735	-	-	9.8	-	0	0	有				
PIS-1-6	-	-	PWR	水中	シングルチューブ	-	316SS	CW316	0.044	0.75	1.75	0.014	0.011	13.10	17.50	2.64	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	-	6.00E+25	-	3.9	-	290-300	325	<5ppb	-	30	500	2	20-30	-	円盤型	-	12.7	圧延方向	1E-07	-	835	-	-	8.0	-	5	0	有				
PIS-1-7	-	-	PWR	水中	シングルチューブ	-	316SS	CW316	0.044	0.75	1.75	0.014	0.011	13.10	17.50	2.64	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	-	1.00E+26	-	6.5	-	290-300	325	<5ppb	-	30	500	2	20-30	-	円盤型	-	12.7	圧延方向	1E-07	-	832	-	-	1.0	-	16	0	有				
PIS-1-8	-	-	PWR	水中	シングルチューブ	-	316SS	CW316	0.044	0.75	1.75	0.014	0.011	13.10	17.50	2.64	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	-	3.00E+26	-	19.5	-	290-300	325	<5ppb	-	30	500	2	20-30	-	円盤型	-	12.7	圧延方向	1E-07	-	508	-	-	-	-	60	0	-	平行部外破断			
PIS-1-9	-	-	PWR	水中	シングルチューブ	-	316SS	CW316	0.044	0.75	1.75	0.014	0.011	13.10	17.50	2.64	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	-	5.00E+24	-	0.3	-	290-300	340	<5ppb	-	30	500	2	20-30	-	円盤型	-	12.7	圧延方向	1E-07	-	552	-	-	10.8	-	0	0	-				
PIS-1-10	-	-	PWR	水中	シングルチューブ	-	316SS	CW316	0.044	0.75	1.75	0.014	0.011	13.10	17.50	2.64	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	-	1.00E+25	-	0.7	-	290-300	340	<5ppb	-	30	500	2	20-30	-	円盤型	-	12.7	圧延方向	1E-07	-	583	-	-	14.8	-	0	0	-				
PIS-1-11	-	-	PWR	水中	シングルチューブ	-	316SS	CW316	0.044	0.75	1.75	0.014	0.011	13.10	17.50	2.64	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	-	3.00E+25	-	2.0	-	290-300	340	<5ppb	-	30	500	2	20-30	-	円盤型	-	12.7	圧延方向	1E-07	-	758	-	-	6.2	-	14	0	-				
PIS-1-12	-	-	PWR	水中	シングルチューブ	-	316SS	CW316	0.044	0.75	1.75	0.014	0.011	13.10	17.50	2.64	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	-	6.00E+25	-	3.9	-	290-300	340	<5ppb	-	30	500	2	20-30	-	円盤型	-	12.7	圧延方向	1E-07	-	689	-	-	-	-	18	0	-	平行部外破断			
PIS-1-13	-	-	Kewaunee	水中	シングルブラグ	-	304SS	304	0.057	0.64	1.90	0.030	0.024	9.01	18.24	0.44	-	-	-	-	0.09	-	0.073	Bal.	溶体化	-	2.00E+25	-	1.3	-	325	325	<5ppb	-	30	500	2	20-30	-	丸棒型	-	12.7	圧延方向	1E-07	-	657	-	-	11.0	-	<2	32	-				
PIS-1-14	-	-	Kewaunee	水中	シングルブラグ	-	304SS	304	0.057	0.64	1.90	0.030	0.024	9.01	18.24	0.44	-	-	-	-	0.09	-	0.073	Bal.	溶体化	-	5.00E+25	-	3.3	-	325	325	<5ppb	-	30	500	2	20-30	-	丸棒型	-	12.7	圧延方向	1E-07	-	816	-	-	7.8	-	<2	20	-				
PIS-2-1	-	B136	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.057	0.65	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	5.26E+25	-	3.4	-	317	340	<5ppb	-	30	1,200	2	-	-	-	丸棒型	6.15	11.2	圧延方向	1E-07	-	-	-	-	-	556	0	-	有		PIS-R3	JNES 平成20年度 IASCCに関する報告書(09基材報-0012)」平成21年9月等
PIS-2-2	-	F24	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	7.20E+25	-	4.7	-	310	340	<5ppb	-	30	1,200	2	-	-	-	丸棒型	6.15	11.2	圧延方向	1E-07	-	-	-	-	-	499	15	-	有	IG割れはTOGを含む		
PIS-2-3	-	F24	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	7.20E+25	-	4.7	-	310	340	<5ppb	-	30	1,200	2	-	-	-	丸棒型	6.15	11.2	圧延方向	1E-07	-	-	-	-	-	473	0	-	有	IG割れはTOGを含む		
PIS-2-4	A1-1	-	未照射	-	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.61	1.81	0.009	0.004	12.96	16.38	2.18	-	-	-	-	-	-	0.01	Bal.	冷間加工	20	-	-	0	-	-	340	<5ppb	-	30	1,200	2	-	-	-	丸棒型	6.15	11.2	圧延方向	1E-07	-	655.4	-	-	17.0	158.7	66.0	-	有	IG割れはTOGを含む		
PIS-2-5	A1-2	-	未照射	-	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.61	1.81	0.009	0.004	12.96	16.38	2.18	-	-	-	-	-	-	0.01	Bal.	冷間加工	20	-	-	0	-	-	340	<5ppb	-	30	1,200	2	-	-	-	丸棒型	6.15	11.2	圧延方向	1E-07	-	668.8	-	-	17.0	158.7	64.3	-	有	IG割れはTOGを含む		
PIS-2-6	A1-3	-	未照射	-	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.61	1.81	0.009	0.004	12.96	16.38	2.18	-	-	-	-	-	-	0.01	Bal.	冷間加工	20	-	-	0	-	-	320	<5ppb	-	30	1,200	2	-	-	-	丸棒型	6.15	11.2	圧延方向	1E-07	-	651.9	-	-	16.1	150.2	37.5	-	有	IG割れはTOGを含む		
PIS-2-7	A1-4	-	未照射	-	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.61	1.81	0.009	0.004	12.96	16.38	2.18	-	-	-	-	-	-	0.01	Bal.	冷間加工	20	-	-	0	-	-	320	<5ppb	-	30	1,200	2	-	-	-	丸棒型	6.15	11.2	圧延方向	1E-07	-	665.1	-	-	17.3	161.0	42.6	-	有	IG割れはTOGを含む		
PIS-2-8	A1-5	-	未照射	-	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.61	1.81	0.009	0.004	12.96	16.38	2.18	-	-	-	-	-	-	0.01	Bal.	冷間加工	20	-	-	0	-	-	290	<5ppb	-	30	1,200	2	-	-	-	丸棒型	6.15	11.2	圧延方向	1E-07	-	668.4	-	-	20.6	191.5	10.1	-	有	IG割れはTOGを含む		
PIS-2-9	A1-6	-	未照射	-	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.61	1.81	0.009	0.004	12.96	16.38	2.18	-	-	-	-	-	-	0.01	Bal.	冷間加工	20	-	-	0	-	-	290	<5ppb	-	30	1,200	2	-	-	-	丸棒型	6.15	11.2	圧延方向	1E-07	-	680.6	-	-	17.8	165.7	20.7	-	有	IG割れはTOGを含む		
PIS-3-1	Unirr	-	未照射	-	シングルチューブ	-	316SS	CW316	0.04	0.62	1.63	0.022	0.006	12.61	16.94	2.22	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	15	9.00E+25	-	0	-	-	320	-	0	-	500	2	-	-	-	円盤型	1.86	15	圧延方向	6.7E-08	-	635	26.1	-	27.1	-	0	9	-	-	PIS-R4	福谷ら、INSS MONOGR APH No.4
PIS-3-2	Unirr	-	未照射	-	シングルチューブ	-	316SS	CW316	0.04	0.62	1.63	0.022	0.006	12.61	16.94	2.22	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	15	9.00E+25	-	0	-	-	320	-	0	-	500	2	-	-	-	円盤型	1.86	15	圧延方向	6.7E-08	-	664	24.1	-	29.1	-	0	22	-	-		
PIS-3-3	D1	-	国内PWR	水中	シングルチューブ	-	316SS	CW316	0.04	0.62	1.63	0.022	0.006	12.61	16.94	2.22	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	15	9.00E+25	-	6	2.00E-08	323	320	-	0	-	500	2	-	-	-	円盤型	1.86	15	圧延方向	6.7E-08	-	762	3.1	-	3.3	-	34	0	-	-		
PIS-3-4	D1	-	国内PWR	水中	シングルチューブ	-	316SS	CW316	0.04	0.62	1.63	0.022	0.006	12.61	16.94	2.22	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	15	9.00E+25	-	6	2.00E-08	323	320	-	1.4	-	500	2	-	-	-	円盤型	1.86	15	圧延方向	6.7E-08	-	800	2.5	-	2.7	-	30	0	-	-		
PIS-3-5	D1	-	国内PWR	水中	シングルチューブ	-	316SS	CW316	0.04	0.62	1.63	0.022	0.006	12.61	16.94	2.22	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	15	9.00E+25	-	6	2.00E-08	323	320	-</																								

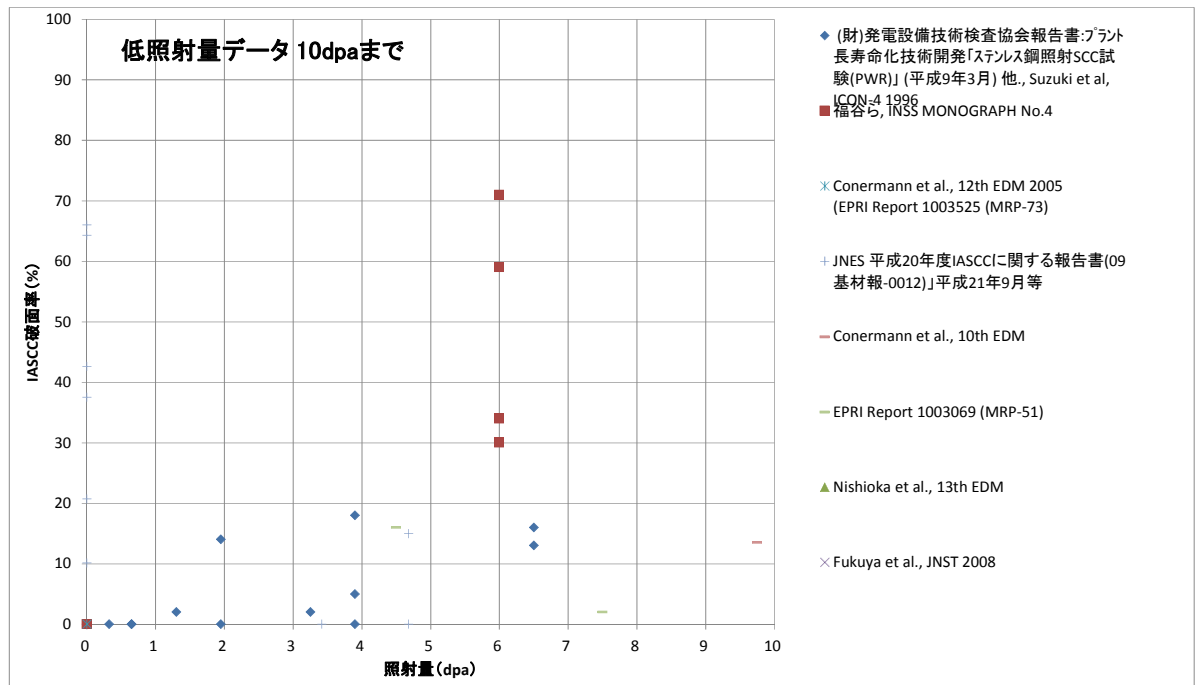
IASCC感受性(PWR分野)データシート 2/2

DB	試験片 番号	材料 番号	照射炉	照射 環境	採取 部位	照射時 形状	詳細鋼種	鋼種	材料組成(wt%)																熱処理等	冷間 加工率	照射量 (dpaへの換算を含む)		中性子束 (フลักス)	照射 温度	試験 温度	試験環境						導電率	ECP	試験片 形状	平行部 面積 (mm ²)	平行部 長さ (mm)	採取 方向	ひずみ 速度 (/s)	みかけ の 応力 (MPa)	最大 応力 (MPa)	最大応 力時歪 (%)	IASCC 発生歪 (%)	破断歪 (%)	破断 時間 (h)	IG割れ 破面率 (%)	TG割れ 破面率 (%)	応力歪 線図	備考	文献リスト No.	出典
									C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Nb	Ti	B	Cu	N	Co	Fe	(n/m ² E>0.1MeV)			(n/m ² E>1MeV)	(dpa)				(dpa/s)	(°C)	(°C)	DO (ppm)	DH (ppm)	DH (cc/kg)																			
PIS-10-1	AS14	-	BOR-60	Na中	-	引張試験片	304L CP	304L	0.023	0.56	1.82	0.023	0.015	10.80	19.95	0.53	<0.001	0.02	-	0.29	0.0720	0.22	Bal.	溶体化	-	-	-	5.5	9.4E-07	320	320	-	3	33.3	1,000	2	-	-	丸棒型	3.14	12	-	3.5E-07	783	794	-	-	3.53	-	20.4	0	-	-	PIS-R11	Was et al., 16th EDM	
PIS-10-2	AS19	-	BOR-60	Na中	-	引張試験片	304L CP	304L	0.023	0.56	1.82	0.023	0.015	10.80	19.95	0.53	<0.001	0.02	-	0.29	0.0720	0.22	Bal.	溶体化	-	-	-	10.2	9.4E-07	320	320	-	3	33.3	1,000	2	-	-	丸棒型	3.14	12	-	3.5E-07	824	813	-	-	4.65	-	14.0	0	-	-			
PIS-10-3	AS23	-	BOR-60	Na中	-	引張試験片	304L CP	304L	0.023	0.56	1.82	0.023	0.015	10.80	19.95	0.53	<0.001	0.02	-	0.29	0.0720	0.22	Bal.	溶体化	-	-	-	47.5	9.4E-07	320	320	-	3	33.3	1,000	2	-	-	丸棒型	3.14	12	-	3.5E-07	793	906	-	-	0.62	-	28.4	0	-	-			
PIS-10-4	SW37	-	BOR-60	Na中	-	引張試験片	304L CP	304L	0.022	0.24	1.07	0.015	<0.002	10.45	18.42	0.00	-	-	-	-	0.0250	-	Bal.	溶体化	-	-	-	4.4	9.4E-07	320	320	-	3	33.3	1,000	2	-	-	丸棒型	3.14	12	-	3.5E-07	695	623	-	-	8.24	-	5.2	0	-	-			
PIS-10-5	BS13	-	BOR-60	Na中	-	引張試験片	316SS	316	0.056	0.73	1.13	0.022	0.022	10.54	16.84	2.25	0.008	0.01	-	0.25	0.0210	0.12	Bal.	溶体化	-	-	-	5.5	9.4E-07	320	320	-	3	33.3	1,000	2	-	-	丸棒型	3.14	12	-	3.5E-07	1,023	1,055	-	-	3.58	-	3.7	0	-	-			
PIS-10-6	BS16	-	BOR-60	Na中	-	引張試験片	316SS	316	0.056	0.73	1.13	0.022	0.022	10.54	16.84	2.25	0.008	0.01	-	0.25	0.0210	0.12	Bal.	溶体化	-	-	-	10.2	9.4E-07	320	320	-	3	33.3	1,000	2	-	-	丸棒型	3.14	12	-	3.5E-07	1,126	1,086	-	-	3.43	-	3.9	0	-	-			
PIS-10-7	B126	-	BOR-60	Na中	-	引張試験片	316SS	316	0.056	0.73	1.13	0.022	0.022	10.54	16.84	2.25	0.008	0.01	-	0.25	0.0210	0.12	Bal.	溶体化	-	-	-	25.0	9.4E-07	320	320	-	3	33.3	1,000	2	-	-	丸棒型	3.14	12	-	3.5E-07	916	NM	-	-	3.44	-	22.4	0	-	-			
PIS-10-8	BR15	-	BOR-60	Na中	-	引張試験片	316SS	316	0.056	0.73	1.13	0.022	0.022	10.54	16.84	2.25	0.008	0.01	-	0.25	0.0210	0.12	Bal.	溶体化	-	-	-	4.8	9.4E-07	320	320	-	3	33.3	1,000	2	-	-	丸棒型	3.14	12	-	3.5E-07	840	860	-	-	3.99	-	10.9	0	-	-			
PIS-10-9	CR13	-	BOR-60	Na中	-	引張試験片	316+Ti	CW316	0.070	0.56	1.40	0.013	0.007	12.78	16.77	2.18	<0.001	0.38	-	0.06	0.0080	0.10	Bal.	冷間加工	-	-	-	4.8	9.4E-07	320	320	-	3	33.3	1,000	2	-	-	丸棒型	3.14	12	-	3.5E-07	945	948	-	-	3.67	-	9.6	0	-	-			
PIS-10-10	ES14	-	BOR-60	Na中	-	引張試験片	304L HP	304L	0.021	0.04	0.94	<0.010	0.003	12.37	18.76	0.04	0.005	0.01	-	<0.01	0.0003	0.01	Bal.	溶体化	-	-	-	11.8	9.4E-07	320	320	-	3	33.3	1,000	2	-	-	丸棒型	3.14	12	-	3.5E-07	681	711	-	-	4.60	-	0.0	1.6	-	-			
PIS-10-11	FS13	-	BOR-60	Na中	-	引張試験片	304L HP-C	304L	0.008	0.03	0.98	<0.010	0.003	12.06	18.17	0.02	0.002	0.01	-	<0.01	0.0005	0.01	Bal.	溶体化	-	-	-	9.1	9.4E-07	320	320	-	3	33.3	1,000	2	-	-	丸棒型	3.14	12	-	3.5E-07	~1,140	594	-	-	2.65	-	0.0	1.3	-	-			
PIS-10-12	GS13	-	BOR-60	Na中	-	引張試験片	304L HP+Mo	304L	0.020	0.03	0.97	<0.010	0.002	12.15	18.26	2.36	0.003	0.01	-	0.01	0.0004	0.01	Bal.	溶体化	-	-	-	11.8	9.4E-07	320	320	-	3	33.3	1,000	2	-	-	丸棒型	3.14	12	-	3.5E-07	676	744	-	-	4.79	-	0.0	11.9	-	-			
PIS-10-13	PS13	-	BOR-60	Na中	-	引張試験片	316L HP+Hf	316L	0.028	0.10	1.01	0.010	0.007	13.60	17.03	2.18	-	-	-	-	-	-	Bal.	溶体化	-	-	-	9.6	9.4E-07	320	320	-	3	33.3	1,000	2	-	-	丸棒型	3.14	12	-	3.5E-07	730	688	-	-	5.74	-	1.8	0	-	-			

まとめ図1



まとめ図2



IASCC発生(PWR分野)データシート 1/4

DB	試験片番号	材料番号	照射炉	照射環境	採取部位	照射時形状	詳細鋼種	鋼種	材料組成(wt%)																		熱処理等	冷間加工率(%)	照射量		中性子束(フラックス)	照射温度(℃)	試験温度(℃)	試験環境					導電率		ECP	試験片形状	平行部面積(mm2)	平行部長さ(mm)	採取方向	負荷方式	負荷応力(MPa)	0.2%耐力(MPa)	応力比	試験時間(hr)	割れ有無	備考	文献リスト	出典
									C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Nb	Ti	B	Cu	N	Co	Fe	(n/m2 E≦0.1MeV)	(n/m2 E>1MeV)	(dpa)			(dpa/s)	DO(ppm)				DH(ppm)	DH(cc/kg)	B(ppm)	Li(ppm)	(μS/cm)	(mV/S HE)															
P1I-1-1	B3-29	-	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	19.5	3.7E-08	298	340	-	-	30	1,200	2	-	-	○リング	-	-	周方向	定荷重	805	850	0.83	> 2,000	無	-	P1I-R1 P1I-R2	原子力安全 基盤機構 平成20年度 照射誘起応 力腐食割れ に関する報 告書(09基 材報-0012)J平成 21年9月等
P1I-1-2	B3-30	-	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	19.5	3.7E-08	298	340	-	-	30	1,200	2	-	-	○リング	-	-	周方向	定荷重	836	850	0.86	154	有			
P1I-1-3	B3-13	-	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	11.4	2.2E-08	340	340	-	-	30	1,200	2	-	-	○リング	-	-	周方向	定荷重	966	850	1.14	> 2,000	無			
P1I-1-4	B3-14	-	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	10.5	2.0E-08	338	340	-	-	30	1,200	2	-	-	○リング	-	-	周方向	定荷重	966	850	1.14	1,988	有			
P1I-1-5	B3-31	-	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	19.5	3.7E-08	298	340	-	-	30	1,200	2	-	-	○リング	-	-	周方向	定荷重	925	850	1.10	> 2,000	無			
P1I-1-6	B3-32	-	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	19.5	3.7E-08	298	340	-	-	30	1,200	2	-	-	○リング	-	-	周方向	定荷重	910	850	1.10	> 2,000	無			
P1I-1-7	B3-15	-	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	11.8	2.2E-08	342	340	-	-	30	1,200	2	-	-	○リング	-	-	周方向	定荷重	1,018	850	1.20	1	有			
P1I-1-8	B3-16	-	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	10.5	2.0E-08	338	340	-	-	30	1,200	2	-	-	○リング	-	-	周方向	定荷重	1,018	850	1.21	41	有			
P1I-1-9	B3-33	-	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	19.5	3.7E-08	298	340	-	-	30	1,200	2	-	-	○リング	-	-	周方向	定荷重	1,136	850	1.20	6	有			
P1I-1-10	B3-34	-	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	19.5	3.7E-08	298	340	-	-	30	1,200	2	-	-	○リング	-	-	周方向	定荷重	1,135	850	1.17	10	有			
P1I-1-11	B3-27	-	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	18.8	3.6E-08	306	340	-	-	30	1,200	2	-	-	○リング	-	-	周方向	定荷重	798	850	0.82	> 2,000	無			
P1I-1-12	B3-28	-	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	18.8	3.6E-08	306	340	-	-	30	1,200	2	-	-	○リング	-	-	周方向	定荷重	720	850	0.74	770	有			
P1I-1-13	B3-24	-	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	18.8	3.6E-08	302	320	-	-	30	1,200	2	-	-	○リング	-	-	周方向	定荷重	850	850	0.88	413	有			
P1I-1-14	B3-25	-	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	18.8	3.6E-08	302	320	-	-	30	1,200	2	-	-	○リング	-	-	周方向	定荷重	845	850	0.87	121	有			
P1I-1-15	B3-26	-	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	18.8	3.6E-08	302	320	-	-	30	1,200	2	-	-	○リング	-	-	周方向	定荷重	673	850	0.70	430	有			
P1I-1-16	B3-22	-	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	18.8	3.6E-08	302	320	-	-	30	1,200	2	-	-	○リング	-	-	周方向	定荷重	1,126	850	1.16	27	有			
P1I-1-17	B3-23	-	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	18.8	3.6E-08	302	320	-	-	30	1,200	2	-	-	○リング	-	-	周方向	定荷重	1,114	850	1.15	57	有			
P1I-1-18	B3-11	-	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	8.7	1.7E-08	307	340	-	-	30	1,200	2	-	-	○リング	-	-	周方向	定荷重	838	667	1.26	165	有			
P1I-1-19	B3-12	-	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	8.7	1.7E-08	307	340	-	-	30	1,200	2	-	-	○リング	-	-	周方向	定荷重	822	667	1.23	950	有			
P1I-1-20	B3-2	-	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	4.2	8.0E-09	311	340	-	-	30	1,200	2	-	-	○リング	-	-	周方向	定荷重	780	667	1.17	> 2,000	無			
P1I-1-21	B3-9	-	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	8.7	1.7E-08	307	340	-	-	30	1,200	2	-	-	○リング	-	-	周方向	定荷重	642	667	0.96	> 2,000	無			
P1I-1-22	B3-10	-	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	8.7	1.7E-08	307	340	-	-	30	1,200	2	-	-	○リング	-	-	周方向	定荷重	636	667	0.95	> 2,000	無			
P1I-1-23	B3-20	-	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	18.8	3.6E-08	302	340	-	-	30	1,200	2	-	-	○リング	-	-	周方向	定荷重	595	970	0.61	> 2,000	無			
P1I-1-24	B3-18	-	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	18.8	3.6E-08	302	340	-	-	30	1,200	2	-	-	○リング	-	-	周方向	定荷重	427	970	0.44	> 2,000	無			
P1I-1-25	B3-19	-	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	18.8	3.6E-08	302	340	-	-	30	1,200	2	-	-	○リング	-	-	周方向	定荷重	476	970	0.49	> 2,000	無			
P1I-1-26	B3-1	-	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	5.1	9.7E-09	315	340	-	-	30	1,200	2	-	-	○リング	-	-	周方向	定荷重	633	667	0.95	> 2,000	無			
P1I-1-27	B3-3	-	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	5.1	9.7E-09	315	340	-	-	30	1,200	2	-	-	○リング	-	-	周方向	定荷重	602	667	0.90	> 2,000	無			
P1I-2-1	B4-9	-	国内PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.06	0.63	1.68	0.02	0.005	12.25	16.25	2.36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	~12	-	-	14	2.9E-08	323	340	-	-	30	1,200	2	-	-	○リング	-	-	周方向	定荷重	1,064	968	1.10	135	有	-	P1I-R1 P1I-R2	原子力安全 基盤機構 平成20年度 照射誘起応 力腐食割れ に関する報 告書(09基 材報-0012)J平成 21年9月等
P1I-2-2	B4-11	-	国内PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.06	0.63	1.68	0.02	0.005	12.25	16.25	2.36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	~12	-	-	10.5	2.2E-08	323	340	-	-	30	1,200	2	-	-	○リング	-	-	周方向	定荷重	1,149	968	1.19	3	有			
P1I-2-3	B4-12	-	国内PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.06	0.63	1.68	0.02	0.005	12.25	16.25	2.36	-	-	-	-	-	-																																

IASCC発生(PWR分野)データシート 2/4

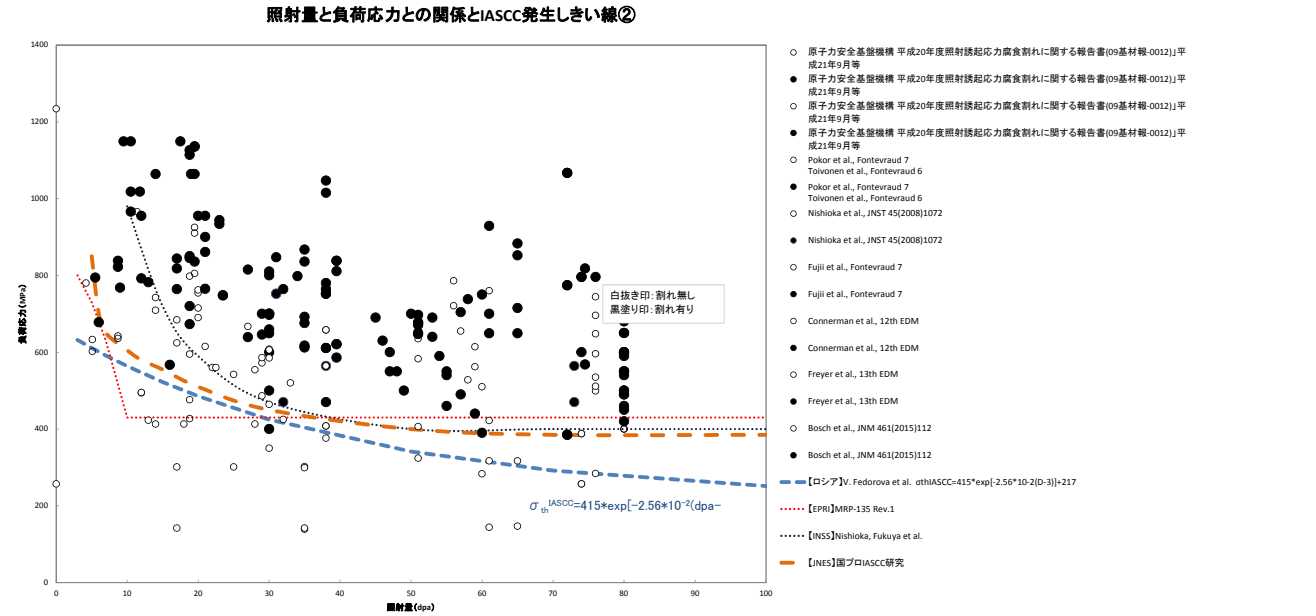
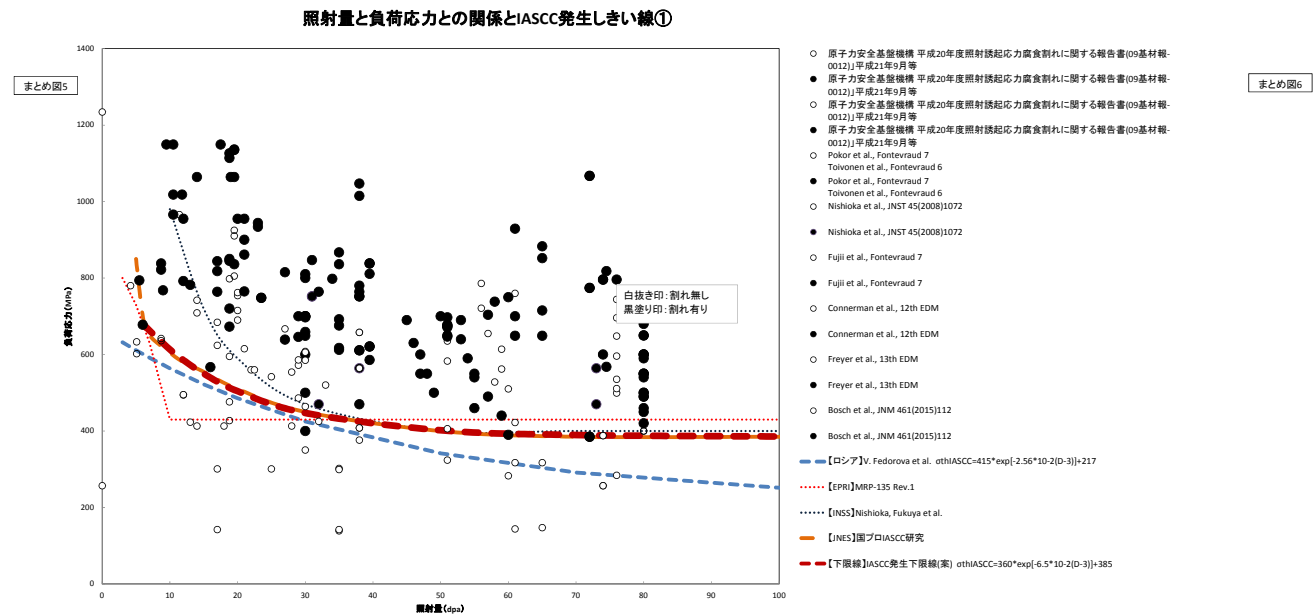
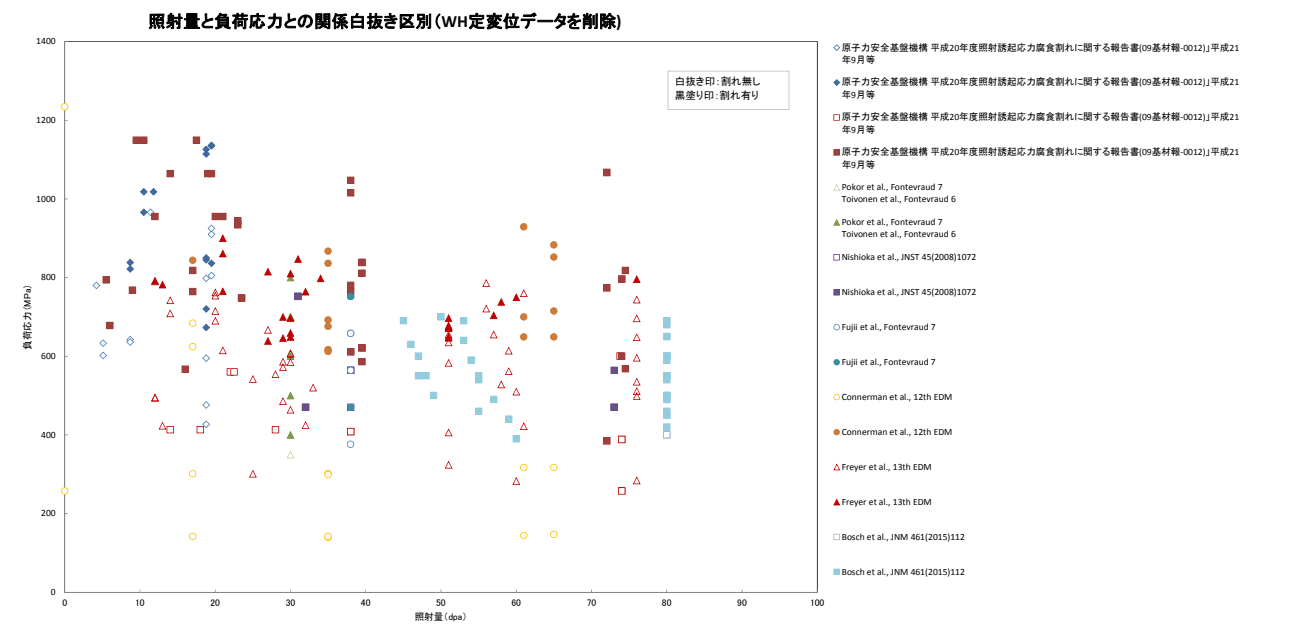
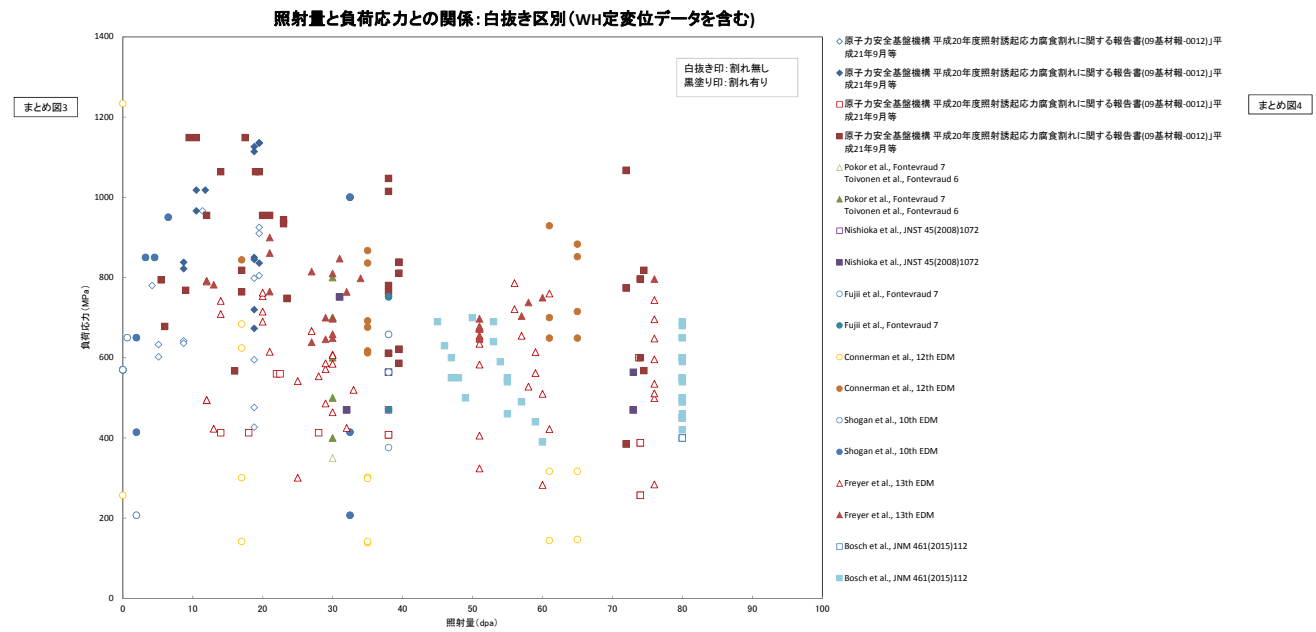
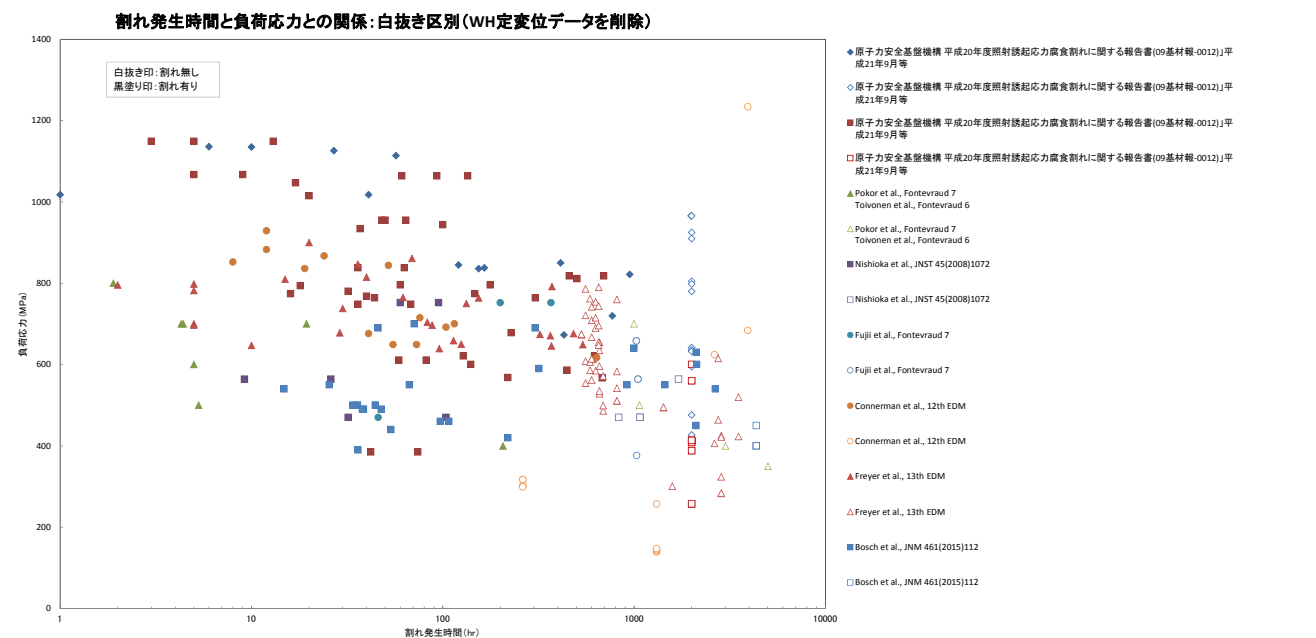
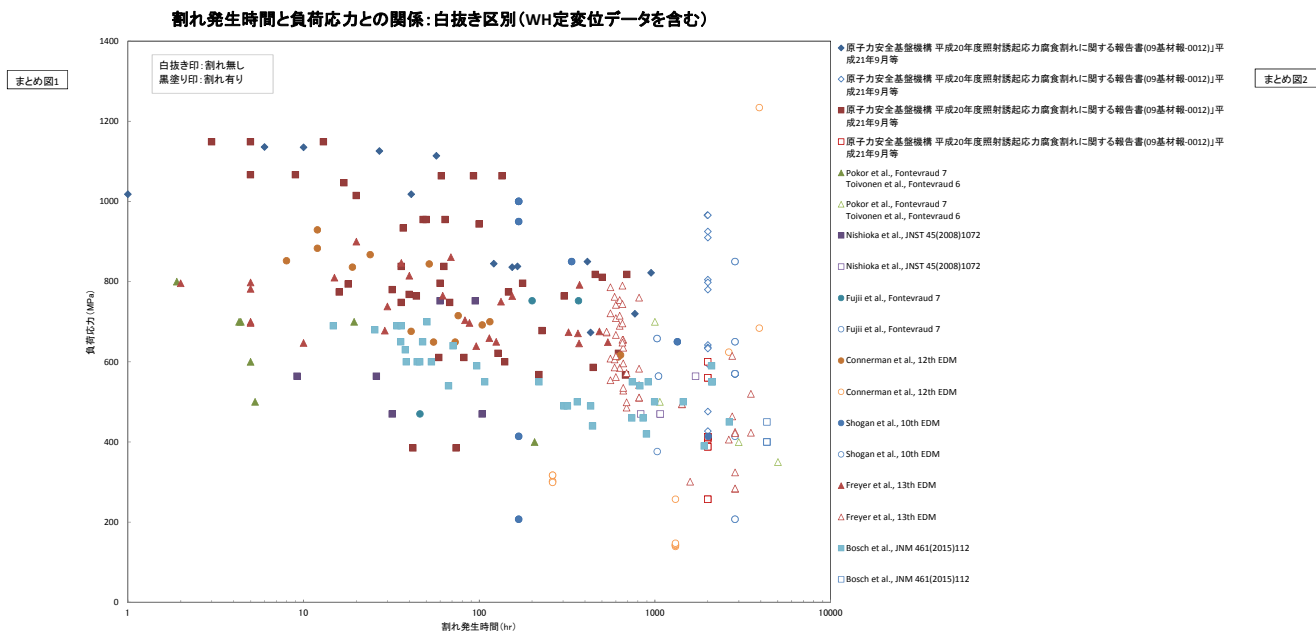
[illegible]

IASCC発生(PWR分野)データシート 3/4

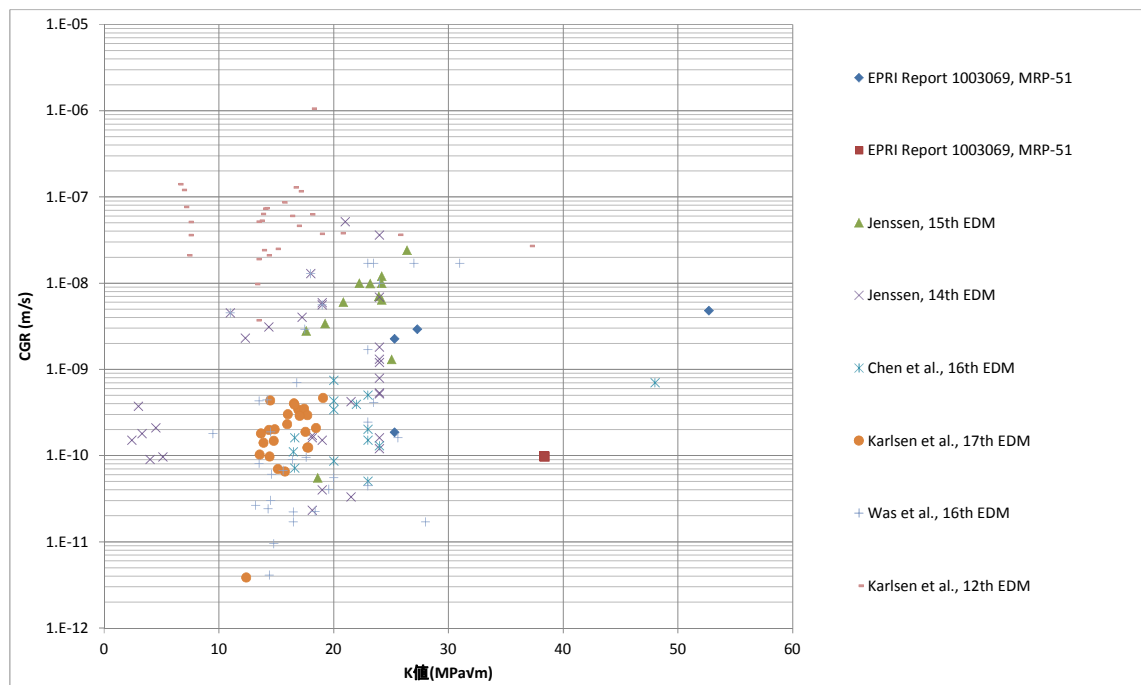
DB	試験片 番号	材料 番号	照射炉	照射 環境	採取 部位	照射時 形状	詳細鋼種	鋼種	材料組成(wt%)																熱処理等	冷間 加工率	照射量		中性子束 (フラックス)	照射 温度	試験 温度	試験環境					導電率	ECP	試験片 形状	平行部 面積	平行部 長さ	採取 方向	負荷 方式	負荷 応力	0.2% 耐力	応力比	試験 時間	割れ 有無	備考	文献リスト No.	出典	
									C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Nb	Ti	B	Cu	N	Co	Fe	(%)			(n/m2 E<0.1MeV)	(n/m2 E>1MeV)				(dpa)	(dpa/s)	(℃)	(℃)	DO (ppm)																DH (ppm)
PII-7-1	BV-1B4-D	-	Beaver Valley 1	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.060	0.46	1.62	0.022	0.016	13.23	16.84	2.25	-	-	-	-	-	-	0.078	Bal	冷間加工	15	-	-	12	2.7E-08	-	340	-	-	30	1,000	2	-	-	オリング	-	-	東方向	定荷重	494	769	0.64	> 1,425	無	-	PII-R7	Freyer et al., 13th EDM
PII-7-2	BV-1B4-C	-	Beaver Valley 1	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.060	0.46	1.62	0.022	0.016	13.23	16.84	2.25	-	-	-	-	-	-	0.078	Bal	冷間加工	15	-	-	12	2.7E-08	-	340	-	-	30	1,000	2	-	-	オリング	-	-	東方向	定荷重	495	769	0.64	> 1,425	無			
PII-7-3	BV-1B4-D	-	Beaver Valley 1	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.060	0.46	1.62	0.022	0.016	13.23	16.84	2.25	-	-	-	-	-	-	0.078	Bal	冷間加工	15	-	-	12	2.7E-08	-	340	-	-	30	1,000	2	-	-	オリング	-	-	東方向	定荷重	790	769	1.03	> 653	無			
PII-7-4	BV-1B4-C	-	Beaver Valley 1	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.060	0.46	1.62	0.022	0.016	13.23	16.84	2.25	-	-	-	-	-	-	0.078	Bal	冷間加工	15	-	-	12	2.7E-08	-	340	-	-	30	1,000	2	-	-	オリング	-	-	東方向	定荷重	792	769	1.03	372	有			
PII-7-5	BV-1B4-A	-	Beaver Valley 1	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.060	0.46	1.62	0.022	0.016	13.23	16.84	2.25	-	-	-	-	-	-	0.078	Bal	冷間加工	15	-	-	13	2.9E-08	-	340	-	-	30	1,000	2	-	-	オリング	-	-	東方向	定荷重	423	769	0.55	> 3,516	無			
PII-7-6	BV-1B4-B	-	Beaver Valley 1	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.060	0.46	1.62	0.022	0.016	13.23	16.84	2.25	-	-	-	-	-	-	0.078	Bal	冷間加工	15	-	-	13	2.9E-08	-	340	-	-	30	1,000	2	-	-	オリング	-	-	東方向	定荷重	782	769	1.02	5	有			
PII-7-7	BV-1B3-B	-	Beaver Valley 1	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.060	0.46	1.62	0.022	0.016	13.23	16.84	2.25	-	-	-	-	-	-	0.078	Bal	冷間加工	15	-	-	14	3.1E-08	-	340	-	-	30	1,000	2	-	-	オリング	-	-	東方向	定荷重	709	769	0.92	> 600	無			
PII-7-8	BV-1B3-A	-	Beaver Valley 1	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.060	0.46	1.62	0.022	0.016	13.23	16.84	2.25	-	-	-	-	-	-	0.078	Bal	冷間加工	15	-	-	14	3.1E-08	-	340	-	-	30	1,000	2	-	-	オリング	-	-	東方向	定荷重	742	769	0.96	> 600	無			
PII-7-9	BV-1B2-D	-	Beaver Valley 1	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.060	0.46	1.62	0.022	0.016	13.23	16.84	2.25	-	-	-	-	-	-	0.078	Bal	冷間加工	15	-	-	25	5.5E-08	-	340	-	-	30	1,000	2	-	-	オリング	-	-	東方向	定荷重	301	1,010	0.30	> 1,585	無			
PII-7-10	BV-1B2-D	-	Beaver Valley 1	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.060	0.46	1.62	0.022	0.016	13.23	16.84	2.25	-	-	-	-	-	-	0.078	Bal	冷間加工	15	-	-	25	5.5E-08	-	340	-	-	30	1,000	2	-	-	オリング	-	-	東方向	定荷重	542	1,010	0.54	> 813	無			
PII-7-11	BV-1B1-B	-	Beaver Valley 1	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.060	0.46	1.62	0.022	0.016	13.23	16.84	2.25	-	-	-	-	-	-	0.078	Bal	冷間加工	15	-	-	27	6.0E-08	-	340	-	-	30	1,000	2	-	-	オリング	-	-	東方向	定荷重	639	1,010	0.63	96	有			
PII-7-12	BV-1B1-A	-	Beaver Valley 1	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.060	0.46	1.62	0.022	0.016	13.23	16.84	2.25	-	-	-	-	-	-	0.078	Bal	冷間加工	15	-	-	27	6.0E-08	-	340	-	-	30	1,000	2	-	-	オリング	-	-	東方向	定荷重	667	1,010	0.66	> 600	無			
PII-7-13	BV-1B1-C	-	Beaver Valley 1	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.060	0.46	1.62	0.022	0.016	13.23	16.84	2.25	-	-	-	-	-	-	0.078	Bal	冷間加工	15	-	-	28	6.2E-08	-	340	-	-	30	1,000	2	-	-	オリング	-	-	東方向	定荷重	554	1,010	0.55	> 558	無			
PII-7-14	BV-1B1-E	-	Beaver Valley 1	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.060	0.46	1.62	0.022	0.016	13.23	16.84	2.25	-	-	-	-	-	-	0.078	Bal	冷間加工	15	-	-	29	6.4E-08	-	340	-	-	30	1,000	2	-	-	オリング	-	-	東方向	定荷重	646	1,010	0.64	370	有			
PII-7-15	BV-1B1-F	-	Beaver Valley 1	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.060	0.46	1.62	0.022	0.016	13.23	16.84	2.25	-	-	-	-	-	-	0.078	Bal	冷間加工	15	-	-	29	6.4E-08	-	340	-	-	30	1,000	2	-	-	オリング	-	-	東方向	定荷重	700	1,010	0.69	5	有			
PII-7-16	BV-1B1-G	-	Beaver Valley 1	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.060	0.46	1.62	0.022	0.016	13.23	16.84	2.25	-	-	-	-	-	-	0.078	Bal	冷間加工	15	-	-	30	6.7E-08	-	340	-	-	30	1,000	2	-	-	オリング	-	-	東方向	定荷重	608	1,010	0.60	> 558	無			
PII-7-17	BV-2B-3C	-	Beaver Valley 1	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.060	0.46	1.62	0.022	0.016	13.23	16.84	2.25	-	-	-	-	-	-	0.078	Bal	冷間加工	15	-	-	51	1.1E-07	-	340	-	-	30	1,000	2	-	-	オリング	-	-	東方向	定荷重	324	968	0.33	> 2,858	無			
PII-7-18	BV-2B-3B	-	Beaver Valley 1	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.060	0.46	1.62	0.022	0.016	13.23	16.84	2.25	-	-	-	-	-	-	0.078	Bal	冷間加工	15	-	-	51	1.1E-07	-	340	-	-	30	1,000	2	-	-	オリング	-	-	東方向	定荷重	406	968	0.42	> 2,632	無			
PII-7-19	BV-2B-3C	-	Beaver Valley 1	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.060	0.46	1.62	0.022	0.016	13.23	16.84	2.25	-	-	-	-	-	-	0.078	Bal	冷間加工	15	-	-	51	1.1E-07	-	340	-	-	30	1,000	2	-	-	オリング	-	-	東方向	定荷重	583	968	0.60	> 813	無			
PII-7-20	BV-2B3-F	-	Beaver Valley 1	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.060	0.46	1.62	0.022	0.016	13.23	16.84	2.25	-	-	-	-	-	-	0.078	Bal	冷間加工	15	-	-	51	1.1E-07	-	340	-	-	30	1,000	2	-	-	オリング	-											

