

No.	高浜 1 - 中性子照射脆化 - 6	事象：中性子照射脆化
質 問	<p>(別冊-4容器-1原子炉容器-33頁) 上部棚吸収エネルギー低下について、運転開始後60年時点のJEAC4206に基づく弾塑性破壊力学評価の計算過程及び計算に用いた数値を提示すること。</p>	
回 答	<p>60年時点の上部棚吸収エネルギーの予測が68J未満となる母材について、JEAC4206-2007の附属書G「上部棚吸収エネルギーが68Jを下回る原子炉圧力容器の健全性評価方法」に従った健全性評価の計算過程及び計算に用いた数値を以下に示します。なお、評価は弾塑性破壊力学評価上厳しくなる周方向欠陥を想定して実施しています。</p> <p>【弾塑性破壊力学評価の計算過程】</p> <p>(1) J_{mat} の算出 欠陥深さ a に対する上部棚破壊靱性 J_{mat} は次式で評価しています。 $J_{mat} = M_j \cdot C_1 \cdot \Delta a^{C_2}$ $M_j = 0.863[\text{供用状態 A,B,C}], 1.05[\text{供用状態 D}]$ $C_1 = \exp\{0.147 + 2.64 \cdot \log(\text{USE 調整値}) - 0.00087 \cdot T\}$ $C_2 = -0.549 + 0.383 \cdot \log(C_1)$ USE 調整値：60年運転時点における 1/4t 深さでの値 (= <input type="text"/> J) T：評価位置での温度* (= <input type="text"/> °C) * 低温側配管の一次冷却材の温度 (出典：JEAC4206-2007 附属書 G G-3200)</p> <p>(2) J_{app} の算出 欠陥深さ a に対するき裂進展力 J_{app} は次式、及び表 1 の評価条件を基に評価しています。 $J_{app} = 1000 \cdot (K_I')^2 / E'$ $K_I' = \sqrt{\frac{a_e}{a}} \cdot K_I$ $a_e = a + \left(\frac{1000}{6\pi} \right) \cdot \left[\frac{K_I}{\sigma_y} \right]^2$ $E : \text{ヤング率 (MPa)}$ $E' : E / (1 - \nu^2) \text{ (MPa)}$ $\nu : \text{ポアソン比}$ $\sigma_y : \text{降伏応力 (MPa)}$ $K_I = 0.961 K_{IP}^e + 0.961 C \cdot K_{II}^e$ $C = 1.0 - \{-0.159(a/t) + 0.155\} (\sigma / \sigma_{total})$ ただし、C の下限は次式とする。 $C = 1.0 - 0.12 \cdot (\sigma / \sigma_{total})$</p>	

σ_t : 欠陥深さ位置の熱応力(MPa)
 σ_{total} : 欠陥深さ位置の応力(MPa)
 t : 胴部母材厚さ (= mm)
 K_{IP}^e : 内圧応力に対する応力拡大係数
 K_{IT}^e : 熱応力に対する応力拡大係数

(出典 : JEAC4206-2007 附属書 G G-6200)

※ K_{IP}^e 及び K_{IT}^e は、ASME Code Section XI, Appendix A の解 (作用分布応力を多項式近似する場合) により算出する。

K_{IP}^e 及び K_{IT}^e の計算式を以下に示します。

(JEAC4206-2007 附属書 F-3200 参照)

$$K_I = \frac{1}{\sqrt{1000}} [(A_0 + A_p)G_0 + A_1G_1 + A_2G_2 + A_3G_3] \sqrt{\pi a/Q} \quad \dots (1)$$

$$\sigma = A_0 + A_1 \left(\frac{u}{a}\right) + A_2 \left(\frac{u}{a}\right)^2 + A_3 \left(\frac{u}{a}\right)^3 \quad \dots (2)$$

$$A_p = p (K_{IP}^e \text{ の場合}), 0 (K_{IT}^e \text{ の場合}) \quad \dots (3)$$

$$Q = 1 + 4.593 \left(\frac{a}{\ell}\right)^{1.65} - q_y \quad \dots (4)$$

$$q_y = [(A_0G_0 + A_pG_0 + A_1G_1 + A_2G_2 + A_3G_3) / \sigma_{ys}]^2 / 6 \quad \dots (5)$$

ここで、圧力による応力は厚肉円筒の式を用いて算出し、熱応力は差分法で導出した温度分布から算出しています。また、式(4)の塑性域補正 q_y は J_{app} を算出する過程(附属書 H-4000)で考慮するため、ここでは考慮していません($q_y=0$)。

表 1 評価に使用した各条件

	仮想欠陥 ^{*1*2}	内圧 ^{*3}	温度過渡
供用状態 A, B	深さ <input type="text"/> mm (1/4t) 長さ <input type="text"/> mm (1.5t)	<input type="text"/> (MPa) 一定 (最高使用圧力の 1.1 倍)	<input type="text"/> °C/h (停止までの下降率)
供用状態 C	深さ : 10mm 長さ : 60mm	<input type="text"/> (MPa) 一定 (供用状態 C の最高圧力)	100%定常時の温度 (<input type="text"/> °C) から供用状態 C の最低温度 (<input type="text"/> °C) への ステップ状温度変化
供用状態 D		<input type="text"/> (MPa) 一定 (供用状態 D の最高圧力)	100%定常時の温度 (<input type="text"/> °C) から供用状態 D の最低温度 (<input type="text"/> °C) への ステップ状温度変化

※ 1 : t は原子炉容器胴部の板厚

※ 2 : 仮想欠陥の方向は軸方向と周方向の 2 つを考える。

※ 3 : 供用状態 A, B のき裂不安定性評価に用いる際には安全率 1.25 を考慮する。

内は商業機密に属しますので公開できません

(a) K_{IP}^e と K_{II}^e の算出で使用する係数

K_{IP}^e と K_{II}^e は時刻歴で変化するため、代表として供用状態A,Bで周方向欠陥 $\Delta a=2.5\text{mm}$ にて J_{app} が最大となる時刻の作用分布応力を多項式近似した場合の係数 (A_0 等) を以下に示します。なお、 u はき裂深さ方向の変数です。

(K_{IP}^e の場合)

$A_p = \square$ $A_0 = \square$ $A_1 = \square$ $A_2 = \square$ $A_3 = \square$

$G_0 = \square$ $G_1 = \square$ $G_2 = \square$ $G_3 = \square$

(K_{II}^e の場合)

$A_0 = \square$ $A_1 = \square$ $A_2 = \square$ $A_3 = \square$

$G_0 = \square$ $G_1 = \square$ $G_2 = \square$ $G_3 = \square$

(b) 欠陥深さ位置の熱応力 σ_t 及び応力 σ_{total} の数値

代表として供用状態A,Bで周方向欠陥 $\Delta a=2.5\text{mm}$ にて J_{app} が最大となる時刻の $\sigma_t \cdot \sigma_{total}$ を以下に示します。

Δa [mm]	熱応力 σ_t [MPa]	応力 σ_{total} [MPa]
2.5	<input type="text"/>	<input type="text"/>

(算出に必要な条件)

【RV 寸法】

R_c : クラッド内半径 (= mm)、 R_i : 母材内半径 (= mm)

t : 母材板厚 (= mm)

【熱伝導率、熱膨張率】

ASME Sec II PartD の Table TCD を使用 (母材: GroupC、クラッド: GroupD)

【縦弾性係数】 (JSME 設計建設規格 2005/2007 Part6 表 1)