IASCC発生(PWR分野)データシート 4/4

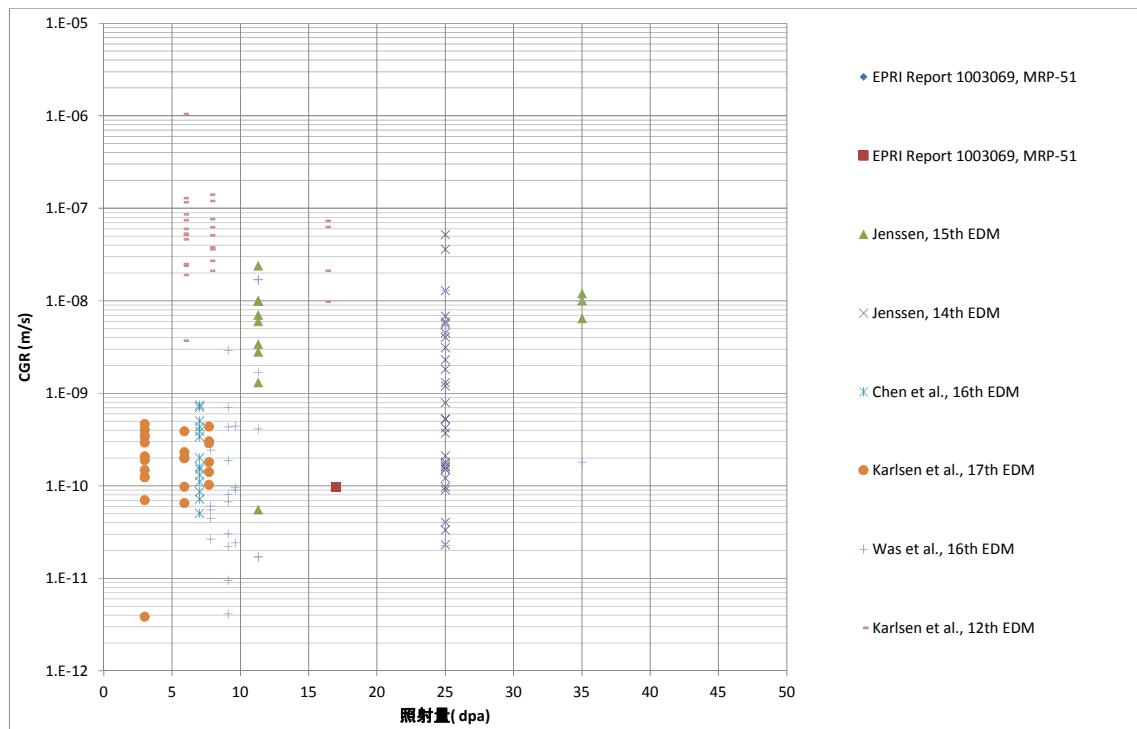
DB	試験片 番号	材料 番号		照射炉	照射 環境	採取 部位	照射時 形状	詳細鋼種	鋼種	材料組成(wt%)														熱処理等	冷間 加工率	照射量 (dpaへの換算を含む)				中性子束 (フラックス)	照射 温度	試験 温度	試験環境						導電率	ECP	試験片 形状	平行部 面積	平行部 長さ	採取 方向	負荷 方式	負荷 応力	0.2% 耐力	応力比	試験 時間	割れ 有無	備考	文献リスト No.	出典
										C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Nb	Ti	B	Cu	N	Co			Fe	(%)	(n/m2 E<0.1MeV)	(n/m2 E>1MeV)				(dpa)	(dpa/s)	(℃)	(℃)	DO (ppm)	DH (ppm)															
P11-9-1	TTO-01-80	-	Tihange 2	水中	シンプルチューブ	-		316SS	CW316	0.044	0.53	1.79	0.022	0.009	12.8	17.0	2.68	-	-	-	-	-	0.07	Bal	冷間加工	20	-	-	80	-	-	320	-	-	30	1,000	2	-	-	オリング	-	-	厩方向	定荷重	690	1,000	0.69	14.8	有	-	P11-R10	Bosch et al., JNM 461(2015)12	
P11-9-2	TTO-02-80	-	Tihange 2	水中	シンプルチューブ	-		316SS	CW316	0.044	0.53	1.79	0.022	0.009	12.8	17.0	2.68	-	-	-	-	-	0.07	Bal	冷間加工	20	-	-	80	-	-	320	-	-	30	1,000	2	-	-	オリング	-	-	厩方向	定荷重	680	1,000	0.68	25.5	有				
P11-9-3	TTO-03-80	-	Tihange 2	水中	シンプルチューブ	-		316SS	CW316	0.044	0.53	1.79	0.022	0.009	12.8	17.0	2.68	-	-	-	-	-	0.07	Bal	冷間加工	20	-	-	80	-	-	320	-	-	30	1,000	2	-	-	オリング	-	-	厩方向	定荷重	650	1,000	0.65	47.7	有				
P11-9-4	TTO-04-80	-	Tihange 2	水中	シンプルチューブ	-		316SS	CW316	0.044	0.53	1.79	0.022	0.009	12.8	17.0	2.68	-	-	-	-	-	0.07	Bal	冷間加工	20	-	-	80	-	-	320	-	-	30	1,000	2	-	-	オリング	-	-	厩方向	定荷重	650	1,000	0.65	35.8	有				
P11-9-5	TTO-05-80	-	Tihange 2	水中	シンプルチューブ	-		316SS	CW316	0.044	0.53	1.79	0.022	0.009	12.8	17.0	2.68	-	-	-	-	-	0.07	Bal	冷間加工	20	-	-	80	-	-	320	-	-	30	1,000	2	-	-	オリング	-	-	厩方向	定荷重	600	1,000	0.60	38.5	有				
P11-9-6	TTO-06-80	-	Tihange 2	水中	シンプルチューブ	-		316SS	CW316	0.044	0.53	1.79	0.022	0.009	12.8	17.0	2.68	-	-	-	-	-	0.07	Bal	冷間加工	20	-	-	80	-	-	320	-	-	30	1,000	2	-	-	オリング	-	-	厩方向	定荷重	600	1,000	0.60	44.4	有				
P11-9-7	TTO-07-80	-	Tihange 2	水中	シンプルチューブ	-		316SS	CW316	0.044	0.53	1.79	0.022	0.009	12.8	17.0	2.68	-	-	-	-	-	0.07	Bal	冷間加工	20	-	-	80	-	-	320	-	-	30	1,000	2	-	-	オリング	-	-	厩方向	定荷重	590	1,000	0.59	2,106	有				
P11-9-8	TTO-08-80	-	Tihange 2	水中	シンプルチューブ	-		316SS	CW316	0.044	0.53	1.79	0.022	0.009	12.8	17.0	2.68	-	-	-	-	-	0.07	Bal	冷間加工	20	-	-	80	-	-	320	-	-	30	1,000	2	-	-	オリング	-	-	厩方向	定荷重	600	1,000	0.60	45.9	有				
P11-9-9	TTO-09-80	-	Tihange 2	水中	シンプルチューブ	-		316SS	CW316	0.044	0.53	1.79	0.022	0.009	12.8	17.0	2.68	-	-	-	-	-	0.07	Bal	冷間加工	20	-	-	80	-	-	320	-	-	30	1,000	2	-	-	オリング	-	-	厩方向	定荷重	550	1,000	0.55	2,109	有				
P11-9-10	TTO-10-80	-	Tihange 2	水中	シンプルチューブ	-		316SS	CW316	0.044	0.53	1.79	0.022	0.009	12.8	17.0	2.68	-	-	-	-	-	0.07	Bal	冷間加工	20	-	-	80	-	-	320	-	-	30	1,000	2	-	-	オリング	-	-	厩方向	定荷重	550	1,000	0.55	2,122	有				
P11-9-11	TTO-11-80	-	Tihange 2	水中	シンプルチューブ	-		316SS	CW316	0.044	0.53	1.79	0.022	0.009	12.8	17.0	2.68	-	-	-	-	-	0.07	Bal	冷間加工	20	-	-	80	-	-	320	-	-	30	1,000	2	-	-	オリング	-	-	厩方向	定荷重	540	1,000	0.54	67	有				
P11-9-12	TTO-12-80	-	Tihange 2	水中	シンプルチューブ	-		316SS	CW316	0.044	0.53	1.79	0.022	0.009	12.8	17.0	2.68	-	-	-	-	-	0.07	Bal	冷間加工	20	-	-	80	-	-	320	-	-	30	1,000	2	-	-	オリング	-	-	厩方向	定荷重	550	1,000	0.55	918	有				
P11-9-13	TTO-13-80	-	Tihange 2	水中	シンプルチューブ	-		316SS	CW316	0.044	0.53	1.79	0.022	0.009	12.8	17.0	2.68	-	-	-	-	-	0.07	Bal	冷間加工	20	-	-	80	-	-	320	-	-	30	1,000	2	-	-	オリング	-	-	厩方向	定荷重	490	1,000	0.49	304	有				
P11-9-14	TTO-14-80	-	Tihange 2	水中	シンプルチューブ	-		316SS	CW316	0.044	0.53	1.79	0.022	0.009	12.8	17.0	2.68	-	-	-	-	-	0.07	Bal	冷間加工	20	-	-	80	-	-	320	-	-	30	1,000	2	-	-	オリング	-	-	厩方向	定荷重	500	1,000	0.50	998	有				
P11-9-15	TTO-15-80	-	Tihange 2	水中	シンプルチューブ	-		316SS	CW316	0.044	0.53	1.79	0.022	0.009	12.8	17.0	2.68	-	-	-	-	-	0.07	Bal	冷間加工	20	-	-	80	-	-	320	-	-	30	1,000	2	-	-	オリング	-	-	厩方向	定荷重	490	1,000	0.49	318	有				
P11-9-16	TTO-16-80	-	Tihange 2	水中	シンプルチューブ	-		316SS	CW316	0.044	0.53	1.79	0.022	0.009	12.8	17.0	2.68	-	-	-	-	-	0.07	Bal	冷間加工	20	-	-	80	-	-	320	-	-	30	1,000	2	-	-	オリング	-	-	厩方向	定荷重	500	1,000	0.50	1,451	有				
P11-9-17	TTO-17-80	-	Tihange 2	水中	シンプルチューブ	-		316SS	CW316	0.044	0.53	1.79	0.022	0.009	12.8	17.0	2.68	-	-	-	-	-	0.07	Bal	冷間加工	20	-	-	80	-	-	320	-	-	30	1,000	2	-	-	オリング	-	-	厩方向	定荷重	450	1,000	0.45	2,658	有				
P11-9-18	TTO-18-80	-	Tihange 2	水中	シンプルチューブ	-		316SS	CW316	0.044	0.53	1.79	0.022	0.009	12.8	17.0	2.68	-	-	-	-	-	0.07	Bal	冷間加工	20	-	-	80	-	-	320	-	-	30	1,000	2	-	-	オリング	-	-	厩方向	定荷重	450	1,000	0.45	> 4,350	無				
P11-9-19	TTO-19-80	-	Tihange 2	水中	シンプルチューブ	-		316SS	CW316	0.044	0.53	1.79	0.022	0.009	12.8	17.0	2.68	-	-	-	-	-	0.07	Bal	冷間加工	20	-	-	80	-	-	320	-	-	30	1,000	2	-	-	オリング	-	-	厩方向	定荷重	400	1,000	0.40	> 4,350	無				
P11-9-20	TTO-20-80	-	Tihange 2	水中	シンプルチューブ	-		316SS	CW316	0.044	0.53	1.79	0.022	0.009	12.8	17.0	2.68	-	-	-	-	-	0.07	Bal	冷間加工	20	-	-	80	-	-	320	-	-	30	1,000	2	-	-	オリング	-	-	厩方向	定荷重	400	1,000	0.40	> 4,350	無				
P11-9-21	TTO-1-031	-	Tihange 2	水中	シンプルチューブ	-		316SS	CW316	0.044	0.53	1.79	0.022	0.009	12.8	17.0	2.68	-	-	-	-	-	0.07	Bal	冷間加工	20	-	-	45	-	-	320	-	-	30	1,000	2	-	-	オリング	-	-	厩方向	定荷重	690	1,000	0.69	34	有				
P11-9-22	TTO-1-032	-	Tihange 2	水中	シンプルチューブ	-		316SS	CW316	0.044	0.53	1.79	0.022	0.009	12.8	17.0	2.68	-	-	-	-	-	0.07	Bal	冷間加工	20	-	-	46	-	-	320	-	-	30	1,000	2	-	-	オリング	-	-	厩方向	定荷重	630	1,000	0.63	38	有				
P11-9-23	TTO-1-033	-	Tihange 2	水中	シンプルチューブ	-		316SS	CW316	0.044	0.53	1.79	0.022	0.009	12.8	17.0	2.68	-	-	-	-	-	0.07	Bal	冷間加工	20	-	-	47	-	-	320	-	-	30	1,000	2	-	-	オリング	-	-	厩方向	定荷重	600	1,000	0.60	53.5	有				
P11-9-24	TTO-1-034	-	Tihange 2	水中	シンプルチューブ	-		316SS	CW316	0.044	0.53	1.79	0.022	0.009	12.8	17.0	2.68	-	-	-	-	-	0.07	Bal	冷間加工	20	-	-	47	-	-	320	-	-	30	1,000	2	-	-	オリング	-	-	厩方向	定荷重	550	1,000	0.55	107.5	有				
P11-9-25	TTO-1-035	-	Tihange 2	水中	シンプルチューブ	-		316SS	CW316	0.044	0.53	1.79	0.022	0.009	12.8	17.0	2.68	-	-	-	-	-	0.07	Bal	冷間加工	20	-	-	48	-	-	320	-	-	30	1,000	2	-	-	オリング	-	-	厩方向	定荷重	550	1,000	0.55	219	有				
P11-9-26	TTO-1-041	-	Tihange 2	水中	シンプルチューブ	-		316SS	CW316	0.044	0.53	1.79	0.022	0.009	12.8	17.0	2.68	-	-	-	-	-	0.07	Bal	冷間加工	20	-	-	53	-	-	320	-	-	30	1,000	2	-	-	オリング	-	-	厩方向	定荷重	690	1,000	0.69	36	有				



まとめ図1



まとめ図2

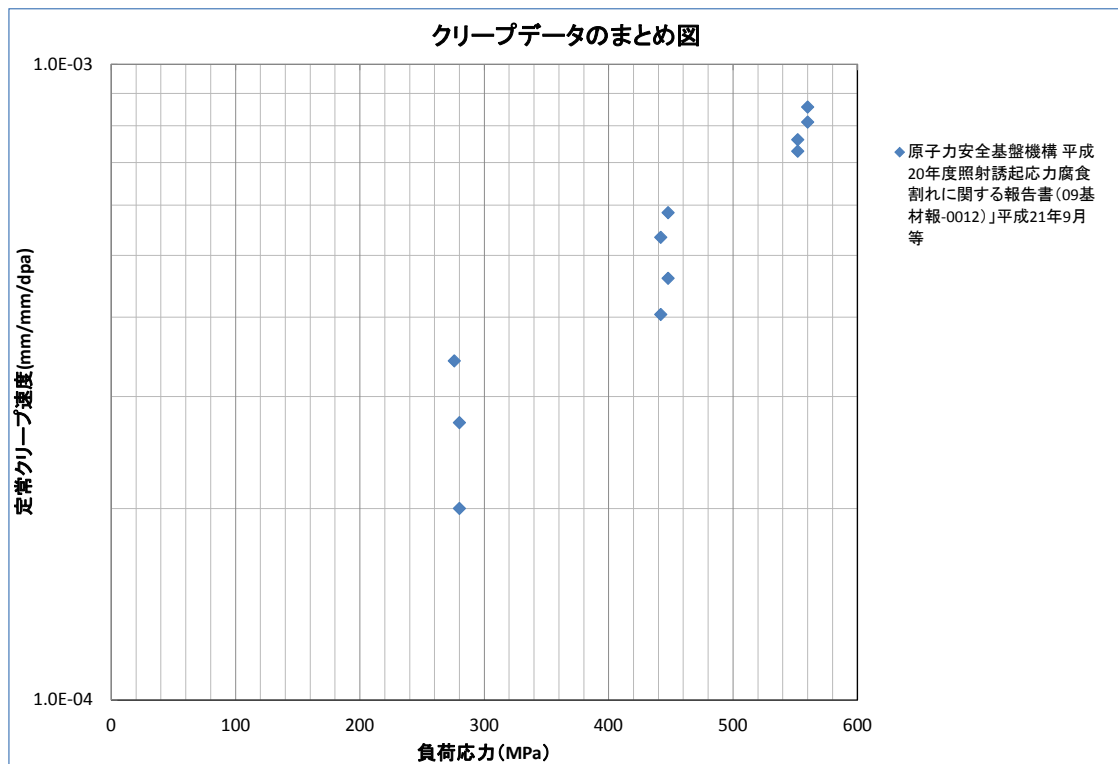


DB	試験片番号	材料番号	照射炉	照射環境	採取部位	照射時形状	詳細鋼種	鋼種	材料組成(wt%)																		熱処理等	冷間加工率	照射量 (dpaへの換算を含む)			中性子束 (フラックス)	照射温度	試験方法	試験片形状	測定方法	照射前 応力 (MPa)	照射後 応力 (MPa)	照射前後 の応力比	負荷時間 (hr)	歪量 (%)	定常 クリープ速度 (mm/mm/dpa)	代表式または係数	備考	文献リスト No.	出典
No.	No.	No.							C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Nb	Ti	B	Cu	N	Co	Fe		(%)	(n/m2 E>0.1MeV)	(n/m2 E>1MeV)	(dpa)	(dpa/s)	(℃)		3.1mm×50mm		(MPa)	(MPa)		(hr)	(%)	(mm/mm/dpa)							
PC-1-1	685-ES4	-	Halden	Arガス	-	引張試験片	316SS	CW316	0.05	0.61	1.81	0.009	0.004	12.96	16.38	2.18	-	-	-	-	-	0.01	Bal.	冷間加工	20	-	-	1	3.0E-08	340	単軸引張	3.1mm×50mm	炉内測定	552	276	0.5	-	-	-	3.4E-04	$\epsilon = A \sigma^{\frac{1}{n}} \{ - \exp(-A' F) \} + B_0 \sigma (1 + B_1 \sigma^2) F$ ϵ : Creep strain σ : Stress (MPa) A : 4.3 dpa ⁻¹ A' : 0.733 x 10 ⁻⁶ MPa ⁻¹ B_0 : 0.975 x 10 ⁻⁶ dpa ⁻¹ MPa ⁻¹ B_1 : 0.328 x 10 ⁻⁶ MPa ⁻² F : Dose (dpa)	-	PC-R1	原子力安全 基盤機構 平成20年度照射誘起応力腐食割れに関する報告書(09基材報-0012)」平成21年9月等		
PC-1-2	685-ES5	-	Halden	Arガス	-	引張試験片	316SS	CW316	0.05	0.61	1.81	0.009	0.004	12.96	16.38	2.18	-	-	-	-	-	0.01	Bal.	冷間加工	20	-	-	1	3.0E-08	340	単軸引張	3.1mm×50mm	炉内測定	552	442	0.8	-	-	-	4.0E-04						
PC-1-3	686-ES5	-	Halden	Arガス	-	引張試験片	316SS	CW316	0.05	0.61	1.81	0.009	0.004	12.96	16.38	2.18	-	-	-	-	-	0.01	Bal.	冷間加工	20	-	-	1	3.0E-08	340	単軸引張	3.1mm×50mm	炉内測定	552	442	0.8	-	-	-	5.3E-04						
PC-1-4	685-ES6	-	Halden	Arガス	-	引張試験片	316SS	CW316	0.05	0.61	1.81	0.009	0.004	12.96	16.38	2.18	-	-	-	-	-	0.01	Bal.	冷間加工	20	-	-	1	3.0E-08	340	単軸引張	3.1mm×50mm	炉内測定	552	552	1.0	-	-	-	7.6E-04						
PC-1-5	686-ES6	-	Halden	Arガス	-	引張試験片	316SS	CW316	0.05	0.61	1.81	0.009	0.004	12.96	16.38	2.18	-	-	-	-	-	0.01	Bal.	冷間加工	20	-	-	1	3.0E-08	340	単軸引張	3.1mm×50mm	炉内測定	552	552	1.0	-	-	-	7.3E-04						
PC-1-6	685-ES7	-	Halden	Arガス	-	引張試験片	316SS	CW316	0.05	0.61	1.81	0.009	0.004	12.96	16.38	2.18	-	-	-	-	-	0.01	Bal.	冷間加工	20	-	-	1	3.0E-08	290	単軸引張	3.1mm×50mm	炉内測定	560	280	0.5	-	-	-	2.7E-04						
PC-1-7	686-ES7	-	Halden	Arガス	-	引張試験片	316SS	CW316	0.05	0.61	1.81	0.009	0.004	12.96	16.38	2.18	-	-	-	-	-	0.01	Bal.	冷間加工	20	-	-	1	3.0E-08	290	単軸引張	3.1mm×50mm	炉内測定	560	280	0.5	-	-	-	2.0E-04						
PC-1-8	685-ES8	-	Halden	Arガス	-	引張試験片	316SS	CW316	0.05	0.61	1.81	0.009	0.004	12.96	16.38	2.18	-	-	-	-	-	0.01	Bal.	冷間加工	20	-	-	1	3.0E-08	290	単軸引張	3.1mm×50mm	炉内測定	560	448	0.8	-	-	-	4.6E-04						
PC-1-9	686-ES8	-	Halden	Arガス	-	引張試験片	316SS	CW316	0.05	0.61	1.81	0.009	0.004	12.96	16.38	2.18	-	-	-	-	-	0.01	Bal.	冷間加工	20	-	-	1	3.0E-08	290	単軸引張	3.1mm×50mm	炉内測定	560	448	0.8	-	-	-	5.8E-04						
PC-1-10	685-ES9	-	Halden	Arガス	-	引張試験片	316SS	CW316	0.05	0.61	1.81	0.009	0.004	12.96	16.38	2.18	-	-	-	-	-	0.01	Bal.	冷間加工	20	-	-	1	3.0E-08	290	単軸引張	3.1mm×50mm	炉内測定	560	560	1.0	-	-	-	8.1E-04						
PC-1-11	686-ES9	-	Halden	Arガス	-	引張試験片	316SS	CW316	0.05	0.61	1.81	0.009	0.004	12.96	16.38	2.18	-	-	-	-	-	0.01	Bal.	冷間加工	20	-	-	1	3.0E-08	290	単軸引張	3.1mm×50mm	炉内測定	560	560	1.0	-	-	-	8.6E-04						
PC-2-1	-	US PCA	ORR	-	-	チューブ試験片	316SS	CW316	0.05	0.44	1.8	0.01	-	16.3	14.0	2.3	-	0.24	0.0003	-	-	0.003	Bal.	冷間加工	25	-	-	8	-	60	チューブ内圧	4.57q×25.4mm	炉外測定	-	40	-	-	-	1.12	-	-	クリープの数値は、Fig.2からの読取りの値	PC-R2	Grossbeck et al., JNM 179-181(1991)130		
PC-2-2	-	US PCA	ORR	-	-	チューブ試験片	316SS	CW316	0.05	0.44	1.8	0.01	-	16.3	14.0	2.3	-	0.24	0.0003	-	-	0.003	Bal.	冷間加工	25	-	-	8	-	60	チューブ内圧	4.57q×25.4mm	炉外測定	-	80	-	-	-	0.2	-						
PC-2-3	-	US PCA	ORR	-	-	チューブ試験片	316SS	CW316	0.05	0.44	1.8	0.01	-	16.3	14.0	2.3	-	0.24	0.0003	-	-	0.003	Bal.	冷間加工	25	-	-	8	-	60	チューブ内圧	4.57q×25.4mm	炉外測定	-	125	-	-	-	0.62	-						
PC-2-4	-	US PCA	ORR	-	-	チューブ試験片	316SS	CW316	0.05	0.44	1.8	0.01	-	16.3	14.0	2.3	-	0.24	0.0003	-	-	0.003	Bal.	冷間加工	25	-	-	8	-	60	チューブ内圧	4.57q×25.4mm	炉外測定	-	170	-	-	-	1	-						
PC-2-5	-	US PCA	ORR	-	-	チューブ試験片	316SS	CW316	0.05	0.44	1.8	0.01	-	16.3	14.0	2.3	-	0.24	0.0003	-	-	0.003	Bal.	冷間加工	25	-	-	8	-	60	チューブ内圧	4.57q×25.4mm	炉外測定	-	170	-	-	-	1.15	-						
PC-2-6	-	US PCA	ORR	-	-	チューブ試験片	316SS	CW316	0.05	0.44	1.8	0.01	-	16.3	14.0	2.3	-	0.24	0.0003	-	-	0.003	Bal.	冷間加工	25	-	-	8	-	330	チューブ内圧	4.57q×25.4mm	炉外測定	-	40	-	-	-	0.05	-						
PC-2-7	-	US PCA	ORR	-	-	チューブ試験片	316SS	CW316	0.05	0.44	1.8	0.01	-	16.3	14.0	2.3	-	0.24	0.0003	-	-	0.003	Bal.	冷間加工	25	-	-	8	-	330	チューブ内圧	4.57q×25.4mm	炉外測定	-	80	-	-	-	0.1	-						
PC-2-8	-	US PCA	ORR	-	-	チューブ試験片	316SS	CW316	0.05	0.44	1.8	0.01	-	16.3	14.0	2.3	-	0.24	0.0003	-	-	0.003	Bal.	冷間加工	25	-	-	8	-	330	チューブ内圧	4.57q×25.4mm	炉外測定	-	170	-	-	-	0.22	-						
PC-2-9	-	US PCA	ORR	-	-	チューブ試験片	316SS	CW316	0.05	0.44	1.8	0.01	-	16.3	14.0	2.3	-	0.24	0.0003	-	-	0.003	Bal.	冷間加工	25	-	-	8	-	330	チューブ内圧	4.57q×25.4mm	炉外測定	-	170	-	-	-	0.25	-						
PC-2-10	-	US PCA	ORR	-	-	チューブ試験片	316SS	CW316	0.05	0.44	1.8	0.01	-	16.3	14.0	2.3	-	0.24	0.0003	-	-	0.003	Bal.	冷間加工	25	-	-	8	-	330	チューブ内圧	4.57q×25.4mm	炉外測定	-	260	-	-	-	0.42	-						
PC-2-11	-	US PCA	ORR	-	-	チューブ試験片	316SS	CW316	0.05	0.44	1.8	0.01	-	16.3	14.0	2.3	-	0.24	0.0003	-	-	0.003	Bal.	冷間加工	25	-	-	8	-	330	チューブ内圧	4.57q×25.4mm	炉外測定	-	340	-	-	-	0.62	-						
PC-2-12	-	US PCA	ORR	-	-	チューブ試験片	316SS	CW316	0.05	0.44	1.8	0.01	-	16.3	14.0	2.3	-	0.24	0.0003	-	-	0.003	Bal.	冷間加工	25	-	-	8	-	400	チューブ内圧	4.57q×25.4mm	炉外測定	-	40	-	-	-	0.01	-						
PC-2-13	-	US PCA	ORR	-	-	チューブ試験片	316SS	CW316	0.05	0.44	1.8	0.01	-	16.3	14.0	2.3	-	0.24	0.0003	-	-	0.003	Bal.	冷間加工	25	-	-	8	-	400	チューブ内圧	4.57q×25.4mm	炉外測定	-	80	-	-	-	0.05	-						
PC-2-14	-	US PCA	ORR	-	-	チューブ試験片	316SS	CW316	0.05	0.44	1.8	0.01	-	16.3	14.0	2.3	-	0.24	0.0003	-	-	0.003	Bal.	冷間加工	25	-	-	8	-	400	チューブ内圧	4.57q×25.4mm	炉外測定	-	170	-	-	-	0.2	-						
PC-2-15	-	US PCA	ORR	-	-	チューブ試験片	316SS	CW316	0.05	0.44	1.8	0.01	-	16.3	14.0	2.3	-	0.24	0.0003	-	-	0.003	Bal.	冷間加工	25	-	-	8	-	400	チューブ内圧	4.57q×25.4mm	炉外測定	-	260	-	-	-	0.35	-						
PC-2-16	-	US PCA	ORR	-	-	チューブ試験片	316SS	CW316	0.05	0.44	1.8	0.01	-	16.3	14.0	2.3	-	0.24	0.0003	-	-	0.003	Bal.	冷間加工	25	-	-	8	-	400	チューブ内圧	4.57q×25.4mm	炉外測定	-	340	-	-	-	0.43	-						
PC-2-17	-	JPCA	ORR	-	-	チューブ試験片	316SS	316	0.06	0.50	1.8	0.027	-	15.6	14.2	2.3	-	0.24	0.003	-	-	0.002	Bal.	溶体化	-	-	-	8	-	60	チューブ内圧	4.57q×25.4mm	炉外測定	-	80	-	-	-	0.15	-						
PC-2-18	-	JPCA	ORR	-	-	チューブ試験片	316SS	316	0.06	0.50	1.8	0.027	-	15.6	14.2	2.3	-	0.24	0.003	-	-	0.002	Bal.	溶体化	-	-	-																			

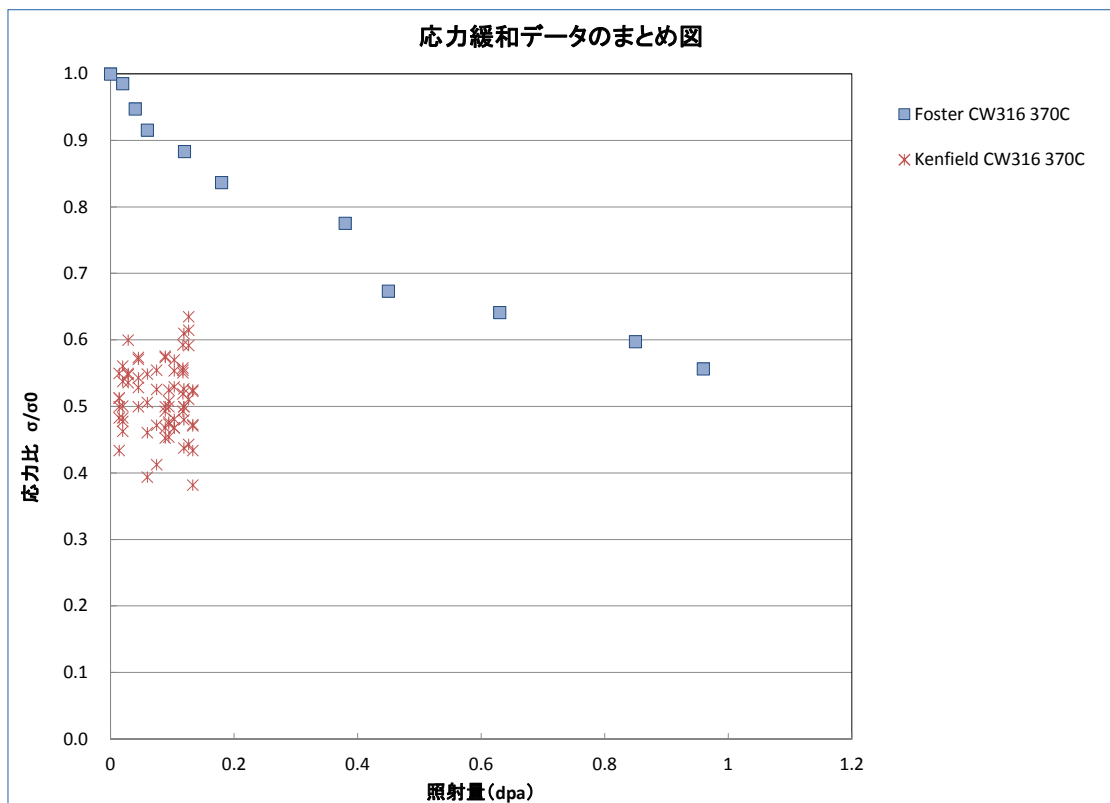
応力緩和(PWR分野)データシート 1/1

DB	試験片 番号	材料 番号	照射炉	照射 環境	採取 部位	照射時 形状	詳細銅種	銅種	材料組成(wt%)																熱処理等	冷間 加工率	照射量 (dpaへの換算を含む)		中性子束 (フラックス)		照射 温度	試験 方法	試験片 形状	測定 方法	測定 環境	測定 温度	照射前 応力	照射後 応力	照射前 曲率	照射後 曲率	照射前 距離	照射後 距離	照射前 後の応力	歪量	代表式または係数	備考	文献リスト No.	出典
									C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Nb	Ti	B	Cu	N	Co	Fe	(n/m2 E>0.1MeV)			(n/m2 E>1MeV)	(dpa)	(dpa/s)	(°C)																		
PC-5-1	-	V87210	EBR II	-	-	引張試験片	316SS	CW316	0.056	0.46	1.63	0.012	0.007	13.6	16.5	2.44	-	-	-	-	0.007	-	-	冷間加工	20	-	-	0	-	370	4点曲げ	7.37q(0.38)	-	-	-	-	343	343	-	-	-	-	1	-	AL/L0=Aσ[1-e-Bσt]+Cσpt <304Lの場合:290℃> C:2.2E-6/MPa-dpa(初期) C:3.2E-6/MPa-dpa(初期) C:3.2E-6/MPa-dpa(初期平均) C:6.0E-6/MPa-dpa(定常時) C:7.5E-6/MPa-dpa(定常時) C:6.7E-6/MPa-dpa(定常時平均) <CW316の場合:370℃> A:0.30E-6/MPa,C:3.1E-6/MPa-dpa	-	PC-R4	J.P Foster et al., 15th EDM
PC-5-2	-	V87210	EBR II	-	-	引張試験片	316SS	CW316	0.056	0.46	1.63	0.012	0.007	13.6	16.5	2.44	-	-	-	-	0.007	-	-	冷間加工	20	-	-	0.02	-	370	4点曲げ	7.37q(0.38)	-	-	-	-	343	338	-	-	-	-	0.99	-				
PC-5-3	-	V87210	EBR II	-	-	引張試験片	316SS	CW316	0.056	0.46	1.63	0.012	0.007	13.6	16.5	2.44	-	-	-	-	0.007	-	-	冷間加工	20	-	-	0.04	-	370	4点曲げ	7.37q(0.38)	-	-	-	-	343	325	-	-	-	-	0.95	-				
PC-5-4	-	V87210	EBR II	-	-	引張試験片	316SS	CW316	0.056	0.46	1.63	0.012	0.007	13.6	16.5	2.44	-	-	-	-	0.007	-	-	冷間加工	20	-	-	0.06	-	370	4点曲げ	7.37q(0.38)	-	-	-	-	343	314	-	-	-	-	0.92	-				
PC-5-5	-	V87210	EBR II	-	-	引張試験片	316SS	CW316	0.056	0.46	1.63	0.012	0.007	13.6	16.5	2.44	-	-	-	-	0.007	-	-	冷間加工	20	-	-	0.12	-	370	4点曲げ	7.37q(0.38)	-	-	-	-	343	303	-	-	-	-	0.88	-				
PC-5-6	-	V87210	EBR II	-	-	引張試験片	316SS	CW316	0.056	0.46	1.63	0.012	0.007	13.6	16.5	2.44	-	-	-	-	0.007	-	-	冷間加工	20	-	-	0.18	-	370	4点曲げ	7.37q(0.38)	-	-	-	-	343	287	-	-	-	-	0.84	-				
PC-5-7	-	V87210	EBR II	-	-	引張試験片	316SS	CW316	0.056	0.46	1.63	0.012	0.007	13.6	16.5	2.44	-	-	-	-	0.007	-	-	冷間加工	20	-	-	0.38	-	370	4点曲げ	7.37q(0.38)	-	-	-	-	343	266	-	-	-	-	0.78	-				
PC-5-8	-	V87210	EBR II	-	-	引張試験片	316SS	CW316	0.056	0.46	1.63	0.012	0.007	13.6	16.5	2.44	-	-	-	-	0.007	-	-	冷間加工	20	-	-	0.45	-	370	4点曲げ	7.37q(0.38)	-	-	-	-	343	231	-	-	-	-	0.67	-				
PC-5-9	-	V87210	EBR II	-	-	引張試験片	316SS	CW316	0.056	0.46	1.63	0.012	0.007	13.6	16.5	2.44	-	-	-	-	0.007	-	-	冷間加工	20	-	-	0.63	-	370	4点曲げ	7.37q(0.38)	-	-	-	-	343	220	-	-	-	-	0.64	-				
PC-5-10	-	V87210	EBR II	-	-	引張試験片	316SS	CW316	0.056	0.46	1.63	0.012	0.007	13.6	16.5	2.44	-	-	-	-	0.007	-	-	冷間加工	20	-	-	0.85	-	370	4点曲げ	7.37q(0.38)	-	-	-	-	343	205	-	-	-	-	0.60	-				
PC-5-11	-	V87210	EBR II	-	-	引張試験片	316SS	CW316	0.056	0.46	1.63	0.012	0.007	13.6	16.5	2.44	-	-	-	-	0.007	-	-	冷間加工	20	-	-	0.96	-	370	4点曲げ	7.37q(0.38)	-	-	-	-	343	191	-	-	-	-	0.56	-				
PC-6-1	12C	-	EBR II	-	-	4点曲げビーム	316SS	CW316	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	冷間加工	20	4.3E+23	-	-	-	-	370	4点曲げ	7.37q(0.38)	-	-	-	-	29.0	0.2	-	-	-	-	0.60	-	σ/σ₀=exp[-E(C+Kσt)]	Table 1の 応力につ き、Kσt⇒ MPaに単位 換算	PC-R5	Kenfield et al., JNM 66(1977)23 8
PC-6-2	12D	-	EBR II	-	-	4点曲げビーム	316SS	CW316	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	冷間加工	20	4.3E+23	-	-	-	-	370	4点曲げ	7.37q(0.38)	-	-	-	-	29.0	0.2	-	-	-	-	0.55	-					
PC-6-3	12E	-	EBR II	-	-	4点曲げビーム	316SS	CW316	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	冷間加工	20	1.9E+24	-	-	-	-	370	4点曲げ	7.37q(0.38)	-	-	-	-	35.9	0.2	-	-	-	-	0.64	-	C=2.6×10 ⁻⁹ [1-exp(σt/5×10 ²⁰)] K=3×10 ⁻³⁰ E=25×10 ⁶ psi at 370℃				
PC-6-4	11G	-	EBR II	-	-	4点曲げビーム	316SS	CW316	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	冷間加工	20	6.8E+23	-	-	-	-	370	4点曲げ	7.37q(0.38)	-	-	-	-	37.2	0.2	-	-	-	-	0.57	-					
PC-6-5	11H	-	EBR II	-	-	4点曲げビーム	316SS	CW316	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	冷間加工	20	6.8E+23	-	-	-	-	370	4点曲げ	7.37q(0.38)	-	-	-	-	37.2	0.2	-	-	-	-	0.50	-					
PC-6-6	12B	-	EBR II	-	-	4点曲げビーム	316SS	CW316	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	冷間加工	20	6.8E+23	-	-	-	-	370	4点曲げ	7.37q(0.38)	-	-	-	-	48.3	0.3	-	-	-	-	0.53	-					
PC-6-7	13I	-	EBR II	-	-	4点曲げビーム	316SS	CW316	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	冷間加工	20	6.8E+23	-	-	-	-	370	4点曲げ	7.37q(0.38)	-	-	-	-	48.3	0.3	-	-	-	-	0.57	-					
PC-6-8	13J	-	EBR II	-	-	4点曲げビーム	316SS	CW316	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	冷間加工	20	6.8E+23	-	-	-	-	370	4点曲げ	7.37q(0.38)	-	-	-	-	48.3	0.3	-	-	-	-	0.54	-					
PC-6-9	12G	-	EBR II	-	-	4点曲げビーム	316SS	CW316	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	冷間加工	20	9E+23	-	-	-	-	370	4点曲げ	7.37q(0.38)	-	-	-	-	49.0	0.2	-	-	-	-	0.39	-					
PC-6-10	12H	-	EBR II	-	-	4点曲げビーム	316SS	CW316	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	冷間加工	20	9E+23	-	-	-	-	370	4点曲げ	7.37q(0.38)	-	-	-	-	49.0	0.3	-	-	-	-	0.55	-					
PC-6-11	11A	-	EBR II	-	-	4点曲げビーム	316SS	CW316	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	冷間加工	20	2E+24	-	-	-	-	370	4点曲げ	7.37q(0.38)	-	-	-	-	51.0	0.3	-	-	-	-	0.52	-					
PC-6-12	11B	-	EBR II	-	-	4点曲げビーム	316SS	CW316	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	冷間加工	20	2E+24	-	-	-	-	370	4点曲げ	7.37q(0.38)	-	-	-	-	51.0	0.2	-	-	-	-	0.47	-					
PC-6-13	13K	-	EBR II	-	-	4点曲げビーム	316SS	CW316	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	冷間加工	20	4.3E+23	-	-	-	-	370	4点曲げ	7.37q(0.38)	-	-	-	-	57.9	0.3	-	-	-	-	0.55	-					
PC-6-14	13L	-	EBR II	-	-	4点曲げビーム	316SS	CW316	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	冷間加工	20	4.3E+23	-	-	-	-	370	4点曲げ	7.37q(0.38)	-	-	-	-	57.9	0.3	-	-	-	-	0.54	-					
PC-6-15	13C	-	EBR II	-	-	4点曲げビーム	316SS	CW316	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	冷間加工	20	9E+23	-	-	-	-	370	4点曲げ	7.37q(0.38)	-	-	-	-	61.4	0.3	-	-	-	-	0.46	-					
PC-6-16	13D	-	EBR II	-	-	4点曲げビーム	316SS	CW316	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	冷間加工	20	9E+23	-	-	-	-	370	4点曲げ	7.37q(0.38)	-	-	-	-	61.4	0.3	-	-	-	-	0.51	-					
PC-6-17	13E	-	EBR II	-	-	4点曲げビーム	316SS	CW316	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	冷間加工	20	2E+24	-	-	-	-	370	4点曲げ	7.37q(0.38)	-	-	-	-	68.3	0.4	-	-	-	-	0.53	-					
PC-6-18	13F	-	EBR II	-	-	4点曲げビーム	316SS	CW316	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	冷間加工	20	2E+24	-	-	-	-	370	4点曲げ	7.37q(0.38)	-	-	-	-	68.3	0.3	-	-	-	-	0.43	-					
PC-6-19	11E	-	EBR II	-	-	4点曲げビーム	316SS	CW316	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	冷間加工	20	2E+24	-	-	-	-	370	4点曲げ	7.37q(0.38)	-	-	-	-	70.3	0.3	-	-	-	-	0.38	-					
PC-6-20	11F	-	EBR II	-	-	4点曲げビーム	316SS	CW316	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	冷間加工	20	2E+24	-	-	-	-	370	4点曲げ	7.37q(0.38)	-	-	-	-	70.3	0.3	-	-	-	-	0.47	-					
PC-6-21	13G	-	EBR II	-	-	4点曲げビーム	316SS	CW316	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	冷間加工	20	1.9E+24	-	-	-	-	370	4点曲げ	7.37q(0.38)	-	-	-	-	90.3	0.5	-	-	-	-	0.59	-					
PC-6-22	13H	-	EBR II	-	-	4点曲げビーム	316SS	CW316	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	冷間加工	20	1.9E+24	-	-	-	-	370	4点曲げ	7.37q(0.38)	-	-	-	-	89.6	0.6	-	-	-	-	0.62	-					
PC-6-23	18A-T	-	EBR II	-	-	4点曲げビーム	316SS	CW316	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	冷間加工	20	1.42E+24	-	-	-	-	370	4点曲げ	7.37q(0.38)	-	-	-	-	89.6	0.4	-	-	-	-	0.50	-					
PC-6-24	18B-T	-	EBR II	-	-	4点曲げビーム	316SS	CW316	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	冷間加工	20	1.42E+24	-	-	-	-	370	4点曲げ	7.37q(0.38)	-	-	-	-	89.6	0.4	-	-	-	-	0.48	-					
PC-6-25	18C-T	-	EBR II	-	-	4点曲げビーム	316SS	CW316	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	冷間加工	20	1.42E+24	-	-	-	-	370	4点曲げ	7.37q(0.38)	-	-	-	-	89.6	0.5	-	-	-	-	0.51	-					
PC-6-26	18D-T	-	EBR II	-	-	4点曲げビーム	316SS	CW316	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	冷間加工	20	1.42E+24	-	-	-	-	370	4点曲げ	7.37q(0.38)	-	-	-	-	89.6	0.4	-	-	-	-	0.45	-					

まとめ図1



まとめ図2



スエリング(PWR分野)データシート 1/5

DB	試験片 番号	材料 番号	照射炉	照射 環境	採取 部位	照射時 形状	詳細鋼種	鋼種	材料組成(wt%)																熱処理等	冷間 加工率	照射量 (dpaへの換算を含む)			中性子束 (フラックス)	照射 温度	測定 方法	キャビティ 有無	平均 サイズ	密度	スエリング	スエリング 計算値	備考	文献リスト No.	出典
No.	No.	No.							C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Nb	Ti	B	Cu	N	Co	Fe		(%)	(n/m2 E>0.1MeV)	(n/m2 E>1MeV)	(dpa)	(dpa/s)	(°C)				(nm)	(/m³)	(%)	(%)			
PSW-1-1	-	-	国内PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.06	0.63	1.68	0.02	0.005	12.25	16.25	2.36	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	~12	-	-	10.5	-	308	TEM	有	2.6	1.2E+22	0.026	-	-	PSW-R1	原子力安全 基盤機構 平成20年度照射誘起応力腐食割れに	
PSW-1-2	-	-	国内PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.06	0.63	1.68	0.02	0.005	12.25	16.25	2.36	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	~12	-	-	22	-	308	TEM	有	1.2	8.0E+22	0.008	-				
PSW-1-3	-	-	国内PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.06	0.63	1.68	0.02	0.005	12.25	16.25	2.36	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	~12	-	-	38	-	302	TEM	有	1.1	1.3E+23	0.010	-				
PSW-1-4	-	-	国内PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.06	0.63	1.68	0.02	0.005	12.25	16.25	2.36	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	~12	-	-	71	-	311	TEM	有	1.1	2.3E+23	0.019	-				
PSW-2-1	-	-	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	10.8	-	340	TEM	有	5.8	6.0E+21	0.107	-	-	PSW-R1	原子力安全 基盤機構 平成20年度照射誘起応力腐食割れに	
PSW-2-2	-	-	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	19.8	-	298	TEM	無	-	-	-	-	-			
PSW-3-1	A	-	国内PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.04	0.62	1.63	0.022	0.006	12.61	16.94	2.22	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	15	-	-	0.7	2.0E-09	292	TEM	無	0	0.0E+00	0	-	-	PSW-R2	福谷ら	
PSW-3-2	B	-	国内PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.04	0.62	1.63	0.022	0.006	12.61	16.94	2.22	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	15	-	-	1	3.0E-09	292	TEM	有	0.9	1.2E+23	0.004	-	PSW-R3	INSS		
PSW-3-3	C	-	国内PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.04	0.62	1.63	0.022	0.006	12.61	16.94	2.22	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	15	-	-	3	8.0E-09	293	TEM	有	0.9	3.6E+23	0.015	-				
PSW-3-4	D	-	国内PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.04	0.62	1.63	0.022	0.006	12.61	16.94	2.22	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	15	-	-	4	1.0E-08	323	TEM	有	0.9	2.1E+23	0.009	-				
PSW-3-5	E	-	国内PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.04	0.62	1.63	0.022	0.006	12.61	16.94	2.22	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	15	-	-	11	2.9E-08	323	TEM	有	0.9	5.0E+21	0.02	-				
PSW-3-6	F	-	国内PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.04	0.62	1.63	0.022	0.006	12.61	16.94	2.22	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	15	-	-	25	6.3E-08	323	TEM	有	1.0	4.0E+23	0.018	-				
PSW-3-7	G	-	国内PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.04	0.62	1.63	0.022	0.006	12.61	16.94	2.22	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	15	-	-	29	7.3E-08	322	TEM	有	1.0	9.4E+23	0.042	-				
PSW-3-8	H	-	国内PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.04	0.62	1.63	0.022	0.006	12.61	16.94	2.22	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	15	-	-	31	7.8E-08	294	TEM	有	1.0	6.9E+23	0.038	-				
PSW-3-9	I	-	国内PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.04	0.62	1.63	0.022	0.006	12.61	16.94	2.22	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	15	-	-	34	8.7E-08	292	TEM	有	1.0	3.1E+23	0.018	-				
PSW-3-10	J	-	国内PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.04	0.62	1.63	0.022	0.006	12.61	16.94	2.22	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	15	-	-	35	1.3E-07	313	TEM	有	1.0	4.2E+23	0.02	-				
PSW-3-11	K	-	国内PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.04	0.62	1.63	0.022	0.006	12.61	16.94	2.22	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	15	-	-	38	7.8E-08	298	TEM	有	1.0	3.1E+23	0.017	-				
PSW-3-12	L	-	国内PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.04	0.62	1.63	0.022	0.006	12.61	16.94	2.22	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	15	-	-	53	1.4E-07	304	TEM	有	1.1	5.8E+23	0.036	-				
PSW-3-13	M	-	国内PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.04	0.62	1.63	0.022	0.006	12.61	16.94	2.22	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	15	-	-	73	1.5E-07	305	TEM	有	1.1	4.0E+23	0.024	-				
PSW-4-1	-	-	Ringhals 2	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.045	0.43	1.70	0.026	0.01	13.3	17.4	2.69	-	-	-	-	-	0.04	Bal.	冷間加工	15	-	-	0	0	290	TEM	無	-	-	-	-	-	-	PSW-R4	Fujimoto et al., 12th EDM
PSW-4-2	-	-	Ringhals 2	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.045	0.43	1.70	0.026	0.01	13.3	17.4	2.69	-	-	-	-	-	0.04	Bal.	冷間加工	15	-	-	35	6.0E-08	325	TEM	無	-	-	-	-	-			
PSW-4-3	-	-	Ringhals 2	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.045	0.43	1.70	0.026	0.01	13.3	17.4	2.69	-	-	-	-	-	0.04	Bal.	冷間加工	15	-	-	35	6.0E-08	290	TEM	無	-	-	-	-	-			
PSW-4-4	-	E	Ringhals 2	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.045	0.43	1.70	0.026	0.01	13.3	17.4	2.69	-	-	-	-	-	0.04	Bal.	冷間加工	15	-	-	17	3.0E-08	325	TEM	有	1.34	9.1E+23	0.031	-				
PSW-4-5	-	C	Ringhals 2	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.045	0.43	1.70	0.026	0.01	13.3	17.4	2.69	-	-	-	-	-	0.04	Bal.	冷間加工	15	-	-	61	1.1E-07	295	TEM	有	1.24	8.1E+23	0.030	-				
PSW-4-6	-	A	Ringhals 2	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.045	0.43	1.70	0.026	0.01	13.3	17.4	2.69	-	-	-	-	-	0.04	Bal.	冷間加工	15	-	-	65	1.1E-07	320	TEM	有	1.20	7.6E+23	0.035	-				
PSW-5-1	A	-	Ringhals 2	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.045	0.43	1.70	0.026	0.01	13.3	17.4	2.69	-	-	-	-	-	0.04	Bal.	冷間加工	15	-	-	65	-	320	TEM	有	-	-	0.0294	-	-	PSW-R5	Chung et al., NUREG/CR 6897	
PSW-5-2	B	-	Ringhals 2	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.045	0.43	1.70	0.026	0.01	13.3	17.4	2.69	-	-	-	-	-	0.04	Bal.	冷間加工	15	-	-	61	-	295	TEM	有	-	-	0.027	-				
PSW-5-3	E	-	Ringhals 2	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.045	0.43	1.70	0.026	0.01	13.3	17.4	2.69	-	-	-	-	-	0.04	Bal.	冷間加工	15	-	-	17	-	325	TEM	有	-	-	0.014	-				
PSW-6-1	G96B	-	海外PWR	水中	BFB Near bolt threads	-	316SS	CW316	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	冷間加工	-	-	-	9.2	-	329	TEM	有	-	-	0.011	-	-	-	PSW-R5	Chung et al., NUREG/CR 6897	
PSW-6-2	G96B	-	海外PWR	水中	BFB Bolt head	-	316SS	CW316	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	冷間加工	-			18.4	-	290	TEM	無	-	-	0	-	-				
PSW-7-1	4522	-	海外PWR	水中	BFB Near bolts threads	-	347SS	347	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	溶体化	-	-	-	8.6	-	329	TEM	有	-	-	0.029	-	-	-	PSW-R5	Chung et al., NUREG/CR -6897	
PSW-7-2	4522	-	海外PWR	水中	BFB Bolt head	-	347SS	347	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	溶体化	-	-	-	16.4	-	290	TEM	無	-	-	0	-	-				
PSW-7-3	4116	-	海外PWR	水中	BFB Bolt head	-	347SS	347	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	溶体化	-	-	-	14.1	-	290	TEM	無	-	-	0	-	-				
PSW-7-4	2322	-	海外PWR	水中	BFB Near bolts threads	-	347SS	347	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	溶体化	-	-	-	11	-	329	TEM	有	-	-	0.004	-	-				
PSW-7-5	2322	-	海外PWR	水中	BFB Bolt head	-	347SS	347	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	溶体化	-	-	-	20	-	329	TEM	無	-	-	0	-	-				
PSW-7-6	G130	-	海外PWR	水中	BFB Lock bar	-	304SS	347	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	溶体化	-	-	-	20.7	-	290	TEM	無	-	-	0	-	-				
PSW-7-7	3324	-	海外PWR	水中	BFB Lock bar	-	304SS	347	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	溶体化	-	-	-	25	-	290	TEM	無	-	-	0	-	-				
PSW-7-8	2322	-	海外PWR	水中	BFB Lock bar	-	304SS	347	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	溶体化	-	-	-	24	-	290	TEM	無	-	-	0	-	-				
PSW-8-1	2K1RS-1mm	AA016	Tihange 1	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.028	0.72	1.89	0.020	0.018	12.36	16.70	2.64	-	-	-	-	0.042	0.080	Bal.	冷間加工	-	-	-	19.5	-	320	TEM	有	-	-	<0.01	-	-	-	PSW-R6	Edwards et al., JNM 317(2003)3
PSW-8-2	2K1RS-25mm	AA016	Tihange 1	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.028	0.72	1.89	0.020	0.018	12.36	16.70	2.64	-	-	-	-	0.042	0.080	Bal.	冷間加工	-	-	-	12.2	-	343	TEM	有	-	-	0.2	-	-			
PSW-8-3	2K1RS-55mm	AA016	Tihange 1	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.028	0.72	1.89	0.020	0.018	12.36	16.70	2.64	-	-	-	-	0.042	0.080	Bal.	冷間加工	-	-	-	7.5	-	333	TEM	有	-	-	0.24	-	-			
PSW-9-1	-	-	海外PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.045	0.43	1.70																													

スエリング(PWR分野)データシート 2/5

DB	試験片 番号	材料 番号	照射炉	照射 環境	採取 部位	照射時 形状	詳細鋼種	鋼種	材料組成(wt%)																熱処理等	冷間 加工率	照射量 (dpaへの換算を含む)			中性子束 (フラックス)	照射 温度	測定 方法	キャビティ 有無	平均 サイズ	密度	スエリング	スエリング 計算値	備考	文献リスト	出典																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
No.	No.	No.						C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Nb	Ti	B	Cu	N	Co	Fe		(%)	(n/m2 E>0.1MeV)	(n/m2 E>1MeV)	(dpa)	(dpa/s)	(℃)	(nm)	(/m³)			(%)	(%)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
PSW-11-1	-	-	Chooz A	水中	Baffle corner	-	CW304SS	CW304	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	冷間加工	-	-	-	<2.5	-	310	TEM	無	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-</

スエリング(PWR分野)データシート 3/5

DB	試験片 番号	材料 番号	照射炉	照射 環境	採取 部位	照射時 形状	詳細鋼種	鋼種	材料組成(wt%)															熱処理等	冷間 加工率	照射量 (dpaへの換算を含む)			中性子束 (フラックス)	照射 温度	測定 方法	キャビティ 有無	平均 サイズ	密度	スエリング	スエリング 計算値	備考	文献リスト No.	出典	
No.	No.	No.							C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Nb	Ti	B	Cu	N	Co	Fe		(%)	(n/m2 E>0.1MeV)	(n/m2 E>1MeV)	(dpa)	(dpa/s)	(℃)			(nm)	(/m³)	(%)	(%)				
PSW-13-1	U9007	Flat A(2)	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.06 0.07	0.55 0.51	1.49 0.80	0.026 0.027	0.017 0.003	9.12 9.05	18.66 18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.Bal.	-	-	-	-	26.9	1.02E-07	388	TEM/密度	-	-	-	-	1.339	-	照射温度は、	PSW-R11	EPRI MRP-5
PSW-13-2	U9007	Flat A(2)	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.06 0.07	0.55 0.51	1.49 0.80	0.026 0.027	0.017 0.003	9.12 9.05	18.66 18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.Bal.	-	-	-	-	25.7	1.00E-07	386	TEM/密度	-	-	-	-	1.312	-			
PSW-13-3	U9007	Flat A(2)	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.06 0.07	0.55 0.51	1.49 0.80	0.026 0.027	0.017 0.003	9.12 9.05	18.66 18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.Bal.	-	-	-	-	24.5	9.50E-08	385	TEM/密度	-	-	-	-	1.077	-			
PSW-13-4	U9007	Flat A(2)	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.06 0.07	0.55 0.51	1.49 0.80	0.026 0.027	0.017 0.003	9.12 9.05	18.66 18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.Bal.	-	-	-	-	23.0	9.00E-08	383	TEM/密度	-	-	-	-	1.017	-			
PSW-13-5	U9007	Flat A(2)	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.06 0.07	0.55 0.51	1.49 0.80	0.026 0.027	0.017 0.003	9.12 9.05	18.66 18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.Bal.	-	-	-	-	21.4	8.40E-08	382	TEM/密度	-	-	-	-	0.879	-			
PSW-13-6	U9007	Flat A(2)	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.06 0.07	0.55 0.51	1.49 0.80	0.026 0.027	0.017 0.003	9.12 9.05	18.66 18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.Bal.	-	-	-	-	20.0	7.90E-08	381	TEM/密度	-	-	-	-	0.660	-			
PSW-13-7	U9007	Flat A(2)	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.06 0.07	0.55 0.51	1.49 0.80	0.026 0.027	0.017 0.003	9.12 9.05	18.66 18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.Bal.	-	-	-	-	18.2	7.40E-08	380	TEM/密度	-	-	-	-	0.690	-			
PSW-13-8	U9007	Flat A(2)	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.06 0.07	0.55 0.51	1.49 0.80	0.026 0.027	0.017 0.003	9.12 9.05	18.66 18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.Bal.	-	-	-	-	16.8	6.80E-08	379	TEM/密度	-	-	-	-	0.520	-			
PSW-13-9	U9007	Flat D(5)	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.06 0.07	0.55 0.51	1.49 0.80	0.026 0.027	0.017 0.003	9.12 9.05	18.66 18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.Bal.	-	-	-	-	22.1	8.40E-08	388	TEM/密度	-	-	-	-	0.844	-			
PSW-13-10	U9007	Flat D(5)	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.06 0.07	0.55 0.51	1.49 0.80	0.026 0.027	0.017 0.003	9.12 9.05	18.66 18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.Bal.	-	-	-	-	21.1	8.20E-08	386	TEM/密度	-	-	-	-	0.698	-			
PSW-13-11	U9007	Flat D(5)	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.06 0.07	0.55 0.51	1.49 0.80	0.026 0.027	0.017 0.003	9.12 9.05	18.66 18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.Bal.	-	-	-	-	20.1	7.70E-08	385	TEM/密度	-	-	-	-	0.653	-			
PSW-13-12	U9007	Flat D(5)	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.06 0.07	0.55 0.51	1.49 0.80	0.026 0.027	0.017 0.003	9.12 9.05	18.66 18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.Bal.	-	-	-	-	19.0	7.40E-08	383	TEM/密度	-	-	-	-	0.509	-			
PSW-13-13	U9007	Flat D(5)	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.06 0.07	0.55 0.51	1.49 0.80	0.026 0.027	0.017 0.003	9.12 9.05	18.66 18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.Bal.	-	-	-	-	17.5	7.00E-08	382	TEM/密度	-	-	-	-	0.497	-			
PSW-13-14	U9007	Flat D(5)	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.06 0.07	0.55 0.51	1.49 0.80	0.026 0.027	0.017 0.003	9.12 9.05	18.66 18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.Bal.	-	-	-	-	16.4	6.60E-08	381	TEM/密度	-	-	-	-	0.428	-			
PSW-13-15	U9007	Flat D(5)	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.06 0.07	0.55 0.51	1.49 0.80	0.026 0.027	0.017 0.003	9.12 9.05	18.66 18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.Bal.	-	-	-	-	15.0	6.20E-08	380	TEM/密度	-	-	-	-	0.340	-			
PSW-13-16	U9007	Flat D(5)	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.06 0.07	0.55 0.51	1.49 0.80	0.026 0.027	0.017 0.003	9.12 9.05	18.66 18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.Bal.	-	-	-	-	13.8	5.70E-08	379	TEM/密度	-	-	-	-	0.300	-			
PSW-13-17	U9007	Flat F(1)	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.06 0.07	0.55 0.51	1.49 0.80	0.026 0.027	0.017 0.003	9.12 9.05	18.66 18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.Bal.	-	-	-	-	29.9	1.12E-07	389	TEM/密度	-	-	-	-	1.874	-			
PSW-13-18	U9007	Flat F(1)	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.06 0.07	0.55 0.51	1.49 0.80	0.026 0.027	0.017 0.003	9.12 9.05	18.66 18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.Bal.	-	-	-	-	28.8	1.08E-07	387	TEM/密度	-	-	-	-	1.729	-			
PSW-13-19	U9007	Flat F(1)	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.06 0.07	0.55 0.51	1.49 0.80	0.026 0.027	0.017 0.003	9.12 9.05	18.66 18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.Bal.	-	-	-	-	25.6	9.80E-08	384	TEM/密度	-	-	-	-	1.417	-			
PSW-13-20	U9007	Flat F(1)	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.06 0.07	0.55 0.51	1.49 0.80	0.026 0.027	0.017 0.003	9.12 9.05	18.66 18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.Bal.	-	-	-	-	23.8	9.10E-08	382	TEM/密度	-	-	-	-	1.173	-			
PSW-13-21	U9007	Flat F(1)	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.06 0.07	0.55 0.51	1.49 0.80	0.026 0.027	0.017 0.003	9.12 9.05	18.66 18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.Bal.	-	-	-	-	21.7	8.40E-08	381	TEM/密度	-	-	-	-	1.014	-			
PSW-13-22	U9007	Flat F(1)	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.06 0.07	0.55 0.51	1.49 0.80	0.026 0.027	0.017 0.003	9.12 9.05	18.66 18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.Bal.	-	-	-	-	19.6	7.80E-08	380	TEM/密度	-	-	-	-	0.938	-			
PSW-13-23	U9007	Flat F(1)	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.06 0.07	0.55 0.51	1.49 0.80	0.026 0.027	0.017 0.003	9.12 9.05	18.66 18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.Bal.	-	-	-	-	17.8	7.20E-08	379	TEM/密度	-	-	-	-	0.690	-			
PSW-13-24	U9007	Flat F(1)	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.06 0.07	0.55 0.51	1.49 0.80	0.026 0.027	0.017 0.003	9.12 9.05	18.66 18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.Bal.	-	-	-	-	16.0	6.50E-08	378	TEM/密度	-	-	-	-	0.607	-			
PSW-13-25	U9007	Flat F(1)	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.06 0.07	0.55 0.51	1.49 0.80	0.026 0.027	0.017 0.003	9.12 9.05	18.66 18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.Bal.	-	-	-	-	14.3	5.70E-08	378	TEM/密度	-	-	-	-	0.503	-			
PSW-13-26	U9007	Flat C(4)																																						

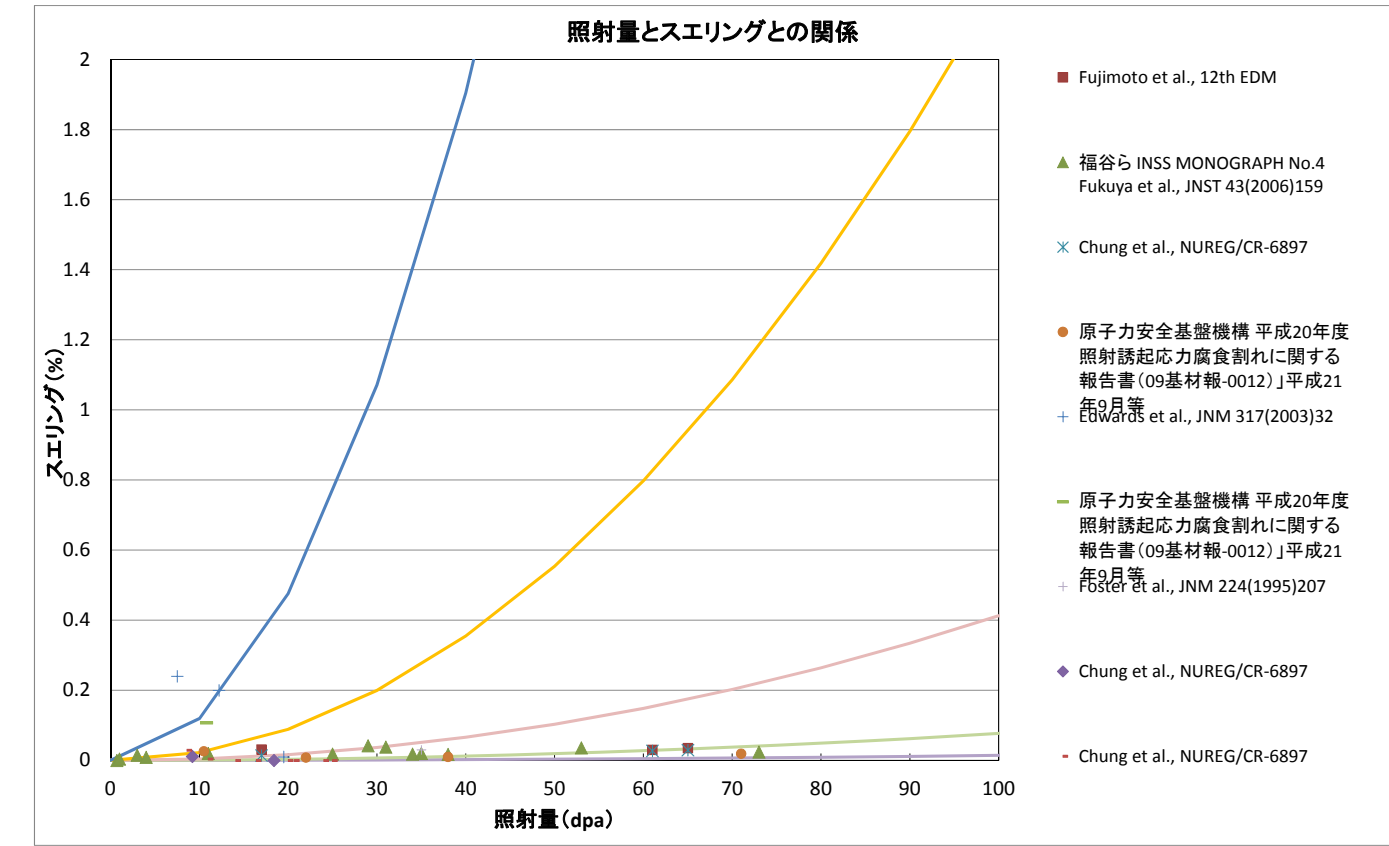
スエリング(PWR分野)データシート 4/5

DB	試験片 番号	材料 番号	照射炉	照射 環境	採取 部位	照射時 形状	詳細鋼種	鋼種	材料組成(wt%)																熱処理等	冷間 加工率	照射量 (dpaへの換算を含む)			中性子束 (フラックス)	照射 温度	測定 方法	キャビティ 有無	平均 サイズ	密度	スエリング	スエリング 計算値	備考	文献リスト No.	出典
No.	No.	No.							C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Nb	Ti	B	Cu	N	Co	Fe		(%)	(n/m2 E>0.1MeV)	(n/m2 E>1MeV)	(dpa)	(dpa/s)	(℃)			(nm)	(/m³)	(%)	(%)				
PSW-13-49	U9807	Flat 3	EBR-II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.07	0.51	0.8	0.027	0.003	9.05	18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	-	12.6	1.25E-07	387	TEM/密度	-	-	-	0.341	-				
PSW-13-50	U9807	Flat 3	EBR-II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.07	0.51	0.8	0.027	0.003	9.05	18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	-	14.6	1.75E-07	387	TEM/密度	-	-	-	0.236	-				
PSW-13-51	U9807	Flat 3	EBR-II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.07	0.51	0.8	0.027	0.003	9.05	18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	-	16.4	2.00E-07	387	TEM/密度	-	-	-	0.270	-				
PSW-13-52	U9807	Flat 3	EBR-II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.07	0.51	0.8	0.027	0.003	9.05	18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	-	18.4	2.30E-07	388	TEM/密度	-	-	-	0.326	-				
PSW-13-53	U9807	Flat 3	EBR-II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.07	0.51	0.8	0.027	0.003	9.05	18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	-	20.4	2.50E-07	389	TEM/密度	-	-	-	0.331	-				
PSW-13-54	U9807	Flat 3	EBR-II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.07	0.51	0.8	0.027	0.003	9.05	18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	-	23.8	2.90E-07	392	TEM/密度	-	-	-	0.558	-				
PSW-13-55	U9807	Flat 3	EBR-II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.07	0.51	0.8	0.027	0.003	9.05	18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	-	25.1	3.00E-07	395	TEM/密度	-	-	-	0.604	-				
PSW-13-56	U9807	Flat 3	EBR-II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.07	0.51	0.8	0.027	0.003	9.05	18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	-	26.3	3.10E-07	397	TEM/密度	-	-	-	0.712	-				
PSW-13-57	U9807	Flat 6	EBR-II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.07	0.51	0.8	0.027	0.003	9.05	18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	-	12.5	1.35E-07	387	TEM/密度	-	-	-	0.284	-				
PSW-13-58	U9807	Flat 6	EBR-II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.07	0.51	0.8	0.027	0.003	9.05	18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	-	14.2	1.60E-07	387	TEM/密度	-	-	-	0.032	-				
PSW-13-59	U9807	Flat 6	EBR-II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.07	0.51	0.8	0.027	0.003	9.05	18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	-	16.4	1.80E-07	387	TEM/密度	-	-	-	0.406	-				
PSW-13-60	U9807	Flat 6	EBR-II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.07	0.51	0.8	0.027	0.003	9.05	18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	-	18.3	2.15E-07	388	TEM/密度	-	-	-	0.247	-				
PSW-13-61	U9807	Flat 6	EBR-II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.07	0.51	0.8	0.027	0.003	9.05	18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	-	20.5	2.45E-07	389	TEM/密度	-	-	-	0.430	-				
PSW-13-62	U9807	Flat 6	EBR-II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.07	0.51	0.8	0.027	0.003	9.05	18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	-	22.8	2.70E-07	390	TEM/密度	-	-	-	0.591	-				
PSW-13-63	U9807	Flat 6	EBR-II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.07	0.51	0.8	0.027	0.003	9.05	18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	-	24.5	2.90E-07	392	TEM/密度	-	-	-	0.683	-				
PSW-13-64	U9807	Flat 6	EBR-II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.07	0.51	0.8	0.027	0.003	9.05	18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	-	26.0	3.00E-07	394	TEM/密度	-	-	-	0.727	-				
PSW-13-65	U9807	Flat 1	EBR-II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.07	0.51	0.8	0.027	0.003	9.05	18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	-	14.3	1.70E-07	383	TEM/密度	-	-	-	0.297	-				
PSW-13-66	U9807	Flat 1	EBR-II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.07	0.51	0.8	0.027	0.003	9.05	18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	-	17.1	2.10E-07	385	TEM/密度	-	-	-	0.411	-				
PSW-13-67	U9807	Flat 1	EBR-II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.07	0.51	0.8	0.027	0.003	9.05	18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	-	19.1	2.30E-07	386	TEM/密度	-	-	-	0.475	-				
PSW-13-68	U9807	Flat 1	EBR-II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.07	0.51	0.8	0.027	0.003	9.05	18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	-	22.3	2.70E-07	388	TEM/密度	-	-	-	0.508	-				
PSW-13-69	U9807	Flat 1	EBR-II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.07	0.51	0.8	0.027	0.003	9.05	18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	-	24.9	3.00E-07	389	TEM/密度	-	-	-	1.208	-				
PSW-13-70	U9807	Flat 1	EBR-II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.07	0.51	0.8	0.027	0.003	9.05	18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	-	28.9	3.40E-07	392	TEM/密度	-	-	-	1.782	-				
PSW-13-71	U9807	Flat 1	EBR-II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.07	0.51	0.8	0.027	0.003	9.05	18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	-	30.5	3.50E-07	394	TEM/密度	-	-	-	2.007	-				
PSW-13-72	U9807	Flat 1	EBR-II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.07	0.51	0.8	0.027	0.003	9.05	18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	-	31.6	3.60E-07	397	TEM/密度	-	-	-	2.215	-				
PSW-13-73	U9807	Flat 4	EBR-II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.07	0.51	0.8	0.027	0.003	9.05	18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	-	10.6	1.25E-07	387	TEM/密度	-	-	-	0.200	-				
PSW-13-74	U9807	Flat 4	EBR-II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.07	0.51	0.8	0.027	0.003	9.05	18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	-	12.4	1.50E-07	387	TEM/密度	-	-	-	0.211	-				
PSW-13-75	U9807	Flat 4	EBR-II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.07	0.51	0.8	0.027	0.003	9.05	18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	-	13.7	1.65E-07	387	TEM/密度	-	-	-	0.289	-				
PSW-13-76	U9807	Flat 4	EBR-II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.07	0.51	0.8	0.027	0.003	9.05	18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	-	15.3	1.80E-07	388	TEM/密度	-	-	-	0.157	-				
PSW-13-77	U9807	Flat 4	EBR-II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.07	0.51	0.8	0.027	0.003	9.05	18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	-	16.9	2.00E-07	389	TEM/密度	-	-	-	0.421	-				
PSW-13-78	U9807	Flat 4	EBR-II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.07	0.51	0.8	0.027	0.003	9.05	18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	-	18.7	2.20E-07	390	TEM/密度	-	-	-	0.462	-				
PSW-13-79	U9807	Flat 4	EBR-II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.07	0.51	0.8	0.027	0.003	9.05	18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	-	20.0	2.30E-07	392	TEM/密度	-	-	-	0.446	-				
PSW-13-80	U9807	Flat 4	EBR-II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.07	0.51	0.8	0.027	0.003	9.05	18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	-	21.2	2.40E-07	394	TEM/密度	-	-	-	0.503	-				
PSW-13-81	U9807	Flat 4	EBR-II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.07	0.51	0.8	0.027	0.003	9.05	18.56	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	-	22.8	2.60E-07	399	TEM/密度	-	-	-	0.605	-				

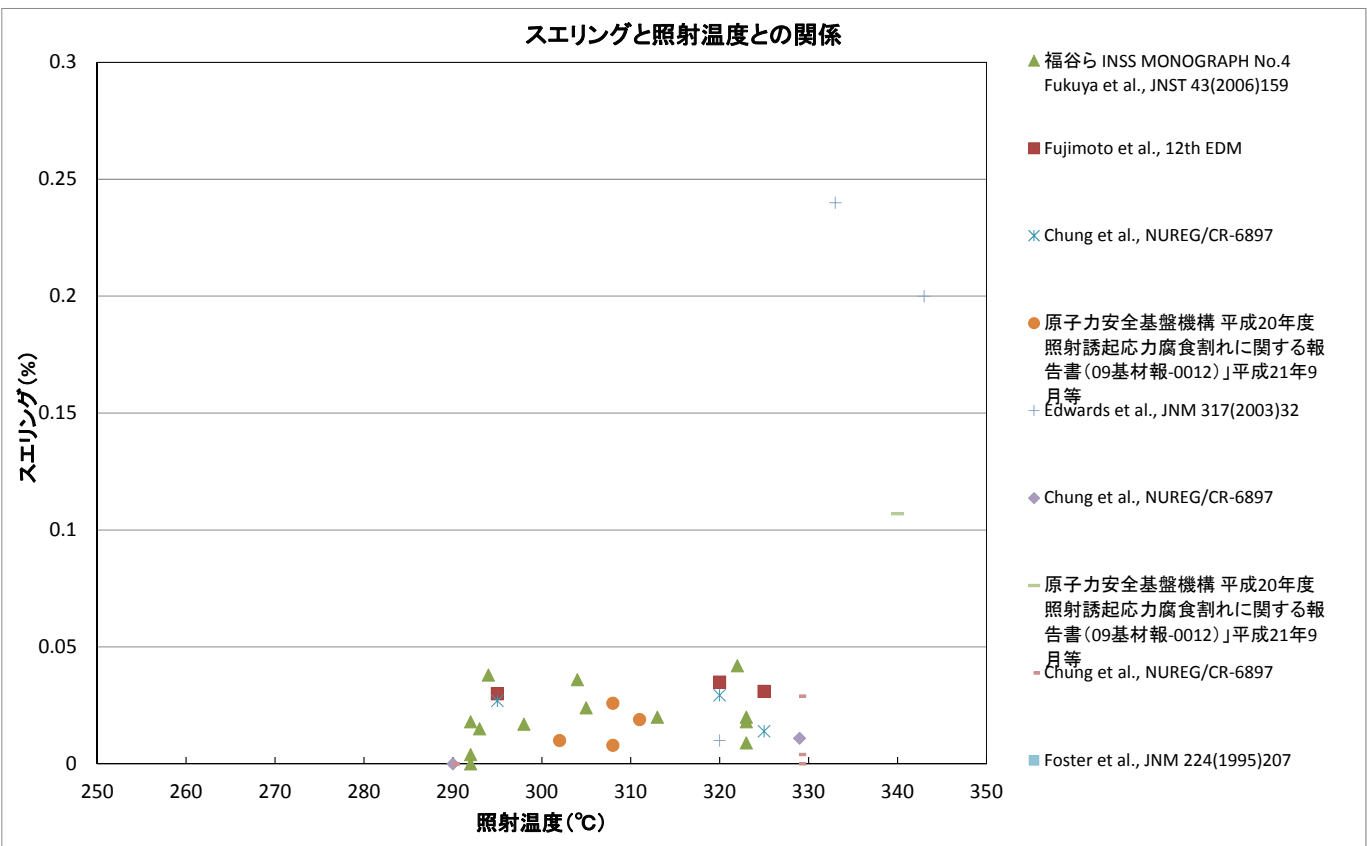
スエリング(PWR分野)データシート 5/5

DB	試験片 番号	材料 番号	照射炉	照射 環境	採取 部位	照射時 形状	詳細鋼種	鋼種	材料組成(wt%)																熱処理等	冷間 加工率	照射量 (dpaへの換算を含む)			中性子束 (フラックス)	照射 温度	測定 方法	キャビティ 有無	平均 サイズ	密度	スエリング	スエリング 計算値	備考	文献リスト No.	出典
No.	No.	No.							C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Nb	Ti	B	Cu	N	Co	Fe		(%)	(n/m2 E>0.1MeV)	(n/m2 E>1MeV)	(dpa)	(dpa/s)	(°C)			(nm)	(/m³)	(%)	(%)				
PSW-13-82	U1603	Flat 3	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.7	6.20E-09	373	TEM/密度	-	-	-	0.368	-					
PSW-13-83	U1603	Flat 3	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.1	6.80E-09	374	TEM/密度	-	-	-	0.526	-					
PSW-13-84	U1603	Flat 3	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.4	7.50E-09	375	TEM/密度	-	-	-	0.321	-					
PSW-13-85	U1603	Flat 3	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.9	8.00E-09	375	TEM/密度	-	-	-	0.354	-					
PSW-13-86	U1603	Flat 3	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.2	8.60E-09	376	TEM/密度	-	-	-	0.432	-					
PSW-13-87	U1603	Flat 3	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.5	9.30E-09	377	TEM/密度	-	-	-	0.710	-					
PSW-13-88	U1603	Flat 3	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.9	9.60E-09	378	TEM/密度	-	-	-	0.566	-					
PSW-13-89	U1603	Flat 3	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.0	9.70E-09	379	TEM/密度	-	-	-	0.370	-					
PSW-13-90	U1603	Flat 3	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.3	9.80E-09	379	TEM/密度	-	-	-	0.486	-					
PSW-13-91	U1603	Flat 3	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.4	-	-	-	-	-	-	6.4	1.00E-08	380	TEM/密度	-	-	-	0.485	-					
PSW-13-92	U1603	Flat 3	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.5	1.01E-08	381	TEM/密度	-	-	-	0.737	-					
PSW-13-93	U1603	Flat 3	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.5	1.01E-08	382	TEM/密度	-	-	-	0.623	-					
PSW-13-94	U1603	Flat 3	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.2	9.90E-09	384	TEM/密度	-	-	-	0.696	-					
PSW-13-95	U1603	Flat 3	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.0	9.70E-09	384	TEM/密度	-	-	-	0.535	-					
PSW-13-96	U1603	Flat 3	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.8	9.60E-09	385	TEM/密度	-	-	-	0.557	-					
PSW-13-97	U1603	Flat 3	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.4	9.20E-09	386	TEM/密度	-	-	-	0.430	-					
PSW-13-98	U1603	Flat 3	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.1	8.50E-09	387	TEM/密度	-	-	-	0.351	-					
PSW-13-99	U1603	Flat 3	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.7	8.00E-09	388	TEM/密度	-	-	-	0.486	-					
PSW-13-100	U1603	Flat 3	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.4	7.40E-09	389	TEM/密度	-	-	-	0.309	-					
PSW-13-101	U1603	Flat 3	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.0	6.80E-09	389	TEM/密度	-	-	-	0.128	-					
PSW-13-102	U1603	Flat 6	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.6	9.60E-09	374	TEM/密度	-	-	-	0.508	-					
PSW-13-103	U1603	Flat 6	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.3	1.07E-08	374	TEM/密度	-	-	-	0.677	-					
PSW-13-104	U1603	Flat 6	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.8	1.15E-08	375	TEM/密度	-	-	-	0.493	-					
PSW-13-105	U1603	Flat 6	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.4	1.24E-08	375	TEM/密度	-	-	-	0.426	-					
PSW-13-106	U1603	Flat 6	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.9	1.32E-08	376	TEM/密度	-	-	-	0.863	-					
PSW-13-107	U1603	Flat 6	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.5	1.40E-08	377	TEM/密度	-	-	-	0.951	-					
PSW-13-108	U1603	Flat 6	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.0	1.46E-08	377	TEM/密度	-	-	-	1.110	-					
PSW-13-109	U1603	Flat 6	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.4	-	-	-	-	-	-	-	9.4	1.49E-08	378	TEM/密度	-	-	-	1.170	-					
PSW-13-110	U1603	Flat 6	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.7	1.52E-08	379	TEM/密度	-	-	-	0.689	-					
PSW-13-111	U1603	Flat 6	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.0	1.54E-08	380	TEM/密度	-	-	-	1.151	-					
PSW-13-112	U1603	Flat 6	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.1	1.56E-08	381	TEM/密度	-	-	-	0.817	-					
PSW-13-113	U1603	Flat 6	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.0	1.56E-08	382	TEM/密度	-	-	-	1.288	-					
PSW-13-114	U1603	Flat 6	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.6	1.51E-08	384	TEM/密度	-	-	-	0.970	-					
PSW-13-115	U1603	Flat 6	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.3	1.48E-08	385	TEM/密度	-	-	-	0.749	-					
PSW-13-116	U1603	Flat 6	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.9	1.47E-08	386	TEM/密度	-	-	-	0.733	-					
PSW-13-117	U1603	Flat 6	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.3	1.40E-08	386	TEM/密度	-	-	-	0.575	-					
PSW-13-118	U1603	Flat 6	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.7	1.30E-08	387	TEM/密度	-	-	-	0.668	-					
PSW-13-119	U1603	Flat 6	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.2	1.23E-08	388	TEM/密度	-	-	-	0.598	-					
PSW-13-120	U1603	Flat 6	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.7	1.15E-08	388	TEM/密度	-	-	-	0.483	-					
PSW-13-121	U1603	Flat 6	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.0	1.06E-08	389	TEM/密度	-	-	-	0.410	-					
PSW-13-122	U8972	Flat 2	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.07	0.51	0.8	0.027	0.003	9.05	18.56	-	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	12.8	1.00E-07	381	TEM/密度	-	-	-	0.515	-				
PSW-13-123	U8972	Flat 2	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.07	0.51	0.8	0.027	0.003	9.05	18.56	-	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	14.1	1.13E-07	382	TEM/密度	-	-	-	0.568	-				
PSW-13-124	U8972	Flat 2	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.07	0.51	0.8	0.027	0.003	9.05	18.56	-	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	16.0	1.26E-07	383	TEM/密度	-	-	-	0.591	-				
PSW-13-125	U8972	Flat 2	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.07	0.51	0.8	0.027	0.003	9.05	18.56	-	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	17.9	1.40E-07	385	TEM/密度	-	-	-	0.755	-				
PSW-13-126	U8972	Flat 2	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.07	0.51	0.8	0.027	0.003	9.05	18.56	-	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	19.1	1.50E-07	387	TEM/密度	-	-	-	0.731	-				
PSW-13-127	U8972	Flat 2	EBR- II	Na中	反射体	-	304SS	304	0.07	0.51	0.8	0.027	0.003	9.05	18.56	-	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	20.8	1.65E-07											