母材: $\times 10^{11}$ Pa

【熱膨張係数】 (JSME 設計建設規格 2005/2007 Part6 表 2)

母材: $\times 10^{-6}$ mm/mm $^\circ\text{C}$

【ポアソン比 ν 】 (JSME 設計建設規格 2005/2007 PPB-3725)

【降伏応力 σ_y 】 (JSME 設計建設規格 2005/2007 Part5 表 8)

MPa

内は商業機密に属しますので公開できません

(3) 各供用状態に対する判定結果

周方向欠陥に対する各供用状態での判定結果を以下に示します。

【供用状態A,B】

き裂進展評価： $J_{app} < J_{mat}$ at $\Delta a = 2.5\text{mm}$ 添付-1 (1/2) 参照

き裂不安定性評価：添付-1 (1/2) 参照

【供用状態C】

き裂進展評価： $J_{app} < J_{mat}$ at $\Delta a = 2.5\text{mm}$ 添付-1 (1/2) 参照

き裂不安定性評価：添付-1 (1/2) 参照

【供用状態D】

き裂不安定性評価：添付-1 (2/2) 参照

欠陥深さ評価：延性き裂進展後の深さ $a_f (=11\text{mm}) \leq 0.75t$ ($=$ mm)

塑性不安定破壊評価：

$$\sigma_f (= \text{ MPa}^{*1}) > \sqrt{3P_c \cdot (R_i + a_e^{**}) / [2 \cdot (t \cdot a_e^{**})]} (= \text{ MPa})$$

※1：設計降伏点 (S_y) と設計引張強さ (S_u) の平均値

ここで、

$$a_e^{**} = [a_e^* \cdot (1 - \{1 + 2c^2/t^2\}^{-0.5})] / [1 - (a_e^*/t) \{1 + 2c^2/t^2\}^{-0.5}]$$

P_c ：最大圧力($=$) (MPa)

R_i ：胴部母材内半径($=$) (mm)

a_e^{**} ：延性き裂進展後の塑性域補正を考慮した欠陥深さ(\approx) (mm)

(半楕円表面き裂に補正)

t ：胴部母材厚さ($=$) (mm)

a_e^* ：延性き裂進展後の塑性域補正を考慮した欠陥深さ($=11$) (mm)

$2c$ ：欠陥長さ($=$) (mm)

(a) 欠陥深さ評価 a_f の算出根拠

添付-1 から延性き裂進展量 Δa は J_{app} と J_{mat} の交点までの距離であり、全て 1 mm 未満となりますが、保守的に切り上げて $\Delta a = 1\text{mm}$ として、初期き裂深さ 10mm に加えており、延性き裂進展後の深さは $a_f = 11\text{mm}$ となります。

(b) 流動応力 σ_f の算出根拠

流動応力 σ_f については、設計降伏点 (S_y) と設計引張強さ (S_u) の平均値を用いています。評価温度 ($T_c =$) における設計降伏点 S_y 、設計引張強さ S_u は JSME 設計・建設規格 2005/2007 Part5 表8、表9から線形補間して算出しています。

$$S_y \text{ } = (S_{yat300} - S_{yat275}) / (300 - 275) * (\text{} - 275) + S_{yat275}$$
$$= \text{ MPa}$$

$S_u \text{ } = 490 \text{ MPa}$ であることから、流動応力 σ_f は以下の通りとなります。

$$\sigma_f = (\text{} + 490) / 2 = \text{} \approx \text{ MPa} \text{ (小数点以下切捨)}$$