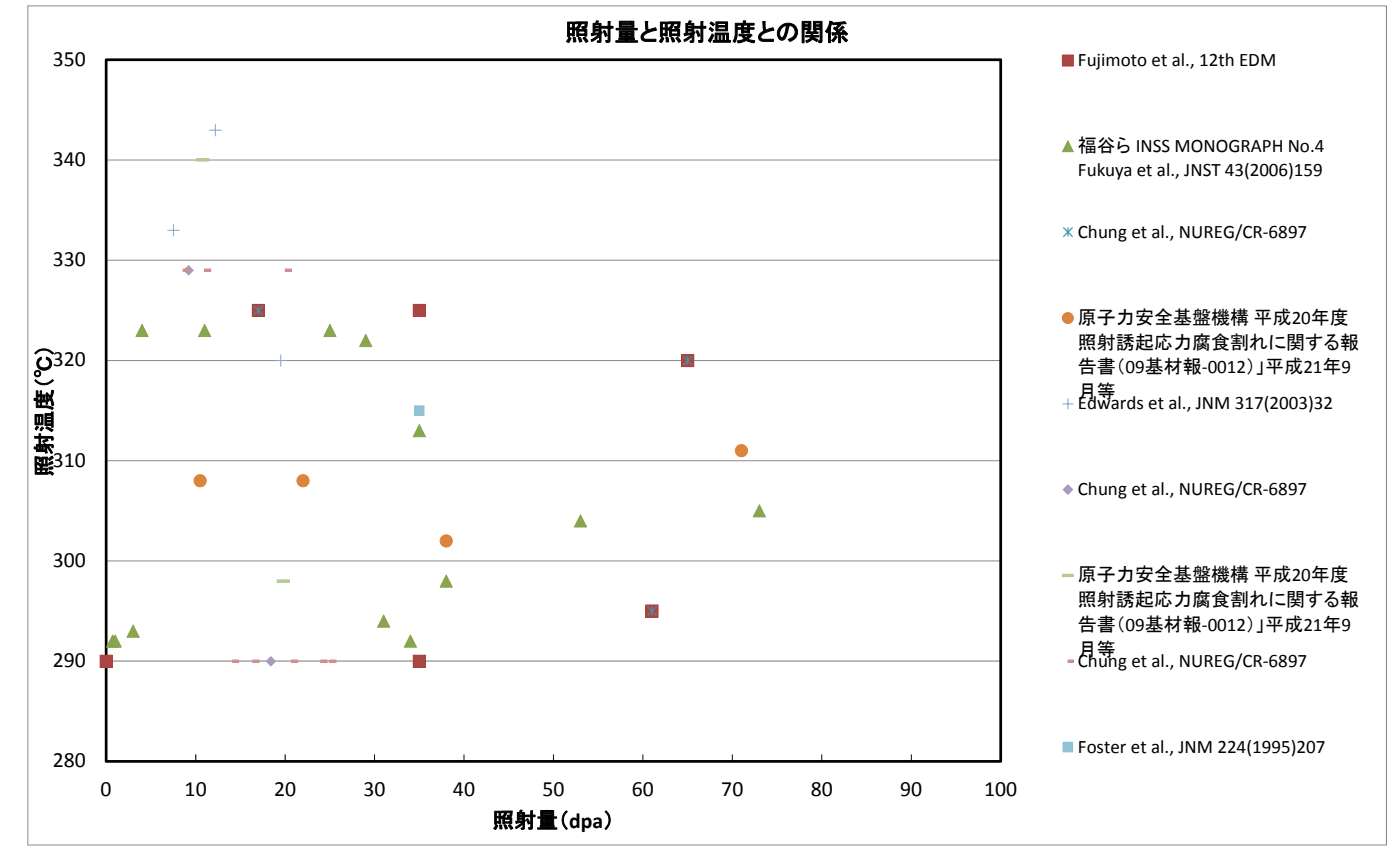
まとめ図1



まとめ図2



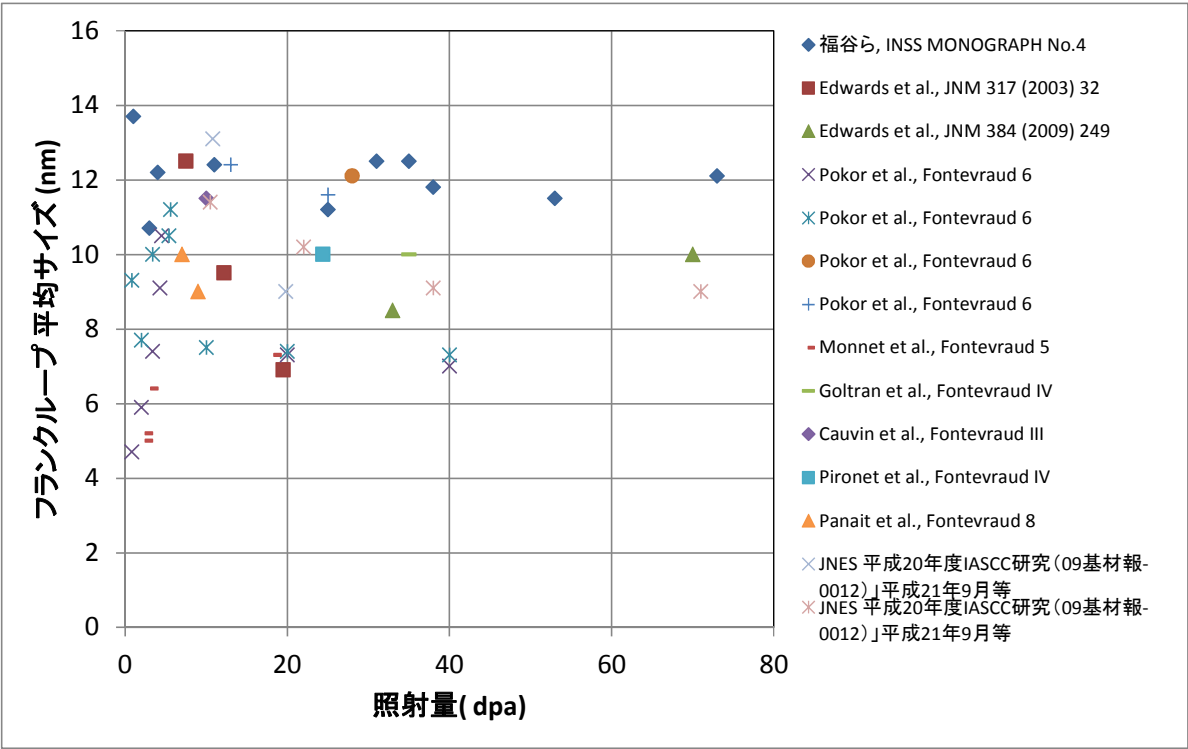
まとめ図3



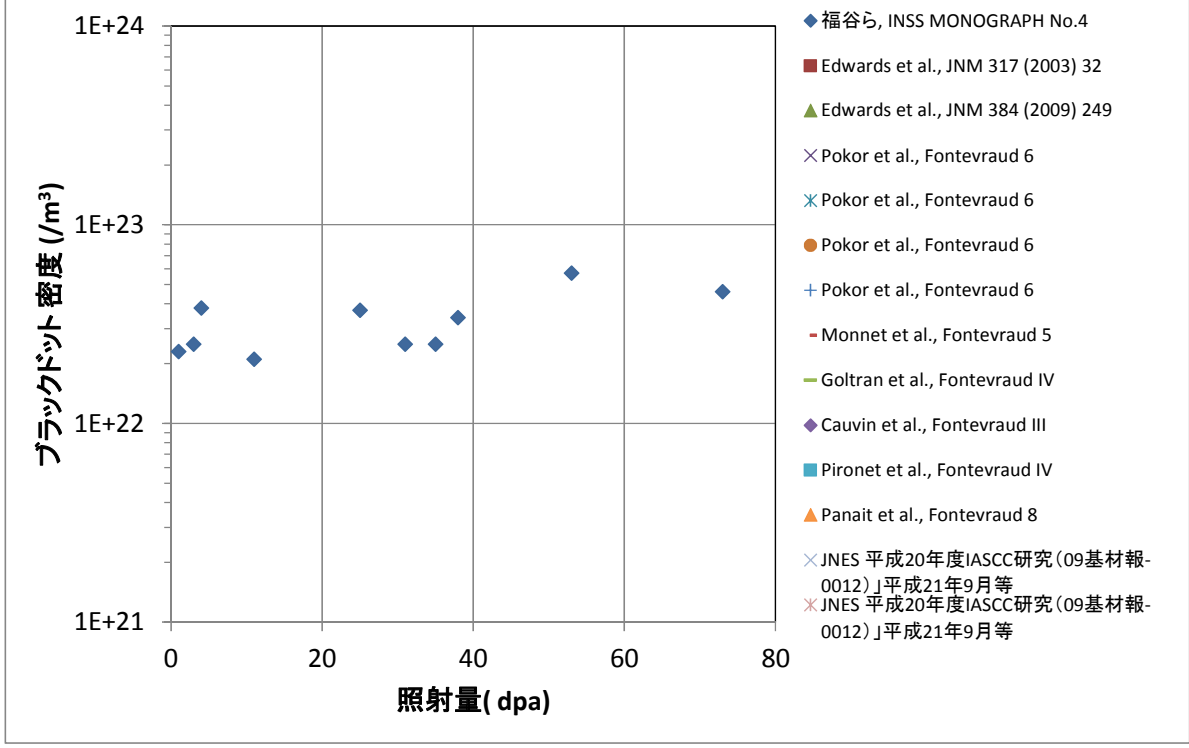
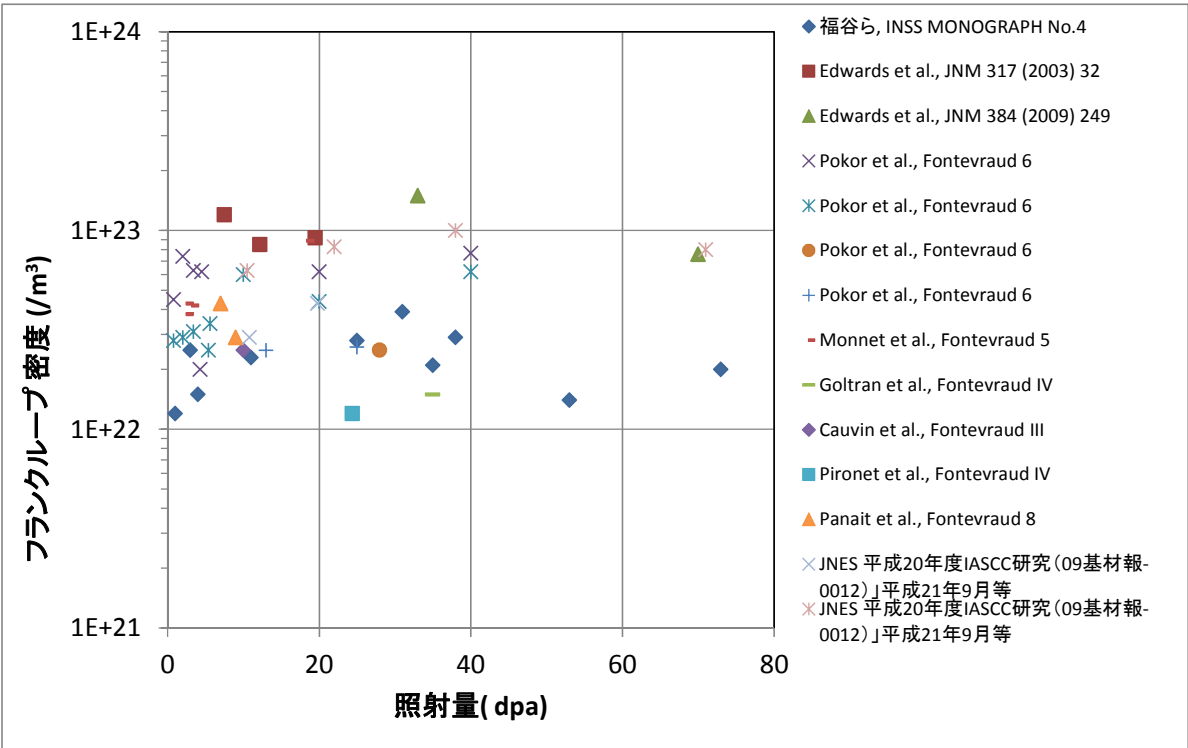
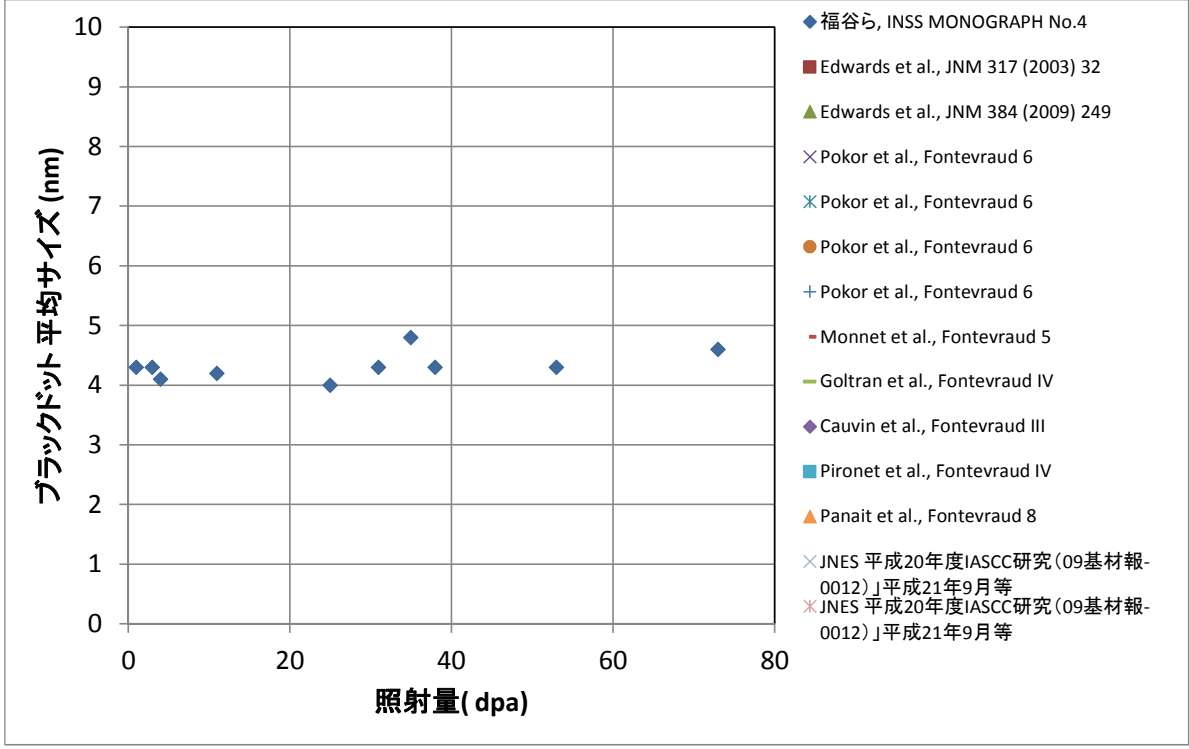
マイクロ組織(PWR分野)データシート 1/1

[illegible]

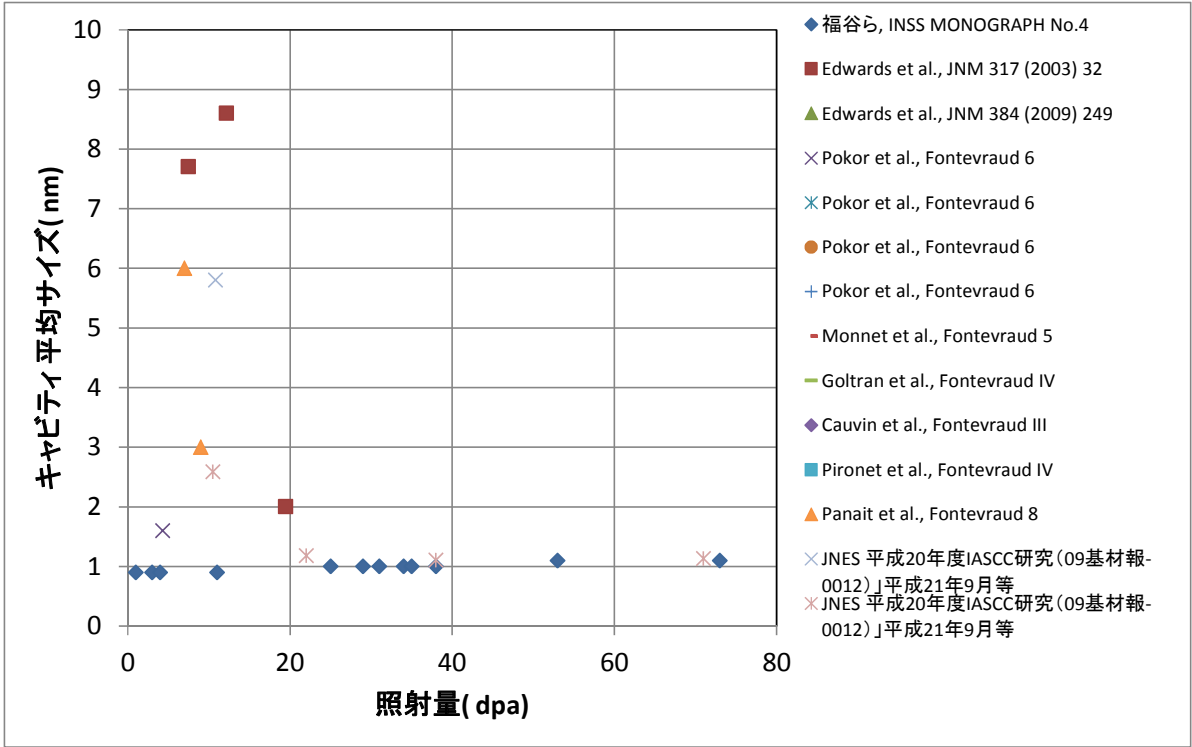
まとめ図1



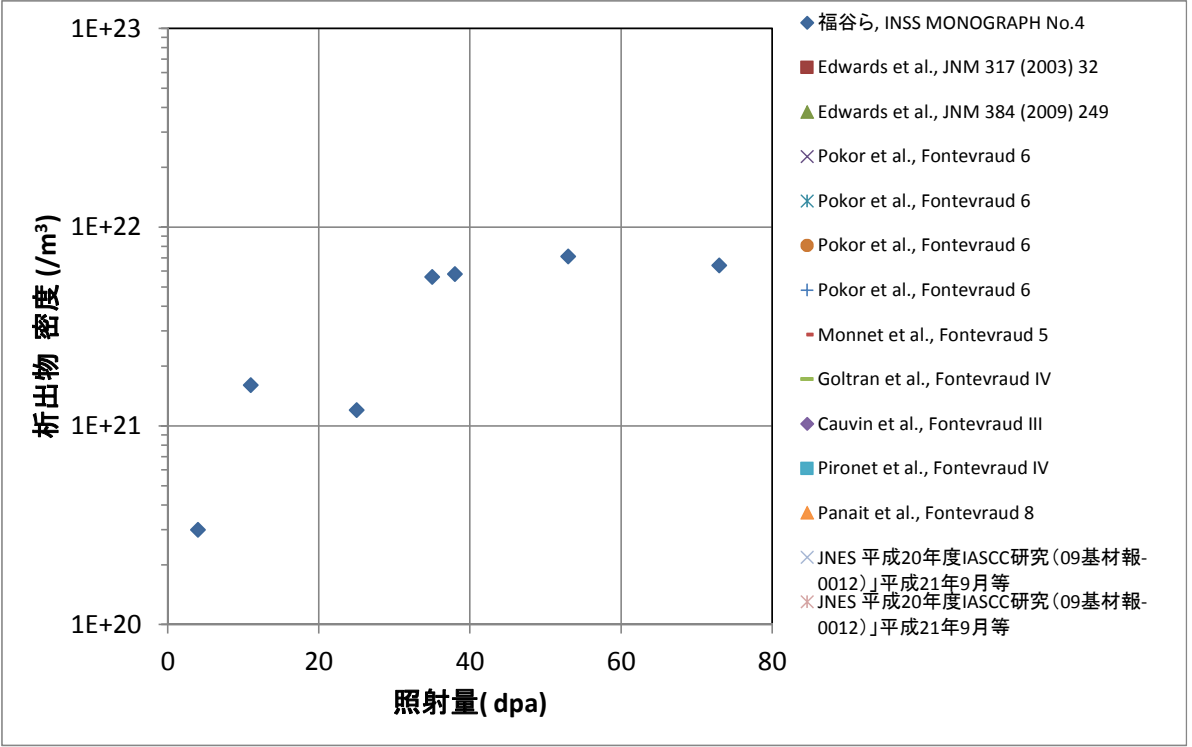
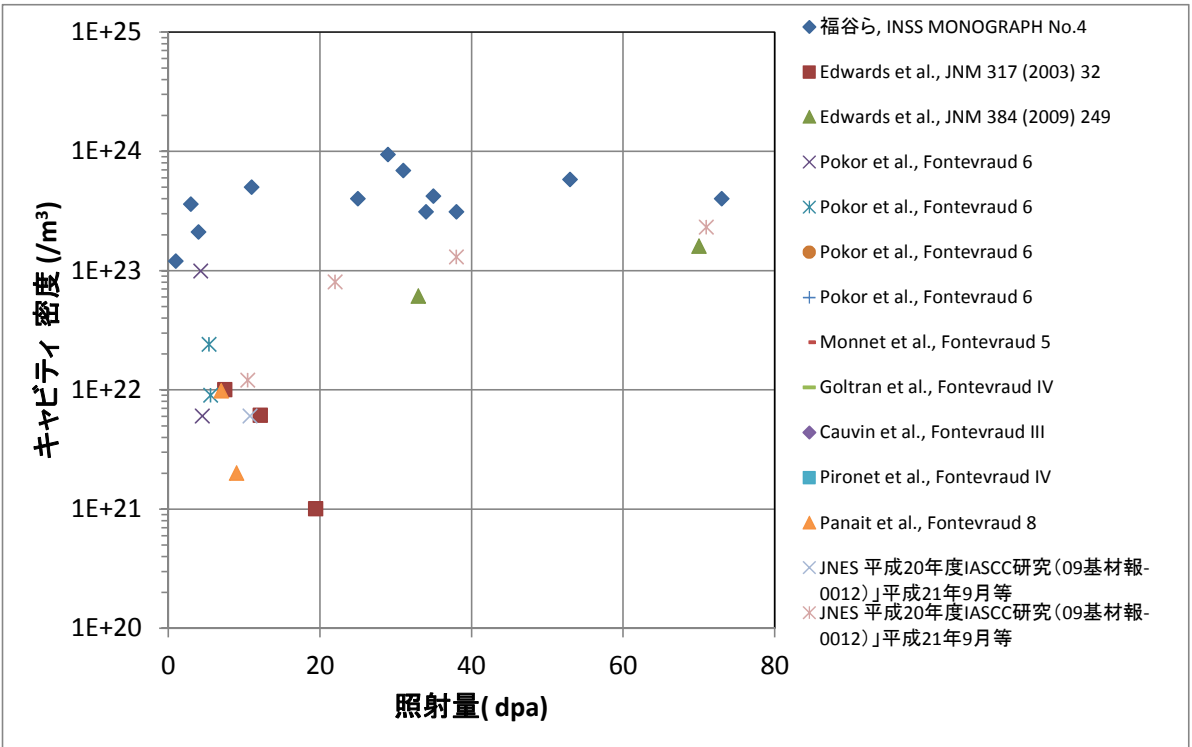
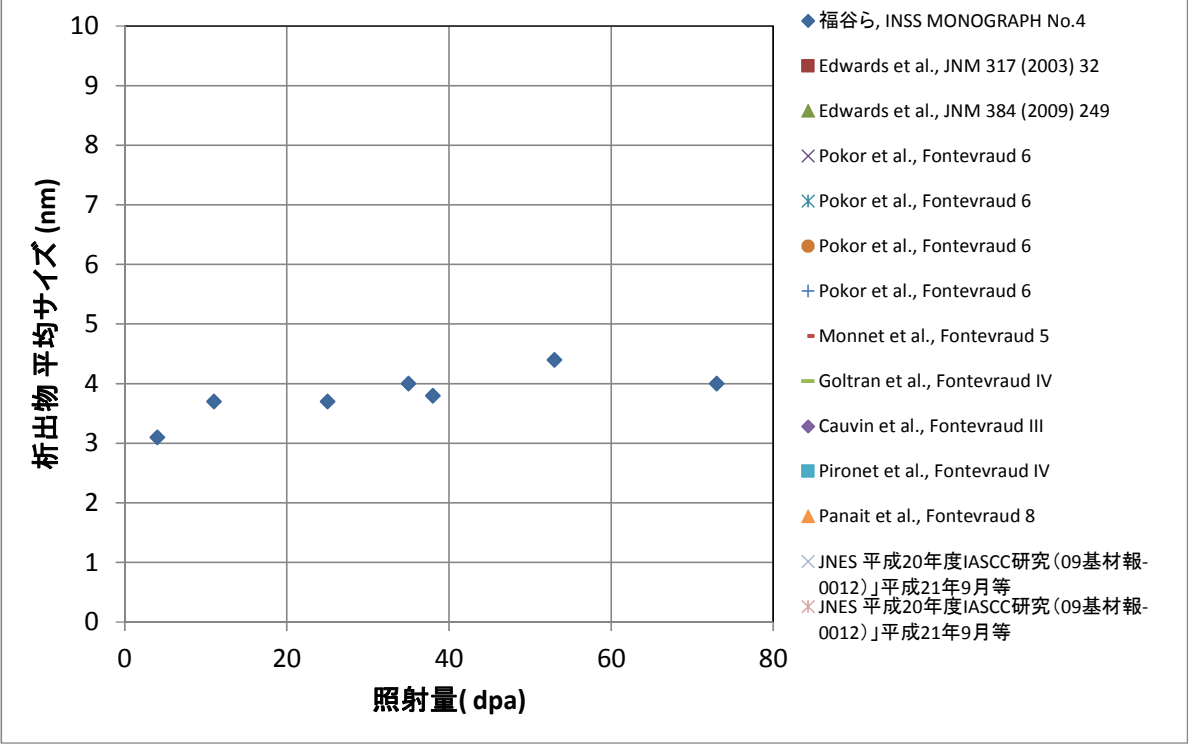
まとめ図2



まとめ図3



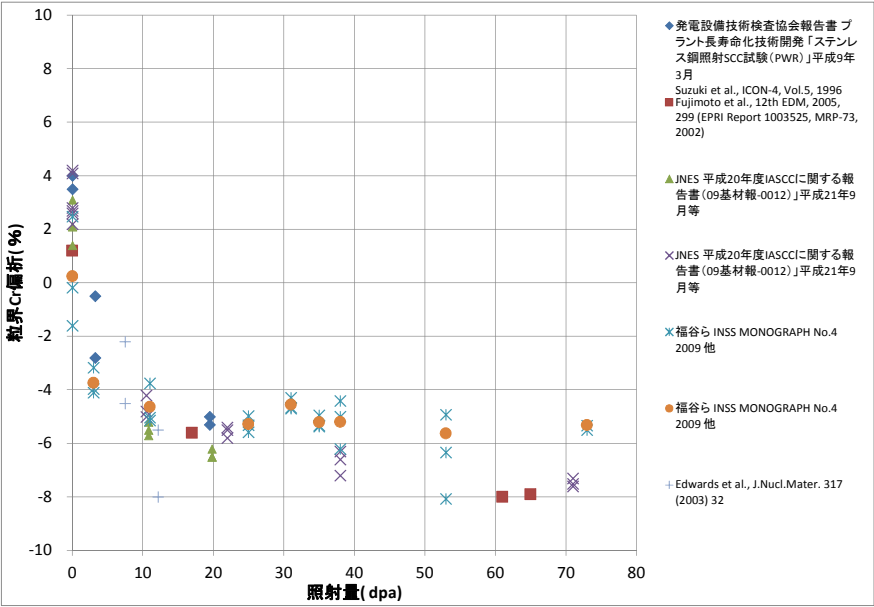
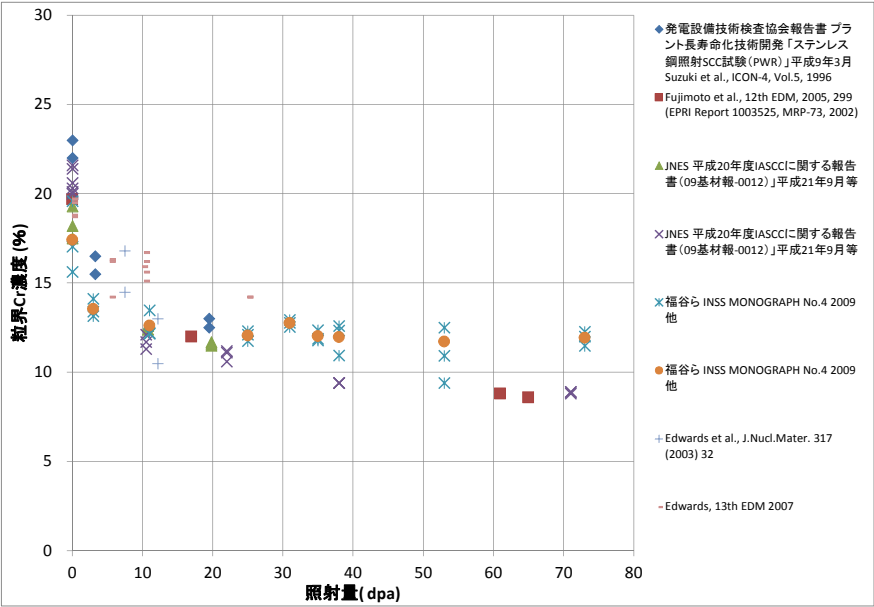
まとめ図4



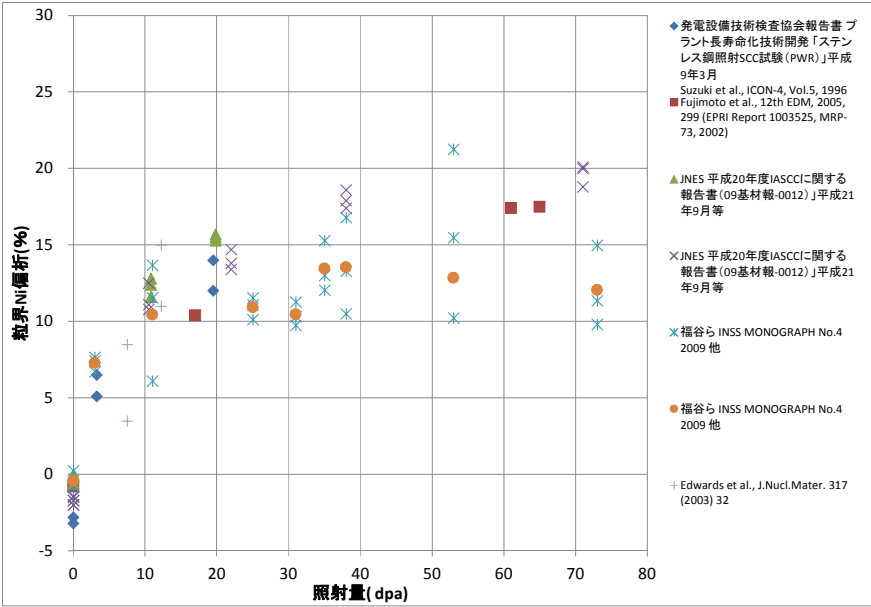
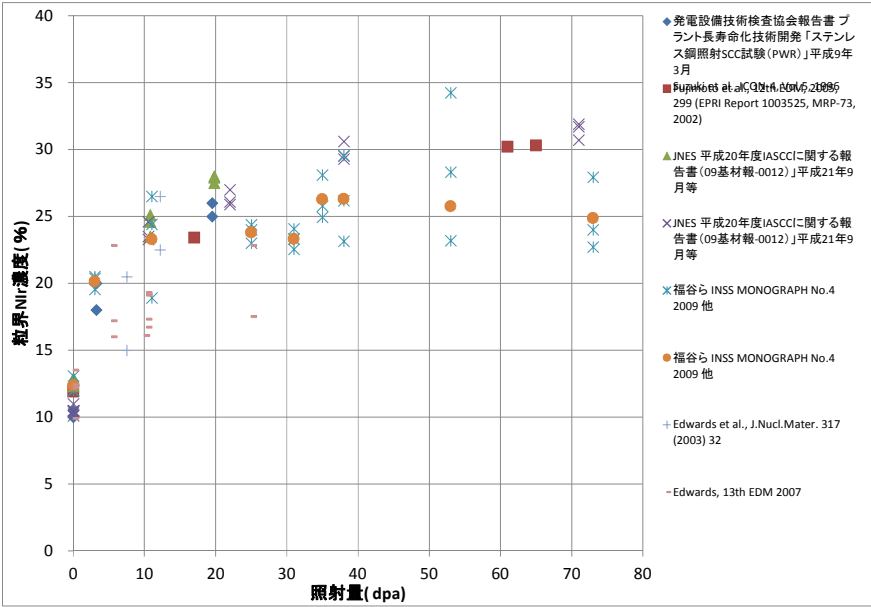
粒界分析(PWR分野)データシート 1/1

DB	試験片番号	材料番号	照射炉	照射環境	採取部位	照射時形状	詳細鋼種	鋼種	材料組成(wt%)																熱処理等	冷間加工率 (%)	照射量 (dpaへの換算を含む)			中性子束 (フラックス)	照射温度 (℃)	分析 方法	EDS	ビーム径 (nm)	粒界性状	粒界温度(wt%)								照射誘起偏析(wt%) 粒界と粒内の温度差								分布データ	備考	文献リスト No.	出典	
									C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Nb	Ti	B	Cu	N	Co	Fe	(n/m2 E>0.1MeV)			(n/m2 E>1MeV)	(dpa)	(dpa/s)							Fe	Cr	Ni	Si	P	Mo	その他	Fe	Cr	Ni	Si	P	Mo	その他							
PG-1-1	-	-	未照射	-	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.044	0.75	1.75	0.014	0.011	13.10	17.50	2.64	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	-	-	-	0	-	-	VG H8501	TEM	EDX	-	-	-	22.0	10.0	0.6	-	-	-	-	-	4.0	-2.8	0.1	-	-	-	-	有	-	PG-R1 PG-R2	発電設備技術検査協会報告書「プラント長寿命化技術開発「ステンレス鋼照射SCC試験
PG-1-2	-	-	未照射	-	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.044	0.75	1.75	0.014	0.011	13.10	17.50	2.64	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	-	-	-	0	-	-	VG H8501	TEM	EDX	-	-	-	23.0	10.5	0.0	-	-	-	-	-	3.5	-3.2	0.0	-	-	-	-	有	-		
PG-1-3	-	-	海外PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.044	0.75	1.75	0.014	0.011	13.10	17.50	2.64	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	-	-	-	19.5	-	-	VG H8501	TEM	EDX	-	-	-	12.5	25.0	3.5	-	-	-	-	-	-5.3	14.0	3.3	-	-	-	-	有	-		
PG-1-4	-	-	海外PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.044	0.75	1.75	0.014	0.011	13.10	17.50	2.64	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	-	-	-	19.5	-	-	VG H8501	TEM	EDX	-	-	-	13.0	26.0	3.7	-	-	-	-	-	-5.0	12.0	3.0	-	-	-	-	有	-		
PG-1-5	-	-	海外PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.044	0.75	1.75	0.014	0.011	13.10	17.50	2.64	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	-	-	-	3.25	-	-	VG H8501	TEM	EDX	-	-	-	15.5	18.0	2.6	-	-	-	-	-	-2.8	6.5	2.5	-	-	-	-	有	-		
PG-1-6	-	-	海外PWR	水中	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.044	0.75	1.75	0.014	0.011	13.10	17.50	2.64	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	-	-	-	3.25	-	-	VG H8501	TEM	EDX	-	-	-	16.5	20.0	3.3	-	-	-	-	-	-0.5	5.1	1.8	-	-	-	-	有	-		
PG-2-1	-	-	未照射	-	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.61	1.81	0.009	0.004	12.96	16.38	2.18	-	-	-	-	-	-	0.01	Bal.	冷間加工	20	-	-	0	-	-	JEOL 2010F	TEM	EDS	1	大傾角	-	17.5	12.8	0.3	-	-	-	-	-	1.4	0.0	0.0	-	-	-	-	有	-	PG-R3	JNES 平成20年度 IASCCIに関する報告書(09基材報-0012)」平成21年9月等
PG-2-2	-	-	未照射	-	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.61	1.81	0.009	0.004	12.96	16.38	2.18	-	-	-	-	-	-	0.01	Bal.	冷間加工	20	-	-	0	-	-	JEOL 2010F	TEM	EDS	1	大傾角	-	18.2	12.9	0.5	-	-	-	-	-	2.1	-0.2	0.2	-	-	-	-	有	-		
PG-2-3	-	-	未照射	-	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.61	1.81	0.009	0.004	12.96	16.38	2.18	-	-	-	-	-	-	0.01	Bal.	冷間加工	20	-	-	0	-	-	JEOL 2010F	TEM	EDS	1	大傾角	-	19.3	12.3	0.4	-	-	-	-	-	3.1	-0.6	0.1	-	-	-	-	有	-		
PG-2-4	G3-9	-	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	10.8	-	340	JEOL 2010F	TEM	EDS	1	大傾角	-	12.6	23.5	4.5	-	-	-	-	-	-5.7	11.6	3.3	-	-	-	-	有	-		
PG-2-5	G3-9	-	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	10.8	-	340	JEOL 2010F	TEM	EDS	1	大傾角	-	12.4	24.6	4.8	-	-	-	-	-	-5.5	12.4	3.7	-	-	-	-	有	-		
PG-2-6	G3-9	-	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	10.8	-	340	JEOL 2010F	TEM	EDS	1	大傾角	-	12.6	25.1	4.8	-	-	-	-	-	-5.2	12.8	3.9	-	-	-	-	有	-		
PG-2-7	G3-15	-	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	19.8	-	298	JEOL 2010F	TEM	EDS	1	大傾角	-	11.7	27.9	5.1	-	-	-	-	-	-6.2	15.7	4.3	-	-	-	-	有	-		
PG-2-8	G3-15	-	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	19.8	-	298	JEOL 2010F	TEM	EDS	1	大傾角	-	11.5	27.5	5.2	-	-	-	-	-	-6.5	15.3	4.1	-	-	-	-	有	-		
PG-2-9	G3-15	-	海外PWR	水中	BFB	-	316SS	CW316	0.05	0.55	1.55	0.021	0.025	12.45	17.71	2.26	-	-	-	-	-	-	0.15	Bal.	冷間加工	20	-	-	19.8	-	298	JEOL 2010F	TEM	EDS	1	大傾角	-	11.6	28.0	5.1	-	-	-	-	-	-6.5	15.5	4.1	-	-	-	-	有	-		
PG-2-10	-	-	未照射	-	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.06	0.63	1.68	0.02	0.005	12.25	16.25	2.36	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	12	-	-	0	-	-	JEOL 2010F	TEM	EDS	1	大傾角	-	21.4	10.5	0.3	-	-	-	-	-	4.2	-2.0	-0.1	-	-	-	-	有	-		
PG-2-11	-	-	未照射	-	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.06	0.63	1.68	0.02	0.005	12.25	16.25	2.36	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	12	-	-	0	-	-	JEOL 2010F	TEM	EDS	1	大傾角	-	20.1	11.0	0.3	-	-	-	-	-	2.6	-1.5	-0.1	-	-	-	-	有	-		
PG-2-12	-	-	未照射	-	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.06	0.63	1.68	0.02	0.005	12.25	16.25	2.36	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	12	-	-	0	-	-	JEOL 2010F	TEM	EDS	1	大傾角	-	20.6	10.4	0.3	-	-	-	-	-	2.8	-1.7	0.0	-	-	-	-	有	-		
PG-2-13	-	-	未照射	-	シンプルチューブ	-	316SS	CW316	0.06	0.63	1.68	0.02	0.005	12.25	16.25	2.36	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	冷間加工	12	-	-	0	-	-	JEOL 2010F	TEM	EDS	1	大傾角	-	21.6	10.1	0.2	-	-	-	-	-	4.1	-2.0	-0.1	-	-	-	-	有	-		
PG-2-14	-	-	未照射	-	シンプルチューブ</																																																			

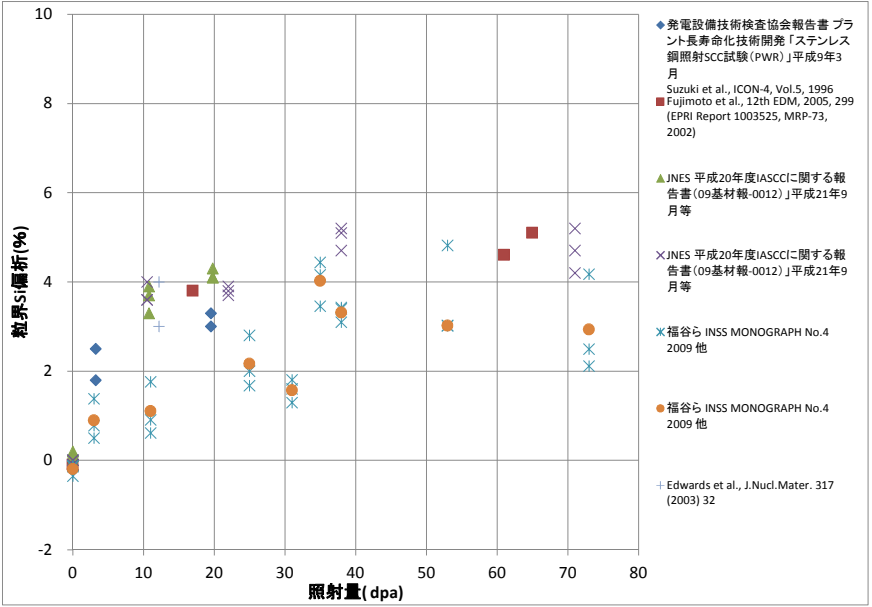
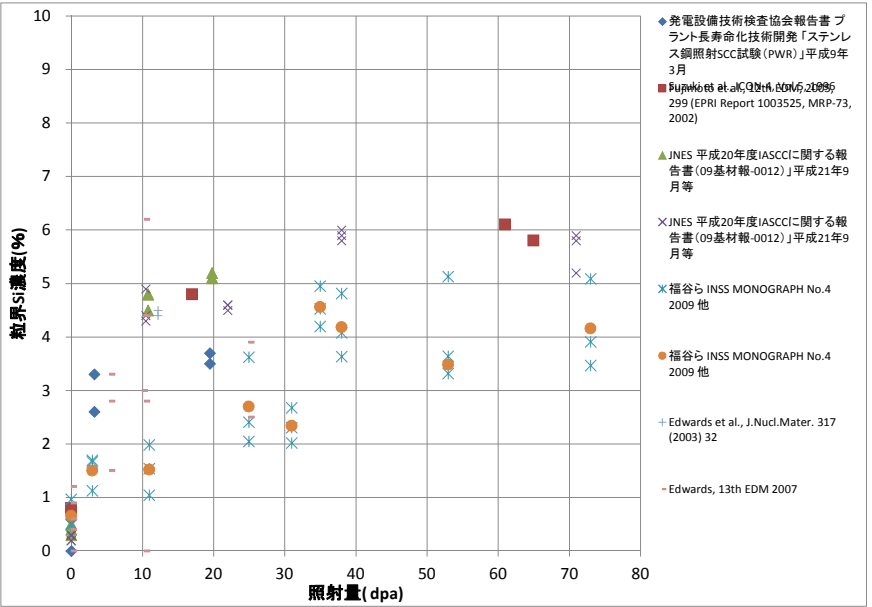
まとめ図1



まとめ図2



まとめ図3



引張特性(BWR分野)データシート1/5

DB	試験片番号	材料番号	照射炉	照射環境	採取部位	照射時形状	詳細鋼種	鋼種	材料組成(wt%)																熱処理等	冷間加工率	照射量 (dpaへの換算を含む)			中性子束 (フラックス)	照射温度	試験環境	試験温度	試験片形状	平行部面積	平行部長さ	採取方向	引張歪速度	0.2%耐力	引張強さ	一様伸び	全伸び	絞り	加工硬化指数	応力歪線図	備考	文献リスト No.	出典	
No.	No.	No.							C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Nb	Ti	B	Cu	N	Co	Fe		(%)	(n/m2 E>0.1MeV)	(n/m2 E>1MeV)	(dpa)		(°C)		(°C)		(mm2)	(mm)		(/s)	(MPa)	(MPa)	(%)	(%)								
BT-1-1	R033	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS304(HT)	304	0.050	0.65	1.20	0.024	0.004	8.93	18.58	-	-	-	-	-	-	0.04	Bal.	溶体化	-	-	0	0	-	-	-	288	平板型	4	16	-	3.0E-04	166	415	50.7	57.7	-	-	有					
BT-1-2	R034	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS304(HT)	304	0.050	0.65	1.20	0.024	0.004	8.93	18.58	-	-	-	-	-	-	0.04	Bal.	溶体化	-	-	0	0	-	-	大気中	288	平板型	4	16	-	3.0E-04	144	416	44.7	54.3	-	-	有					
BT-1-3	R133	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS304(HT)	304	0.050	0.65	1.20	0.024	0.004	8.93	18.58	-	-	-	-	-	-	0.04	Bal.	溶体化	-	1.3E+18	5.56E+24	1.00	2.40E-07	288.0	大気中	288	平板型	4	16	-	3.0E-04	466	566	22.4	29.1	-	0.22	有					
BT-1-4	R134	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS304(HT)	304	0.050	0.65	1.20	0.024	0.004	8.93	18.58	-	-	-	-	-	-	0.04	Bal.	溶体化	-	1.4E+18	5.99E+24	0.99	2.33E-07	288.0	大気中	288	平板型	4	16	-	3.0E-04	453	562	23.2	29.9	-	0.22	有					
BT-1-5	R232	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS304(HT)	304	0.050	0.65	1.20	0.024	0.004	8.93	18.58	-	-	-	-	-	-	0.04	Bal.	溶体化	-	1.1E+18	7.75E+24	1.35	1.88E-07	288.1	大気中	288	平板型	4	16	-	3.0E-04	521	596	19.5	27.5	-	0.22	有					
BT-1-6	R235	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS304(HT)	304	0.050	0.65	1.20	0.024	0.004	8.93	18.58	-	-	-	-	-	-	0.04	Bal.	溶体化	-	1.1E+18	7.82E+24	1.37	1.95E-07	288.1	大気中	288	平板型	4	16	-	3.0E-04	512	583	19.8	25.5	-	0.21	有					
BT-1-7	R332	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS304(HT)	304	0.050	0.65	1.20	0.024	0.004	8.93	18.58	-	-	-	-	-	-	0.04	Bal.	溶体化	-	9.0E+17	1.96E+25	3.47	1.59E-07	286.2	大気中	288	平板型	4	16	-	3.0E-04	731	732	0.2	18.6	-	0.02	有					
BT-1-8	R333	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS304(HT)	304	0.050	0.65	1.20	0.024	0.004	8.93	18.58	-	-	-	-	-	-	0.04	Bal.	溶体化	-	1.0E+18	2.17E+25	3.74	1.72E-07	286.2	大気中	288	平板型	4	16	-	3.0E-04	748	752	0.2	17.2	-	0.02	有					
BT-1-9	W033	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS316(NG)(HT)	316NG	0.012	0.56	0.91	0.017	0.005	11.05	16.51	2.34	-	-	-	-	-	0.06	0.02	Bal.	溶体化	-	-	0	0	-	-	大気中	288	平板型	4	16	-	3.0E-04	154	392	46.7	56.3	-	-	有				
BT-1-10	W034	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS316(NG)(HT)	316NG	0.012	0.56	0.91	0.017	0.005	11.05	16.51	2.34	-	-	-	-	-	0.06	0.02	Bal.	溶体化	-	-	0	0	-	-	大気中	288	平板型	4	16	-	3.0E-04	151	393	46.8	55.0	-	-	有				
BT-1-11	W133	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS316(NG)(HT)	316NG	0.012	0.56	0.91	0.017	0.005	11.05	16.51	2.34	-	-	-	-	-	0.06	0.02	Bal.	溶体化	-	1.2E+18	4.92E+24	0.85	2.04E-07	288.3	大気中	288	平板型	4	16	-	3.0E-04	312	483	33.4	40.1	-	0.34	有				
BT-1-12	W134	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS316(NG)(HT)	316NG	0.012	0.56	0.91	0.017	0.005	11.05	16.51	2.34	-	-	-	-	-	0.06	0.02	Bal.	溶体化	-	1.2E+18	5.04E+24	0.81	1.96E-07	288.3	大気中	288	平板型	4	16	-	3.0E-04	311	481	33.2	40.0	-	0.3	有				
BT-1-13	W231	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS316(NG)(HT)	316NG	0.012	0.56	0.91	0.017	0.005	11.05	16.51	2.34	-	-	-	-	-	0.06	0.02	Bal.	溶体化	-	9.8E+17	7.16E+24	1.21	1.67E-07	288.0	大気中	288	平板型	4	16	-	3.0E-04	352	482	28.5	35.0	-	0.31	有				
BT-1-14	W235	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS316(NG)(HT)	316NG	0.012	0.56	0.91	0.017	0.005	11.05	16.51	2.34	-	-	-	-	-	0.06	0.02	Bal.	溶体化	-	1.2E+18	9.04E+24	1.51	2.08E-07	288.1	大気中	288	平板型	4	16	-	3.0E-04	353	494	29.4	36.0	-	0.34	有				
BT-1-15	S031	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS304(HAZ)	304	0.050	0.65	1.20	0.024	0.004	8.93	18.58	-	-	-	-	-	-	0.04	Bal.	溶接継手	-	-	0	0	-	-	大気中	288	平板型	4	16	-	3.0E-04	318	413	11.8	18.9	-	-	有					
BT-1-16	S032	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS304(HAZ)	304	0.050	0.65	1.20	0.024	0.004	8.93	18.58	-	-	-	-	-	-	0.04	Bal.	溶接継手	-	-	0	0	-	-	大気中	288	平板型	4	16	-	3.0E-04	318	415	14.8	21.4	-	-	有					
BT-1-17	S131	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS304(HAZ)	304	0.050	0.65	1.20	0.024	0.004	8.93	18.58	-	-	-	-	-	-	0.04	Bal.	溶接継手	-	1.4E+18	6.13E+24	1.04	2.44E-07	288.0	大気中	288	平板型	4	16	-	3.0E-04	568	600	5.3	10.5	-	0.07	有					
BT-1-18	S132	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS304(HAZ)	304	0.050	0.65	1.20	0.024	0.004	8.93	18.58	-	-	-	-	-	-	0.04	Bal.	溶接継手	-	1.4E+18	5.87E+24	1.00	2.37E-07	288.0	大気中	288	平板型	4	16	-	3.0E-04	573	595	3.9	9.2	-	0.06	有					
BT-1-19	S232	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS304(HAZ)	304	0.050	0.65	1.20	0.024	0.004	8.93	18.58	-	-	-	-	-	-	0.04	Bal.	溶接継手	-	1.1E+18	8.09E+24	1.39	1.95E-07	288.1	大気中	288	平板型	4	16	-	3.0E-04	615	633	5.3	12.7	-	0.08	有					
BT-1-20	S231	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS304(HAZ)	304	0.050	0.65	1.20	0.024	0.004	8.93	18.58	-	-	-	-	-	-	0.04	Bal.	溶接継手	-	1.2E+18	8.66E+24	1.48	2.07E-07	288.1	大気中	288	平板型	4	16	-	3.0E-04	606	621	2.5	7.2	-	0.06	有					
BT-1-21	K031	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS304L(HAZ)	304L	0.009	0.58	0.85	0.020	0.001	9.78	18.43	-	-	-	-	-	-	0.05	Bal.	溶接継手	-	-	0	0	-	-	大気中	288	平板型	4	16	-	3.0E-04	295	389	18.5	28.5	-	-	有					
BT-1-22	K032	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS304L(HAZ)	304L	0.009	0.58	0.85	0.020	0.001	9.78	18.43	-	-	-	-	-	-	0.05	Bal.	溶接継手	-	-	0	0	-	-	大気中	288	平板型	4	16	-	3.0E-04	313	387	18.1	28.6	-	-	有					
BT-1-23	K131	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS304L(HAZ)	304L	0.009	0.58	0.85	0.020	0.001	9.78	18.43	-	-	-	-	-	-	0.05	Bal.	溶接継手	-	1.4E+18	5.82E+24	1.01	2.37E-07	288.0	大気中	288	平板型	4	16	-	3.0E-04	456	513	7.1	15.4	-	0.09	有					
BT-1-24	K132	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS304L(HAZ)	304L	0.009	0.58	0.85	0.020	0.001	9.78	18.43	-	-	-	-	-	-	0.05	Bal.	溶接継手	-	1.3E+18	5.55E+24	0.95	2.22E-07	288.0	大気中	288	平板型	4	16	-	3.0E-04	461	510	7.7	14.5	-	0.09	有					
BT-1-25	K232	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS304L(HAZ)	304L	0.009	0.58	0.85	0.020	0.001	9.78	18.43	-	-	-	-	-	-	0.05	Bal.	溶接継手	-	1.0E+18	7.04E+24	1.30	1.85E-07	288.1	大気中	288	平板型	4	16	-	3.0E-04	493	532	8.6	15.7	-	0.13	有					
BT-1-26	K231	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS304L(HAZ)	304L	0.009	0.58	0.85	0.020	0.001	9.78	18.43	-	-	-	-	-	-	0.05	Bal.	溶接継手	-	1.1E+18	7.94E+24	1.33	1.86E-07	288.1	大気中	288	平板型	4	16	-	3.0E-04	496	535	7.3	14.0	-	0.12	有					
BT-1-27	B031	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS316L(HAZ)	316L	0.008	0.43	0.83	0.023	0.001	12.55	17.54	2.11	-	-	-	-	-	0.02	Bal.	溶接継手	-	-	0	0	-	-	大気中	288	平板型	4	16	-	3.0E-04	273	394	17.8	27.6	-	-	有					
BT-1-28	B032	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS316L(HAZ)	316L	0.008	0.43	0.83	0.023	0.001	12.55	17.54	2.11	-	-	-	-	-	0.02	Bal.	溶接継手	-	-	0	0	-	-	大気中	288	平板型	4	16	-	3.0E-04	254	391	20.2	28.8	-	-	有					
BT-1-29	B131	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS316L(HAZ)	316L	0.008	0.43	0.83	0.023	0.001	12.55	17.54	2.11	-	-	-	-	-	0.02	Bal.	溶接継手	-	1.5E+18	6.42E+24	1.07	2.57E-07	287.0	大気中	288	平板型	4	16	-	3.0E-04	418	505	9.7	17.0	-	0.11	有					
BT-1-30	B132	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS316L(HAZ)	316L	0.008	0.43	0.83	0.023	0.001	12.55	17.54	2.11	-	-	-	-	-	0.02	Bal.	溶接継手	-	1.4E+18	5.72E+24	0.98	2.32E-07	287.0	大気中	288	平板型	4	16	-	3.0E-04	428	502	9.4	16.9	-	0.11	有					
BT-1-31	B232	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS316L(HAZ)	316L	0.008	0.43	0.83	0.023	0.001	12.55	17.54	2.11	-	-	-	-	-	0.02	Bal.	溶接継手	-	1.2E+18	8.30E+24	1.47	2.05E-07	286.8	大気中	288	平板型	4	16	-	3.0E-04	440	520	9.5	16.3	-	0.15	有					
BT-1-32	B231	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS316L(HAZ)	316L	0.008	0.43	0.83	0.023	0.001	12.55	17.54	2.11	-	-	-	-	-	0.02	Bal.	溶接継																									

引張特性(BWR分野)データシート2/5

DB	試験片 番号	材料 番号	照射炉	照射 環境	採取 部位	照射時 形状	詳細鋼種	鋼種	材料組成(wt%)																		熱処理等	冷間 加工率	照射量 (dpaへの換算を含む)	中性子束 (フラックス)	照射 温度	試験 環境	試験 温度	試験片 形状	平行部 面積	平行部 長さ	採取 方向	引張 変速度	0.2% 耐力	引張 強さ	一様 伸び	全伸び	絞り	加工硬化 指数	応力歪 線図	備考	文献リスト No.	出典
No.	No.	No.					C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Nb	Ti	B	Cu	N	Co	Fe	(%)	(n/m ² E=0.1MeV)	(n/m ² E>1MeV)	(dpa)	(dpa/s)	(℃)		(℃)		(mm ²)	(mm)		(/s)	(MPa)	(MPa)	(%)	(%)	(%)									
BT-3-1	-	-	国内BWR	水中	試験片外筒管	-	SUS304	304	0.05	0.53	1.64	0.026	0.006	9.2	18.6	-	-	-	-	-	-	Bal.	受入まま	-	0	0	-	288	大気中	288	平板型	3.6	19	-	3.0E-04	163	491	28.9	43.4	-	-	-	7E+24n/m ² =1dpa換算	BT-R3	見玉、学位論文			
BT-3-2	-	-	国内BWR	水中	試験片外筒管	-	SUS304	304	0.05	0.53	1.64	0.026	0.006	9.2	18.6	-	-	-	-	-	-	Bal.	受入まま	-	0	0	-	288	大気中	288	平板型	3.6	19	-	3.0E-04	179	480	32.5	41.8	-	-	-						
BT-3-3	-	-	国内BWR	水中	試験片外筒管	-	SUS304	304	0.05	0.53	1.64	0.026	0.006	9.2	18.6	-	-	-	-	-	-	Bal.	受入まま	-	2.6E+24	0.37	-	288	大気中	288	平板型	3.6	19	-	3.0E-04	391	555	15.8	26.8	-	-	-						
BT-3-4	-	-	国内BWR	水中	試験片外筒管	-	SUS304	304	0.05	0.53	1.64	0.026	0.006	9.2	18.6	-	-	-	-	-	-	Bal.	受入まま	-	2.6E+24	0.37	-	288	大気中	288	平板型	3.6	19	-	3.0E-04	392	550	15.1	27.1	-	-	-						
BT-3-5	-	-	国内BWR	水中	試験片外筒管	-	SUS304	304	0.05	0.53	1.64	0.026	0.006	9.2	18.6	-	-	-	-	-	-	Bal.	受入まま	-	2.6E+24	0.37	-	288	大気中	288	平板型	3.6	19	-	3.0E-04	384	550	16.9	29.6	-	-	-						
BT-3-6	-	-	国内BWR	水中	試験片外筒管	-	SUS304	304	0.05	0.53	1.64	0.026	0.006	9.2	18.6	-	-	-	-	-	-	Bal.	受入まま	-	5.0E+24	0.71	-	288	大気中	288	平板型	3.6	19	-	3.0E-04	451	582	13.0	22.9	-	-	-						
BT-3-7	-	-	国内BWR	水中	試験片外筒管	-	SUS304	304	0.05	0.53	1.64	0.026	0.006	9.2	18.6	-	-	-	-	-	-	Bal.	受入まま	-	5.0E+24	0.71	-	288	大気中	288	平板型	3.6	19	-	3.0E-04	459	593	11.9	29.5	-	-	-						
BT-3-8	-	-	国内BWR	水中	試験片外筒管	-	SUS304	304	0.05	0.53	1.64	0.026	0.006	9.2	18.6	-	-	-	-	-	-	Bal.	受入まま	-	5.0E+24	0.71	-	288	大気中	288	平板型	3.6	19	-	3.0E-04	475	617	13.1	29.6	-	-	-						
BT-3-9	-	-	国内BWR	水中	試験片外筒管	-	SUS304	304	0.05	0.53	1.64	0.026	0.006	9.2	18.6	-	-	-	-	-	-	Bal.	受入まま	-	7.2E+24	1.03	-	288	大気中	288	平板型	3.6	19	-	3.0E-04	538	576	3.4	25.5	-	-	-						
BT-3-10	-	-	国内BWR	水中	試験片外筒管	-	SUS304	304	0.05	0.53	1.64	0.026	0.006	9.2	18.6	-	-	-	-	-	-	Bal.	受入まま	-	7.2E+24	1.03	-	288	大気中	288	平板型	3.6	19	-	3.0E-04	539	634	10.9	32.8	-	-	-						
BT-3-11	-	-	国内BWR	水中	試験片外筒管	-	SUS304	304	0.05	0.53	1.64	0.026	0.006	9.2	18.6	-	-	-	-	-	-	Bal.	受入まま	-	7.2E+24	1.03	-	288	大気中	288	平板型	3.6	19	-	3.0E-04	491	582	11.7	30.7	-	-	-						
BT-3-12	-	-	国内BWR	水中	試験片外筒管	-	SUS304	304	0.05	0.53	1.64	0.026	0.006	9.2	18.6	-	-	-	-	-	-	Bal.	受入まま	-	8.3E+24	1.19	-	288	大気中	288	平板型	3.6	19	-	3.0E-04	531	628	10.1	24.5	-	-	-						
BT-3-13	-	-	国内BWR	水中	試験片外筒管	-	SUS304	304	0.05	0.53	1.64	0.026	0.006	9.2	18.6	-	-	-	-	-	-	Bal.	受入まま	-	8.3E+24	1.19	-	288	大気中	288	平板型	3.6	19	-	3.0E-04	525	585	9.3	17.6	-	-	-						
BT-3-14	-	-	国内BWR	水中	試験片外筒管	-	SUS304	304	0.05	0.53	1.64	0.026	0.006	9.2	18.6	-	-	-	-	-	-	Bal.	受入まま	-	8.3E+24	1.19	-	288	大気中	288	平板型	3.6	19	-	3.0E-04	499	590	9.4	20.5	-	-	-						
BT-3-15	-	-	国内BWR	水中	炉内計装管	-	SUS304	304	0.05	0.51	1.69	0.029	0.007	10.2	18.65	-	-	-	-	-	-	Bal.	受入まま	-	3.0E+25	4.29	-	288	大気中	288	平板型	5.7	19	-	3.0E-04	806	807	0.6	8.8	-	-	-						
BT-3-16	-	-	国内BWR	水中	炉内計装管	-	SUS304	304	0.05	0.51	1.69	0.029	0.007	10.2	18.65	-	-	-	-	-	-	Bal.	受入まま	-	4.6E+25	6.57	-	288	大気中	288	平板型	5.7	19	-	3.0E-04	768	785	0.4	7.1	-	-	-						
BT-3-17	-	-	国内BWR	水中	炉内計装管	-	SUS304	304	0.05	0.51	1.69	0.029	0.007	10.2	18.65	-	-	-	-	-	-	Bal.	受入まま	-	4.6E+25	6.57	-	288	大気中	288	平板型	5.7	19	-	3.0E-04	825	825	0.3	5.8	-	-	-						
BT-3-18	-	-	国内BWR	水中	炉内計装管	-	SUS304	304	0.05	0.51	1.69	0.029	0.007	10.2	18.65	-	-	-	-	-	-	Bal.	受入まま	-	6.4E+25	9.14	-	288	大気中	288	平板型	5.7	19	-	3.0E-04	825	839	0.3	7.1	-	-	-						
BT-3-19	-	-	国内BWR	水中	炉内計装管	-	SUS304	304	0.05	0.51	1.69	0.029	0.007	10.2	18.65	-	-	-	-	-	-	Bal.	受入まま	-	6.4E+25	9.14	-	288	大気中	288	平板型	5.7	19	-	3.0E-04	831	831	0.3	7.2	-	-	-						
BT-3-20	-	-	国内BWR	水中	炉内計装管	-	SUS304	304	0.05	0.37	1.75	0.03	0.014	9.03	18.14	-	-	-	-	-	-	Bal.	受入まま	-	1.4E+26	20.0	-	288	大気中	288	平板型	5.7	19	-	3.0E-04	932	936	0.3	8.6	-	-	-						
BT-3-21	-	-	国内BWR	水中	炉内計装管	-	SUS304	304	0.05	0.37	1.75	0.03	0.014	9.03	18.14	-	-	-	-	-	-	Bal.	受入まま	-	1.4E+26	20.0	-	288	大気中	288	平板型	5.7	19	-	3.0E-04	958	963	0.3	8.6	-	-	-						
BT-3-22	-	-	国内BWR	水中	炉内計装管	-	SUS316	316	0.05	0.58	1.73	0.021	0.006	13.1	16.55	2.25	-	-	-	-	-	Bal.	受入まま	-	3.8E+25	5.43	-	288	大気中	288	平板型	5.7	19	-	3.0E-04	729	762	5.7	15.6	-	-	-						
BT-3-23	-	-	国内BWR	水中	炉内計装管	-	SUS316	316	0.05	0.58	1.73	0.021	0.006	13.1	16.55	2.25	-	-	-	-	-	Bal.	受入まま	-	3.8E+25	5.43	-	288	大気中	288	平板型	5.7	19	-	3.0E-04	792	799	0.3	14.7	-	-	-						
BT-3-24	-	-	国内BWR	水中	炉内計装管	-	SUS316	316	0.05	0.58	1.73	0.021	0.006	13.1	16.55	2.25	-	-	-	-	-	Bal.	受入まま	-	6.9E+25	9.86	-	288	大気中	288	平板型	5.7	19	-	3.0E-04	828	940	1.0	13.0	-	-	-						
BT-3-25	-	-	国内BWR	水中	炉内計装管	-	SUS316	316	0.05	0.58	1.73	0.021	0.006	13.1	16.55	2.25	-	-	-	-	-	Bal.	受入まま	-	6.9E+25	9.86	-	288	大気中	288	平板型	5.7	19	-	3.0E-04	879	917	0.4	11.8	-	-	-						
BT-3-26	-	-	国内BWR	水中	炉内計装管	-	SUS316	316	0.05	0.58	1.73	0.021	0.006	13.1	16.55	2.25	-	-	-	-	-	Bal.	受入まま	-	9.6E+25	13.71	-	288	大気中	288	平板型	5.7	19	-	3.0E-04	897	630	0.5	12.1	-	-	-						
BT-3-27	-	-	国内BWR	水中	炉内計装管	-	SUS316	316	0.05	0.58	1.73	0.021	0.006	13.1	16.55	2.25	-	-	-	-	-	Bal.	受入まま	-	9.6E+25	13.71	-	288	大気中	288	平板型	5.7	19	-	3.0E-04	896	922	0.5	12.2	-	-	-						
BT-4-1	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	COM304	304	0.061	0.42	0.85	0.025	0.004	8.16	18.06	-	-	-	-	-	0.040	-	Bal.	溶体化	-	-	2.02E+25	2.89	-	288	大気中	288	平板型	3.6	25	-	3.6E-04	824	824	-	5.1	-	-	有	7E+24n/m ² =1dpa換算	BT-R4	Fukuya, et al. 6th EDM	
BT-4-2	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	COM304	304	0.061	0.42	0.85	0.025	0.004	8.16	18.06	-	-	-	-	0.040	-	Bal.	溶体化	-	-	0	0	-	288	大気中	288	平板型	3.6	25	-	3.6E-04	154	427	-	34.7	-	-	有					
BT-4-3	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	304L	304L	0.019	0.51	0.91	0.025	0.001	9.90	18.34	-	-	-	-	0.036	-	Bal.	溶体化	-	-	2.33E+25	3.3	-	288	大気中	288	平板型	3.6	25	-	3.6E-04	586	656	-	7.9	-	-	-					
BT-4-4	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	304L	304L	0.019	0.51	0.91	0.025	0.001	9.90	18.34	-	-	-	-	0.036	-	Bal.	溶体化	-	-	0	0	-	288	大気中	288	平板型	3.6	25	-	3.6E-04	128	376	-	37.9	-	-	-					
BT-4-5	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	304L-NL	304L	0.013	0.53	0.91	0.022	0.003	10.01	18.29	-	-	-	-	0.005	-	Bal.	溶体化	-	-	2.33E+25	3.33	-	288	大気中	288	平板型	3.6	25	-	3.6E-04	600	660	-	8.2	-	-	-					
BT-4-6	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	304L-NL	304L	0.013	0.53	0.91	0.022	0.003	10.01	18.29	-	-	-	-	0.005	-	Bal.	溶体化	-	-	0	0	-	288	大気中	288	平板型	3.6	25	-	3.6E-04	145	387	-	36.9	-	-	-					
BT-4-7	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	HP304L	304L	0.015	0.05	0.86	0.004	0.001	10.13	18.50	0.02	-	-	-	0.033	-	Bal.	溶体化	-	-	2.07E+25	2.96	-	288	大気中	288	平板型	3.6	25	-	3.6E-04	581	623	-	6.5	-	-	-					
BT-4-8	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	HP304L	304L	0.015	0.05	0.86	0.004	0.001	10.13	18.50	0.02	-	-	-	0.033	-	Bal.	溶体化	-	-	0	0	-	288	大気中	288	平板型	3.6	25	-	3.6E-04	128	348	-	37.0	-	-	-					
BT-4-9	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	HP304L-Mo	304L	0.016	0.05	0.88	0.004	0.001	10.06	18.52	0.19	-	-	-	0.032	-	Bal.	溶体化	-	-	2.24E+25	3.20	-	288	大気中	288	平板型	3.6	25	-	3.6E-04	613	613	-	4.9	-	-	-					
BT-4-10	-	-	国内																																													

引張特性(BWR分野)データシート3/5

DB	試験片 番号	材料 番号	照射炉	照射 環境	採取 部位	照射時 形状	詳細鋼種	鋼種	材料組成(wt%)																熱処理等	冷間 加工率	照射量 (dpaへの換算を含む)			中性子束 (フラックス)	照射 温度	試験 環境	試験 温度	試験片 形状	平行部 面積	平行部 長さ	採取 方向	引張 歪速度	0.2% 耐力	引張 強さ	一様 伸び	全伸び	絞り	加工硬 化指数	応力歪 線図	備考	文献リスト No.	出典		
No.	No.	No.							C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Nb	Ti	B	Cu	N	Co	Fe		(%)	(n/m2 E>0.1MeV)	(n/m2 E>1MeV)	(dpa)	(dpa/s)	(℃)		(℃)		(mm2)	(mm)		(/s)	(MPa)	(MPa)	(%)	(%)									
BT-5-1	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	304	304	0.060	0.48	0.81	0.028	0.002	8.52	18.29	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	溶体化	-	-	4.7E+17	3.30E+25	4.71	-	288	大気中	288	平板型	3.6	25	-	-	3.3E-04	832	832	0.2	7.5	-	0.015	有				
BT-5-2	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	304	304	0.060	0.48	0.81	0.028	0.002	8.52	18.29	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	溶体化	-	-	4.7E+17	1.70E+25	2.43	-	288	大気中	288	平板型	3.6	25	-	-	3.3E-04	808	808	0.1	5.8	-	0.012	有				
BT-5-3	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	304	304	0.060	0.48	0.81	0.028	0.002	8.52	18.29	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	溶体化	-	-	-	0	0	-	288	大気中	288	平板型	3.6	25	-	-	3.3E-04	203	455	31.7	36.8	-	-	有				
BT-5-4	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	304L	304L	0.013	0.40	1.18	0.026	0.002	9.22	18.65	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	溶体化	-	-	4.7E+17	1.70E+25	2.43	-	288	大気中	288	平板型	3.6	25	-	-	3.3E-04	672	672	0.1	5.6	-	0.030	-				
BT-5-5	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	304L	304L	0.013	0.40	1.18	0.026	0.002	9.22	18.65	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	溶体化	-	-	-	0	0	-	288	大気中	288	平板型	3.6	25	-	-	3.3E-04	175	400	29.3	34.1	-	-	-				
BT-5-6	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	316	316	0.040	0.64	1.28	0.033	0.003	10.87	16.94	2.12	-	-	-	-	-	0.220	-	Bal.	溶体化	-	-	-	1.90E+25	2.71	-	288	大気中	288	平板型	3.6	25	-	-	3.3E-04	696	730	3.8	8.1	-	-	-			
BT-5-7	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	316	316	0.040	0.64	1.28	0.033	0.003	10.87	16.94	2.12	-	-	-	-	-	0.220	-	Bal.	溶体化	-	-	-	0	0	-	288	大気中	288	平板型	3.6	25	-	-	3.3E-04	163	460	31.6	36.0	-	-	-			
BT-5-8	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	316L	316L	0.016	0.59	1.18	0.033	0.001	12.66	17.51	2.13	-	-	-	-	-	0.026	-	Bal.	溶体化	-	-	5.1E+17	3.60E+25	5.14	-	288	大気中	288	平板型	3.6	25	-	-	3.3E-04	684	684	0.1	8.0	-	0.008	有			
BT-5-9	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	316L	316L	0.016	0.59	1.18	0.033	0.001	12.66	17.51	2.13	-	-	-	-	-	0.026	-	Bal.	溶体化	-	-	5.3E+17	1.90E+25	2.71	-	288	大気中	288	平板型	3.6	25	-	-	3.3E-04	632	658	9.5	12.8	-	0.086	有			
BT-5-10	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	316L	316L	0.016	0.59	1.18	0.033	0.001	12.66	17.51	2.13	-	-	-	-	-	0.026	-	Bal.	溶体化	-	-	-	0	0	-	288	大気中	288	平板型	3.6	25	-	-	3.3E-04	156	421	38.5	42.9	-	-	有			
BT-5-11	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	316L-NL	316L	0.019	0.50	0.86	0.028	0.003	12.72	16.86	2.34	-	-	-	-	-	0.003	-	Bal.	溶体化	-	-	5.3E+17	3.70E+25	5.29	-	288	大気中	288	平板型	3.6	25	-	-	3.3E-04	730	738	0.4	10.2	-	0.041	-			
BT-5-12	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	316L-NL	316L	0.019	0.50	0.86	0.028	0.003	12.72	16.86	2.34	-	-	-	-	-	0.003	-	Bal.	溶体化	-	-	5.6E+17	2.00E+25	2.86	-	288	大気中	288	平板型	3.6	25	-	-	3.3E-04	562	584	3.0	6.7	-	0.064	-			
BT-5-13	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	316L-NL	316L	0.019	0.50	0.86	0.028	0.003	12.72	16.86	2.34	-	-	-	-	-	0.003	-	Bal.	溶体化	-	-	-	0	0	-	288	大気中	288	平板型	3.6	25	-	-	3.3E-04	171	397	31.9	36.0	-	-	-			
BT-5-14	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	316L-NM	316L	0.017	0.52	1.37	0.025	0.002	14.11	16.52	2.23	-	-	-	-	-	0.017	-	Bal.	溶体化	-	-	5.6E+17	2.00E+25	2.86	-	288	大気中	288	平板型	3.6	25	-	-	3.3E-04	458	514	5.8	8.6	-	0.108	-			
BT-5-15	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	316L-NM	316L	0.017	0.52	1.37	0.025	0.002	14.11	16.52	2.23	-	-	-	-	-	0.017	-	Bal.	溶体化	-	-	-	0	0	-	288	大気中	288	平板型	3.6	25	-	-	3.3E-04	153	401	34.5	38.4	-	-	-			
BT-5-16	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	316L-PI(A)	316L	0.010	0.50	0.88	0.012	0.001	12.18	16.62	2.16	-	-	-	-	-	0.036	-	Bal.	溶体化	-	-	5.3E+17	3.70E+25	5.29	-	288	大気中	288	平板型	3.6	25	-	-	3.3E-04	739	739	0.2	9.1	-	0.031	有			
BT-5-17	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	316L-PI(A)	316L	0.010	0.50	0.88	0.012	0.001	12.18	16.62	2.16	-	-	-	-	-	0.036	-	Bal.	溶体化	-	-	5.6E+17	2.00E+25	2.86	-	288	大気中	288	平板型	3.6	25	-	-	3.3E-04	466	574	17.4	22.6	-	0.163	有			
BT-5-18	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	316L-PI(A)	316L	0.010	0.50	0.88	0.012	0.001	12.18	16.62	2.16	-	-	-	-	-	0.036	-	Bal.	溶体化	-	-	-	0	0	-	288	大気中	288	平板型	3.6	25	-	-	3.3E-04	172	419	29.5	34.2	-	-	有			
BT-5-19	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	316L-PI(B)	316L	0.010	0.46	0.98	0.013	0.002	12.15	17.59	2.18	-	-	-	-	-	0.037	-	Bal.	溶体化	-	-	-	2.00E+25	2.86	-	288	大気中	288	平板型	3.6	25	-	-	3.3E-04	588	642	11.7	17.6	-	-	-			
BT-5-20	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	316L-PI(B)	316L	0.010	0.46	0.98	0.013	0.002	12.15	17.59	2.18	-	-	-	-	-	0.037	-	Bal.	溶体化	-	-	-	0	0	-	288	大気中	288	平板型	3.6	25	-	-	3.3E-04	154	418	30.9	35.4	-	-	-			
BT-5-21	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	316L-PI-NM	316L	0.016	0.52	1.34	0.010	0.002	12.86	16.14	2.29	-	-	-	-	-	0.014	-	Bal.	溶体化	-	-	5.6E+17	2.00E+25	2.86	-	288	大気中	288	平板型	3.6	25	-	-	3.3E-04	472	533	9.3	12.4	-	0.126	-			
BT-5-22	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	316L-PI-NM	316L	0.016	0.52	1.34	0.010	0.002	12.86	16.14	2.29	-	-	-	-	-	0.014	-	Bal.	溶体化	-	-	-	3.80E+25	5.43	-	288	大気中	288	平板型	3.6	25	-	-	3.3E-04	693	693	0.2	13.1	-	0.060	-			
BT-5-23	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	316L-PI-NM	316L	0.016	0.52	1.34	0.010	0.002	12.86	16.14	2.29	-	-	-	-	-	0.014	-	Bal.	溶体化	-	-	-	0	0	-	288	大気中	288	平板型	3.6	25	-	-	3.3E-04	153	393	33.7	37.6	-	-	-			
BT-5-24	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	316L-PM-NM	316L	0.013	0.49	0.91	0.019	0.000	12.46	16.84	2.20	-	-	-	-	-	0.010	-	Bal.	溶体化	-	-	5.7E+17	4.00E+25	5.71	-	288	大気中	288	平板型	3.6	25	-	-	3.3E-04	780	780	0.2	7.2	-	0.009	-			
BT-5-25	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	316L-PM-NM	316L	0.013	0.49	0.91	0.019	0.000	12.46	16.84	2.20	-	-	-	-	-	0.010	-	Bal.	溶体化	-	-	5.8E+17	2.10E+25	3.00	-	288	大気中	288	平板型	3.6	25	-	-	3.3E-04	613	626	5.5	10.8	-	0.059	-			
BT-5-26	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	316L-PM-NM	316L	0.013	0.49	0.91	0.019	0.000	12.46	16.84	2.20	-	-	-	-	-	0.010	-	Bal.	溶体化	-	-	-	0	0	-	288	大気中	288	平板型	3.6	25	-	-	3.3E-04	166	401	31.5	35.4	-	-	-			
BT-5-27	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	316L-PI-NL	316L	0.014	0.49	0.92	0.011	0.000	12.47	16.88	2.21	-	-	-	-	-	0.003	-	Bal.	溶体化	-	-	5.3E+17	3.70E+25	5.29	-	288	大気中	288	平板型	3.6	25	-	-	3.3E-04	711	711	0.2	8.7	-	0.028	-			
BT-5-28	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	316L-PI-NL	316L	0.014	0.49	0.92	0.011	0.000	12.47	16.88	2.21	-	-	-	-	-	0.003	-	Bal.	溶体化	-	-	5.3E+17	1.90E+25	2.71	-	288	大気中	288	平板型	3.6	25	-	-	3.3E-04	528	583	10.2	14.9	-	0.125	-			
BT-5-29	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	316L-PI-NL	316L	0.014	0.49	0.92	0.011	0.000	12.47	16.88	2.21	-	-	-	-	-	0.003	-	Bal.	溶体化	-	-	-	0	0	-	288	大気中	288	平板型	3.6	25	-	-	3.3E-04	159	379	30.9	31.7	-	-	-			
BT-5-30	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	HP316L	316L	0.014	0.05	0.91	0.007	0.001	12.20	16.67	2.15	-	-	-	-	-	0.034	-	Bal.	溶体化	-	-	5.8E+17	2.10E+25	3.00	-	288	大気中	288	平板型	3.6	25	-	-	3.3E-04	631	631	0.2	18.2	-	0.068	-			
BT-5-31	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	HP316L	316L	0.014	0.05	0.91	0.007	0.001	12.20	16.67	2.15	-	-	-	-	-	0.034	-	Bal.	溶体化	-	-	-	0	0	-	288	大気中	288	平板型	3.6	25	-	-	3.3E-04	163	392	28.2	31.9	-	-	-			
BT-5																																																		

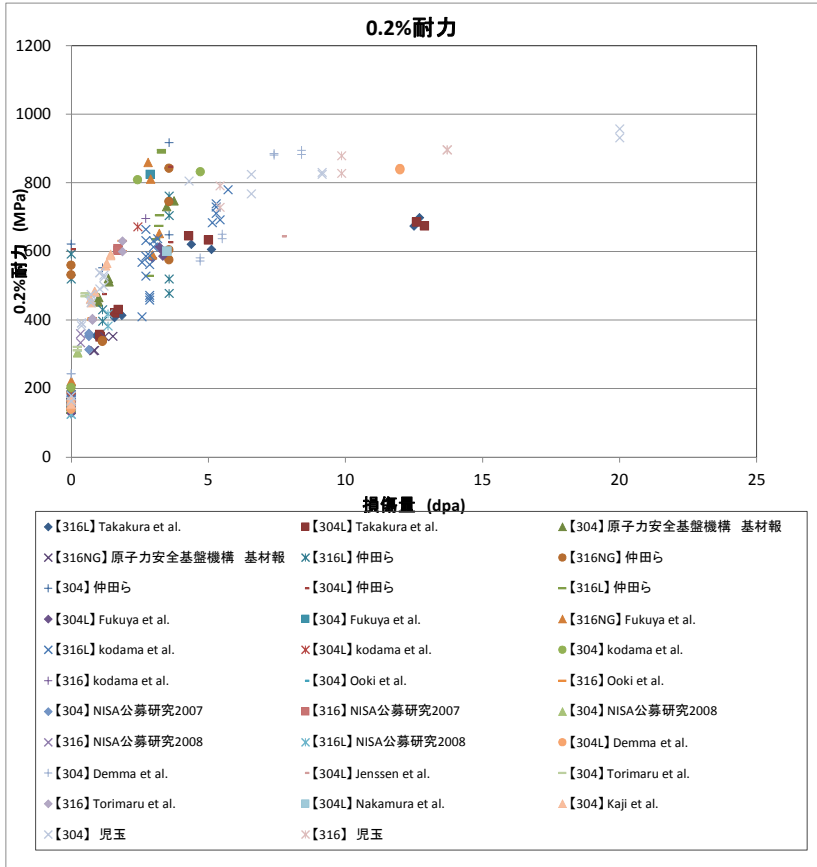
引張特性(BWR分野)データシート4/5

DB	試験片 番号	材料 番号	照射炉	照射 環境	採取 部位	照射時 形状	詳細鋼種	鋼種	材料組成(wt%)																	熱処理等	冷間 加工率	照射量 (dpaへの換算を含む)		中性子束 (フラックス)	照射 温度	試験 環境	試験 温度	試験片 形状	平行部 面積	平行部 長さ	採取 方向	引張 速度	0.2% 耐力	引張 強さ	一様 伸び	全伸び	絞り	加工硬 化指数	応力歪 線図	備考	文献リスト	出典																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
No.	No.	No.						C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Nb	Ti	B	Cu	N	Co	Fe		(%)	(n/m2 E>0.1MeV)	(n/m2 E>1MeV)	(dpa)	(dpa/s)	(℃)		(℃)		(mm2)	(mm)		(/s)	(MPa)	(MPa)	(%)	(%)	(%)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
BT-9-1	TT05		国内BWR	水中	シュラウド	-	304	304	0.040	0.61	0.94	0.019	0.003	9.27	18.35	-	-	-	-	-	-	Bal.	受入まま	-	-	1.6E+24	0.23	-	288	大気中	288	平板型	1.5	6	-	3.0E-04	306	520	17.0	21.5	66	-	有	7E+24n/m2 =1dpa換算	BT-R9	2008NISA 公募研究																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
BT-9-2	TT06		国内BWR	水中	シュラウド	-	304	304	0.040	0.61	0.94	0.019	0.003	9.27	18.35	-	-	-	-	-	-	Bal.	受入まま	-	-	1.6E+24	0.23	-	288	大気中	288	平板型	1.5	6	-	3.0E-04	304	508	18.3	23.7	49	-	有																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
BT-9-3	TT23		国内BWR	水中	上部格子板	-	316	316	0.059	0.70	1.62	0.030	0.006	11.46	17.40	2.39	-	-	-	-	-	Bal.	受入まま	-	-	2.3E+24	0.33	-	288	大気中	288	平板型	1.5	6	-	3.0E-04	360	563	19.9	26.3	56	-	有																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
BT-9-4	TT24		国内BWR	水中	上部格子板	-	316	316	0.059	0.70	1.62	0.030	0.006	11.46	17.40	2.39	-	-	-	-	-	Bal.	受入まま	-	-	2.3E+24	0.33	-	288	大気中	288	平板型	1.5	6	-	3.0E-04	334	545	18.7	26.2	53	-	有																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
BT-9-5	TT01		JMTR	水中	-	CT試験片	316L	316L	0.008	0.43	0.83	0.023	0.001	12.55	17.54	2.11	-	-	-	-	-	Bal.	溶体化	-	-	9.4E+24	1.34	-	288	大気中	288	平板型	1.5	6	-	3.0E-04	418	531	14.9	22.5	65	-	有																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
BT-9-6	TT02		JMTR	水中	-	CT試験片	316L	316L	0.008	0.43	0.83	0.023	0.001	12.55	17.54	2.11	-	-	-	-	-	Bal.	溶体化	-	-	9.4E+24	1.34	-	288	大気中	288	平板型	1.5	6	-	3.0E-04	383	525	15.9	22.4	62	-	有																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
BT-9-7	A041		未照射	-	-	-	316L	316L	0.008	0.43	0.83	0.023	0.001	12.55	17.54	2.11	-	-	-	-	-	Bal.	溶体化	-	-	0	0	-	288	大気中	288	平板型	4	16	-	3.0E-04	125	386	34.7	41.6	71	-	有																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
BT-9-8	A042		未照射	-	-	-	316L	316L	0.008	0.43	0.83	0.023	0.001	12.55	17.54	2.11	-	-	-	-	-	Bal.	溶体化	-	-	0	0	-	288	大気中	288	平板型	4	16	-	3.0E-04	126	381	34.2	41.2	77	-	有																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												</									

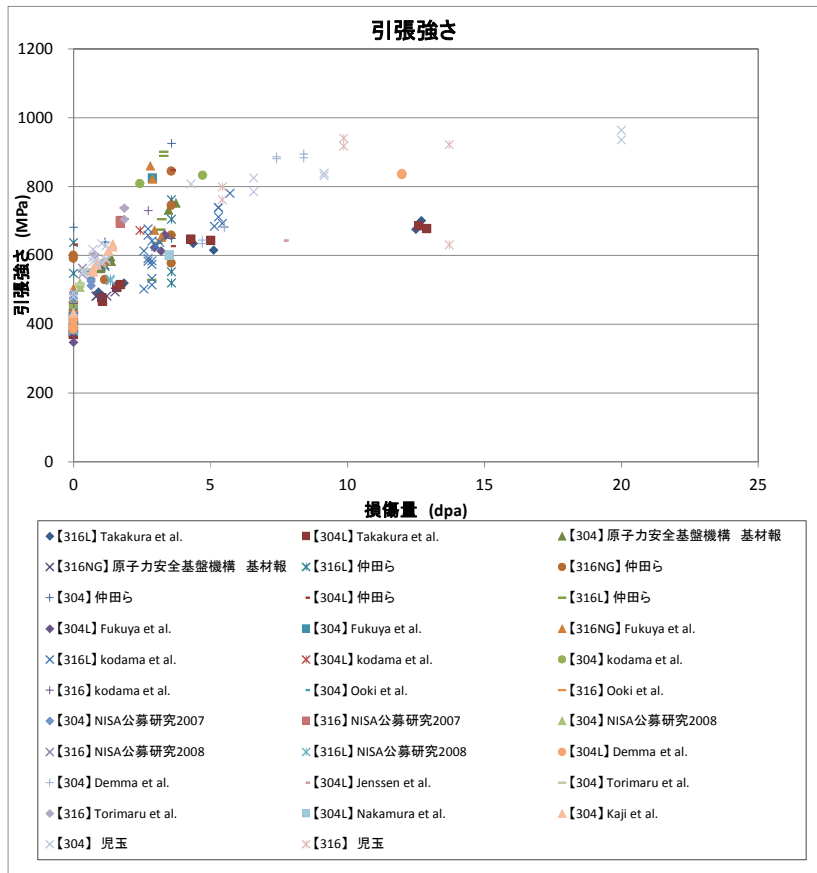
引張特性(BWR分野)データシート5/5

DB	試験片番号	材料番号	照射炉	照射環境	採取部位	照射時形状	詳細鋼種	鋼種	材料組成(wt%)																熱処理等	冷間加工率	照射量 (dpaへの換算を含む)			中性子束 (フラックス)	照射温度	試験環境	試験温度	試験片形状	平行部面積	平行部長さ	採取方向	引張歪速度	0.2%耐力	引張強さ	一様伸び	全伸び	絞り	加工硬化指数	応力歪線図	備考	文献リスト No.	出典			
No.	No.	No.							C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Nb	Ti	B	Cu	N	Co	Fe		(%)	(n/m2 E>0.1MeV)	(n/m2 E>1MeV)	(dpa)	(dpa/s)	(℃)		(℃)		(mm2)	(mm)		(/s)	(MPa)	(MPa)	(%)	(%)										
BT-15-1	-	-	ATR	Heガス中	-	引張試験片	304	304	0.067	0.52	1.67	0.021	0.003	9.6	18.7	-	-	-	-	-	0.019	-	Bal.	溶体化	-	-	0	0	-	-	-	-	288	平板型	5.8	24	-	4.0E-04	171.5	443.0	41.3	48.0	-	-	-	-	-	-			
BT-15-2	-	-	ATR	Heガス中	-	引張試験片	304	304	0.067	0.52	1.67	0.021	0.003	9.6	18.7	-	-	-	-	-	0.019	-	Bal.	溶体化	-	-	8.0E+24	1.14	-	288	-	288	平板型	5.8	24	-	4.0E-04	552.7	639.0	12.6	17.5	-	-	-	-	-	-				
BT-15-3	-	-	ATR	Heガス中	-	引張試験片	304	304	0.067	0.52	1.67	0.021	0.003	9.6	18.7	-	-	-	-	-	0.019	-	Bal.	溶体化	-	-	2.5E+25	3.57	-	288	-	288	平板型	5.8	24	-	4.0E-04	648.8	648.8	6.8	11.2	-	-	-	-	-	-				
BT-15-4	-	-	ATR	Heガス中	-	引張試験片	304L	304L	0.020	0.47	1.54	0.024	0.005	11.6	18.2	-	-	-	-	-	0.024	-	Bal.	溶体化	-	-	0	0	-	-	-	-	288	平板型	5.8	24	-	4.0E-04	169.5	400.8	38.3	46.3	-	-	-	-	-	-			
BT-15-5	-	-	ATR	Heガス中	-	引張試験片	304L	304L	0.020	0.47	1.54	0.024	0.005	11.6	18.2	-	-	-	-	-	0.024	-	Bal.	溶体化	-	-	8.0E+24	1.14	-	288	-	288	平板型	5.8	24	-	4.0E-04	474.3	586.0	15.5	20.0	-	-	-	-	-	-				
BT-15-6	-	-	ATR	Heガス中	-	引張試験片	304L	304L	0.020	0.47	1.54	0.024	0.005	11.6	18.2	-	-	-	-	-	0.024	-	Bal.	溶体化	-	-	2.5E+25	3.57	-	288	-	288	平板型	5.8	24	-	4.0E-04	625.2	625.2	2.5	7.3	-	-	-	-	-	-				
BT-15-7	-	-	ATR	Heガス中	-	引張試験片	316L	316L	0.024	0.50	1.45	0.028	0.006	13.6	16.3	2.66	-	-	-	-	0.025	-	Bal.	溶体化	-	-	0	0	-	-	-	-	288	平板型	5.8	24	-	4.0E-04	198.0	442.0	39	46.0	-	-	-	-	-	-			
BT-15-8	-	-	ATR	Heガス中	-	引張試験片	316L	316L	0.024	0.50	1.45	0.028	0.006	13.6	16.3	2.66	-	-	-	-	0.025	-	Bal.	溶体化	-	-	8.0E+24	1.14	-	288	-	288	平板型	5.8	24	-	4.0E-04	396.9	571.3	19.0	23.3	-	-	-	-	-	-				
BT-15-9	-	-	ATR	Heガス中	-	引張試験片	316L	316L	0.024	0.50	1.45	0.028	0.006	13.6	16.3	2.66	-	-	-	-	0.025	-	Bal.	溶体化	-	-	2.5E+25	3.57	-	288	-	288	平板型	5.8	24	-	4.0E-04	496.9	571.3	11.5	17.0	-	-	-	-	-	-				
BT-15-10	-	-	ATR	Heガス中	-	引張試験片	316L	316L	0.024	0.50	1.45	0.028	0.006	13.6	16.3	2.66	-	-	-	-	0.025	-	Bal.	溶体化	-	-	2.5E+25	3.57	-	288	-	288	平板型	5.8	24	-	4.0E-04	454.7	532.1	12.2	16.7	-	-	-	-	-	-				
BT-15-11	-	-	ATR	Heガス中	-	引張試験片	316NG	316NG	0.014	0.45	1.63	0.024	0.004	13.1	17.0	2.46	-	-	-	-	0.097	-	Bal.	溶体化	-	-	0	0	-	-	-	-	288	平板型	5.8	24	-	4.0E-04	190.1	461.6	35.8	44.0	-	-	-	-	-	-			
BT-15-12	-	-	ATR	Heガス中	-	引張試験片	316NG	316NG	0.014	0.45	1.63	0.024	0.004	13.1	17.0	2.46	-	-	-	-	0.097	-	Bal.	溶体化	-	-	8.0E+24	1.14	-	288	-	288	平板型	5.8	24	-	4.0E-04	340.1	576.2	28.0	31.8	-	-	-	-	-	-				
BT-15-13	-	-	ATR	Heガス中	-	引張試験片	316NG	316NG	0.014	0.45	1.63	0.024	0.004	13.1	17.0	2.46	-	-	-	-	0.097	-	Bal.	溶体化	-	-	2.5E+25	3.57	-	288	-	288	平板型	5.8	24	-	4.0E-04	602.7	651.7	15	20.4	-	-	-	-	-	-				
BT-15-14	-	-	ATR	Heガス中	-	引張試験片	316NG	316NG	0.014	0.45	1.63	0.024	0.004	13.1	17.0	2.46	-	-	-	-	0.097	-	Bal.	溶体化	-	-	2.5E+25	3.57	-	288	-	288	平板型	5.8	24	-	4.0E-04	603.7	663.5	15.7	20.5	-	-	-	-	-	-				
BT-15-15	-	-	ATR	Heガス中	-	引張試験片	304(CW)	CW304	0.067	0.52	1.67	0.021	0.003	9.6	18.7	-	-	-	-	-	0.019	-	Bal.	冷間加工	20	-	0	0	-	-	-	-	288	平板型	5.8	24	-	4.0E-04	621.3	681.1	1.5	9.5	-	-	-	-	-	-	7E+24n/m2 =1dpa換算	BT-R15	Jacobs et al. 3rd EDM
BT-15-16	-	-	ATR	Heガス中	-	引張試験片	304(CW)	CW304	0.067	0.52	1.67	0.021	0.003	9.6	18.7	-	-	-	-	-	0.019	-	Bal.	冷間加工	20	-	2.5E+25	3.57	-	288	-	288	平板型	5.8	24	-	4.0E-04	893.8	905.5	0.4	3.4	-	-	-	-	-	-				
BT-15-17	-	-	ATR	Heガス中	-	引張試験片	304(CW)	CW304	0.067	0.52	1.67	0.021	0.003	9.6	18.7	-	-	-	-	-	0.019	-	Bal.	冷間加工	20	-	2.5E+25	3.57	-	288	-	288	平板型	5.8	24	-	4.0E-04	939.8	942.8	0.5	3.7	-	-	-	-	-	-				
BT-15-18	-	-	ATR	Heガス中	-	引張試験片	304L(CW)	CW304L	0.020	0.47	1.54	0.024	0.005	11.6	18.2	-	-	-	-	-	0.024	-	Bal.	冷間加工	20	-	0	0	-	-	-	-	288	平板型	5.8	24	-	4.0E-04	605.6	629.2	1.0	9.1	-	-	-	-	-	-			
BT-15-19	-	-	ATR	Heガス中	-	引張試験片	304L(CW)	CW304L	0.020	0.47	1.54	0.024	0.005	11.6	18.2	-	-	-	-	-	0.024	-	Bal.	冷間加工	20	-	2.5E+25	3.57	-	288	-	288	平板型	5.8	24	-	4.0E-04	868.3	868.3	0.3	3.8	-	-	-	-	-	-				
BT-15-20	-	-	ATR	Heガス中	-	引張試験片	304L(CW)	CW304L	0.020	0.47	1.54	0.024	0.005	11.6	18.2	-	-	-	-	-	0.024	-	Bal.	冷間加工	20	-	2.5E+25	3.57	-	288	-	288	平板型	5.8	24	-	4.0E-04	824.2	824.2	0.4	4.5	-	-	-	-	-	-				
BT-15-21	-	-	ATR	Heガス中	-	引張試験片	316L(CW)	CW316L	0.024	0.50	1.45	0.028	0.006	13.6	16.3	2.66	-	-	-	-	0.025	-	Bal.	冷間加工	20	-	0	0	-	-	-	-	288	平板型	5.8	24	-	4.0E-04	592.9	637.0	0.9	8.8	-	-	-	-	-	-			
BT-15-22	-	-	ATR	Heガス中	-	引張試験片	316L(CW)	CW316L	0.024	0.50	1.45	0.028	0.006	13.6	16.3	2.66	-	-	-	-	0.025	-	Bal.	冷間加工	20	-	2.5E+25	3.57	-	288	-	288	平板型	5.8	24	-	4.0E-04	832.0	832.0	0.4	4.2	-	-	-	-	-	-				
BT-15-23	-	-	ATR	Heガス中	-	引張試験片	316L(CW)	CW316L	0.024	0.50	1.45	0.028	0.006	13.6	16.3	2.66	-	-	-	-	0.025	-	Bal.	冷間加工	20	-	2.5E+25	3.57	-	288	-	288	平板型	5.8	24	-	4.0E-04	688.0	688.0	0.5	5.1	-	-	-	-	-	-				
BT-15-24	-	-	ATR	Heガス中	-	引張試験片	316NG(CW)	CW316NG	0.014	0.45	1.63	0.024	0.004	13.1	17.0	2.46	-	-	-	-	0.097	-	Bal.	冷間加工	20	-	0	0	-	-	-	-	288	平板型	5.8	24	-	4.0E-04	531.2	599.8	1.5	10.5	-	-	-	-	-	-			
BT-15-25	-	-	ATR	Heガス中	-	引張試験片	316NG(CW)	CW316NG	0.014	0.45	1.63	0.024	0.004	13.1	17.0	2.46	-	-	-	-	0.097	-	Bal.	冷間加工	20	-	2.5E+25	3.57	-	288	-	288	平板型	5.8	24	-	4.0E-04	817.3	821.2	0.6	5.3	-	-	-	-	-	-				
BT-15-26	-	-	ATR	Heガス中	-	引張試験片	316NG(CW)	CW316NG	0.014	0.45	1.63	0.024	0.004	13.1	17.0	2.46	-	-	-	-	0.097	-	Bal.	冷間加工	20	-	2.5E+25	3.57	-	288	-	288	平板型	5.8	24	-	4.0E-04	866.3	866.3	0.4	5.8	-	-	-	-	-	-				
BT-15-27	-	-	ATR	Heガス中	-	引張試験片	316NG	316NG	0.014	0.45	1.63	0.024	0.004	13.1	17.0	2.46	-	-	-	-	0.097	-	Bal.	溶体化+熱時効	-	-	0	0	-	-	-	-	288	平板型	5.8	24	-	4.0E-04	172.5	452.8	41	49.0	-	-	-	-	-	-			
BT-15-28	-	-	ATR	Heガス中	-	引張試験片	316NG	316NG	0.014	0.45	1.63	0.024	0.004	13.1	17.0	2.46	-	-	-	-	0.097	-	Bal.	溶体化+熱時効	-	-	2.5E+25	3.57	-	288	-	288	平板型	5.8	24	-	4.0E-04	511.6	599.8	17.8	21.8	-	-	-	-	-	-				
BT-15-29	-	-	ATR	Heガス中	-	引張試験片	316NG	316NG	0.014	0.45	1.63	0.024	0.004	13.1	17.0	2.46	-	-	-	-	0.097	-	Bal.	溶体化+熱時効	-	-	2.5E+25	3.57	-	288	-	288	平板型	5.8	24	-	4.0E-04	517.4	593.9	16.0	20.9	-	-	-	-	-	-				
BT-16-1	-	-	JMTR	Heガス中	-	引張試験片	304	304	0.050	0.65	1.20	0.024	0.004	8.93	18.58	-	-	-	0.000	-	-	0.04	Bal.	1030℃×0.5h+WQ	-	-	4.9E+24	0.70	-	273	大気中	273	平板型	-	-	-	-	461	560	20.5	31.6	70	-	-	-	-	-				
BT-16-2	-	-	JMTR	Heガス中	-	引張試験片	304	304	0.050	0.65	1.20	0.024	0.004	8.93	18.58	-	-	-	0.000	-	-	0.04	Bal.	1030℃×0.5h+WQ	-	-	5.9E+24	0.84	-	273	大気中	273	平板型	-	-	-	-	484	578	20.9	32.8	66	-	-	-	-	-				
BT-16-3	-	-	JMTR	Heガス中	-	引張試験片	304	304	0.050	0.65	1.20	0.024	0.004	8.93	18.58	-	-	-	0.000	-																															