以上

内は商業機密に属しますので公開できません

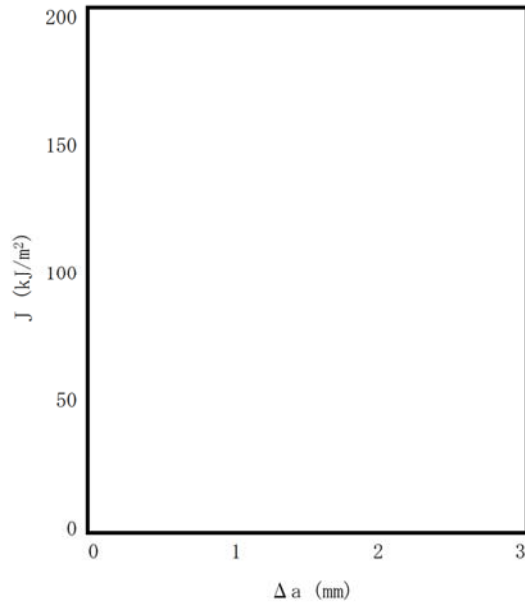


図-1 供用状態A, Bに対する評価結果

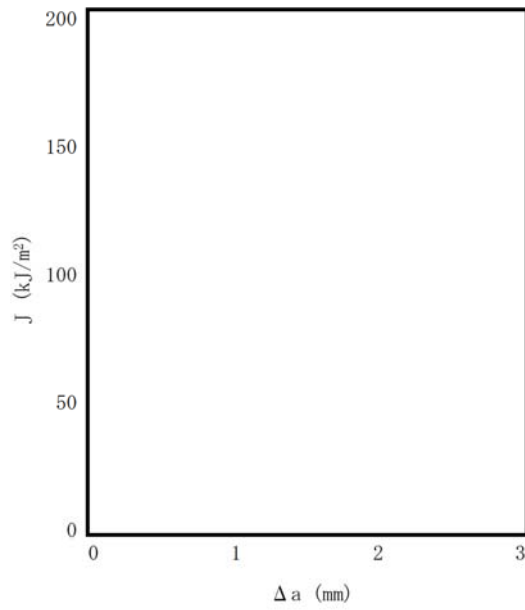


図-2 供用状態Cに対する評価結果

内は商業機密に属しますので公開できません

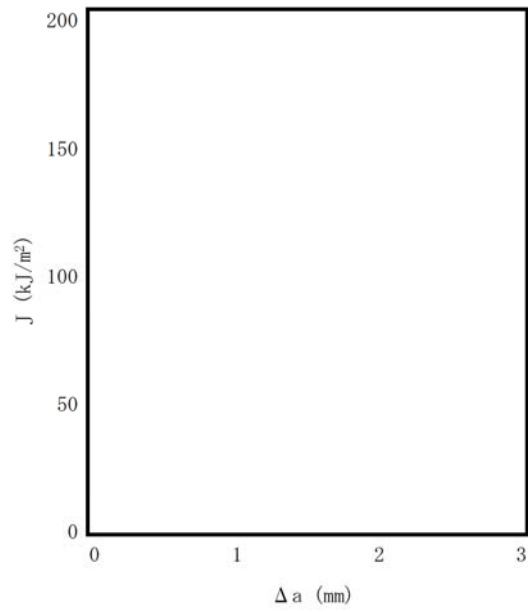
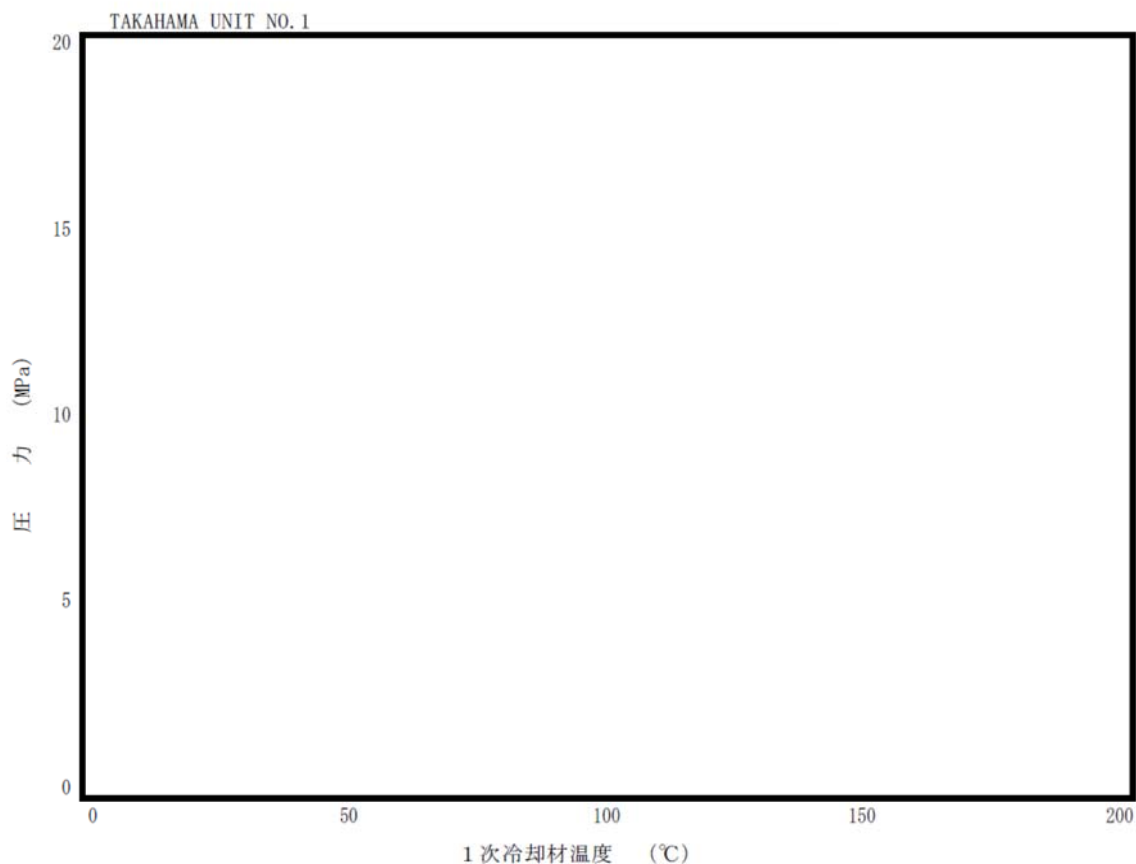


図-3 供用状態Dに対する評価結果

内は商業機密に属しますので公開できません

No.	高浜 1 - 中性子照射脆化 - 7 rev1	事象：中性子照射脆化
質 問	<p>(別冊-4容器-1原子炉容器-35頁) 運転管理上の制限として加熱・冷却運転時に許容しうる温度・圧力の範囲（加熱冷却時制限曲線）を提示すること。</p>	
回 答	<p>高浜 1 号炉の通常運転時の 1 次冷却材の加熱制限曲線・冷却制限曲線（設定用パラメータ含）を添付資料に示します。</p> <p style="text-align: right;">以上</p>	

通常運転時の加熱制限曲線



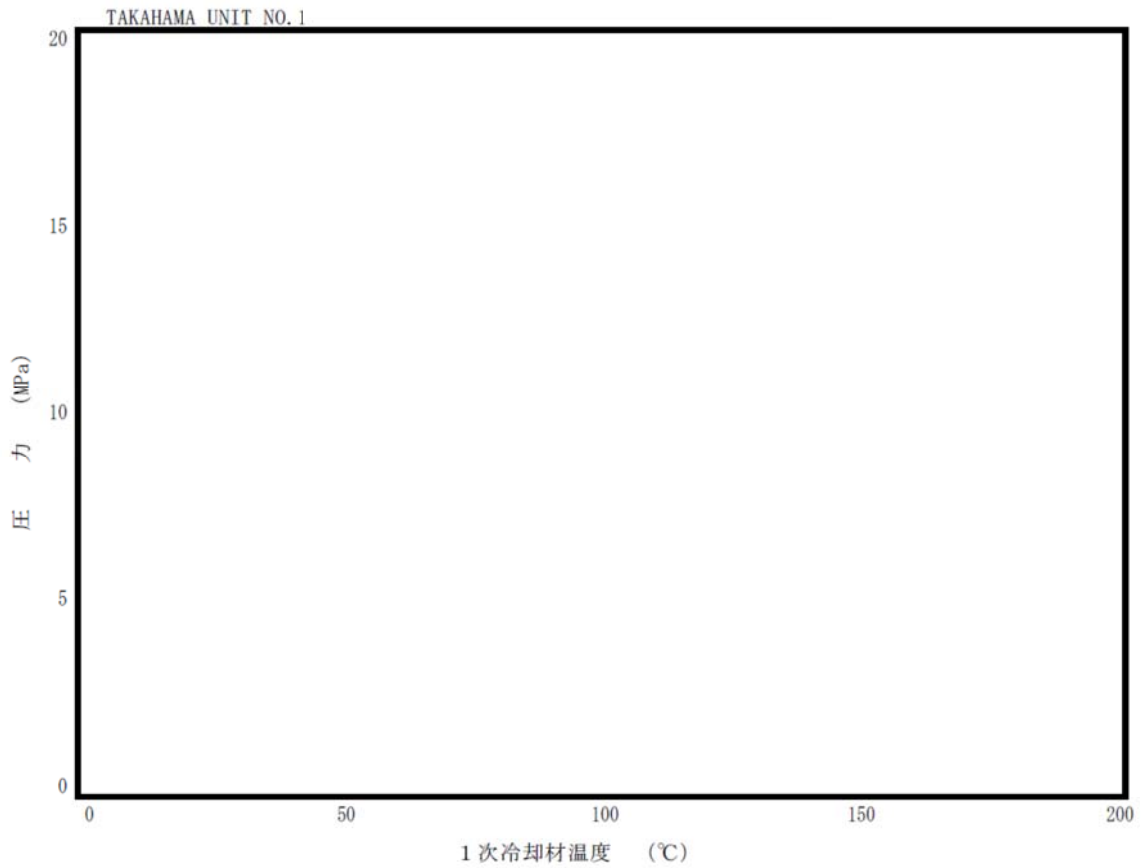
適用時間	
適用加熱率	
安全率 (A)	
安全率 (B)	
破壊靱性	
脆化予測法	
RTNDT (1/4)	
RTNDT (3/4)	
Cu	
Ni	
P	

安全率 A : 供用状態 A, B での一次応力による
応力拡大係数に係る安全率

安全率 B : 供用状態 A, B での二次応力による
応力拡大係数に係る安全率

内は商業機密に属しますので公開できません

通常運転時の冷却制限曲線



適用時間	
適用冷却率	
安全率 (A)	
安全率 (B)	
破壊靱性	
脆化予測法	
RTNDT (1/4)	
RTNDT (3/4)	
Cu	
Ni	
P	

安全率A : 供用状態A, Bでの一次応力による
 応力拡大係数に係る安全率

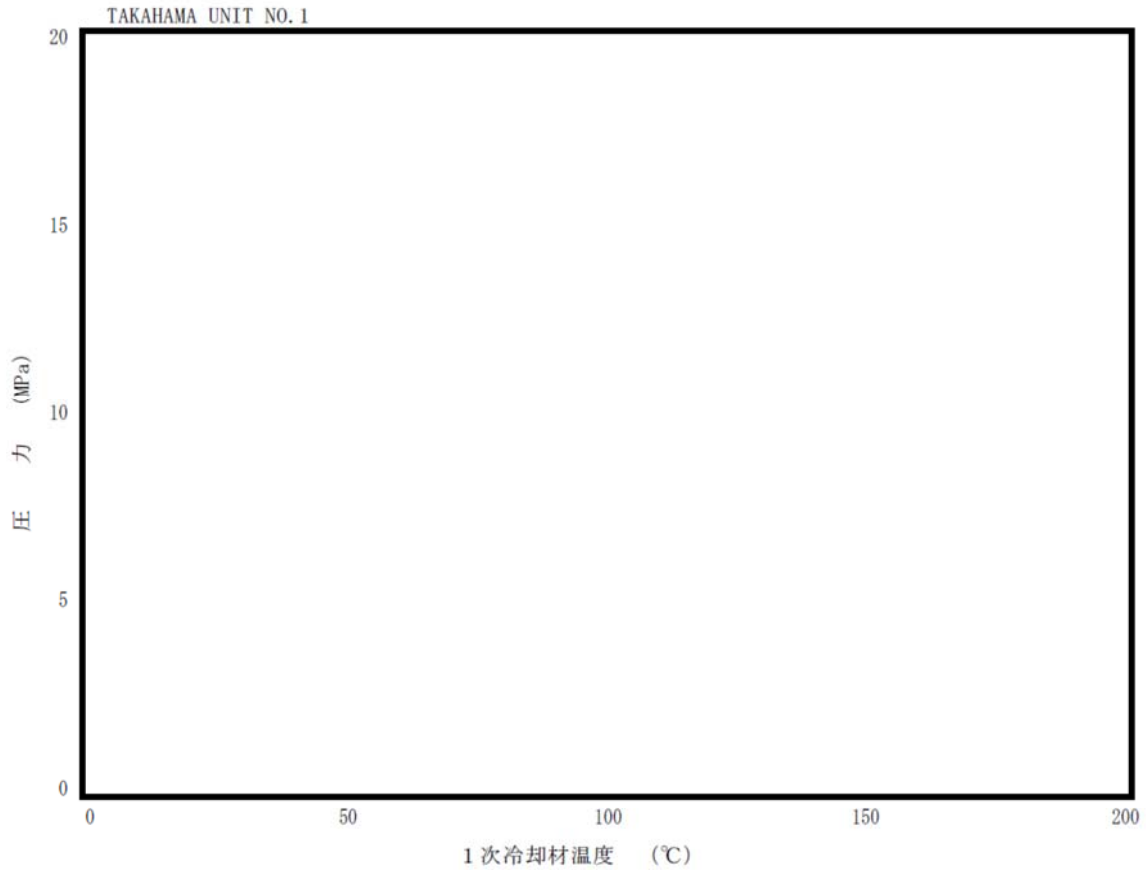
安全率B : 供用状態A, Bでの二次応力による
 応力拡大係数に係る安全率

内は商業機密に属しますので公開できません

No.	高浜 1 - 中性子照射脆化 - 8 rev1	事象：中性子照射脆化
質 問	<p>(別冊-4容器-1原子炉容器-35頁) 現在運用されている耐圧漏えい試験温度及びそれを決定した設定根拠を提示すること。</p>	
回 答	<p>現在高浜 1 号炉で運用している耐圧・漏えい検査時における 1 次冷却材の加熱制限曲線（設定用パラメータ含）を添付資料に示します。耐圧・漏えい検査時の一次冷却材圧力は、日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格」に基づき設定し、温度は添付資料の制限曲線から <input type="text"/> °C 以上で運用することとしています。</p> <p style="text-align: right;">以上</p>	