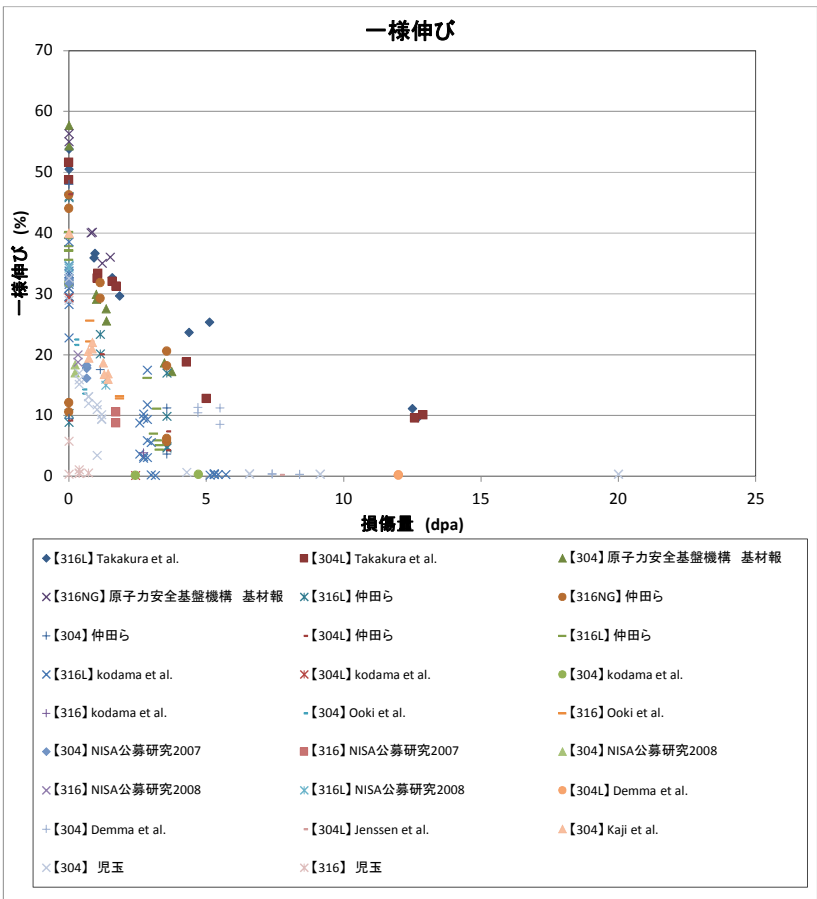
まとめ図1



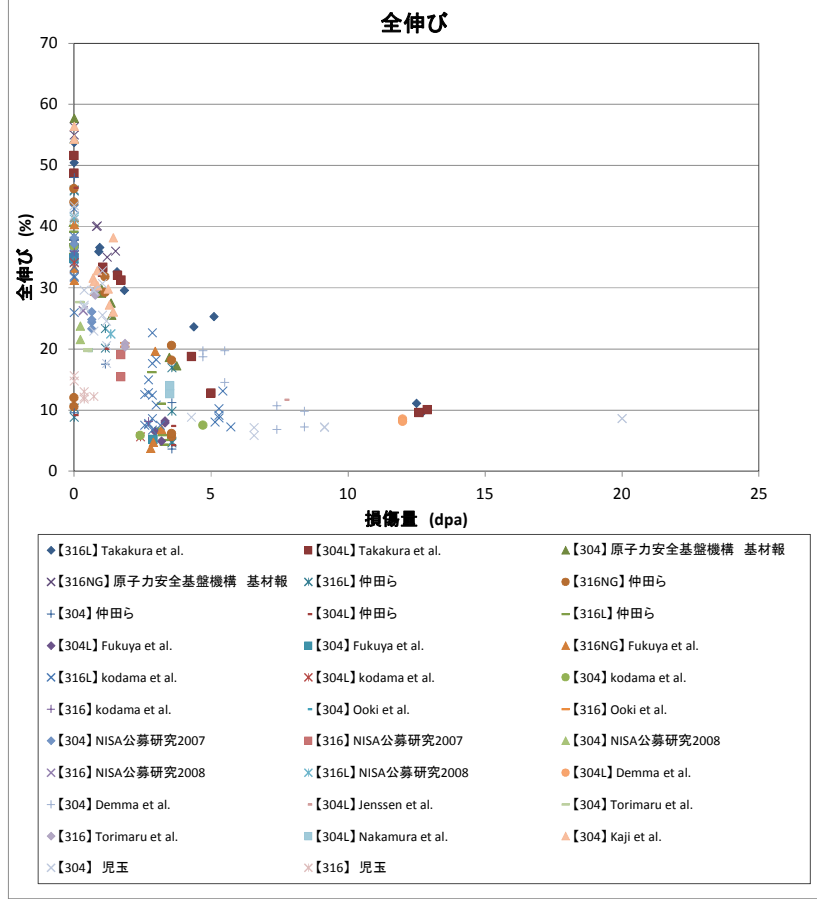
まとめ図2



まとめ図3



まとめ図4

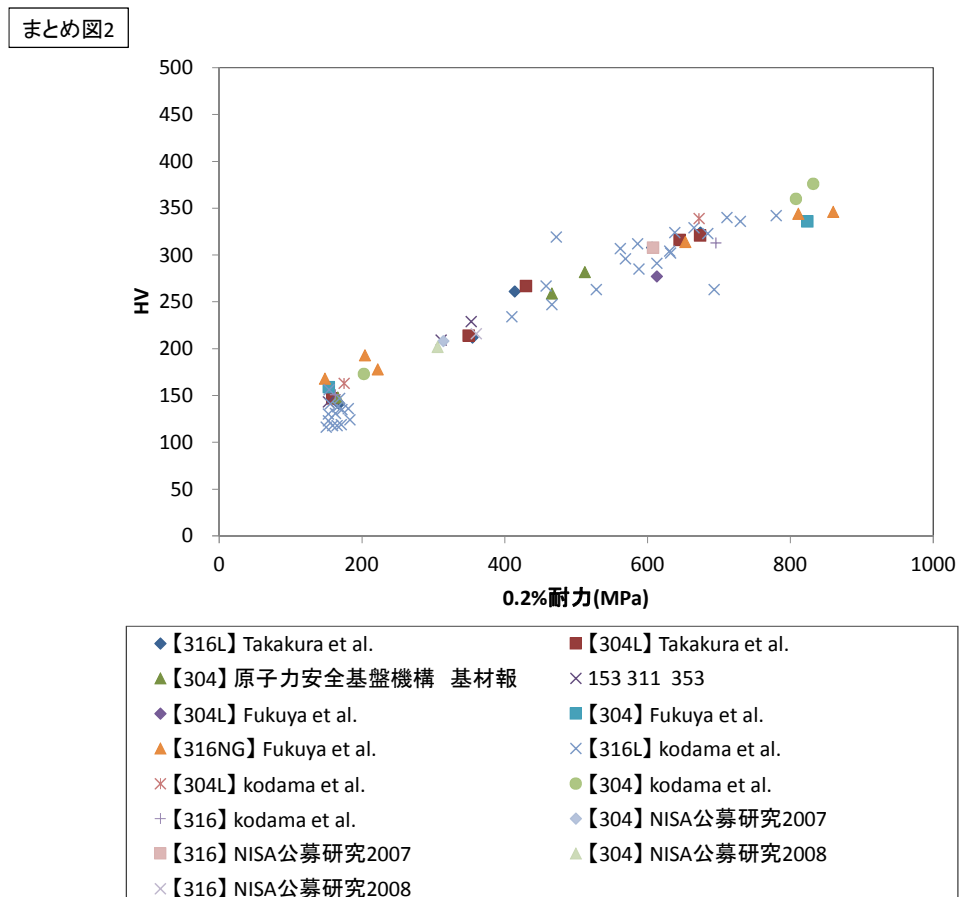
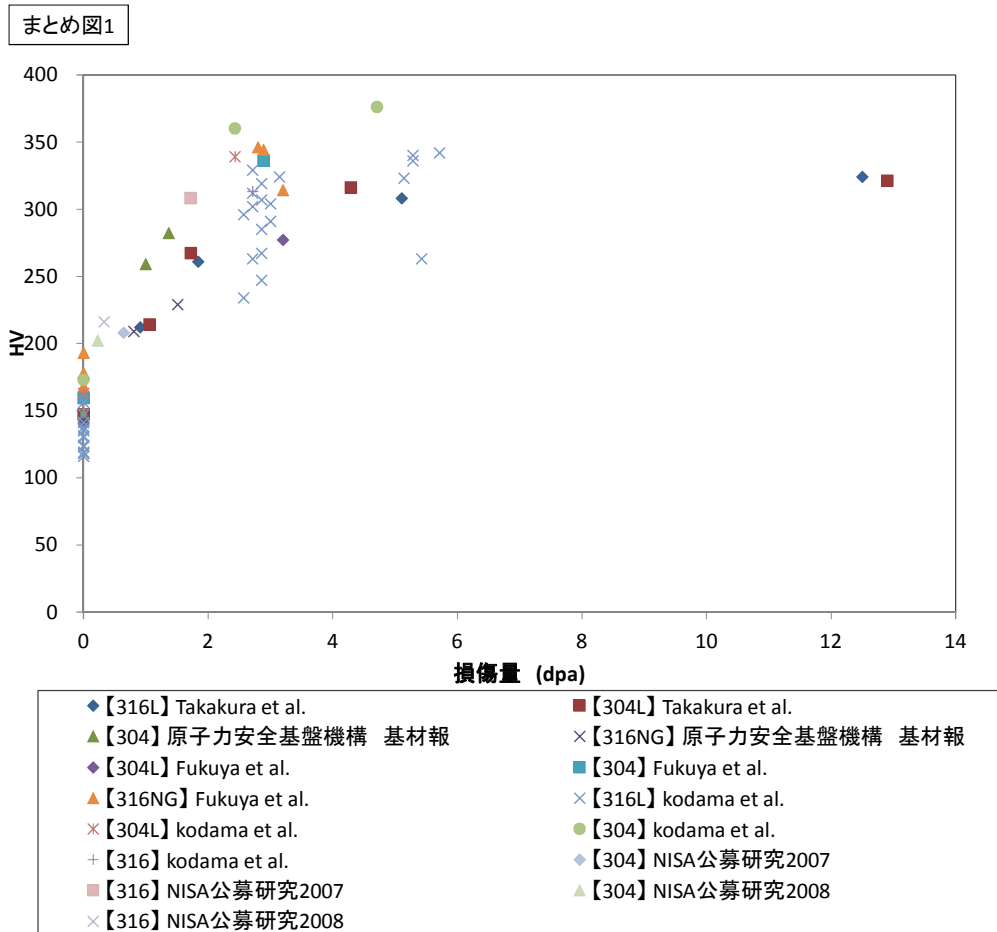


硬さ(BWR分野)データシート1/2

DB	試験片番号	材料番号	照射炉	照射環境	採取部位	照射時形状	詳細鋼種	鋼種	材料組成(wt%)																		熱処理等	冷間加工率	照射量 (dpaへの換算を含む)			中性子束 (フラックス)		照射温度	測定方法	測定環境	測定温度 (℃)	測定試験片	測定試験片	測定組織	試験荷重	保持時間 sec	測定数	硬さ	ばらつき	硬さ増加	単位	引張データ	引張試験温度 (℃)	0.2%耐力 (MPa)	引張強さ (MPa)	一様伸び (%)	全伸び (%)	備考	文献リスト	出典
									C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Nb	Ti	B	Cu	N	Co	Fe	(nm ² /E=0.1MeV)	(nm ² /E=1MeV)	(dpa)			(dpa/s)	(℃)																										
BH-1-1	R033	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS304(HT)	304	0.050	0.65	1.20	0.024	0.004	8.93	18.58	-	-	-	-	-	-	-	0.04	Bal.	溶体化	-	-	0	0	-	-	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	0.5	30	5	148	141~152	-	HV0.5	有	288	166	415	50.7	57.7	-	BH-R1	独立行政法人 原子力安全基盤機構 基材部 (財)発電設備技術検査協会、高経年化対策関連技術調査等(照射誘起応力腐食割れ (IASC)評価技術開発) 事業報告			
BH-1-2	R133	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS304(HT)	304	0.050	0.65	1.20	0.024	0.004	8.93	18.58	-	-	-	-	-	-	0.04	Bal.	溶体化	-	-	5.56E+24	1.00	-	288	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	0.5	30	5	259	254~265	111	HV0.5	有	288	466	566	22.4	29.1							
BH-1-3	R235	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS304(HT)	304	0.050	0.65	1.20	0.024	0.004	8.93	18.58	-	-	-	-	-	-	0.04	Bal.	溶体化	-	-	7.82E+24	1.37	-	288	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	0.5	30	5	282	278~288	134	HV0.5	有	288	512	583	19.8	25.5							
BH-1-4	H305	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS304L(HT)	304L	0.009	0.58	0.85	0.020	0.001	9.78	18.43	-	-	-	-	-	-	0.05	Bal.	溶体化	-	-	0	0	-	-	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	0.5	30	5	147	142~151	-	HV0.5	有	288	159	373	41.3	51.6							
BH-1-5	H134	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS304L(HT)	304L	0.009	0.58	0.85	0.020	0.001	9.78	18.43	-	-	-	-	-	-	0.05	Bal.	溶体化	-	-	5.68E+24	1.06	-	288	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	0.5	30	5	214	207~219	67	HV0.5	有	288	350	466	25.5	33.3							
BH-1-6	H234	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS304L(HT)	304L	0.009	0.58	0.85	0.020	0.001	9.78	18.43	-	-	-	-	-	-	0.05	Bal.	溶体化	-	-	1.03E+25	1.72	-	288	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	0.5	30	5	267	263~270	120	HV0.5	有	288	430	514	25.1	31.2							
BH-1-7	H341	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS304L(HT)	304L	0.009	0.58	0.85	0.020	0.001	9.78	18.43	-	-	-	-	-	-	0.05	Bal.	溶体化	-	-	2.46E+25	4.29	-	288	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	0.5	30	5	316	314~318	169	HV0.5	有	288	645	646	0.3	18.7							
BH-1-8	A035	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS316L(HT)	316L	0.008	0.43	0.83	0.023	0.001	12.55	17.54	2.11	-	-	-	-	-	0.02	Bal.	溶体化	-	-	0	0	-	-	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	0.5	30	5	141	136~146	-	HV0.5	有	288	168	382	41.3	50.5							
BH-1-9	A134	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS316L(HT)	316L	0.008	0.43	0.83	0.023	0.001	12.55	17.54	2.11	-	-	-	-	-	0.02	Bal.	溶体化	-	-	5.11E+24	0.91	-	288	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	0.5	30	5	212	206~220	71	HV0.5	有	288	355	494	28.2	35.9							
BH-1-10	A233	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS316L(HT)	316L	0.008	0.43	0.83	0.023	0.001	12.55	17.54	2.11	-	-	-	-	0.02	Bal.	溶体化	-	-	1.09E+25	1.84	-	288	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	0.5	30	5	261	256~265	120	HV0.5	有	288	414	520	22.0	29.6								
BH-1-11	A339	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS316L(HT)	316L	0.008	0.43	0.83	0.023	0.001	12.55	17.54	2.11	-	-	-	-	0.02	Bal.	溶体化	-	-	3.04E+25	5.11	-	288	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	0.5	30	5	308	305~312	167	HV0.5	有	288	606	616	17.1	25.3								
BH-1-12	W033	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS316(NG)(HT)	316NG	0.012	0.56	0.91	0.017	0.005	11.05	16.51	2.34	-	-	-	-	0.060	0.02	Bal.	溶体化	-	-	0	0	-	-	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	0.5	30	5	143	140~146	-	HV0.5	有	288	153	392	46.7	56.3							
BH-1-13	W134	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS316(NG)(HT)	316NG	0.012	0.56	0.91	0.017	0.005	11.05	16.51	2.34	-	-	-	-	0.060	0.02	Bal.	溶体化	-	-	5.04E+24	0.81	-	288	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	0.5	30	5	209	195~217	66	HV0.5	有	288	311	481	33.2	40.0							
BH-1-14	W235	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS316(NG)(HT)	316NG	0.012	0.56	0.91	0.017	0.005	11.05	16.51	2.34	-	-	-	-	0.060	0.02	Bal.	溶体化	-	-	9.04E+24	1.51	-	288	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	0.5	30	5	229	225~233	86	HV0.5	有	288	353	494	29.4	36.0							
BH-2-1	A035	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS316L(HT)	316L	0.008	0.43	0.83	0.023	0.001	12.55	17.54	2.11	-	-	-	-	0.02	Bal.	溶体化	-	-	0	0	-	-	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	0.5	30	-	141	-	-	HV0.5	有	288	168	382	41.3	50.5	-	BH-R2	Takakura et al. 14th EDM					
BH-2-2	A134	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS316L(HT)	316L	0.008	0.43	0.83	0.023	0.001	12.55	17.54	2.11	-	-	-	-	0.02	Bal.	溶体化	-	-	5.11E+24	0.91	-	288	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	0.5	30	-	212	-	-	HV0.5	有	288	355	494	28.2	35.9								
BH-2-3	A233	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS316L(HT)	316L	0.008	0.43	0.83	0.023	0.001	12.55	17.54	2.11	-	-	-	-	0.02	Bal.	溶体化	-	-	1.09E+25	1.84	-	288	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	0.5	30	-	261	-	-	HV0.5	有	288	414	520	22.0	29.6								
BH-2-4	A339	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS316L(HT)	316L	0.008	0.43	0.83	0.023	0.001	12.55	17.54	2.11	-	-	-	-	0.02	Bal.	溶体化	-	-	3.04E+25	5.11	-	288	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	0.5	30	-	308	-	-	HV0.5	有	288	606	616	17.1	25.3								
BH-2-5	-	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS316L(HT)	316L	0.008	0.43	0.83	0.023	0.001	12.55	17.54	2.11	-	-	-	-	0.02	Bal.	溶体化	-	-	7.51E+25	12.50	-	288	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	0.5	30	-	324	-	-	HV0.5	有	288	674	676	0.3	11.1								
BH-2-6	H035	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS304L(HT)	304L	0.009	0.58	0.85	0.020	0.001	9.78	18.43	-	-	-	-	-	0.05	Bal.	溶体化	-	-	0	0	-	-	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	0.5	30	-	147	-	-	HV0.5	有	288	159	373	41.3	51.6								
BH-2-7	H134	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS304L(HT)	304L	0.009	0.58	0.85	0.020	0.001	9.78	18.43	-	-	-	-	-	0.05	Bal.	溶体化	-	-	5.68E+24	1.06	-	288	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	0.5	30	-	214	-	-	HV0.5	有	288	350	466	25.5	33.3								
BH-2-8	H234	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS304L(HT)	304L	0.009	0.58	0.85	0.020	0.001	9.78	18.43	-	-	-	-	-	0.05	Bal.	溶体化	-	-	1.03E+25	1.72	-	288	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	0.5	30	-	267	-	-	HV0.5	有	288	430	514	25.1	31.2								
BH-2-9	H341	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS304L(HT)	304L	0.009	0.58	0.85	0.020	0.001	9.78	18.43	-	-	-	-	-	0.05	Bal.	溶体化	-	-	2.46E+25	4.29	-	288	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	0.5	30	-	316	-	-	HV0.5	有	288	645	646	0.3	18.7								
BH-2-10	-	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS304L(HT)	304L	0.009	0.58	0.85	0.020	0.001	9.78	18.43	-	-	-	-	-	0.05	Bal.	溶体化	-	-	7.74E+25	12.90	-	288	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	0.5	30	-	321	-	-	HV0.5	有	288	674	677	0.4	10.0								
BH-3-1	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	COM304	304	0.061	0.42	0.85	0.025	0.004	8.16	18.06	-	-	-	-	-	0.040	-	Bal.	溶体化	-	-	2.02E+25	2.89	-	288	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	1	-	-	336	-	-	HV1	有	288	824	824	-	5.1	7E24nm ² =1dpa換算		BH-R3	Fukuya et al. 6th EDM			
BH-3-2	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	COM304	304	0.061	0.42	0.85	0.025	0.004	8.16	18.06	-	-	-	-	-	0.040	-	Bal.	溶体化	-	-	0	0	-	288	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	1	-	-	159	-	-	HV1	有	288	154	427	-	34.7							
BH-3-3	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	HP304L-Mo	304L	0.016	0.05	0.88	0.004	0.001	10.06	18.52	0.19	-	-	-	-	0.032	-	Bal.	溶体化	-	-	2.24E+25	3.20	-	288	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	1	-	-	277	-	-	HV1	有	288	613	613	-	4.9							
BH-3-4	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	HP304L-Mo	304L	0.016	0.05	0.88	0.004	0.001	10.06	18.52	0.19	-	-	-	-	0.032	-	Bal.	溶体化	-	-	0	0	-	288	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	1	-	-	152	-	-	HV1	有	288	123	356	-	38.3							
BH-3-5	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	COM316L	316L	0.020	0.57	0.84	0.034	0.001	11.92	17.40	2.10	-	-	-	-	0.022	-	Bal.	溶体化	-	-	2.31E+25	3.30	-	288	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	1	-	-	360	-	-	HV1	有	288	888	888	-	5.0							
BH-3-6	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	COM316L	316L	0.020	0.57	0.84	0.034	0.001	11.92	17.40	2.10	-	-	-	-	0.022	-	Bal.	溶体化	-	-	0	0	-	288	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	1	-	-	170	-	-	HV1	有	288	154	442	-	37.1							
BH-3-7	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	316L	316L	0.017	0.48	0.90	0.026	0.003	12.36	16.90	2.20	-	-	-	-	0.032	-	Bal.	溶体化	-	-	2.26E+25	3																												

硬さ(BWR分野)データシート2/2

DB	試験片番号	材料番号	照射炉	照射環境	採取部位	照射時形状	詳細鋼種	鋼種	材料組成(wt%)																		熱処理等	冷間加工率	照射量 (dpaへの換算を含む)			中性子束 (フラックス)	照射温度	測定方法	測定環境	測定温度 (℃)	測定試験片	測定試験片	測定組織	試験荷重 kg	保持時間 sec	測定数	硬さ	ばらつき	硬さ増加	単位	引張データ	引張試験温度 (℃)	0.2%耐力 (MPa)	引張強さ (MPa)	一様伸び (%)	全伸び (%)	備考	文献リスト No.	出典
									C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Nb	Ti	B	Cu	N	Co	Fe	(%)	(nm ² /E=0.1MeV)	(nm ² /E=1MeV)			(dpa)	(dpa/s)	(℃)																								
BH-4-1	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	304	304	0.060	0.48	0.81	0.028	0.002	8.52	18.29	-	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	溶体化	-	4.7E+17	3.30E+25	4.71	-	288	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	0.5	-	-	376	-	-	HV0.5	有	288	832	832	0.2	7.5	7E24nm ² =1dpa換算	BH-R4	Kodama et al. 8th EDM		
BH-4-2	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	304	304	0.060	0.48	0.81	0.028	0.002	8.52	18.29	-	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	溶体化	-	4.7E+17	1.70E+25	2.43	-	288	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	0.5	-	-	360	-	-	HV0.5	有	288	808	808	0.1	5.8					
BH-4-3	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	304	304	0.060	0.48	0.81	0.028	0.002	8.52	18.29	-	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	溶体化	-	-	0	0	-	288	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	0.5	-	-	173	-	-	HV0.5	有	288	203	455	31.7	36.8					
BH-4-4	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	304L	304L	0.013	0.40	1.18	0.026	0.002	9.22	18.65	-	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	溶体化	-	4.7E+17	1.70E+25	2.43	-	288	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	0.5	-	-	339	-	-	HV0.5	有	288	672	672	0.1	5.6					
BH-4-5	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	304L	304L	0.013	0.40	1.18	0.026	0.002	9.22	18.65	-	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	溶体化	-	-	0	0	-	288	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	0.5	-	-	163	-	-	HV0.5	有	288	175	400	29.3	34.1					
BH-4-6	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	316	316	0.040	0.64	1.28	0.033	0.003	10.87	16.94	2.12	-	-	-	-	-	-	0.220	-	Bal.	溶体化	-	-	1.90E+25	2.71	-	288	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	0.5	-	-	313	-	-	HV0.5	有	288	696	730	3.8	8.1				
BH-4-7	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	316	316	0.040	0.64	1.28	0.033	0.003	10.87	16.94	2.12	-	-	-	-	-	-	0.220	-	Bal.	溶体化	-	-	0	0	-	288	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	0.5	-	-	151	-	-	HV0.5	有	288	163	460	31.6	36.0				
BH-4-8	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	316L	316L	0.016	0.59	1.18	0.033	0.001	12.66	17.51	2.13	-	-	-	-	-	-	0.026	-	Bal.	溶体化	-	5.1E+17	3.60E+25	5.14	-	288	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	0.5	-	-	323	-	-	HV0.5	有	288	684	684	0.1	8.0				
BH-4-9	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	316L	316L	0.016	0.59	1.18	0.033	0.001	12.66	17.51	2.13	-	-	-	-	-	-	0.026	-	Bal.	溶体化	-	5.3E+17	1.90E+25	2.71	-	288	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	0.5	-	-	302	-	-	HV0.5	有	288	632	658	9.5	12.8				
BH-4-10	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	316L	316L	0.016	0.59	1.18	0.033	0.001	12.66	17.51	2.13	-	-	-	-	-	-	0.026	-	Bal.	溶体化	-	-	0	0	-	288	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	0.5	-	-	141	-	-	HV0.5	有	288	156	421	38.5	42.9				
BH-4-11	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	316L-NL	316L	0.019	0.50	0.86	0.028	0.003	12.72	16.86	2.34	-	-	-	-	-	-	0.003	-	Bal.	溶体化	-	5.3E+17	3.70E+25	5.29	-	288	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	0.5	-	-	336	-	-	HV0.5	有	288	730	738	0.4	10.2				
BH-4-12	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	316L-NL	316L	0.019	0.50	0.86	0.028	0.003	12.72	16.86	2.34	-	-	-	-	-	-	0.003	-	Bal.	溶体化	-	5.6E+17	2.00E+25	2.86	-	288	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	0.5	-	-	307	-	-	HV0.5	有	288	562	584	3.0	6.7				
BH-4-13	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	316L-NL	316L	0.019	0.50	0.86	0.028	0.003	12.72	16.86	2.34	-	-	-	-	-	-	0.003	-	Bal.	溶体化	-	-	0	0	-	288	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	0.5	-	-	119	-	-	HV0.5	有	288	171	397	31.9	36.0				
BH-4-14	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	316L-NM	316L	0.017	0.52	1.37	0.025	0.002	14.11	16.52	2.23	-	-	-	-	-	-	0.017	-	Bal.	溶体化	-	5.6E+17	2.00E+25	2.86	-	288	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	0.5	-	-	267	-	-	HV0.5	有	288	458	514	5.8	8.6				
BH-4-15	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	316L-NM	316L	0.017	0.52	1.37	0.025	0.002	14.11	16.52	2.23	-	-	-	-	-	-	0.017	-	Bal.	溶体化	-	-	0	0	-	288	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	0.5	-	-	123	-	-	HV0.5	有	288	153	401	34.5	38.4				
BH-4-16	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	316L-PI(A)	316L	0.010	0.50	0.88	0.012	0.001	12.18	16.62	2.16	-	-	-	-	-	-	0.036	-	Bal.	溶体化	-	5.6E+17	2.00E+25	2.86	-	288	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	0.5	-	-	247	-	-	HV0.5	有	288	466	574	17.4	22.6				
BH-4-17	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	316L-PI(A)	316L	0.010	0.50	0.88	0.012	0.001	12.18	16.62	2.16	-	-	-	-	-	-	0.036	-	Bal.	溶体化	-	-	0	0	-	288	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	0.5	-	-	135	-	-	HV0.5	有	288	172	419	29.5	34.2				
BH-4-18	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	316L-PI(B)	316L	0.010	0.46	0.98	0.013	0.002	12.15	17.59	2.18	-	-	-	-	-	-	0.037	-	Bal.	溶体化	-	-	2.00E+25	2.86	-	288	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	0.5	-	-	285	-	-	HV0.5	有	288	588	642	11.7	17.6				
BH-4-19	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	316L-PI(B)	316L	0.010	0.46	0.98	0.013	0.002	12.15	17.59	2.18	-	-	-	-	-	-	0.037	-	Bal.	溶体化	-	-	0	0	-	288	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	0.5	-	-	156	-	-	HV0.5	有	288	154	418	30.9	35.4				
BH-4-20	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	316L-PI-NM	316L	0.016	0.52	1.34	0.010	0.002	12.86	16.14	2.29	-	-	-	-	-	-	0.014	-	Bal.	溶体化	-	5.6E+17	2.00E+25	2.86	-	288	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	0.5	-	-	319	-	-	HV0.5	有	288	472	533	9.3	12.4				
BH-4-21	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	316L-PI-NM	316L	0.016	0.52	1.34	0.010	0.002	12.86	16.14	2.29	-	-	-	-	-	-	0.014	-	Bal.	溶体化	-	-	3.80E+25	5.43	-	288	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	0.5	-	-	263	-	-	HV0.5	有	288	693	693	0.2	13.1				
BH-4-22	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	316L-PI-NM	316L	0.016	0.52	1.34	0.010	0.002	12.86	16.14	2.29	-	-	-	-	-	-	0.014	-	Bal.	溶体化	-	-	0	0	-	288	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	0.5	-	-	130	-	-	HV0.5	有	288	153	393	33.7	37.6				
BH-4-23	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	316L-PM-NM	316L	0.013	0.49	0.91	0.019	0.000	12.46	16.84	2.20	-	-	-	-	-	-	0.010	-	Bal.	溶体化	-	5.7E+17	4.00E+25	5.71	-	288	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	0.5	-	-	342	-	-	HV0.5	有	288	780	780	0.2	7.2				
BH-4-24	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	316L-PM-NM	316L	0.013	0.49	0.91	0.019	0.000	12.46	16.84	2.20	-	-	-	-	-	-	0.010	-	Bal.	溶体化	-	5.8E+17	2.10E+25	3.00	-	288	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	0.5	-	-	291	-	-	HV0.5	有	288	613	626	5.5	10.8				
BH-4-25	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	316L-PM-NM	316L	0.013	0.49	0.91	0.019	0.000	12.46	16.84	2.20	-	-	-	-	-	-	0.010	-	Bal.	溶体化	-	-	0	0	-	288	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	0.5	-	-	138	-	-	HV0.5	有	288	166	401	31.5	35.4				
BH-4-26	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	316L-PI-NL	316L	0.014	0.49	0.92	0.011	0.000	12.47	16.88	2.21	-	-	-	-	-	-	0.003	-	Bal.	溶体化	-	5.3E+17	3.70E+25	5.29	-	288	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	0.5	-	-	340	-	-	HV0.5	有	288	711	711	0.2	8.7				
BH-4-27	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	316L-PI-NL	316L	0.014	0.49	0.92	0.011	0.000	12.47	16.88	2.21	-	-	-	-	-	-	0.003	-	Bal.	溶体化	-	5.3E+17	1.90E+25	2.71	-	288	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	0.5	-	-	263	-	-	HV0.5	有	288	528	583	10.2	14.9				
BH-4-28	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	316L-PI-NL	316L	0.014	0.49	0.92	0.011	0.000	12.47	16.88	2.21	-	-	-	-	-	-	0.003	-	Bal.	溶体化	-	-	0	0	-	288	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	0.5	-	-	118	-	-	HV0.5	有	288	159	379	30.9	31.7				
BH-4-29	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	HP316L	316L	0.014	0.05	0.91	0.007	0.001	12.20	16.67	2.15	-	-	-	-	-	-	0.034	-	Bal.	溶体化	-	5.8E+17	2.10E+25	3.00	-	288	ビッカース	大気中	室温	平板型試験片	-	母材	0.5	-	-	304	-	-	HV0.5	有	288	631	631	0.2	18.2				
BH-4-30	-	-	国内BWR	水中	-	引張試験片	HP316L	316L	0.014	0.05	0.91	0.007	0.001	12.20	16.67	2.15	-	-	-	-	-	-	0.034	-	Bal.	溶体化	-	-	0	0	-	288	ビッカース																						



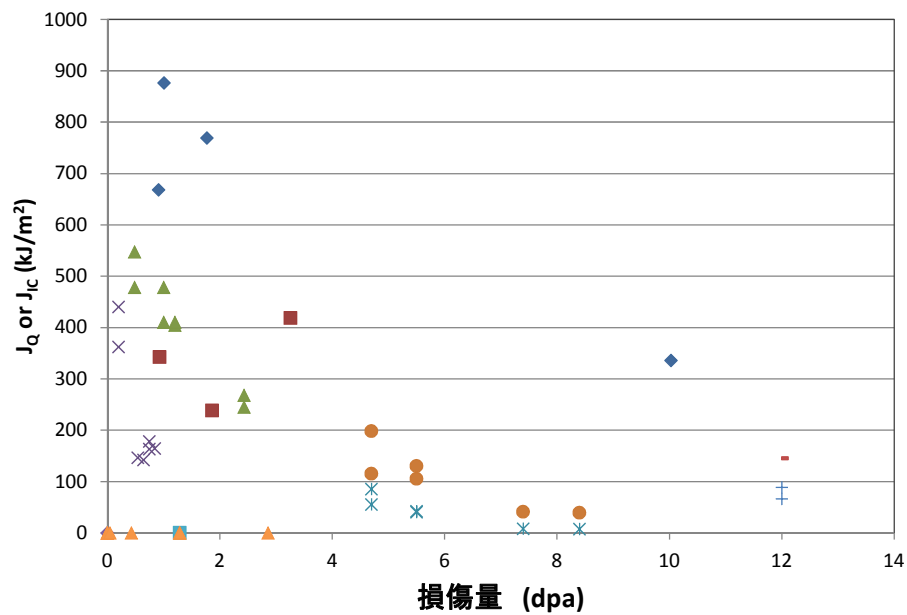
破壊靱性(BWR分野)データシート 1/2

[illegible]

破壊靱性(BWR分野)データシート 2/2

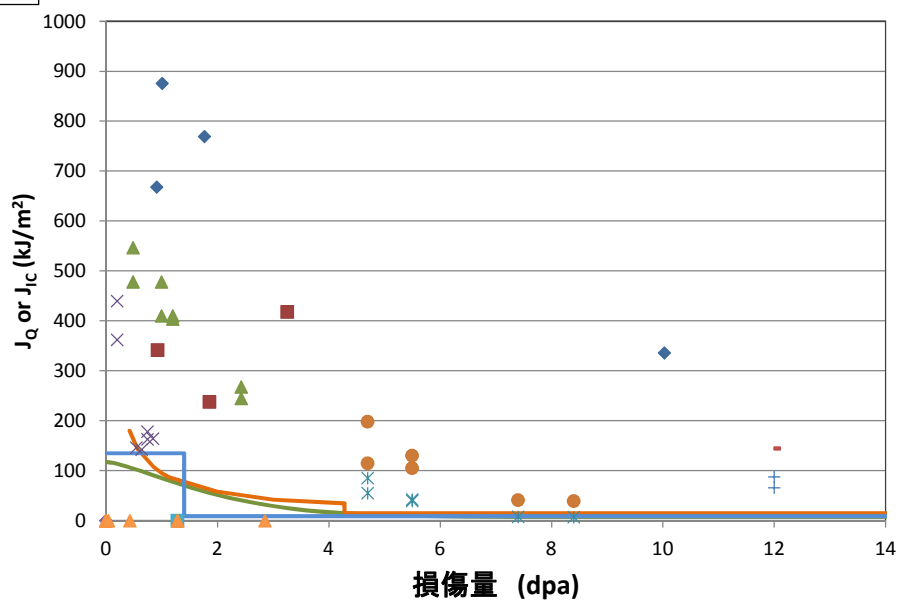
[illegible]

まとめ図1



- | | |
|-------------------------|------------------------|
| ◆【316L】原子力安全基盤機構 基材報 | ■【304L】原子力安全基盤機構 基材報 |
| ▲【316】Torimaru et al. | ×【304】Torimaru et al. |
| ✱【304 T-L】Demma et al. | ●【304 L-T】Demma et al. |
| +【304L T-L】Demma et al. | -【304 L-T】Demma et al. |
| ◆【CW316NG】NUREG CR-6826 | ■【316】NUREG CR-6826 |
| ▲【304】NUREG CR-6826 | |

まとめ図2



- | | |
|-------------------------|------------------------|
| ◆【316L】原子力安全基盤機構 基材報 | ■【304L】原子力安全基盤機構 基材報 |
| ▲【316】Torimaru et al. | ×【304】Torimaru et al. |
| ✱【304 T-L】Demma et al. | ●【304 L-T】Demma et al. |
| +【304L T-L】Demma et al. | -【304 L-T】Demma et al. |
| ◆【CW316NG】NUREG CR-6826 | ■【316】NUREG CR-6826 |
| ▲【304】NUREG CR-6826 | —NRC_LINE |
| —EPRI_LINE | —維持規格 |