内は商業機密に属しますので公開できません

試験時の加熱制限曲線



適用時間	
適用加熱率	
安全率 (A)	
安全率 (B)	
破壊靱性	
脆化予測法	
RTNDT (1/4)	
RTNDT (3/4)	
Cu	
Ni	
P	

○試験温度決定のための参照圧力値は試験圧力以上で保守的に設定している。

○試験温度は加熱制限曲線から算出された制限温度に °C の温度計装誤差を考慮して °C 以上に設定している。

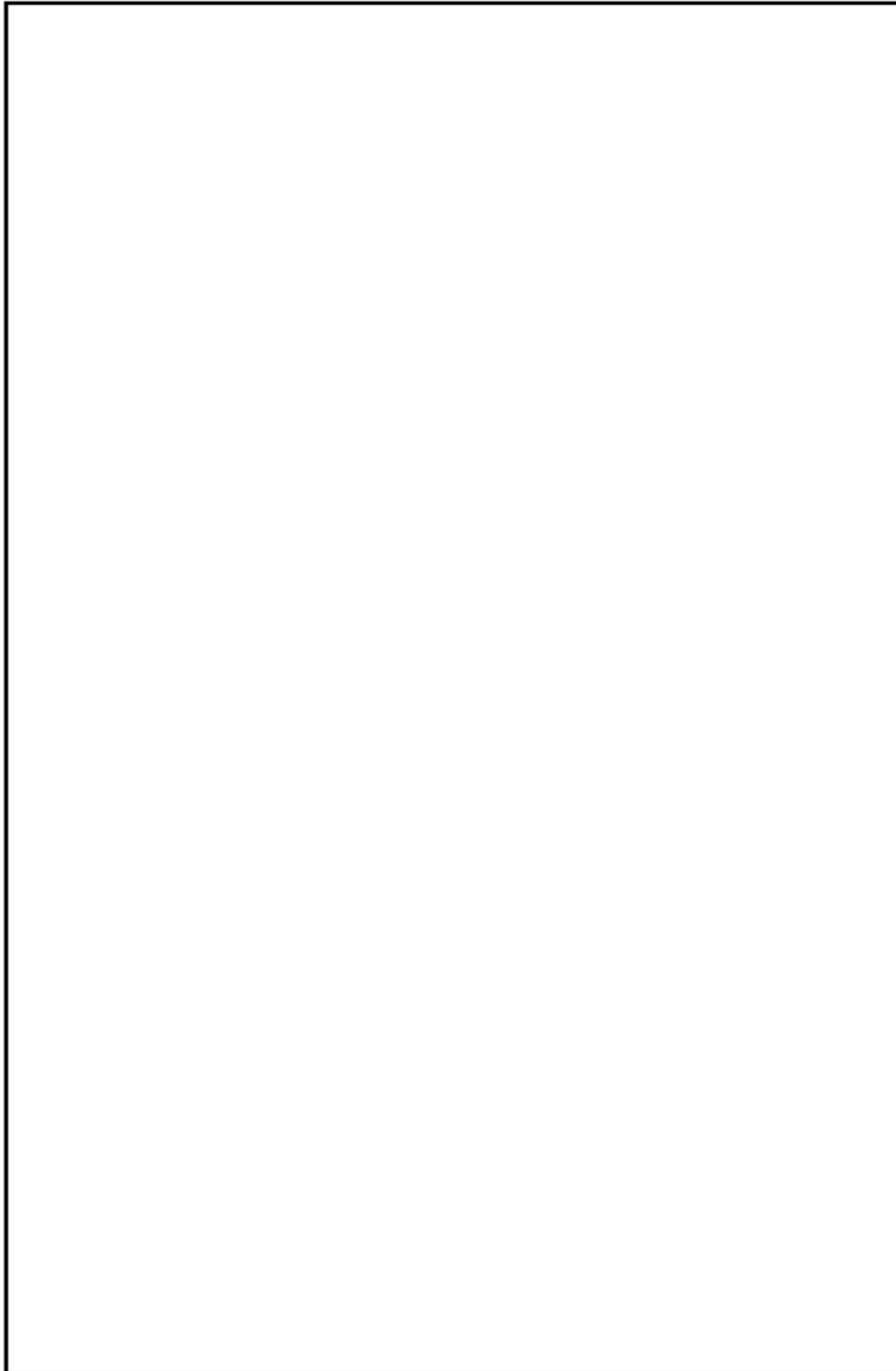
安全率 A : 耐圧・漏えい試験での一次応力による
応力拡大係数に係る安全率

安全率 B : 耐圧・漏えい試験での二次応力による
応力拡大係数に係る安全率

内は商業機密に属しますので公開できません

No.	高浜 1－熱時効－ 4	事象：2相ステンレス鋼の熱時効				
質 問	<p>(別冊-4容器-2.1加圧器本体-12頁)</p> <p>スプレインズルの熱時効が着目すべき経年劣化事象ではないとした具体的内容（耐圧部材ではないこと、外荷重を受けないため発生する応力は十分小さいとした根拠（これら部位に係る設計図面、使用温度、フェライト量（材料の化学成分を含む）、作用応力等を含む）、製造時の検査内容（方法、判断基準及び結果を含む）、分解点検時の検査内容（方法、判断基準及び結果を含む）等を含む）を提示すること。</p>					
回 答	<p>スプレインズルは加圧器本体とネジ止めにて結合されています。（添付－1 参照）このため、スプレインズルは、拘束されていないためスプレイ配管からの外荷重の伝達経路（※）ではなく、圧力バウンダリでもないことから、有意な応力は発生しないと考えています。</p> <p>したがって熱時効による材料特性の変化が問題となることはなく、着目すべき経年劣化事象としていません。</p> <p>使用温度およびスプレインズルの化学成分（表 1）を下記に示します。</p> <p>・使用温度（3 4 5℃）</p> <p>表 1 製造時ミルシートによる材料成分表示</p> <table border="1" data-bbox="456 1099 1177 1227"> <thead> <tr> <th data-bbox="456 1099 687 1182">評価部位</th> <th data-bbox="687 1099 1177 1182">化学成分(溶鋼分析)%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="456 1182 687 1227">加圧器スプレノズル</td> <td data-bbox="687 1182 1177 1227"></td> </tr> </tbody> </table> <p>製造時の記録を添付－2 に示します。</p> <p>スプレインズルについては、加圧器内部の目視点検 において、脱落等異常のないことを確認しています（添付－3）。なお、加圧器内部の出口側にスクリーンが設置されており、仮にスプレインズルの脱落が発生した場合においてもスクリーンにトラップされることから、プラントの安全上影響はございません。</p> <p>※加圧器は、スカートにより建屋に固定されているため、スプレイ管台が荷重を受けた際の荷重の伝達経路は、管台→加圧器本体→スカート→建屋となる。スプレインズルは拘束されておらず、荷重伝達経路とならない。</p>		評価部位	化学成分(溶鋼分析)%	加圧器スプレノズル	
評価部位	化学成分(溶鋼分析)%					
加圧器スプレノズル						

内は商業機密に属しますので公開できません。



内は商業機密に属しますので公開できません。

SSCO

Telephone
0121-843-5622

May 10, 1972

Subject: Your Order D64-4466-71 Repl.
Our Invoice X22887

Gentlemen:

This is to certify that the 1 - 6H-SS 425 Fulljet nozzle, supplied on the subject order and invoice is in full compliance with the specifications applying to this order.

The nozzle was made from Type 316 Stainless Steel and we are enclosing three copies each of material certifications, showing chemical and physical properties, as follows:

[REDACTED], SSCO Order 67791, Pattern #3299
[REDACTED], SSCO Order 01678, Pattern #5389
[REDACTED], SSCO Order 62619, 3/8" Rd.

The finished nozzles were 100% dye penetrant inspected for cracks and defects which could have occurred as the result of machine stresses, and no detectable flaws were found.

Yours very truly,

[REDACTED]

Quality Control Manager

EZ:bkmcg

Enc.

cc: [REDACTED]

Final Inspection Form

Date 5-9-72

Customer's Name Kansai Electric Power Co. Takahama Nuclear P/S Unit 1 (KFN 1)
 Order No. 104-4466-71 Our Order No. 222887

Lot Size	Sample Size	Acceptable Defects	Item No.	Nozzle Identification	Amount
<u>Visual</u>			1	6HSS425	1 pc.
0-10	All				
11-50	10	0			
51-100	20	0			
101-200	30	0			
201- --	40	0			
<u>Dimensional Inspection</u>					
0-10	All	0		<u>Special Inspection Requirements</u>	
11-100	10	0		<u>Threads to be NPT per Day. #13335</u>	
101-500	20	0		<u>To be liquid penetrant examination</u>	
<u>Performance</u>					
0-10	5	0			
11-500	10	0			
501- --	15	0			



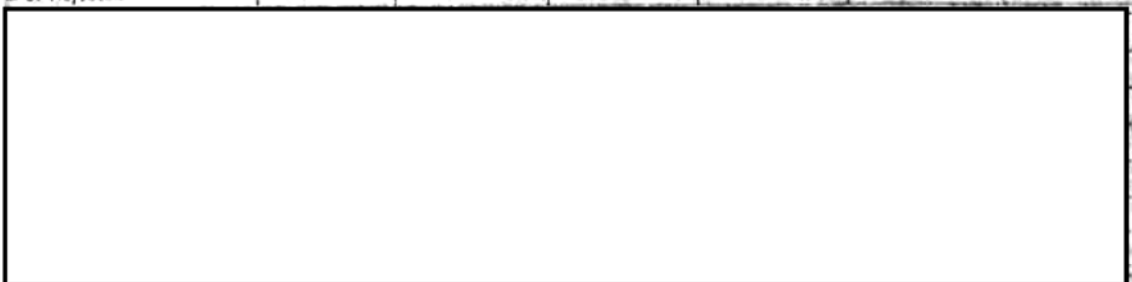
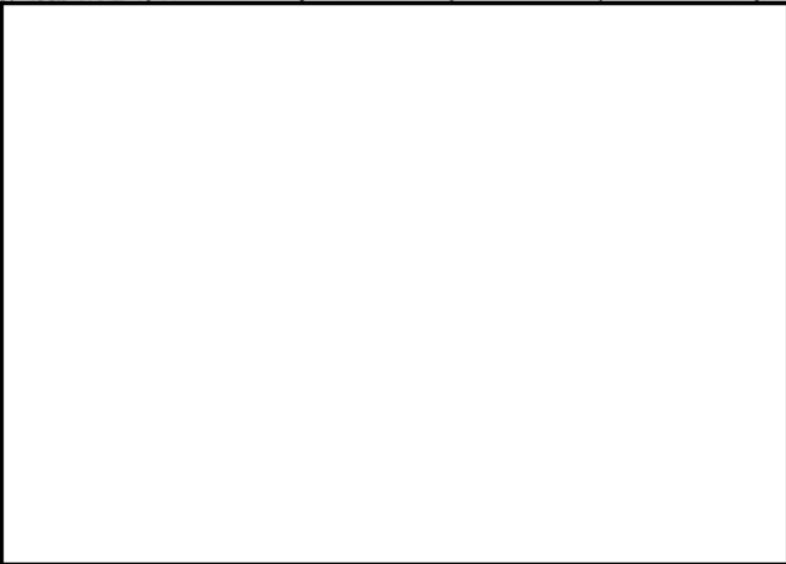
Inspected by _____
 Approved by _____



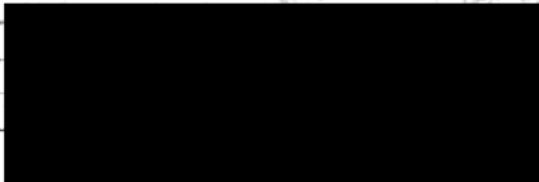
TYPE OF PHYSICAL TEST ^{3/6} Phone 645-4200 Milwaukee, Wis. 53215, U.S.A., 1070.

CP&I Tessile Test
Badger Alloys, Inc.
Inventor: Spray System Pat. #2334 P.O. #57701 50 pcs. Ht. #1024. Ht. #1046 Pat. #3323.
P.O. #57703 9 pcs. Ht. #1053 Pat. #2707 P.O. #70195 22 pcs. Ht. 1054 Pat. #3323.
P.O. #57702 3 pcs. Ht. #1074 Pat. #2304 P.O. #57701 54 pcs. P.O. #57701

Serial No.
or Reheat
Dimension
Area in Sq. In.
on After Fracture
Fracture, Sq. In.
Length, Ins. Actual
Load, lbs. Actual
on in Inches
Length, per Sq. In.
Strength, per Sq. In.
ation in Inches
ation in Area
st
of fracture
d or Rejected



To and Sworn Before Me on 15th Day of August 1975
By
Notary Public in and for the State of Wisconsin Expires July 2, 1977

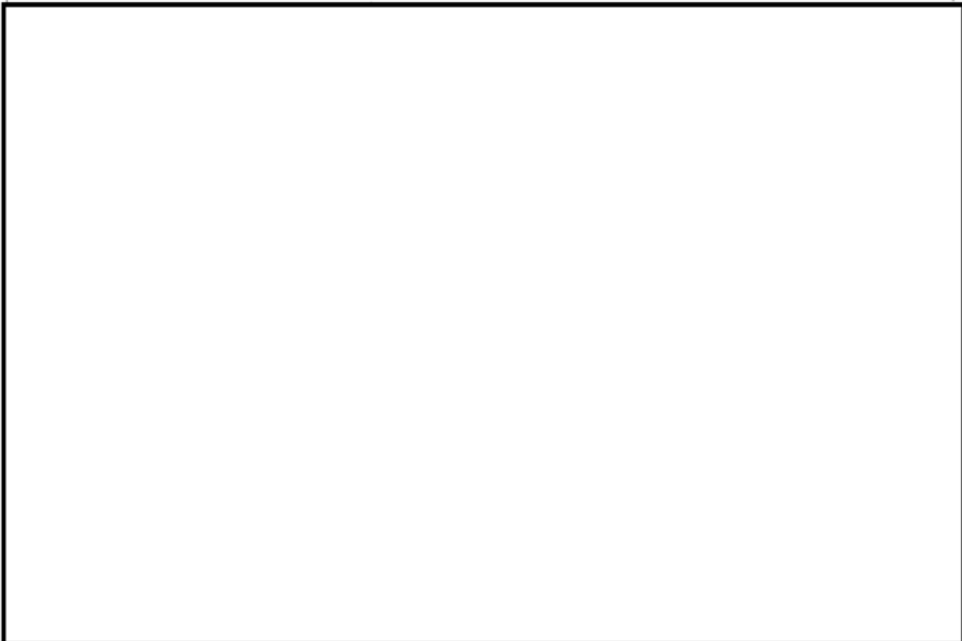


RECEIVED
SPRAYING SYSTEMS CO.
APR 7 2 42 PM '72

April 7, 1972

REPORT OF CHEMICAL AND PHYSICAL TESTING

SAMPLE NO. 4056
MATERIAL CF-8M (316 SS)
TESTED FOR [REDACTED]
PURCHASE ORDER NO. 01678
PATTERN NO. 5389



We have completed the above analysis and certify the results to be as shown.



bb

Sand & Centrifugal Castings Stainless Steels, Bronzes, Brass & Aluminum Alloys

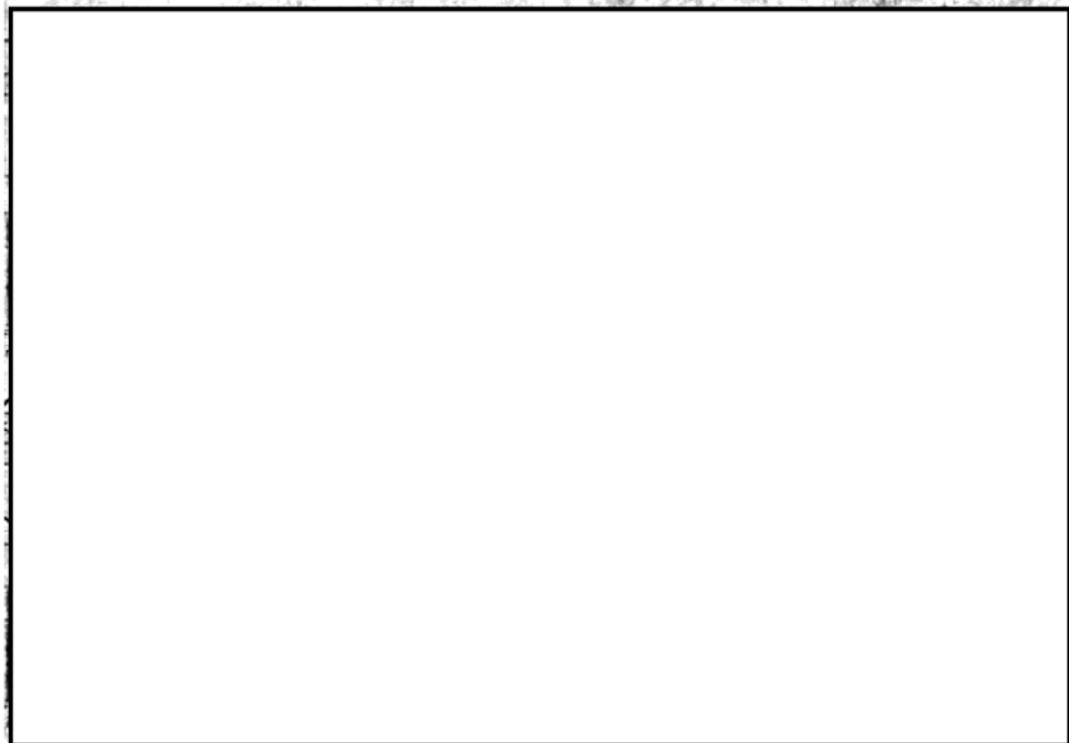
CERTIFICATE OF TESTS

O. C. STEIN
300, 3100th 40000

Manufacturing Station
Detroit, Mich. 48212

Date **AUGUST 1, 1968**

Purchaser's Order No. **62619**
Our Order No. **I 23606**



CHEMICAL COMPOSITION										
Steel No.	C	Mn	P	S	SI	CR	Ni	MO	CU	

MECHANICAL PROPERTIES									
Cond.	Tensile P.S.T.	Yield P.S.T.	Elong. %	R.A. %	Homo	Hard	Toughness	As Shipped Hardness	Break