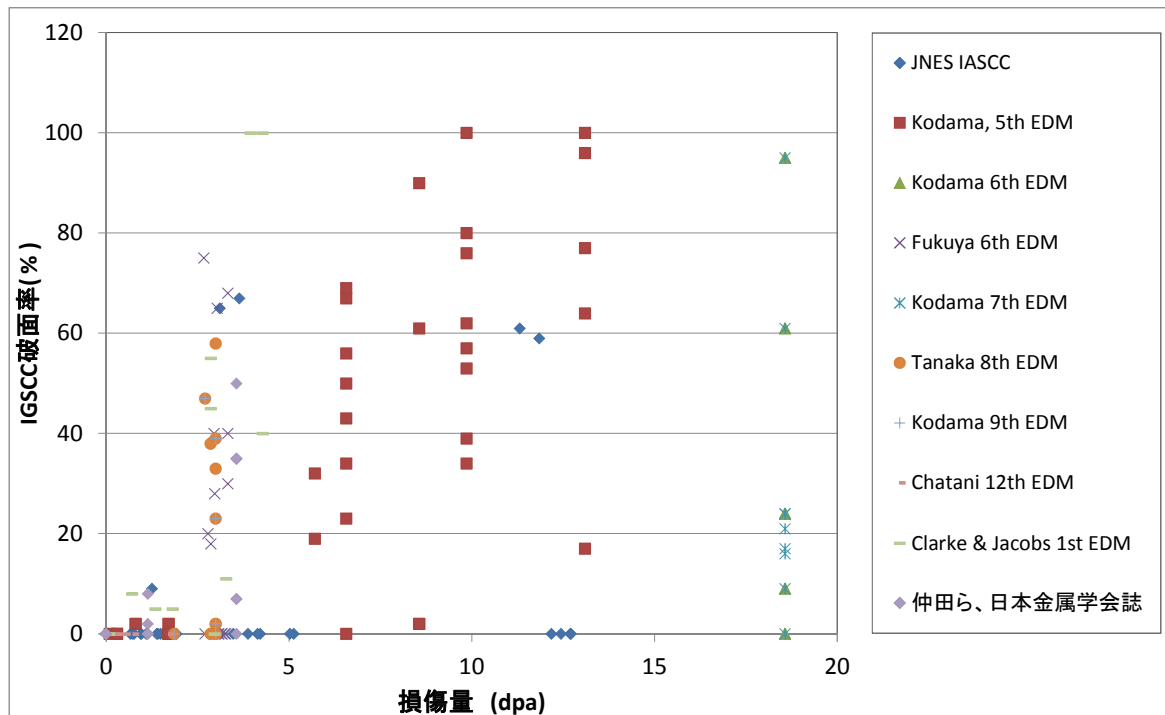
IASCC感受性(BWR分野)データシート 1/2

DB	試験片 番号	材料番号	照射炉	照射環境	採取部位	照射時形状	詳細鋼種	鋼種	材料組成(wt%)																熱処理等	冷間 加工率	照射量 (dpaへの換算を含む)				中性子束 (フラックス)	照射温度	試験 温度	試験環境						導電率	ECP	試験片 形状	平行部 面積	平行部 長さ	採取 方向	ひずみ 速度	耐力	最大 応力	最大応 力時歪	IASCC 発生歪	破断歪	破断 時間	IG割れ 破断率	TG割れ 破断率	応力歪 線図	備考	文献リスト No.	出典
No.	No.	No.	-	-	-	-	-	-	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Nb	Ti	B	Cu	N	Co	Fe	-	(%)	(nm ² E>0.1MeV) 1	(nm ² E>1MeV) (dpa)	(dpa/s)	(°C)	(°C)	DO (ppm)	DH (ppm)	DH (cc/kg)	B (ppm)	U (ppm)	(μS/cm)	(mVvs SHE)	試験片 形状	(mm ²)	(mm)		(/s)	(MPa)	(MPa)	(%)	(%)	(%)	(h)	(%)	(%)								
BIS-1-1	A031	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS316L	316L(HT)	0.008	0.43	0.83	0.023	0.001	12.55	17.54	2.11	-	-	-	-	-	0.02	Bal.	溶体化	-	-	0.00E+00	0.00	-	262-302	288	32	-	-	-	-	-	< 0.2	-	平板型	4	16	-	2.5E-07	162	481	40.3	-	46.1	-	0	0	有	-	BIS-R1	原子力安全 基盤機構、 H19年度 IASCCに關 する報告書 (08基材報 0009)		
BIS-1-2	A133	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS316L	316L(HT)	0.008	0.43	0.83	0.023	0.001	12.55	17.54	2.11	-	-	-	-	-	0.02	Bal.	溶体化	-	-	5.71E+24	0.95	-	262-302	288	32	-	-	-	-	-	< 0.2	-	平板型	4	16	-	2.5E-07	354	481	28.8	-	35.6	-	0	0	有					
BIS-1-3	A139	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS316L	316L(HT)	0.008	0.43	0.83	0.023	0.001	12.55	17.54	2.11	-	-	-	-	-	0.02	Bal.	溶体化	-	-	4.04E+24	0.97	-	262-302	288	32	-	-	-	-	-	< 0.2	-	平板型	4	16	-	2.5E-07	354	481	32.1	-	39.2	-	0	0	有					
BIS-1-4	A231	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS316L	316L(HT)	0.008	0.43	0.83	0.023	0.001	12.55	17.54	2.11	-	-	-	-	-	0.02	Bal.	溶体化	-	-	1.16E+25	1.93	-	262-302	288	32	-	-	-	-	-	< 0.2	-	平板型	4	16	-	2.5E-07	411	546	23.0	-	29.8	-	0	0	有					
BIS-1-5	A242	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS316L	316L(HT)	0.008	0.43	0.83	0.023	0.001	12.55	17.54	2.11	-	-	-	-	-	0.02	Bal.	溶体化	-	-	8.94E+24	1.49	-	262-302	288	32	-	-	-	-	-	< 0.2	-	平板型	4	16	-	2.5E-07	411	553	27.8	-	30	-	0	0	有					
BIS-1-6	A339	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS316L	316L(HT)	0.008	0.43	0.83	0.023	0.001	12.55	17.54	2.11	-	-	-	-	-	0.02	Bal.	溶体化	-	-	3.08E+25	5.13	-	262-302	288	32	-	-	-	-	-	< 0.2	-	平板型	4	16	-	2.5E-07	614	645	10.8	-	19.3	-	0	0	有					
BIS-1-7	A346	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS316L	316L(HT)	0.008	0.43	0.83	0.023	0.001	12.55	17.54	2.11	-	-	-	-	-	0.02	Bal.	溶体化	-	-	2.53E+25	4.22	-	262-302	288	32	-	-	-	-	-	< 0.2	-	平板型	4	16	-	2.5E-07	614	647	16.7	-	23.3	-	0	0	有					
BIS-1-8	A431	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS316L	316L(HT)	0.008	0.43	0.83	0.023	0.001	12.55	17.54	2.11	-	-	-	-	-	0.02	Bal.	溶体化	-	-	7.31E+25	12.18	-	262-302	288	32	-	-	-	-	-	< 0.2	-	平板型	4	16	-	2.5E-07	686	724	2.8	-	8.9	-	0	0	有					
BIS-1-9	A434	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS316L	316L(HT)	0.008	0.43	0.83	0.023	0.001	12.55	17.54	2.11	-	-	-	-	-	0.02	Bal.	溶体化	-	-	7.62E+25	12.70	-	262-302	288	32	-	-	-	-	-	< 0.2	-	平板型	4	16	-	2.5E-07	686	704	6.5	-	8.6	-	0	0	有					
BIS-1-10	E333	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS316L	316L(AR)	0.008	0.43	0.83	0.023	0.001	12.55	17.54	2.11	-	-	-	-	-	0.02	Bal.	受入まま	-	-	2.33E+25	3.88	-	262-302	288	32	-	-	-	-	-	< 0.2	-	平板型	4	16	-	2.5E-07	-	658	13.9	-	21.3	-	0	0	有					
BIS-1-11	E336	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS316L	316L(AR)	0.008	0.43	0.83	0.023	0.001	12.55	17.54	2.11	-	-	-	-	-	0.02	Bal.	受入まま	-	-	2.09E+25	3.48	-	262-302	288	32	-	-	-	-	-	< 0.2	-	平板型	4	16	-	2.5E-07	-	641	20.3	-	26.0	-	0	0	有					
BIS-1-12	R031	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS304	304(HT)	0.050	0.65	1.20	0.024	0.004	8.93	18.58	-	-	-	-	-	-	0.04	Bal.	溶体化	-	-	0.00E+00	0.00	-	262-302	288	32	-	-	-	-	-	< 0.2	-	平板型	4	16	-	2.5E-07	156	513	44.2	-	48.9	-	0	0	有					
BIS-1-13	R132	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS304	304(HT)	0.050	0.65	1.20	0.024	0.004	8.93	18.58	-	-	-	-	-	-	0.04	Bal.	溶体化	-	-	5.80E+24	0.97	-	262-302	288	32	-	-	-	-	-	< 0.2	-	平板型	4	16	-	2.5E-07	460	607	27.0	-	35.4	-	0	4	有					
BIS-1-14	R136	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS304	304(HT)	0.050	0.65	1.20	0.024	0.004	8.93	18.58	-	-	-	-	-	-	0.04	Bal.	溶体化	-	-	4.61E+24	0.77	-	262-302	288	32	-	-	-	-	-	< 0.2	-	平板型	4	16	-	2.5E-07	460	626	26.8	-	33.9	-	0	0	有					
BIS-1-15	R231	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS304	304(HT)	0.050	0.65	1.20	0.024	0.004	8.93	18.58	-	-	-	-	-	-	0.04	Bal.	溶体化	-	-	8.56E+24	1.43	-	262-302	288	32	-	-	-	-	-	< 0.2	-	平板型	4	16	-	2.5E-07	517	604	24.7	-	30.1	-	0	0	有					
BIS-1-16	R236	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS304	304(HT)	0.050	0.65	1.20	0.024	0.004	8.93	18.58	-	-	-	-	-	-	0.04	Bal.	溶体化	-	-	7.56E+24	1.26	-	262-302	288	32	-	-	-	-	-	< 0.2	-	平板型	4	16	-	2.5E-07	517	583	21.1	-	24.7	-	9	14	有					
BIS-1-17	R331	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS304	304(HT)	0.050	0.65	1.20	0.024	0.004	8.93	18.58	-	-	-	-	-	-	0.04	Bal.	溶体化	-	-	2.19E+25	3.65	-	262-302	288	32	-	-	-	-	-	< 0.2	-	平板型	4	16	-	2.5E-07	740	703	3.0	-	6.1	-	67	13	有					
BIS-1-18	R334	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS304	304(HT)	0.050	0.65	1.20	0.024	0.004	8.93	18.58	-	-	-	-	-	-	0.04	Bal.	溶体化	-	-	1.87E+25	3.12	-	262-302	288	32	-	-	-	-	-	< 0.2	-	平板型	4	16	-	2.5E-07	740	705	2.6	-	5.4	-	65	12	有					
BIS-1-19	R431	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS304	304(HT)	0.050	0.65	1.20	0.024	0.004	8.93	18.58	-	-	-	-	-	-	0.04	Bal.	溶体化	-	-	6.79E+25	11.32	-	262-302	288	32	-	-	-	-	-	< 0.2	-	平板型	4	16	-	2.5E-07	790	760	2.8	-	4.8	-	61	32	有					
BIS-1-20	R432	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS304	304(HT)	0.050	0.65	1.20	0.024	0.004	8.93	18.58	-	-	-	-	-	-	0.04	Bal.	溶体化	-	-	7.11E+25	11.85	-	262-302	288	32	-	-	-	-	-	< 0.2	-	平板型	4	16	-	2.5E-07	790	787	2.5	-	4.5	-	59	21	有					
BIS-1-21	H031	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS304L	304L(HT)	0.009	0.58	0.85	0.020	0.001	9.78	18.43	-	-	-	-	-	-	0.05	Bal.	溶体化	-	-	0.00E+00	0.00	-	262-302	288	32	-	-	-	-	-	< 0.2	-	平板型	4	16	-	2.5E-07	159	466	38.4	-	42.2	-	0	0	有					
BIS-1-22	H133	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS304L	304L(HT)	0.009	0.58	0.85	0.020	0.001	9.78	18.43	-	-	-	-	-	-	0.05	Bal.	溶体化	-	-	6.60E+24	1.10	-	262-302	288	32	-	-	-	-	-	< 0.2	-	平板型	4	16	-	2.5E-07	354	475	27.3	-	34.2	-	0	0	有					
BIS-1-23	H141	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS304L	304L(HT)	0.009	0.58	0.85	0.020	0.001	9.78	18.43	-	-	-	-	-	-	0.05	Bal.	溶体化	-	-	4.38E+24	0.73	-	262-302	288	32	-	-	-	-	-	< 0.2	-	平板型	4	16	-	2.5E-07	354	470	29.1	-	35.8	-	0	0	有					
BIS-1-24	H231	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS304L	304L(HT)	0.009	0.58	0.85	0.020	0.001	9.78	18.43	-	-	-	-	-	-	0.05	Bal.	溶体化	-	-	1.06E+25	1.77	-	262-302	288	32	-	-	-	-	-	< 0.2	-	平板型	4	16	-	2.5E-07	425	527	22.8	-	33.1	-	0	0	有					
BIS-1-25	H242	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS304L	304L(HT)	0.009	0.58	0.85	0.020	0.001	9.78	18.43	-	-	-	-	-	-	0.05	Bal.	溶体化	-	-	8.31E+24	1.39	-	262-302	288	32	-	-	-	-	-	< 0.2	-	平板型	4	16	-	2.5E-07	425	505	24.7	-	30.0	-	0	0	有					
BIS-1-26	H333	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS304L	304L(HT)	0.009	0.58	0.85	0.020	0.001	9.78	18.43	-	-	-	-	-	-	0.05	Bal.	溶体化	-	-	2.49E+25	4.15	-	262-302	288	32	-	-	-	-	-	< 0.2	-	平板型	4	16	-	2.5E-07	639	639	4.8	-	10.5	-	0	0	有					
BIS-1-27	H341	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS304L	304L(HT)	0.009	0.58	0.85	0.020	0.001	9.78	18.43	-	-	-	-	-	-	0.05	Bal.	溶体化	-	-	3.02E+25	5.03	-	262-302	288	32	-	-	-	-	-	< 0.2	-	平板型	4	16	-	2.5E-07	639	646	4.5	-	11.9	-	0	0	有					
BIS-1-28	H434	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS304L	304L(HT)	0.009	0.58	0.85	0.020	0.001	9.78	18.43	-	-	-	-	-	-	0.05	Bal.	溶体化</																																		

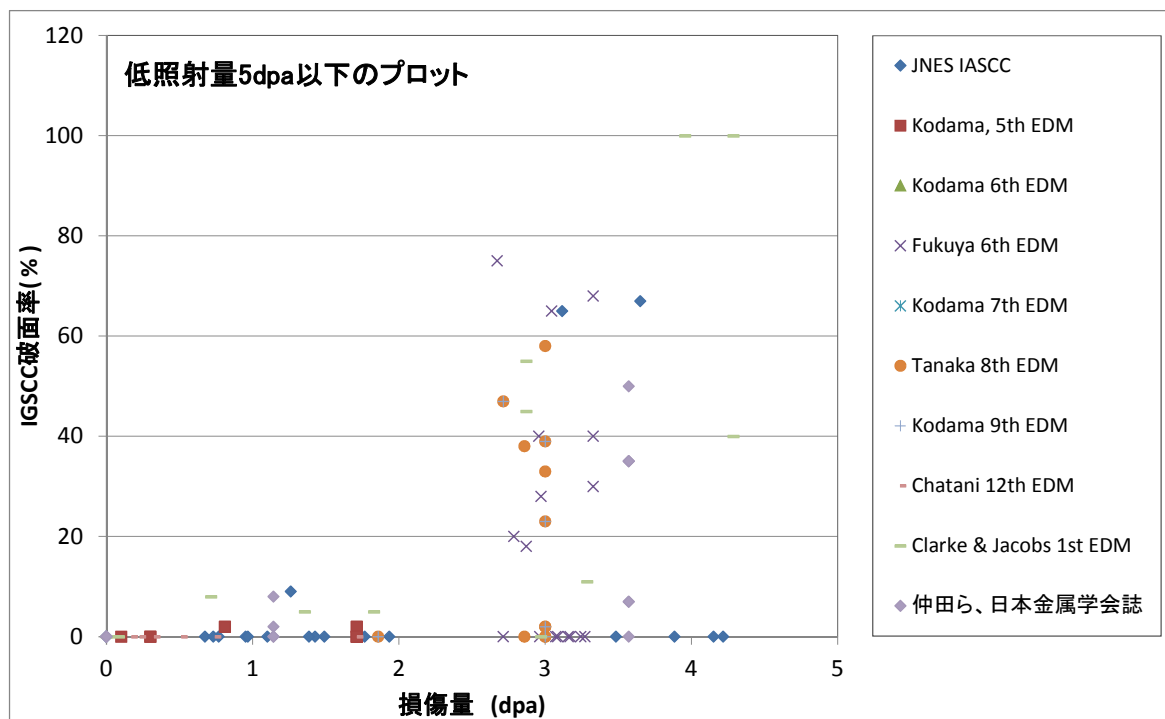
IASCC感受性(BWR分野)データシート 2/2

DB	試験片 番号	材料番号	照射炉	照射環境	採取部位	照射時形状	詳細鋼種	鋼種	材料組成(wt%)																熱処理等	冷間 加工率	照射量 (dpaへの換算を含む)	中性子束 (フラックス)	照射温度	試験 温度	試験環境						導電率	ECP	試験片 形状	平行部 面積	平行部 長さ	採取 方向	ひずみ 速度	耐力	最大 応力	最大応 力時歪	IASCC 発生歪	破断歪	破断 時間	IG割れ 破面率	TG割れ 破面率	応力歪 線図	備考	文献リスト No.	出典		
No.	No.	No.	-	-	-	-	-	-	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Nb	Ti	B	Cu	N	Co	Fe	-	(%)	($\frac{n}{mm^2}$ E<0.1MeV)	($\frac{nm^2}{E>1MeV}$)	(dpa)	(dpa/s)	(℃)	(℃)	DO (ppm)	DH (ppm)	DH (cc/kg)	B (ppm)	Li (ppm)	(μ S/cm)	(mVvs SHE)		(mm ²)	(mm)		(/s)	(MPa)	(MPa)	(%)	(%)	(%)	(h)	(%)	(%)						
BIS-6-1	-	-	国内BWR	水中	-	-	304SS	304	0.060	0.48	0.81	0.028	0.002	8.52	18.29	0.09	-	-	-	-	0.045	-	Bal.	-	-	-	1.30E+25	1.86	-	288	288	32	-	-	-	-	-	< 0.1	-	平板型	3.0	25.0	-	2.5E-07	-	740	-	-	6.4	-	0	-	無	-	BIS-R6	Kodama, 9th EDM	
BIS-6-2	-	-	国内BWR	水中	-	-	316SS	316	0.040	0.64	1.28	0.033	0.003	10.87	19.94	2.12	-	-	-	-	0.022	-	Bal.	-	-	-	2.10E+25	3.00	-	288	288	32	-	-	-	-	-	< 0.1	-	平板型	3.0	25.0	-	2.5E-07	-	791	-	-	9.2	-	0	-	無	-			
BIS-6-3	-	-	国内BWR	水中	-	-	316LSS	316L(A)	0.016	0.59	1.18	0.033	0.001	12.66	17.51	2.13	-	-	-	-	0.026	-	Bal.	-	-	-	2.10E+25	3.00	-	288	288	32	-	-	-	-	-	< 0.1	-	平板型	3.0	25.0	-	2.5E-07	-	690	-	-	10.4	-	23	-	無	-			
BIS-6-4	-	-	国内BWR	水中	-	-	316LSS	316L(B)	0.010	0.50	0.88	0.012	0.001	12.18	16.62	2.16	-	-	-	-	0.036	-	Bal.	-	-	-	1.90E+25	2.71	-	288	288	32	-	-	-	-	-	< 0.1	-	平板型	3.0	25.0	-	2.5E-07	-	544	-	-	11.2	-	47	-	無	-			
BIS-6-5	-	-	国内BWR	水中	-	-	316LSS	316L(C)	0.012	0.59	1.47	0.024	0.001	12.30	17.47	2.63	-	-	-	-	0.070	-	Bal.	-	-	-	2.10E+25	3.00	-	288	288	32	-	-	-	-	-	< 0.1	-	平板型	3.0	25.0	-	2.5E-07	-	625	-	-	11.8	-	2	-	無	-			
BIS-6-6	-	-	国内BWR	水中	-	-	316LSS	316L(D)	0.016	0.52	1.34	0.010	0.002	12.86	16.14	2.29	-	-	-	-	0.014	-	Bal.	-	-	-	2.10E+25	3.00	-	288	288	32	-	-	-	-	-	< 0.1	-	平板型	3.0	25.0	-	2.5E-07	-	467	-	-	7.6	-	39	-	無	-			
BIS-7-1	-	-	国内BWR	水中	シュラウド	-	304	304(A)	0.050	0.59	0.91	0.021	0.005	9.50	18.70	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	1.60E+24	0.23	-	288	288	32	-	-	-	-	-	< 0.2	-	平板型	3.6	15.0	-	2.5E-07	316	560	-	-	26.6	-	0	17	無	-	BIS-R7	Chatani, 12th EDM	
BIS-7-2	-	-	国内BWR	水中	シュラウド	-	304	304(B)	0.060	0.70	0.99	0.025	0.006	9.42	18.58	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	1.20E+24	0.17	-	288	288	32	-	-	-	-	-	< 0.2	-	平板型	3.6	15.0	-	2.5E-07	-	551	-	-	34.2	-	0	0	無	-			
BIS-7-3	-	-	国内BWR	水中	シュラウド	-	304	304(B)	0.060	0.70	0.99	0.025	0.006	9.42	18.58	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	3.60E+24	0.51	-	288	288	32	-	-	-	-	-	< 0.2	-	平板型	3.6	15.0	-	2.5E-07	474	620	-	-	34.1	-	0	0	無	-			
BIS-7-4	-	-	国内BWR	水中	上部格子板	-	316	316	0.059	0.83	1.62	0.030	0.006	11.46	17.40	2.39	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	1.20E+25	1.71	-	288	288	32	-	-	-	-	-	< 0.2	-	平板型	3.6	15.0	-	2.5E-07	615	718	-	-	28.3	-	0	0	無	-			
BIS-7-5	-	-	国内BWR	水中	上部格子板	-	316	316	0.059	0.83	1.62	0.030	0.006	11.46	17.40	2.39	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	5.20E+24	0.74	-	288	288	32	-	-	-	-	-	< 0.2	-	平板型	3.6	15.0	-	2.5E-07	402	608	-	-	39.8	-	0	0	無	-			
BIS-7-6	-	-	国内BWR	水中	上部格子板	-	316	316	0.059	0.83	1.62	0.030	0.006	11.46	17.40	2.39	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	2.30E+24	0.33	-	288	288	32	-	-	-	-	-	< 0.2	-	平板型	3.6	15.0	-	2.5E-07	-	564	-	-	39.3	-	0	0	無	-			
BIS-8-1	HC-1	304	不明	不明	-	-	304SS	304	0.024	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	3.00E+25	4.29	-	-	288	32-36	-	-	-	-	-	-	150	平板型	8.0	32.0	-	6.7E-08	-	710	-	-	-	191	100	-	-	無	-	BIS-R8	Clarke & Jacobs, 1st EDM	
BIS-8-2	HC-2	304	不明	不明	-	-	304SS	304	0.024	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	1.00E+22	0.001	-	-	288	32-36	-	-	-	-	-	-	150	平板型	8.0	32.0	-	6.7E-08	-	372	-	-	-	408	0	-	無	-				
BIS-8-3	HC-3	304	不明	不明	-	-	304SS	304	0.024	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	3.00E+25	4.29	-	-	288	32-36	-	-	-	-	-	-	150	平板型	8.0	32.0	-	1.7E-06	-	717	-	-	-	25	40	-	無	-				
BIS-8-4	HC-4	304	不明	不明	-	-	304SS	304	0.024	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	1.00E+22	0.001	-	-	288	32-36	-	-	-	-	-	-	150	平板型	8.0	32.0	-	6.7E-08	-	382	-	-	-	382	0	-	無	-				
BIS-8-5	3-13-DL	304	不明	不明	-	-	304SS	304	0.030-0.060	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	2.77E+25	3.96	-	-	288	32	-	-	-	-	-	-	150	チューブ試験片	-	-	-	1.7E-07	-	194	-	-	-	1	100	-	無	-				
BIS-8-6	4-13-DH	304	不明	不明	-	-	304SS	304	0.030-0.060	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	2.30E+25	3.29	-	-	288	32	-	-	-	-	-	-	150	チューブ試験片	-	-	-	1.7E-07	-	303	-	-	-	28	11	-	無	-				
BIS-8-7	3-13-DG	304	不明	不明	-	-	304SS	304	0.030-0.060	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	2.08E+25	2.97	-	-	288	32	-	-	-	-	-	-	150	チューブ試験片	-	-	-	8.3E-08	-	641	-	-	-	41	0	-	無	-				
BIS-8-8	3-13-DF	304	不明	不明	-	-	304SS	304	0.030-0.060	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	2.01E+25	2.87	-	-	288	32	-	-	-	-	-	-	150	チューブ試験片	-	-	-	1.7E-07	-	572	-	-	-	93	45	-	無	-				
BIS-8-9	4-13-DE	304	不明	不明	-	-	304SS	304	0.030-0.060	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	2.01E+25	2.87	-	-	288	32	-	-	-	-	-	-	150	チューブ試験片	-	-	-	1.7E-08	-	503	-	-	-	329	55	-	無	-				
BIS-8-10	3-13-CB	304	不明	不明	-	-	304SS	304	0.030-0.060	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	1.28E+25	1.83	-	-	288	32	-	-	-	-	-	-	150	チューブ試験片	-	-	-	8.3E-08	-	406	-	-	-	98	5	-	無	-				
BIS-8-11	3-13-BK	304	不明	不明	-	-	304SS	304	0.030-0.060	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	9.50E+24	1.36	-	-	288	32	-	-	-	-	-	-	150	チューブ試験片	-	-	-	1.7E-07	-	537	-	-	-	85	5	-	無	-				
BIS-8-12	4-13-BH	304	不明	不明	-	-	304SS	304	0.030-0.060	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	5.00E+24	0.71	-	-	288	32	-	-	-	-	-	-	150	チューブ試験片	-	-	-	1.7E-07	-	462	-	-	-	32	8	-	無	-				
BIS-8-13	4-13-AL	304	不明	不明	-	-	304SS	304	0.030-0.060	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	-	-	-	6.00E+23	0.09	-	-	288	32	-	-	-	-	-	-	150	チューブ試験片	-	-	-	1.7E-07	-	331	-	-	-	56	0	-	無	-				
BIS-9-1	-	COM304	海外BWR	不明	-	-	304SS	COM304	0.061	0.420	0.850	0.025	0.004	8.16	18.06	-	-	-	-	-	0.04	-	Bal.	1050℃, 30min	-	-	2.33E+25	3.33	-	288	288	32	-	-	-	-	-	-	0.1-0.3	-	平板型	3.6	25.0	-	2.5E-07	824	758	-	-	7.2	48	68	-	無	-	BIS-R9	Fukuya, 6th EDM
BIS-9-2	-	HP304L-Mo	海外BWR	不明	-	-	304SS	HP304L-Mo	0.016	0.050	0.880	0.004	0.001	10.06	18.52	0.19	-	-	-	-	0.032	-	Bal.	1050℃, 30min	-	-	2.15E+25	3.07	-	288	288	32	-	-	-	-	-	-	0.1-0.3	-	平板型	3.6	25.0	-	2.5E-07	520	613	-	-	4.8	56	0	-	無	-		
BIS-9-3	-	COM316L	海外BWR	不明	-	-	316LSS	COM316L	0.020	0.57	0.84	0.034	0.001	11.92	17.40	2.10	-	-	-	-	0.002	-	Bal.	1050℃, 30min	-	-	2.07E+25	2.96	-	288	288	32	-	-	-	-	-	-	0.1-0.3	-	平板型	3.6	25.0	-	2.5E-07	888	710	-	-	7.2	69	0	-	無	-		
BIS-9-4	-	COM316L	海外BWR	不明	-	-	316LSS	COM316L	0.020	0.57	0.84	0.034	0.001	11.92	17.40	2.10	-	-	-	-	0.002	-	Bal.	1050℃, 30min	-	-	2.29E+25	3.27	-	288	288	32	-	-	-	-	-	-	0.1-0.3	-	平板型	3.6	25.0	-	2.5E-07	888	805	-	-	5.6	67	0	-	無	-		
BIS-9-5	-	316L	海外BWR	不明	-	-	316LSS	316L	0.017	0.48	0.90	0.026	0.003	12.36	16.90	2.20	-	-	-	-	0.032	-	Bal.	1050℃, 30min	-	-	2.07E+25	2.96	-	288																											

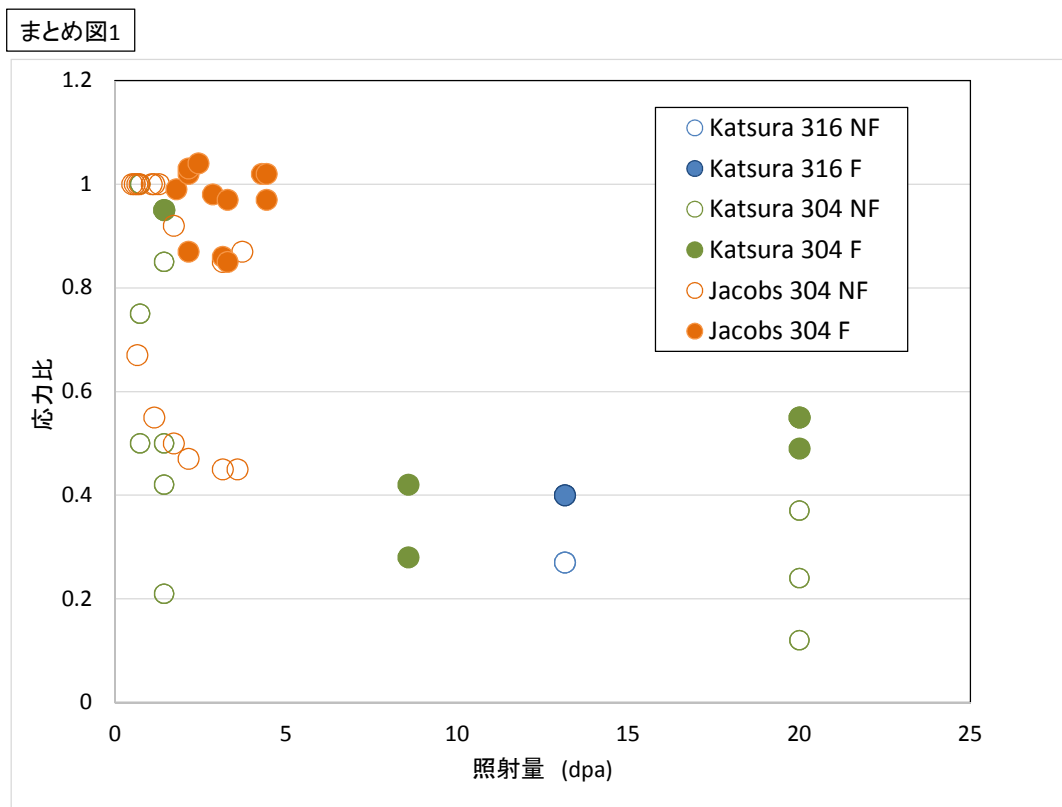
まとめ図1



まとめ図2



DB	試験片 番号	材料 番号	照射炉	照射 環境	採取 部位	照射時 形状	詳細鋼種	鋼種	材料組成(wt%)														熱処理等	冷間 加工率	照射量 (dpaへの換算を含む)			中性子束 (フラックス)	照射 温度	試験 温度	試験環境					導電率	ECP	試験片 形状	平行部 面積	平行部 長さ	採取 方向	負荷方 式	負荷 応力	0.2% 耐力	応力比	試験 時間	割れ 有無	SCC 発生図	備考	文献リスト No.	出典						
No.	No.	No.							C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Nb	Ti	B	Cu	N	Co	Fe	(%)	(n/m ² E<0.1MeV)	(n/m ² E>1MeV)	(dpa)	(dpa/s)	(°C)	(°C)	DO (ppm)	DH (ppm)	DH (cc/kg)	B (ppm)	Li (ppm)	(μS/cm)	(mVvs SHE)		(m ²)	(mm)			(MPa)	(MPa)		(hr)											
BII-1-1	-	304A	国内BWR	水中	炉内計装管	-	304	304	0.05	0.53	1.64	0.026	0.006	9.20	18.6	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	受入まま	-	-	5.1E+24	0.7	-	288	288	32	-	-	-	-	-	-	円弧	4.8	6	-	定荷重	231	-	0.5	> 2000	無	有	-	BII-1	Katsura et al., 6th EDM					
BII-1-2	-	304A	国内BWR	水中	炉内計装管	-	304	304	0.05	0.53	1.64	0.026	0.006	9.20	18.6	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	受入まま	-	-	5.1E+24	0.7	-	288	288	32	-	-	-	-	-	-	円弧	4.8	6	-	定荷重	231	-	0.5	> 2000	無	有								
BII-1-3	-	304A	国内BWR	水中	炉内計装管	-	304	304	0.05	0.53	1.64	0.026	0.006	9.20	18.6	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	受入まま	-	-	5.1E+24	0.7	-	288	288	32	-	-	-	-	-	-	円弧	4.8	6	-	定荷重	347	-	0.75	> 2020	無	有								
BII-1-4	-	304A	国内BWR	水中	炉内計装管	-	304	304	0.05	0.53	1.64	0.026	0.006	9.20	18.6	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	受入まま	-	-	5.1E+24	0.7	-	288	288	32	-	-	-	-	-	-	円弧	4.8	6	-	定荷重	347	-	0.75	> 2020	無	有								
BII-1-5	-	304A	国内BWR	水中	炉内計装管	-	304	304	0.05	0.53	1.64	0.026	0.006	9.20	18.6	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	受入まま	-	-	5.1E+24	0.7	-	288	288	32	-	-	-	-	-	-	円弧	4.8	6	-	定荷重	463	-	1.0	> 2020	無	有								
BII-1-6	-	304A	国内BWR	水中	炉内計装管	-	304	304	0.05	0.53	1.64	0.026	0.006	9.20	18.6	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	受入まま	-	-	5.1E+24	0.7	-	288	288	32	-	-	-	-	-	-	円弧	4.8	6	-	定荷重	463	-	1.0	> 2020	無	有								
BII-1-7	-	304A	国内BWR	水中	炉内計装管	-	304	304	0.05	0.53	1.64	0.026	0.006	9.20	18.6	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	受入まま	-	-	1.0E+25	1.4	-	288	288	32	-	-	-	-	-	-	円弧	4.8	6	-	定荷重	116	-	0.21	> 2020	無	有								
BII-1-8	-	304A	国内BWR	水中	炉内計装管	-	304	304	0.05	0.53	1.64	0.026	0.006	9.20	18.6	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	受入まま	-	-	1.0E+25	1.4	-	288	288	32	-	-	-	-	-	-	円弧	4.8	6	-	定荷重	116	-	0.21	> 2020	無	有								
BII-1-9	-	304A	国内BWR	水中	炉内計装管	-	304	304	0.05	0.53	1.64	0.026	0.006	9.20	18.6	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	受入まま	-	-	1.0E+25	1.4	-	288	288	32	-	-	-	-	-	-	円弧	4.8	6	-	定荷重	231	-	0.42	> 2020	無	有								
BII-1-10	-	304A	国内BWR	水中	炉内計装管	-	304	304	0.05	0.53	1.64	0.026	0.006	9.20	18.6	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	受入まま	-	-	1.0E+25	1.4	-	288	288	32	-	-	-	-	-	-	円弧	4.8	6	-	定荷重	231	-	0.42	> 2020	無	有								
BII-1-11	-	304A	国内BWR	水中	炉内計装管	-	304	304	0.05	0.53	1.64	0.026	0.006	9.20	18.6	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	受入まま	-	-	1.0E+25	1.4	-	288	288	32	-	-	-	-	-	-	円弧	4.8	6	-	定荷重	347	-	0.5	> 2020	無	有								
BII-1-12	-	304A	国内BWR	水中	炉内計装管	-	304	304	0.05	0.53	1.64	0.026	0.006	9.20	18.6	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	受入まま	-	-	1.0E+25	1.4	-	288	288	32	-	-	-	-	-	-	円弧	4.8	6	-	定荷重	347	-	0.5	> 2020	無	有								
BII-1-13	-	304A	国内BWR	水中	炉内計装管	-	304	304	0.05	0.53	1.64	0.026	0.006	9.20	18.6	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	受入まま	-	-	1.0E+25	1.4	-	288	288	32	-	-	-	-	-	-	円弧	4.8	6	-	定荷重	463	-	0.85	> 2020	無	有								
BII-1-14	-	304A	国内BWR	水中	炉内計装管	-	304	304	0.05	0.53	1.64	0.026	0.006	9.20	18.6	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	受入まま	-	-	1.0E+25	1.4	-	288	288	32	-	-	-	-	-	-	円弧	4.8	6	-	定荷重	463	-	0.85	> 2020	無	有								
BII-1-15	-	304A	国内BWR	水中	炉内計装管	-	304	304	0.05	0.53	1.64	0.026	0.006	9.20	18.6	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	受入まま	-	-	1.0E+25	1.4	-	288	288	32	-	-	-	-	-	-	円弧	4.8	6	-	定荷重	521	-	0.95	- 1119	有	有	ピンホール破断							
BII-1-16	-	304A	国内BWR	水中	炉内計装管	-	304	304	0.05	0.53	1.64	0.026	0.006	9.20	18.6	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	受入まま	-	-	1.0E+25	1.4	-	288	288	32	-	-	-	-	-	-	円弧	4.8	6	-	定荷重	521	-	0.95	- 1669	有	有	ピンホール破断							
BII-1-17	-	304B	国内BWR	水中	炉内計装管	-	304	304	0.05	0.51	1.69	0.029	0.007	10.20	18.65	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	受入まま	-	-	6.0E+25	8.6	-	288	288	32	-	-	-	-	-	-	円弧	4.8	6	-	定荷重	231	-	0.28	> 2053	無	有	-							
BII-1-18	-	304B	国内BWR	水中	炉内計装管	-	304	304	0.05	0.51	1.69	0.029	0.007	10.20	18.65	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	受入まま	-	-	6.0E+25	8.6	-	288	288	32	-	-	-	-	-	-	円弧	4.8	6	-	定荷重	231	-	0.28	- 917	有	有	ピンホール破断							
BII-1-19	-	304B	国内BWR	水中	炉内計装管	-	304	304	0.05	0.51	1.69	0.029	0.007	10.20	18.65	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	受入まま	-	-	6.0E+25	8.6	-	288	288	32	-	-	-	-	-	-	円弧	4.8	6	-	定荷重	347	-	0.42	- 97	有	有	-							
BII-1-20	-	304B	国内BWR	水中	炉内計装管	-	304	304	0.05	0.51	1.69	0.029	0.007	10.20	18.65	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	受入まま	-	-	6.0E+25	8.6	-	288	288	32	-	-	-	-	-	-	円弧	4.8	6	-	定荷重	347	-	0.42	> 2020	無	有	-							
BII-1-21	U-1	304C	国内BWR	水中	炉内計装管	-	304	304	0.05	0.37	1.75	0.03	0.014	9.03	18.14	-	-	-	-	-	-	-	0.2	Bal.	受入まま	-	-	1.4E+26	20	9.0E-08	288	288	32	-	-	-	-	-	-	円弧	4.8	6	-	定荷重	116	-	0.12	> 5003	無	有							
BII-1-22	U-2	304C	国内BWR	水中	炉内計装管	-	304	304	0.05	0.37	1.75	0.03	0.014	9.03	18.14	-	-	-	-	-	-	-	0.2	Bal.	受入まま	-	-	1.4E+26	20	9.0E-08	288	288	32	-	-	-	-	-	-	円弧	4.8	6	-	定荷重	116	-	0.12	> 5003	無	有							
BII-1-23	U-3	304C	国内BWR	水中	炉内計装管	-	304	304	0.05	0.37	1.75	0.03	0.014	9.03	18.14	-	-	-	-	-	-	-	0.2	Bal.	受入まま	-	-	1.4E+26	20	9.0E-08	288	288	32	-	-	-	-	-	-	円弧	4.8	6	-	定荷重	231	-	0.24	> 5003	無	有							
BII-1-24	U-4	304C	国内BWR	水中	炉内計装管	-	304	304	0.05	0.37	1.75	0.03	0.014	9.03	18.14	-	-	-	-	-	-	-	0.2	Bal.	受入まま	-	-	1.4E+26	20	9.0E-08	288	288	32	-	-	-	-	-	-	円弧	4.8	6	-	定荷重	231	-	0.24	> 5003	無	有							
BII-1-25	U-5	304C	国内BWR	水中	炉内計装管	-	304	304	0.05	0.37	1.75	0.03	0.014	9.03	18.14	-	-	-	-	-	-	-	0.2	Bal.	受入まま	-	-	1.4E+26	20	9.0E-08	288	288	32	-	-	-	-	-	-	円弧	4.8	6	-	定荷重	347	-	0.37	> 5003	無	有							
BII-1-26	U-6	304C	国内BWR	水中	炉内計装管	-	304	304	0.05	0.37	1.75	0.03	0.014	9.03	18.14	-	-	-	-	-	-	-	0.2	Bal.	受入まま	-	-	1.4E+26	20	9.0E-08	288	288	32	-	-	-	-	-	-	円弧	4.8	6	-	定荷重	347	-	0.37	> 5003	無	有							
BII-1-27	U-9	304C	国内BWR	水中	炉内計装管	-	304	304	0.05	0.37	1.75	0.03	0.014	9.03	18.14	-	-	-	-	-	-	-	0.2	Bal.	受入まま	-	-	1.4E+26	20	9.0E-08	288	288	32	-	-	-	-	-	-	円弧	4.8	6	-	定荷重	521	-	0.49	> 2017	無	有							
BII-1-28	U-7	304C	国内BWR	水中	炉内計装管	-	304	304	0.05	0.37	1.75	0.03	0.014	9.03	18.14	-	-	-	-	-	-	-	0.2	Bal.	受入まま	-	-	1.4E+26	20	9.0E-08	288	288	32	-	-	-	-	-	-	円弧	4.8	6	-	定荷重	463	-	0.49	- 453	有	有	ピンホール破断						
BII-1-29	U-8	304C	国内BWR	水中	炉内計装管	-	304	304	0.05	0.37	1.75	0.03	0.014	9.03	18.14	-	-	-	-	-	-	-	0.2	Bal.	受入まま	-	-	1.4E+26	20	9.0E-08	288	288	32	-	-	-	-	-	-	円弧	4.8	6	-	定荷重	463	-	0.55	- 145	有	有	-						
BII-1-30	U-10	304C	国内BWR	水中	炉内計装管	-	304	304	0.05	0.37	1.75	0.03	0.014	9.03	18.14	-	-	-	-	-	-	-	0.2	Bal.	受入まま	-	-	1.4E+26	20	9.0E-08</																											



BWR IASCC進展データシート 1/3

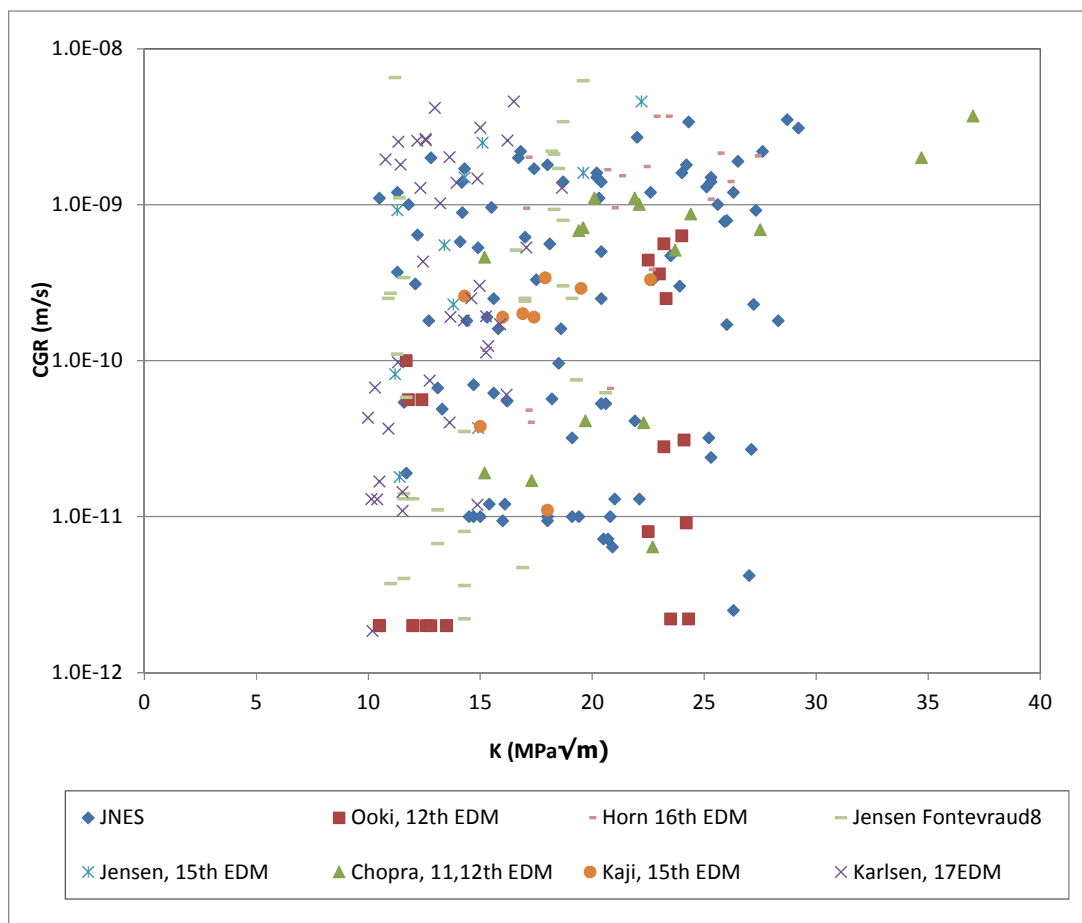
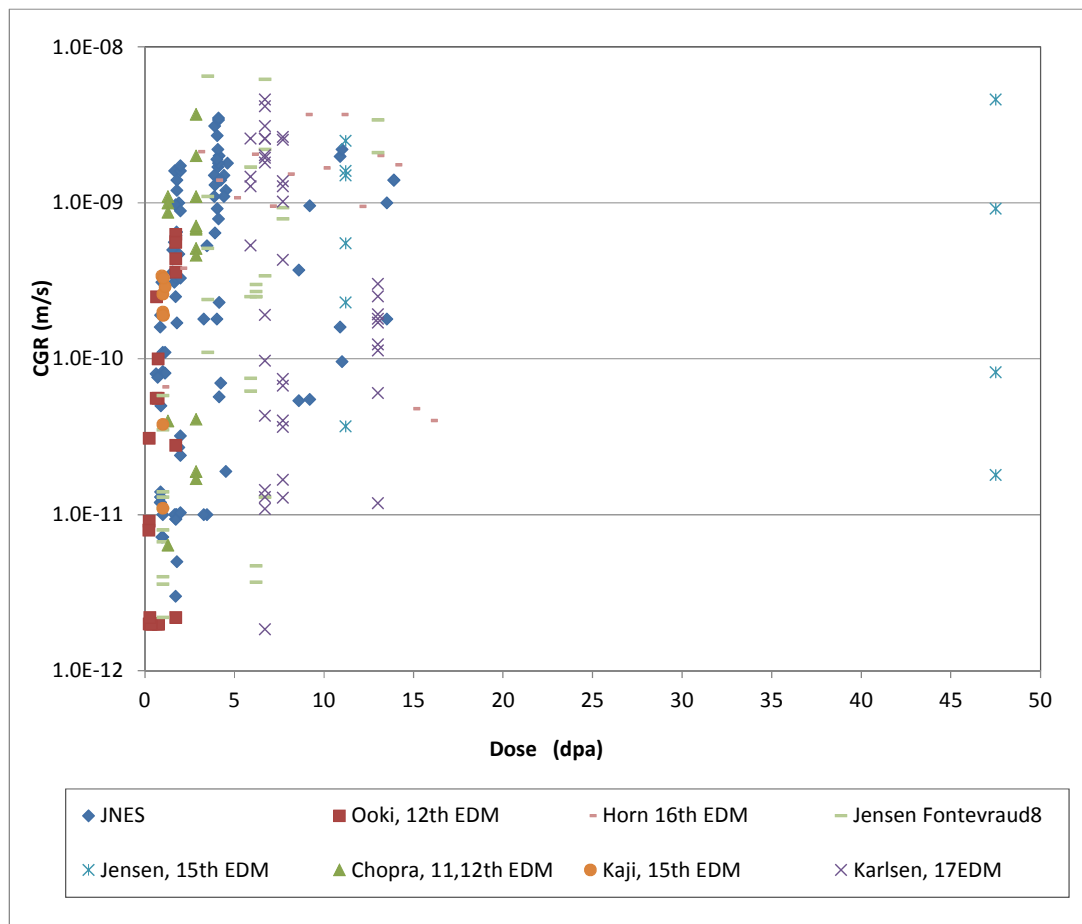
[illegible]

BWR IASCC進展データシート 2/3

[illegible]

BWR IASCC進展データシート 3/3

[illegible]