Test and sworn to before me

RESULTS AS ABOVE CERTIFIED

NOTARY PUBLIC _____

Signed _____

内は商業機密に属しますので公開できません。

Aクラス	1.2u 運営統括長	保安指針変更 要否検討内容 保安計画課 確認	機械技術 アドバイザー	課長	係長	班長			
<table border="1"> <tr> <td>資料室管理番号</td> <td>1-2001-26R008</td> <td>関西電力(株) 高浜発電所 1号機 (第26回 定期点検工事)</td> </tr> </table>							資料室管理番号	1-2001-26R008	関西電力(株) 高浜発電所 1号機 (第26回 定期点検工事)
資料室管理番号	1-2001-26R008	関西電力(株) 高浜発電所 1号機 (第26回 定期点検工事)							

工事件名: 1次系熱交換器他定期点検工事

総括報告書

兼定期点検工事記録

工事コード: 091P003965M100

21年12月14日
高浜事業所

確認	[Redacted]						
	課長	受託責任者	定検管理員				
発行	[Redacted]						
	技術課長	品質保証課長	安全課長				
	課長	係長	作責				
	[Redacted]						
配付先	関電				合計	作成日	平成 21年 12月 2日
	1				1	文書番号	T01-26-機D-0109-E
						原紙保管	機械課 機械D係

No.	高浜 1－熱時効－ 7	事象：2相ステンレス鋼の熱時効
質 問	<p>(別冊-7炉内構造物-49頁) 下部炉心支持柱の熱時効に係る現状保全の具体的内容（水中テレビカメラによる目視検査の内容（点検頻度、方法、判断基準及び結果を含む）及び製造時の検査内容（方法、判断基準及び結果を含む）を提示すること。</p>	
回 答	<p>下部炉心支持柱に対しては、供用期間中検査として水中テレビカメラによる目視検査（添付 1）を実施し、有意な欠陥のないことを確認しています。</p> <p>現状保全の方法を以下に示します。</p> <p>下部炉心支持柱 点検頻度： 点検方法, 判定基準：維持規格（JSME S NA1 2008）に基づき目視検査（VT-3）を実施。 点検結果：結果良好です。</p> <p>下部炉心支持柱の製造時の検査内容については添付 2 に示す通り、放射線透過試験を実施し結果良好です。</p>	

関西電力株式会社
高浜発電所 第1号機
第21回 定期検査要領書

設備名：原子炉本体
原子炉冷却系統設備

検査名：第1種機器供用期間中検査

要領書番号：T1-1

平成14年10月

原子炉容器検査箇所図(16/16)

項目番号	B13.70	カテゴリ	B-N-3
検査対象箇所	下部炉心支持構造物		
全検査範囲	可能範囲100%	検査方法	VT-3
10年間の検査範囲	可能範囲100%	当該年検査箇所	可能範囲100%

関西電力株式会社
高浜発電所 第1号機
第21回 定期検査成績書

設備名：原子炉本体
原子炉冷却系統設備

検査名：第1種機器供用期間中検査

要領書番号：T1-1

平成15年2月

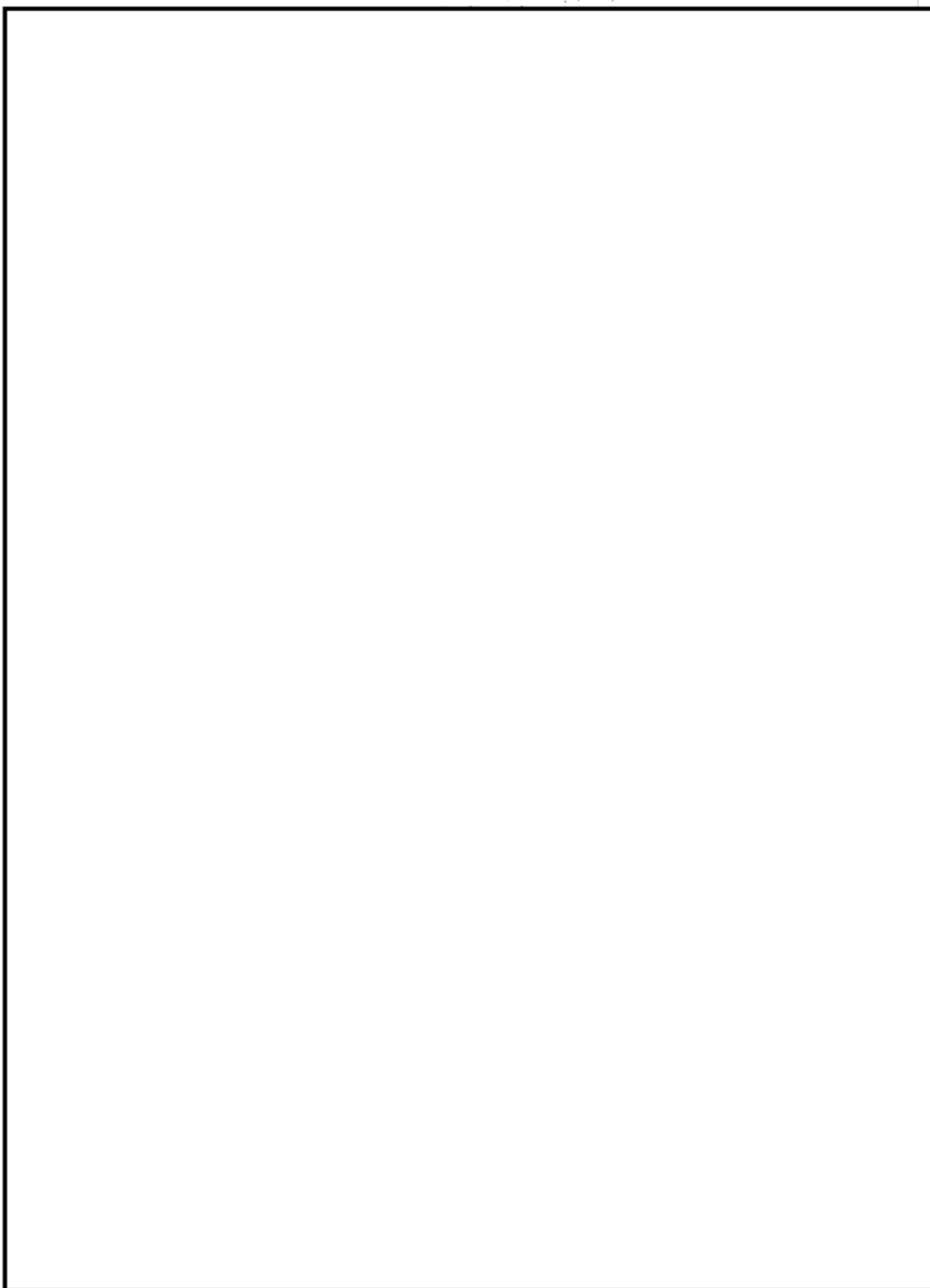
非破壊検査記録 (2/2)