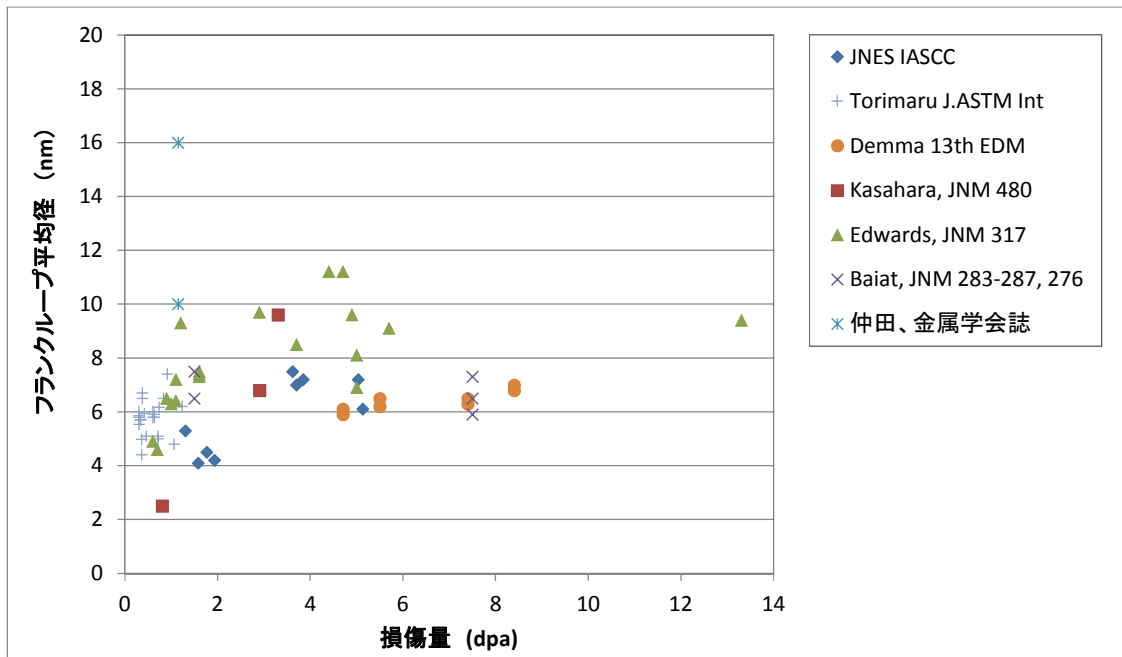
マイクロ組織(BWR分野)データシート 1/2

DB	試験片番号	材料番号	照射炉	照射環境	採取部位	照射時形状	詳細鋼種	鋼種	材料組成(wt%)																	熱処理等	冷間加工率	照射量 (dpaへの換算を含む)		中性子束 (フラックス)	照射温度	フランクグループ		ブラックドット等		キャビティ				析出物		He濃度	H濃度	備考	文献リスト No.	出典			
No.	No.	No.						C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Nb	Ti	B	Cu	N	Co	Fe	(%)	(n/m2 E>0.1MeV)	(n/m2 E<1MeV)	(dpa)	(dpa/s)	(℃)	平均サイズ (nm)	密度 (/m3)	タイプ 等	平均サイズ (nm)	密度 (/m3)	有無	平均サイズ (nm)	密度 (/m3)	スケール グ (%)	タイプ 等	平均サイズ (nm)	密度 (/m3)	(appm)	(appm)							
BM-1-1	-	-	JMTR	水中	-	TEM	SUS304(HT)	304	0.05	0.65	1.20	0.024	0.004	8.93	18.58	-	-	-	-	-	-	0.04	Bal.	溶体化	-	-	4.26E+24	0.71	-	-	-	-	-	2.3	1.10E+23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ドットタイプは、BDあるいはループ状	BM-R1	原子力安全 基盤機構 照射誘起応 力腐食割れ 評価技術に 関する報告 書 (06基材報- 0006、07基 材報-0009)	
BM-1-2	-	-	JMTR	水中	-	TEM	SUS304(HT)	304	0.05	0.65	1.20	0.024	0.004	8.93	18.58	-	-	-	-	-	-	0.04	Bal.	溶体化	-	-	4.54E+24	0.76	-	-	-	-	-	3.2	7.71E+22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
BM-1-3	-	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS304(HT)	304	0.05	0.65	1.20	0.024	0.004	8.93	18.58	-	-	-	-	-	-	0.04	Bal.	溶体化	-	-	7.82E+24	1.30	1.9E-07	-	5.3	1.12E+23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
BM-1-4	-	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS304(HT)	304	0.05	0.65	1.20	0.024	0.004	8.93	18.58	-	-	-	-	-	-	0.04	Bal.	溶体化	-	-	2.17E+25	3.62	1.7E-07	-	7.5	1.23E+23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
BM-1-5	-	-	JMTR	水中	-	TEM	SUS304L(HT)	304L	0.009	0.58	0.85	0.020	0.001	9.78	18.43	-	-	-	-	-	-	0.05	Bal.	溶体化	-	-	4.26E+24	0.71	-	-	-	-	-	2.4	4.40E+22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
BM-1-6	-	-	JMTR	水中	-	TEM	SUS304L(HT)	304L	0.009	0.58	0.85	0.020	0.001	9.78	18.43	-	-	-	-	-	-	0.05	Bal.	溶体化	-	-	4.54E+24	0.76	-	-	-	-	-	3.1	2.72E+22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
BM-1-7	-	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS304L(HT)	304L	0.009	0.58	0.85	0.020	0.001	9.78	18.43	-	-	-	-	-	-	0.05	Bal.	溶体化	-	-	1.06E+25	1.77	2.6E-07	-	4.5	1.17E+23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
BM-1-8	-	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS304L(HT)	304L	0.009	0.58	0.85	0.020	0.001	9.78	18.43	-	-	-	-	-	-	0.05	Bal.	溶体化	-	-	3.02E+25	5.03	2.4E-07	-	7.2	9.45E+22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
BM-1-9	-	-	JMTR	水中	-	TEM	SUS316L(HT)	316L	0.008	0.43	0.83	0.023	0.001	12.55	17.54	2.11	-	-	-	-	-	0.02	Bal.	溶体化	-	-	4.26E+24	0.71	-	-	-	-	-	2.5	4.00E+22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BM-1-10	-	-	JMTR	水中	-	TEM	SUS316L(HT)	316L	0.008	0.43	0.83	0.023	0.001	12.55	17.54	2.11	-	-	-	-	-	0.02	Bal.	溶体化	-	-	4.54E+24	0.76	-	-	-	-	-	3.5	2.78E+22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BM-1-11	-	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS316L(HT)	316L	0.008	0.43	0.83	0.023	0.001	12.55	17.54	2.11	-	-	-	-	-	0.02	Bal.	溶体化	-	-	1.16E+25	1.93	2.8E-07	-	4.2	9.84E+22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
BM-1-12	-	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS316L(HT)	316L	0.008	0.43	0.83	0.023	0.001	12.55	17.54	2.11	-	-	-	-	-	0.02	Bal.	溶体化	-	-	3.08E+25	5.13	2.4E-07	-	6.1	1.02E+23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
BM-1-13	-	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS316L(AR)	316L	0.008	0.43	0.83	0.023	0.001	12.55	17.54	2.11	-	-	-	-	-	0.02	Bal.	受入まま	-	-	2.22E+25	3.70	-	-	7.0	1.05E+23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
BM-1-14	-	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS316L(AR)	316L	0.008	0.43	0.83	0.023	0.001	12.55	17.54	2.11	-	-	-	-	-	0.02	Bal.	受入まま	-	-	2.31E+25	3.85	-	-	7.2	7.20E+22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
BM-1-15	-	-	JMTR	水中	-	TEM	SUS316NG(HT)	316NG	0.012	0.56	0.91	0.017	0.005	11.05	16.51	2.34	-	-	-	-	-	0.0600	0.02	Bal.	溶体化	-	-	4.26E+24	0.71	-	-	-	-	-	2.7	3.80E+22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
BM-1-16	-	-	JMTR	水中	-	TEM	SUS316NG(HT)	316NG	0.012	0.56	0.91	0.017	0.005	11.05	16.51	2.34	-	-	-	-	-	0.0600	0.02	Bal.	溶体化	-	-	4.54E+24	0.76	-	-	-	-	-	3.0	2.55E+22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
BM-1-17	-	-	JMTR	水中	-	引張試験片	SUS316NG(HT)	316NG	0.012	0.56	0.91	0.017	0.005	11.05	16.51	2.34	-	-	-	-	-	0.0600	0.02	Bal.	溶体化	-	-	9.50E+24	1.58	2.3E-07	-	4.1	8.22E+22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BM-2-1	-	A	国内BWR	水中	-	-	304	304	0.05	0.53	1.64	0.026	0.006	9.2	18.6	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	溶体化	-	-	2.1E+24	0.30	2.9E-09	288	5.9	1.5E+22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	図より読み取り	BM-R2	Torimaru et al. J. ASTM Int. 2(2005)41, JA12843	
BM-2-2	-	A	国内BWR	水中	-	-	304	304	0.05	0.53	1.64	0.026	0.006	9.2	18.6	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	溶体化	-	-	2.1E+24	0.30	5.6E-09	288	6.0	2.1E+22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
BM-2-3	-	A	国内BWR	水中	-	-	304	304	0.05	0.53	1.64	0.026	0.006	9.2	18.6	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	溶体化	-	-	2.1E+24	0.30	1.1E-08	288	5.5	3.9E+22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
BM-2-4	-	A	国内BWR	水中	-	-	304	304	0.05	0.53	1.64	0.026	0.006	9.2	18.6	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	溶体化	-	-	2.5E+24	0.36	2.9E-09	288	4.4	2.5E+22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
BM-2-5	-	A	国内BWR	水中	-	-	304	304	0.05	0.53	1.64	0.026	0.006	9.2	18.6	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	溶体化	-	-	2.5E+24	0.36	6.7E-09	288	5.0	1.9E+22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
BM-2-6	-	A	国内BWR	水中	-	-	304	304	0.05	0.53	1.64	0.026	0.006	9.2	18.6	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	溶体化	-	-	2.6E+24	0.37	7.0E-09	288	6.7	1.7E+22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
BM-2-7	-	A	国内BWR	水中	-	-	304	304	0.05	0.53	1.64	0.026	0.006	9.2	18.6	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	溶体化	-	-	2.9E+24	0.41	5.6E-09	288	5.9	3.4E+22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
BM-2-8	-	A	国内BWR	水中	-	-	304	304	0.05	0.53	1.64	0.026	0.006	9.2	18.6	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	溶体化	-	-	4.2E+24	0.60	1.1E-08	288	6.0	2.0E+22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
BM-2-9	-	A	国内BWR	水中	-	-	304	304	0.05	0.53	1.64	0.026	0.006	9.2	18.6	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	溶体化	-	-	5.0E+24	0.71	9.1E-09	288	5.1	2.5E+22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
BM-2-10	-	A	国内BWR	水中	-	-	304	304	0.05	0.53	1.64	0.026	0.006	9.2	18.6	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	溶体化	-	-	5.1E+24	0.73	9.3E-09	288	6.2	3.5E+22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
BM-2-11	-	A	国内BWR	水中	-	-	304	304	0.05	0.53	1.64	0.026	0.006	9.2	18.6	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	溶体化	-	-	2.1E+24	0.30	2.9E-09	288	5.8	2.1E+22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
BM-2-12	-	A	国内BWR	水中	-	-	304	304	0.05	0.53	1.64	0.026	0.006	9.2	18.6	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	溶体化	-	-	2.6E+24	0.37	5.7E-09	288	6.5	1.7E+22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
BM-2-13	-	A	国内BWR	水中	-	-	304	304	0.05	0.53	1.64	0.026	0.006	9.2	18.6	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	溶体化	-	-	3.2E+24	0.46	-	288	5.1	1.9E+22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
BM-2-14	-	A	国内BWR	水中	-	-	304	304	0.05	0.53	1.64	0.026	0.006	9.2	18.6	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	溶体化	-	-	4.2E+24	0.60	-	288	5.8	1.9E+22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
BM-2-15	-	A	国内BWR	水中	-	-	304	304	0.05	0.53	1.64	0.026	0.006	9.2	18.6	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	溶体化	-	-	5.0E+24	0.71	8.6E-09	288	5.0	2.4E+22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
BM-2-16	-	A	国内BWR	水中	-	-	304	304	0.05	0.53	1.64	0.026	0.006	9.2	18.6	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	溶体化	-	-	5.8E+24	0.83	-	288	6.5	2.6E+22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
BM-2-17	-	A	国内BWR	水中	-	-	304	304	0.05	0.53	1.64	0.026	0.006	9.2	18.6	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	溶体化	-	-	6.4E+24	0.91	-	288	7.4	2.8E+22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
BM-2-18	-	A	国内BWR	水中	-	-	304	304	0.05	0.53	1.64	0.026	0.006	9.2	18.6	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	溶体化	-	-	7.4E+24	1.06	1.2E-08	288	4.8	3.2E+22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
BM-2-19	-	A	国内BWR	水中	-	-	304	304	0.05	0.53	1.64	0.026	0.006	9.2	18.6	-	-	-	-	-	-	-	Bal.	溶体化	-	-	8.6E+24	1.23	1.6E-08	288	6.2	2.9E+22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
BM-2-20	-	D	国内BWR	水中	-	-	304	304	0.04	0.61	0.94</																																						

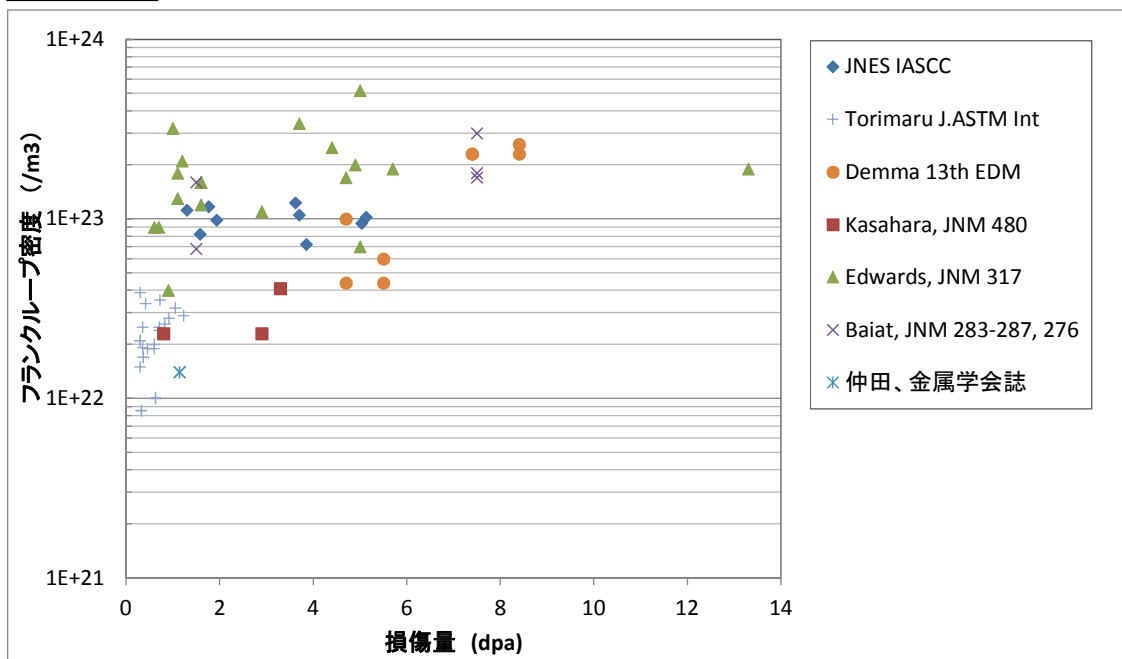
マイクロ組織(BWR分野)データシート 2/2

[illegible]

まとめ図1



まとめ図2



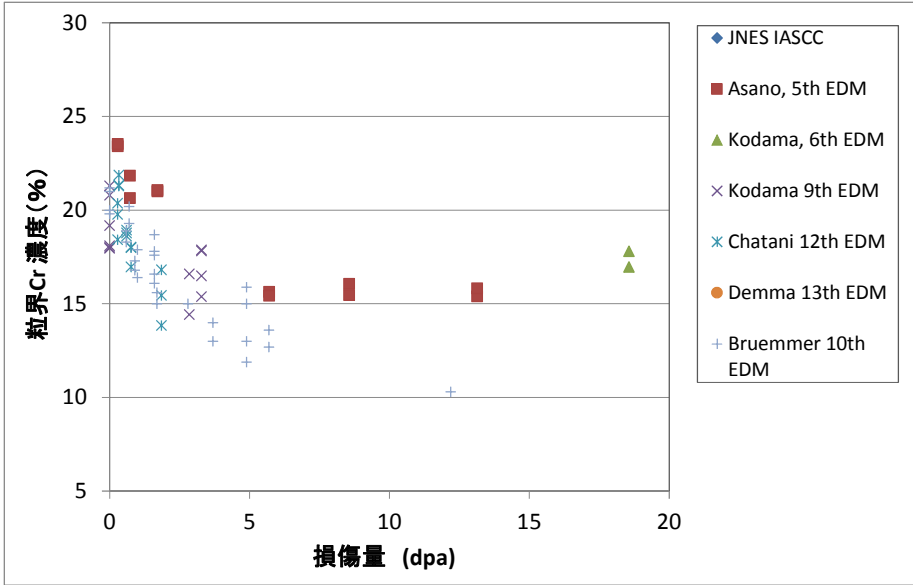
粒界偏析(BWR分野)データシート 1/2

[illegible]

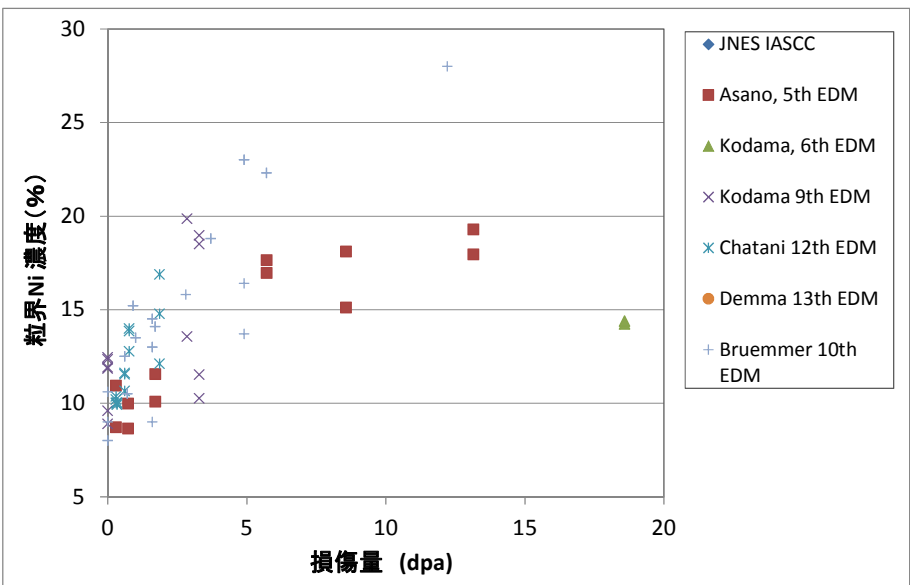
粒界偏析(BWR分野)データシート 2/2

DB	試験片番号	材料番号	照射炉	照射環境	採取部位	照射時形状	詳細鋼種	鋼種	材料組成(wt%)																熱処理等	冷間加工率	照射量 (dpaへの換算を含む)			中性子束 (フラックス)	照射温度	分析方法	EDS	ピーム径	粒界性状	粒界濃度(wt%)								照射誘起偏析(wt%) 粒界と粒内の濃度差								分布データ	備考	文献リスト	出典
									C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Nb	Ti	B	Cu	N	Co	Fe	(nm ² E=0.1MeV)			(nm ² E>1MeV)	(dpa)	Fe							Cr	Ni	Si	P	Mo	その他	Fe	Cr	Ni	Si	P	Mo	その他							
BG-7-1	-	304-B	海外BWR	水中	-	SSRT試験片	304	304	0.035	0.65	1.40	0.031	0.029	8.5	18.3	0.4	-	-	<0.0004	-	0.670	-	Bal.	溶体化	-	-	0.0	-	275	2010F	TEM	EDX	0.75	-	-	21.2	8.0	0.8	-	-	-	-	2.9	-0.5	0.2	-	-	-	有	図より読み取り	BG-R7	Bruemmer et al. 10th EDM			
BG-7-2	-	304-B	海外BWR	水中	-	SSRT試験片	304	304	0.035	0.65	1.40	0.031	0.029	8.5	18.3	0.4	-	-	<0.0004	-	0.670	-	Bal.	溶体化	-	-	0.7	-	275	2010F	TEM	EDX	0.75	-	-	20.2	10.5	1.0	-	-	-	-	1.9	2.0	0.4	-	-	-							
BG-7-3	-	304-B	海外BWR	水中	-	SSRT試験片	304	304	0.035	0.65	1.40	0.031	0.029	8.5	18.3	0.4	-	-	<0.0004	-	0.670	-	Bal.	溶体化	-	-	0.7	-	275	2010F	TEM	EDX	0.75	-	-	19.3	10.5	1.0	-	-	-	-	1.0	2.0	0.4	-	-	-							
BG-7-4	-	304-B	海外BWR	水中	-	SSRT試験片	304	304	0.035	0.65	1.40	0.031	0.029	8.5	18.3	0.4	-	-	<0.0004	-	0.670	-	Bal.	溶体化	-	-	1.6	-	275	2010F	TEM	EDX	0.75	-	-	17.8	9.0	2.1	-	-	-	-	-0.5	0.5	1.5	-	-	-							
BG-7-5	-	304-B	海外BWR	水中	-	SSRT試験片	304	304	0.035	0.65	1.40	0.031	0.029	8.5	18.3	0.4	-	-	<0.0004	-	0.670	-	Bal.	溶体化	-	-	4.9	-	275	2010F	TEM	EDX	0.75	-	-	15.9	13.7	1.4	-	-	-	-	-2.4	5.2	0.8	-	-	-							
BG-7-6	-	304-C	海外BWR	水中	-	SSRT試験片	304	304	0.014	0.43	1.30	0.023	0.006	10.2	18.6	0.3	-	-	<0.0004	-	0.770	-	Bal.	溶体化	-	-	0	-	275	2010F	TEM	EDX	0.75	-	-	20	8	0.5	-	-	-	-	1.40	-2.20	0.07	-	-	-							
BG-7-7	-	304-C	海外BWR	水中	-	SSRT試験片	304	304	0.014	0.43	1.30	0.023	0.006	10.2	18.6	0.3	-	-	<0.0004	-	0.770	-	Bal.	溶体化	-	-	0.6	-	275	2010F	TEM	EDX	0.75	-	-	18.3	12.5	1.2	-	-	-	-	-0.30	2.30	0.77	-	-	-							
BG-7-8	-	304-C	海外BWR	水中	-	SSRT試験片	304	304	0.014	0.43	1.30	0.023	0.006	10.2	18.6	0.3	-	-	<0.0004	-	0.770	-	Bal.	溶体化	-	-	0.6	-	275	2010F	TEM	EDX	0.75	-	-	18.9	12.5	1.2	-	-	-	-	-	0.30	2.30	0.77	-	-	-						
BG-7-9	-	304-C	海外BWR	水中	-	SSRT試験片	304	304	0.014	0.43	1.30	0.023	0.006	10.2	18.6	0.3	-	-	<0.0004	-	0.770	-	Bal.	溶体化	-	-	0.9	-	275	2010F	TEM	EDX	0.75	-	-	17.3	15.2	2.1	-	-	-	-	-1.30	5.00	1.67	-	-	-							
BG-7-10	-	304-C	海外BWR	水中	-	SSRT試験片	304	304	0.014	0.43	1.30	0.023	0.006	10.2	18.6	0.3	-	-	<0.0004	-	0.770	-	Bal.	溶体化	-	-	0.9	-	275	2010F	TEM	EDX	0.75	-	-	16.8	15.2	2.1	-	-	-	-	-1.80	5.00	1.67	-	-	-							
BG-7-11	-	304-C	海外BWR	水中	-	SSRT試験片	304	304	0.014	0.43	1.30	0.023	0.006	10.2	18.6	0.3	-	-	<0.0004	-	0.770	-	Bal.	溶体化	-	-	1.7	-	275	2010F	TEM	EDX	0.75	-	-	15	14.1	1.8	-	-	-	-	-3.60	3.90	1.37	-	-	-							
BG-7-12	-	304-C	海外BWR	水中	-	SSRT試験片	304	304	0.014	0.43	1.30	0.023	0.006	10.2	18.6	0.3	-	-	<0.0004	-	0.770	-	Bal.	溶体化	-	-	1.7	-	275	2010F	TEM	EDX	0.75	-	-	15.6	14.1	1.8	-	-	-	-	-3.00	3.90	1.37	-	-	-							
BG-7-13	-	304-C	海外BWR	水中	-	SSRT試験片	304	304	0.014	0.43	1.30	0.023	0.006	10.2	18.6	0.3	-	-	<0.0004	-	0.770	-	Bal.	溶体化	-	-	4.9	-	275	2010F	TEM	EDX	0.75	-	-	15	16.4	3.4	-	-	-	-	-3.60	6.20	2.97	-	-	-							
BG-7-14	-	316-K	海外BWR	水中	-	SSRT試験片	316	316	0.055	0.64	1.70	0.016	0.006	12.4	16.5	2.3	-	-	<0.0004	-	0.0290	-	Bal.	溶体化	-	-	0	-	275	2010F	TEM	EDX	0.75	-	-	19.8	10.6	0.5	-	-	-	-	3.30	-1.80	-0.14	-	-	-							
BG-7-15	-	316-K	海外BWR	水中	-	SSRT試験片	316	316	0.055	0.64	1.70	0.016	0.006	12.4	16.5	2.3	-	-	<0.0004	-	0.0290	-	Bal.	溶体化	-	-	1	-	275	2010F	TEM	EDX	0.75	-	-	17.9	13.5	1.2	-	-	-	-	1.40	1.10	0.56	-	-	-							
BG-7-16	-	316-K	海外BWR	水中	-	SSRT試験片	316	316	0.055	0.64	1.70	0.016	0.006	12.4	16.5	2.3	-	-	<0.0004	-	0.0290	-	Bal.	溶体化	-	-	1	-	275	2010F	TEM	EDX	0.75	-	-	16.4	13.5	1.2	-	-	-	-	-0.10	1.10	0.56	-	-	-							
BG-7-17	-	316-K	海外BWR	水中	-	SSRT試験片	316	316	0.055	0.64	1.70	0.016	0.006	12.4	16.5	2.3	-	-	<0.0004	-	0.0290	-	Bal.	溶体化	-	-	1.6	-	275	2010F	TEM	EDX	0.75	-	-	17.6	13	1.5	-	-	-	-	1.10	0.60	0.86	-	-	-							
BG-7-18	-	316-K	海外BWR	水中	-	SSRT試験片	316	316	0.055	0.64	1.70	0.016	0.006	12.4	16.5	2.3	-	-	<0.0004	-	0.0290	-	Bal.	溶体化	-	-	1.6	-	275	2010F	TEM	EDX	0.75	-	-	16.6	13	1.5	-	-	-	-	0.10	0.60	0.86	-	-	-							
BG-7-19	-	316-K	海外BWR	水中	-	SSRT試験片	316	316	0.055	0.64	1.70	0.016	0.006	12.4	16.5	2.3	-	-	<0.0004	-	0.0290	-	Bal.	溶体化	-	-	3.7	-	275	2010F	TEM	EDX	0.75	-	-	14	18.8	3.4	-	-	-	-	-2.50	6.40	2.76	-	-	-							
BG-7-20	-	316-K	海外BWR	水中	-	SSRT試験片	316	316	0.055	0.64	1.70	0.016	0.006	12.4	16.5	2.3	-	-	<0.0004	-	0.0290	-	Bal.	溶体化	-	-	3.7	-	275	2010F	TEM	EDX	0.75	-	-	13	18.8	3.4	-	-	-	-	-3.50	6.40	2.76	-	-	-							
BG-7-21	-	316-K	海外BWR	水中	-	SSRT試験片	316	316	0.055	0.64	1.70	0.016	0.006	12.4	16.5	2.3	-	-	<0.0004	-	0.0290	-	Bal.	溶体化	-	-	5.7	-	275	2010F	TEM	EDX	0.75	-	-	13.6	22.3	4.3	-	-	-	-	-2.90	9.90	3.66	-	-	-							
BG-7-22	-	316-K	海外BWR	水中	-	SSRT試験片	316	316	0.055	0.64	1.70	0.016	0.006	12.4	16.5	2.3	-	-	<0.0004	-	0.0290	-	Bal.	溶体化	-	-	5.7	-	275	2010F	TEM	EDX	0.75	-	-	12.7	22.3	4.2	-	-	-	-	-3.80	9.90	3.56	-	-	-							
BG-7-23	-	316-K	海外BWR	水中	-	SSRT試験片	316	316	0.055	0.64	1.70	0.016	0.006	12.4	16.5	2.3	-	-	<0.0004	-	0.0290	-	Bal.	溶体化	-	-	12.2	-	275	2010F	TEM	EDX	0.75	-	-	10.3	28	7.7	-	-	-	-	-6.20	15.60	7.06	-	-	-							
BG-7-24	-	316-P	海外BWR	水中	-	SSRT試験片	316	316	0.04	0.59	1.80	0.024	0.007	12.2	16.7	2.6	-	-	0.0013	-	0.0580	-	Bal.	溶体化	-	-	0	-	275	2010F	TEM	EDX	0.75	-	-	21	9	0.5	-	12	-	4.30	-3.20	-0.09	-	9.40	-								
BG-7-25	-	316-P	海外BWR	水中	-	SSRT試験片	316	316	0.04	0.59	1.80	0.024	0.007	12.2	16.7	2.6	-	-	0.0013	-	0.0580	-	Bal.	溶体化	-	-	1.6	-	275	2010F	TEM	EDX	0.75	-	-	18.7	14.5	1	-	2.7	-	2.00	2.30	0.41	-	0.10	-								
BG-7-26	-	316-P	海外BWR	水中	-	SSRT試験片	316	316	0.04	0.59	1.80	0.024	0.007	12.2	16.7	2.6	-	-	0.0013	-	0.0580	-	Bal.	溶体化	-	-	1.6	-	275	2010F	TEM	EDX	0.75	-	-	16.1	14.5	1	-	-	-	-0.60	2.30	0.41	-	-	-								
BG-7-27	-	316-P	海外BWR	水中	-	SSRT試験片	316	316	0.04	0.59	1.80	0.024	0.007	12.2	16.7	2.6	-	-	0.0013	-	0.0580	-	Bal.	溶体化	-	-	2.8	-	275	2010F	TEM	EDX	0.75	-	-	15	15.8	2.1	-	1.6	-	-1.70	3.60	1.51	-	-1.00	-								
BG-7-28	-	316-P	海外BWR	水中	-	SSRT試験片	316	316	0.04	0.59	1.80	0.024	0.007	12.2	16.7	2.6	-	-	0.0013	-	0.0580	-	Bal.	溶体化	-	-	4.9	-	275	2010F	TEM	EDX	0.75	-	-	13	23	3.5	-	1	-	-3.70	10.80	2.91	-	-1.60	-								
BG-7-29	-	316-P	海外BWR	水中	-	SSRT試験片	316	316	0.04	0.59	1.80	0.024	0.007	12.2	16.7	2.6	-	-	0.0013	-	0.0580	-	Bal.	溶体化	-	-	4.9	-	275	2010F	TEM	EDX	0.75	-	-	11.9	23	3.5	-	-	-	-	-4.80	10.80	2.91	-	-	-							
BG-8-1	4H21	-	Halden炉	A/H+Heガス中	HAZ(高Hv)	TEM	316L	316L	0.008	0.56	1.00	0.017	0.002	12.38	16.49	2.13	-	-	-	-	-	-	Bal.	HAZ(高Hv)	-	-	1.1E+24	0.168	1.8E+17	288	HF-2000	TEM	EDX	1	ランダム	-	-	-	-	-	-	-	-	-5.07	1.08	-0.69	0.15	0.03	4.50	-					
BG-8-2	4H23	-	Halden炉	A/H+Heガス中	HAZ(低Hv)	TEM	316L	316L	0.008	0.56	1.00	0.017	0.002	12.38	16.49	2.13	-	-	-	-	-	-	Bal.	HAZ(低Hv)	-	-	1.1E+24	0.168	1.8E+17	288	HF-2000	TEM	EDX	1	ランダム	-	-	-	-	-	-	-	-	-2.85	-0.10	0.17	0.10	0.08	2.60	-					
BG-8-3	4B21	-	Halden炉	A/H+Heガス中	母材	TEM	316L	316L	0.008	0.56	1.00	0.017	0.002	12.38	16.49	2.13	-	-	-	-	-	-	Bal.	溶体化	-	-	1.1E+24	0.168	1.8E+17	288	HF-2000	TEM	EDX	1	ランダム	-	-	-	-	-	-	-													

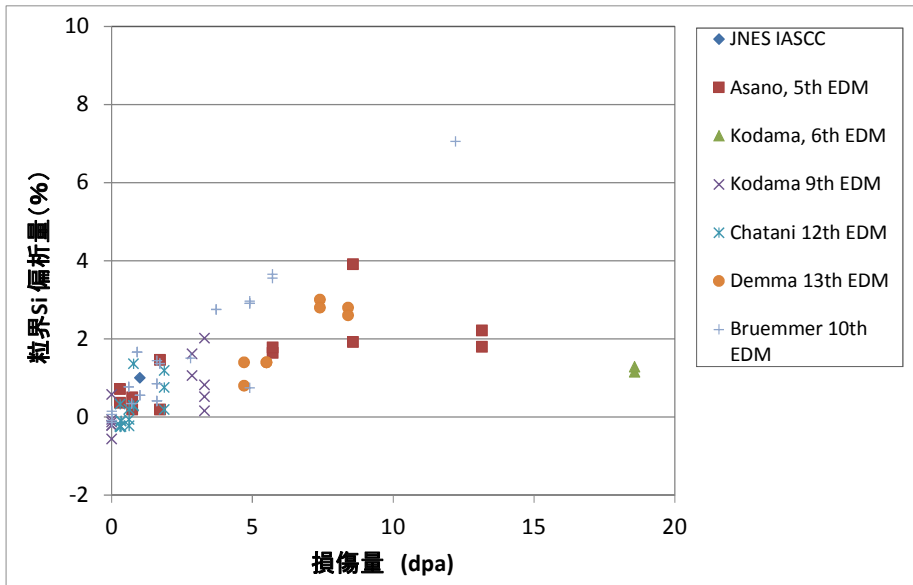
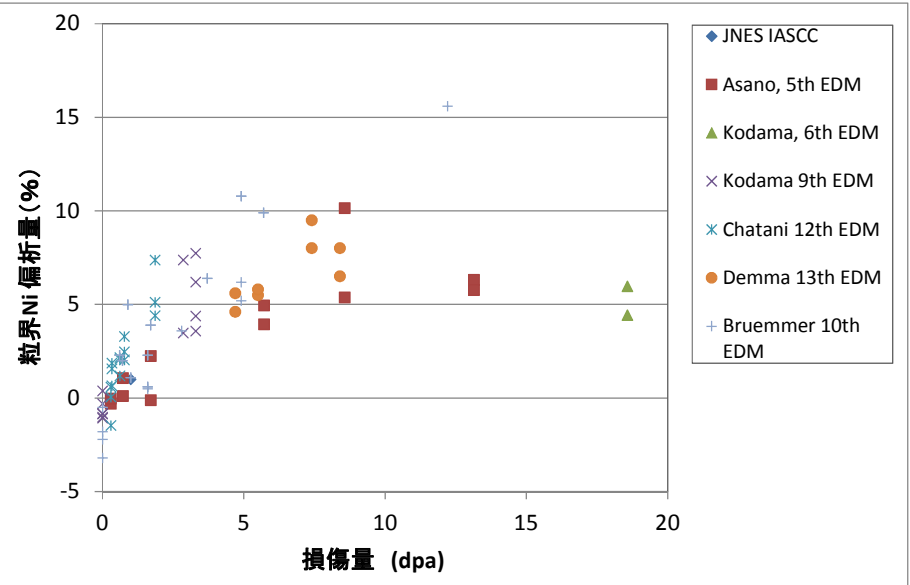
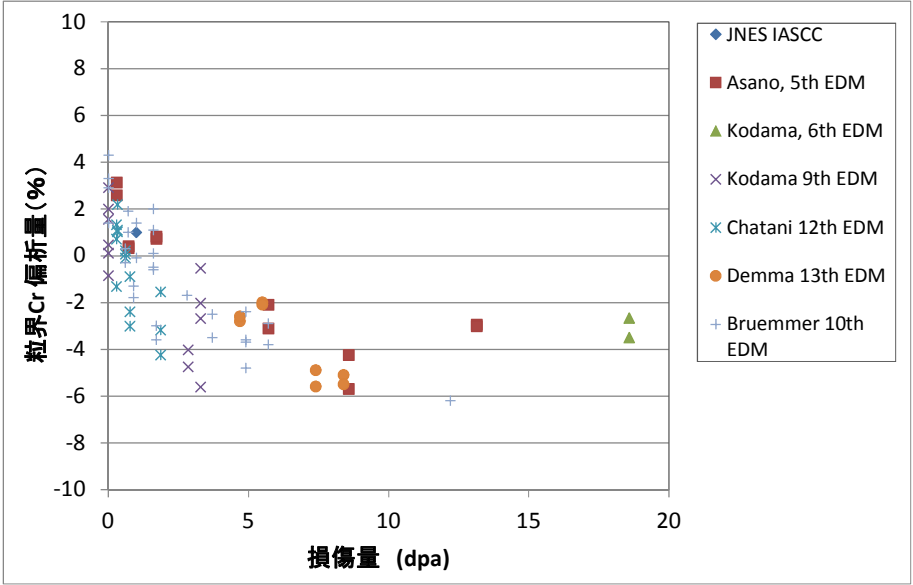
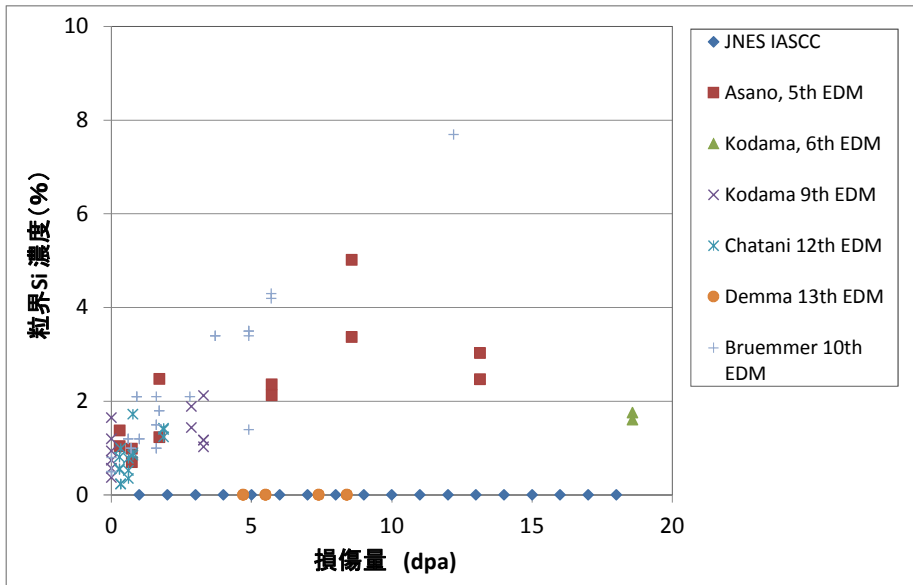
まとめ図1



まとめ図2



まとめ図3



付録 2

照射済ステンレス鋼試験片の保管リスト

付録表 1 JNES ENI 照射済試験片リスト(未使用その 1)

No.	刻印	材質	形状	照射量	管理個数	備考
1	3B11	SUS316L/BM	平板引張試験片	0.076	1	
2	3B12	SUS316L/BM	平板引張試験片	0.073	1	
3	3B21	SUS316L/BM	平板引張試験片	0.168	1	
4	3B22	SUS316L/BM	平板引張試験片	0.156	1	
5	3B31	SUS316L/BM	平板引張試験片	0.501	1	
6	3B32	SUS316L/BM	平板引張試験片	0.471	1	
7	3B41	SUS316L/BM	平板引張試験片	0.809	1	
8	3B42	SUS316L/BM	平板引張試験片	0.834	1	
9	3H11	SUS316L/HAZ	平板引張試験片	0.076	1	
10	3H12	SUS316L/HAZ	平板引張試験片	0.073	1	
11	3H21	SUS316L/HAZ	平板引張試験片	0.168	1	
12	3H22	SUS316L/HAZ	平板引張試験片	0.156	1	
13	3H31	SUS316L/HAZ	平板引張試験片	0.501	1	
14	3H32	SUS316L/HAZ	平板引張試験片	0.471	1	
15	3H41	SUS316L/HAZ	平板引張試験片	0.834	1	
16	3H42	SUS316L/HAZ	平板引張試験片	0.809	1	
17	4B31	SUS316L/BM	平板引張試験片	0.501	1	
18	4B32	SUS316L/BM	平板引張試験片	0.471	1	
19	4B91	SUS316L/BM	平板引張試験片	0.0029	1	
20	4B92	SUS316L/BM	平板引張試験片	0.0029	1	
21	4H31	SUS316L/HAZ	平板引張試験片	0.501	1	
22	4H32	SUS316L/HAZ	平板引張試験片	0.471	1	
23	4H33	SUS316L/HAZ	平板引張試験片	0.501	1	
24	4H34	SUS316L/HAZ	平板引張試験片	0.471	1	
25	4W11	SUS316L/DEPO	平板引張試験片	0.076	1	
26	4W12	SUS316L/DEPO	平板引張試験片	0.073	1	
27	4W21	SUS316L/DEPO	平板引張試験片	0.168	1	
28	4W22	SUS316L/DEPO	平板引張試験片	0.156	1	

付録表 2 JNES ENI 照射済試験片リスト(未使用その 2)

No.	刻印	材質	形状	照射量	管理個数	備考
29	4W31	SUS316L/DEPO	平板引張試験片	0.471	1	
30	4W32	SUS316L/DEPO	平板引張試験片	0.501	1	
31	4W42	SUS316L/DEPO	平板引張試験片	0.809	1	
32	63BC101	SUS316L/BM	0.5TCT	0.080	1	
33	63BC201	SUS316L/BM	0.5TCT	0.176	1	
34	63BC301	SUS316L/BM	0.5TCT	0.522	1	
35	63BC401	SUS316L/BM	0.5TCT	0.845	1	
36	63HC101	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.070	1	
37	63HC102	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.076	1	
38	63HC103	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.076	1	
39	63HC104	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.077	1	
40	63HC105	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.080	1	
41	63HC106	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.081	1	
42	63HC107	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.075	1	
43	63HC108	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.073	1	
44	63HC111	SUS316L/HAZ	0.7TCT	0.076	1	
45	63HC121	SUS316L/HAZ	0.5TCDCB	0.071	1	
46	63HC201	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.185	1	
47	63HC202	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.184	1	
48	63HC203	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.165	1	
49	63HC204	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.181	1	
50	63HC205	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.167	1	
51	63HC206	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.172	1	
52	63HC207	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.168	1	
53	63HC208	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.166	1	
54	63HC211	SUS316L/HAZ	0.7TCT	0.168	1	
55	63HC221	SUS316L/HAZ	0.5TCDCB	0.161	1	
56	63HC301	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.492	1	

付録表 3 JNES ENI 照射済試験片リスト(未使用その 3)

No.	刻印	材質	形状	照射量	管理個数	備考
57	63HC302	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.543	1	
58	63HC303	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.518	1	
59	63HC304	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.507	1	
60	63HC305	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.509	1	
61	63HC306	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.551	1	
62	63HC307	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.559	1	
63	63HC311	SUS316L/HAZ	0.7TCT	0.501	1	
64	63HC321	SUS316L/HAZ	0.5TCDCB	0.426	1	
65	63HC322	SUS316L/HAZ	0.5TCDCB	0.452	1	
66	63HC401	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.771	1	
67	63HC402	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.793	1	
68	63HC403	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.902	1	
69	63HC404	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.894	1	
70	63HC405	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.863	1	
71	63HC406	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.816	1	
72	63HC407	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.817	1	
73	63HC411	SUS316L/HAZ	0.7TCT	0.834	1	
74	63HC421	SUS316L/HAZ	0.5TCDCB	0.782	1	
75	63HC422	SUS316L/HAZ	0.5TCDCB	0.729	1	
76	63HV101	SUS316L/HAZ	硬さ試験片	0.076	1	
77	63HV102	SUS316L/HAZ	硬さ試験片	0.076	1	
78	63HV201	SUS316L/HAZ	硬さ試験片	0.171	1	
79	63HV202	SUS316L/HAZ	硬さ試験片	0.171	1	
80	63HV301	SUS316L/HAZ	硬さ試験片	0.461	1	
81	63HV302	SUS316L/HAZ	硬さ試験片	0.461	1	
82	63HV401	SUS316L/HAZ	硬さ試験片	0.780	1	
83	63HV402	SUS316L/HAZ	硬さ試験片	0.780	1	
84	64BC101	SUS316L/BM	0.5TCT	0.080	1	

付録表 4 JNES ENI 照射済試験片リスト(未使用その 4)

No.	刻印	材質	形状	照射量	管理個数	備考
65	63HC322	SUS316L/HAZ	0.5TCDCB	0.452	1	
66	63HC401	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.771	1	
67	63HC402	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.793	1	
68	63HC403	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.902	1	
69	63HC404	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.894	1	
70	63HC405	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.863	1	
71	63HC406	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.816	1	
72	63HC407	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.817	1	
73	63HC411	SUS316L/HAZ	0.7TCT	0.834	1	
74	63HC421	SUS316L/HAZ	0.5TCDCB	0.782	1	
75	63HC422	SUS316L/HAZ	0.5TCDCB	0.729	1	
76	63HV101	SUS316L/HAZ	硬さ試験片	0.076	1	
77	63HV102	SUS316L/HAZ	硬さ試験片	0.076	1	
78	63HV201	SUS316L/HAZ	硬さ試験片	0.171	1	
79	63HV202	SUS316L/HAZ	硬さ試験片	0.171	1	
80	63HV301	SUS316L/HAZ	硬さ試験片	0.461	1	
81	63HV302	SUS316L/HAZ	硬さ試験片	0.461	1	
82	63HV401	SUS316L/HAZ	硬さ試験片	0.780	1	
83	63HV402	SUS316L/HAZ	硬さ試験片	0.780	1	
84	64BC101	SUS316L/BM	0.5TCT	0.080	1	
85	64BC301	SUS316L/BM	0.5TCT	0.522	1	
86	64HC102	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.075	1	
87	64HC104	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.070	1	
88	64HC105	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.081	1	
89	64HC107	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.077	1	
90	64HC108	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.076	1	
91	64HC111	SUS316L/HAZ	0.7TCT	0.078	1	
92	64HC112	SUS316L/HAZ	0.7TCT	0.073	1	

付録表 5 JNES ENI 照射済試験片リスト(未使用その 5)

No.	刻印	材質	形状	照射量	管理個数	備考
93	64HC121	SUS316L/HAZ	0.5TCDCB	0.071	1	
94	64HC202	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.168	1	
95	64HC205	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.181	1	
96	64HC207	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.167	1	
97	64HC208	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.172	1	
98	64HC212	SUS316L/HAZ	0.7TCT	0.156	1	
99	64HC221	SUS316L/HAZ	0.5TCDCB	0.161	1	
100	64HC302	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.551	1	
101	64HC303	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.559	1	
102	64HC304	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.492	1	
103	64HC307	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.507	1	
104	64HC311	SUS316L/HAZ	0.7TCT	0.478	1	
105	64HC312	SUS316L/HAZ	0.7TCT	0.471	1	
106	64HC321	SUS316L/HAZ	0.5TCDCB	0.452	1	
107	64HC322	SUS316L/HAZ	0.5TCDCB	0.426	1	
108	64HC407	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.771	1	
109	64HC411	SUS316L/HAZ	0.7TCT	0.809	1	
110	64HC412	SUS316L/HAZ	0.7TCT	0.807	1	
111	64HC421	SUS316L/HAZ	0.5TCDCB	0.729	1	
112	64HC422	SUS316L/HAZ	0.5TCDCB	0.782	1	
113	64HC902	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.0015	1	
114	64HC903	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.0022	1	
115	64HC904	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.0022	1	
116	64HV301	SUS316L/HAZ	硬さ試験片	0.461	1	
117	64HV302	SUS316L/HAZ	硬さ試験片	0.461	1	
118	64WC101	SUS316L/DEPO	0.5TCT	0.070	1	
119	64WC201	SUS316L/DEPO	0.5TCT	0.159	1	
120	64WC301	SUS316L/DEPO	0.5TCT	0.483	1	

付録表 6 JNES ENI 照射済試験片リスト(未使用その 6)

No.	刻印	材質	形状	照射量	管理個数	備考
121	64WC401	SUS316L/DEPO	0.5TCT	0.712	1	
122	KY01	SUS304L/HAZ	0.5TCT	0.070	1	
123	KY02	SUS304L/HAZ	0.5TCT	0.159	1	
124	KY03	SUS304L/HAZ	0.5TCT	0.483	1	

付録表 7 JNES ENI 照射済試験片リスト(使用済その 1)

No.	刻印	材質	形状	照射量	管理個数	備考
125	4B11	SUS316L/BM	平板引張試験片	0.076	3	
126	4B12	SUS316L/BM	平板引張試験片	0.073	2	
127	4B21	SUS316L/BM	平板引張試験片	0.168	3	
128	4B22	SUS316L/BM	平板引張試験片	0.156	2	
129	4B41	SUS316L/BM	平板引張試験片	0.834	3	
130	4B42	SUS316L/BM	平板引張試験片	0.809	2	
131	4H11	SUS316L/HAZ	平板引張試験片	0.076	3	
132	4H12	SUS316L/HAZ	平板引張試験片	0.076	3	
133	4H13	SUS316L/HAZ	平板引張試験片	0.073	3	
134	4H14	SUS316L/HAZ	平板引張試験片	0.073	2	
135	4H21	SUS316L/HAZ	平板引張試験片	0.168	3	
136	4H22	SUS316L/HAZ	平板引張試験片	0.156	2	
137	4H23	SUS316L/HAZ	平板引張試験片	0.168	3	
138	4H24	SUS316L/HAZ	平板引張試験片	0.156	2	
139	4H41	SUS316L/HAZ	平板引張試験片	0.834	3	
140	4H42	SUS316L/HAZ	平板引張試験片	0.809	2	
141	4H43	SUS316L/HAZ	平板引張試験片	0.834	3	
142	4H44	SUS316L/HAZ	平板引張試験片	0.809	2	
143	4H91	SUS316L/HAZ	平板引張試験片	0.0029	3	
144	4H92	SUS316L/HAZ	平板引張試験片	0.0029	2	
145	4W41	SUS316L/DEPO	平板引張試験片	0.834	9	
146	64BC201	SUS316L/BM	0.5TCT	0.176	6	
147	64BC401	SUS316L/BM	0.5TCT	0.845	5	
148	64HC101	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.076	5	
149	64HC103	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.073	5	
150	64HC106	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.080	5	
151	64HC201	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.185	5	
152	64HC203	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.166	5	

付録表 8 JNES ENI 照射済試験片リスト(使用済その 2)

No.	刻印	材質	形状	照射量	管理個数	備考
153	64HC204	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.184	6	
154	64HC206	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.165	6	
155	64HC211	SUS316L/HAZ	0.7TCT	0.170	5	
156	64HC401	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.902	5	
157	64HC403	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.816	5	
158	64HC405	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.793	4	
159	64HC901	SUS316L/HAZ	0.5TCT	0.0015	8	
160	KY04	SUS304L/HAZ	0.5TCT	0.712	8	