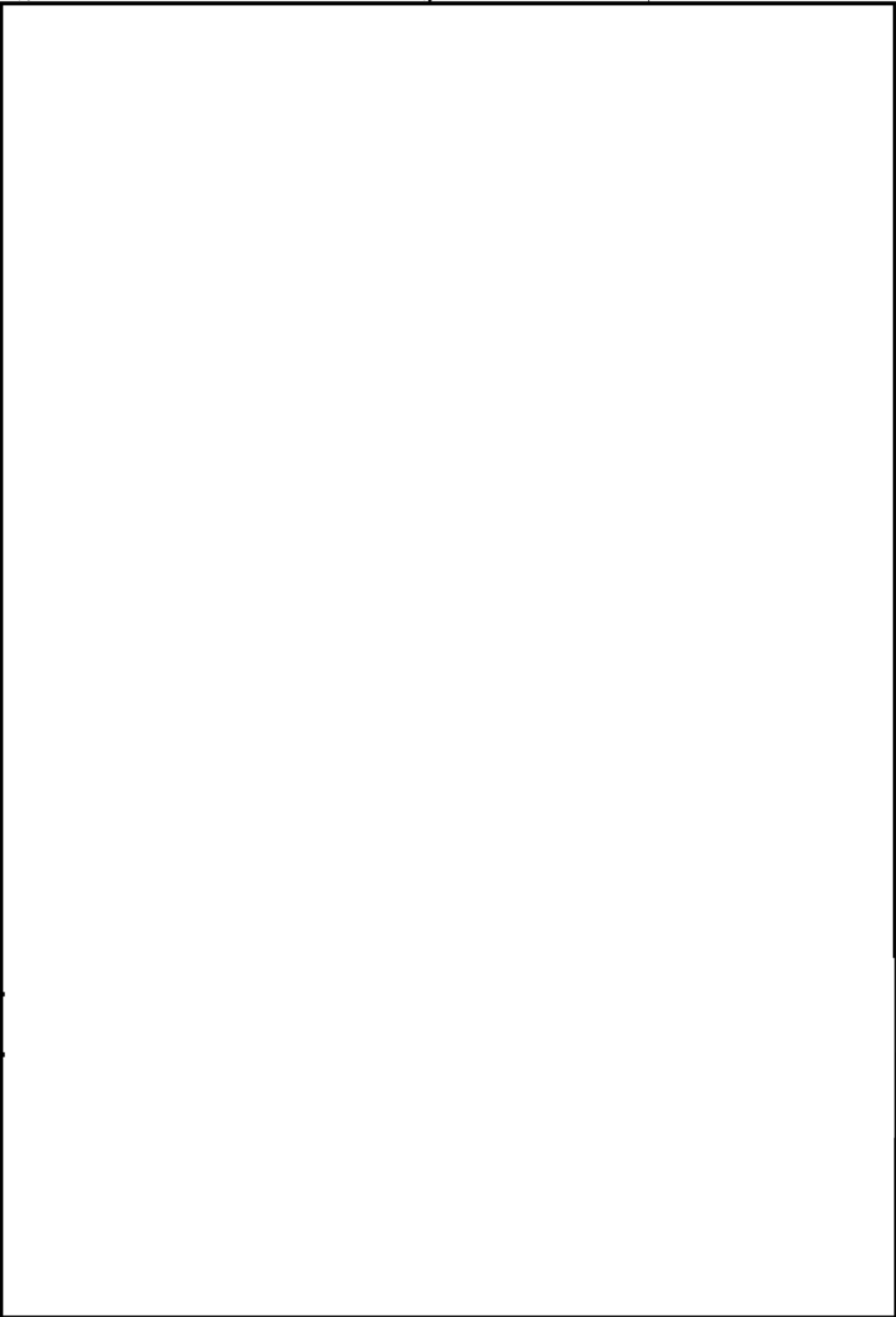
検査年月日 平成15年1月8日

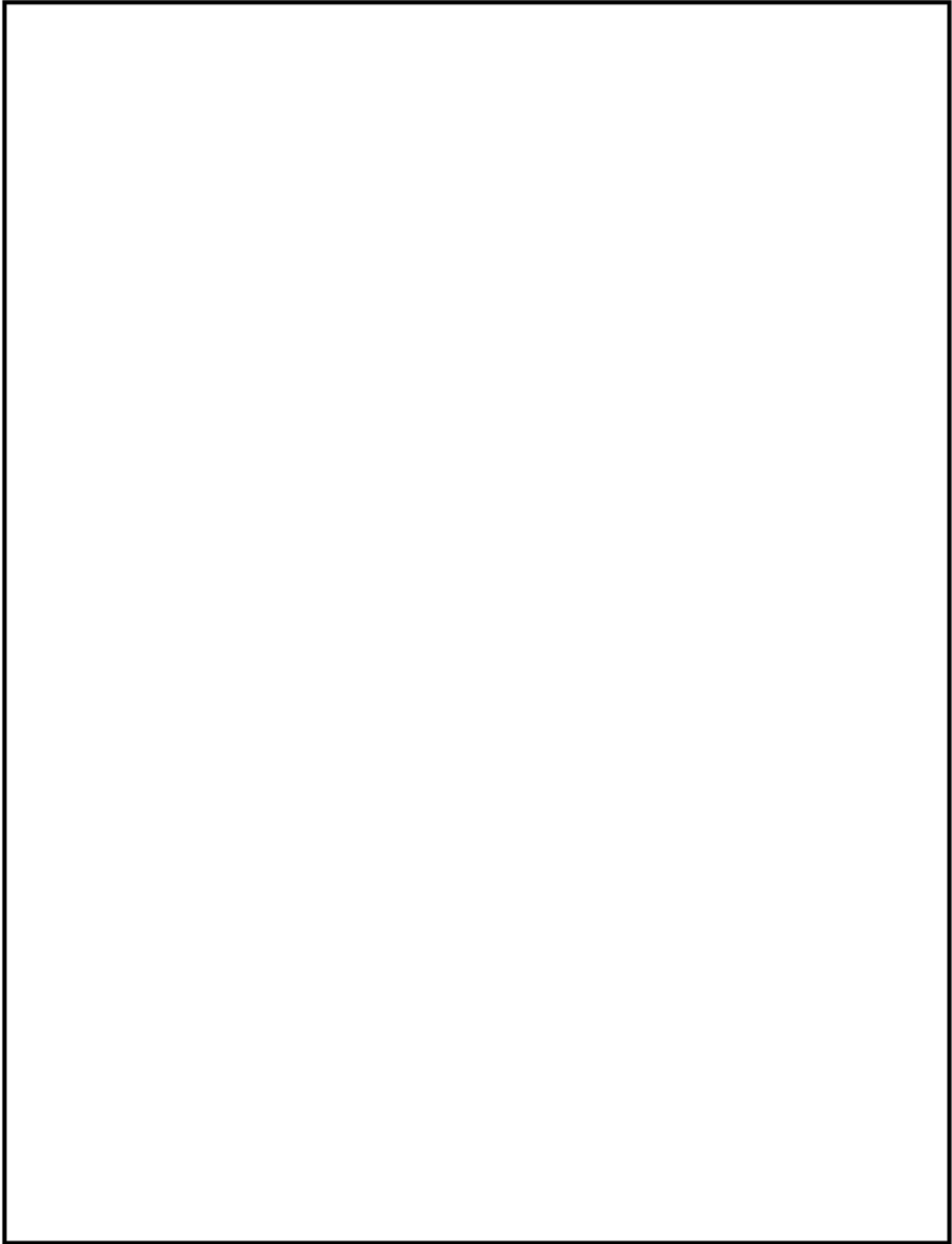
検査員

検査立会者

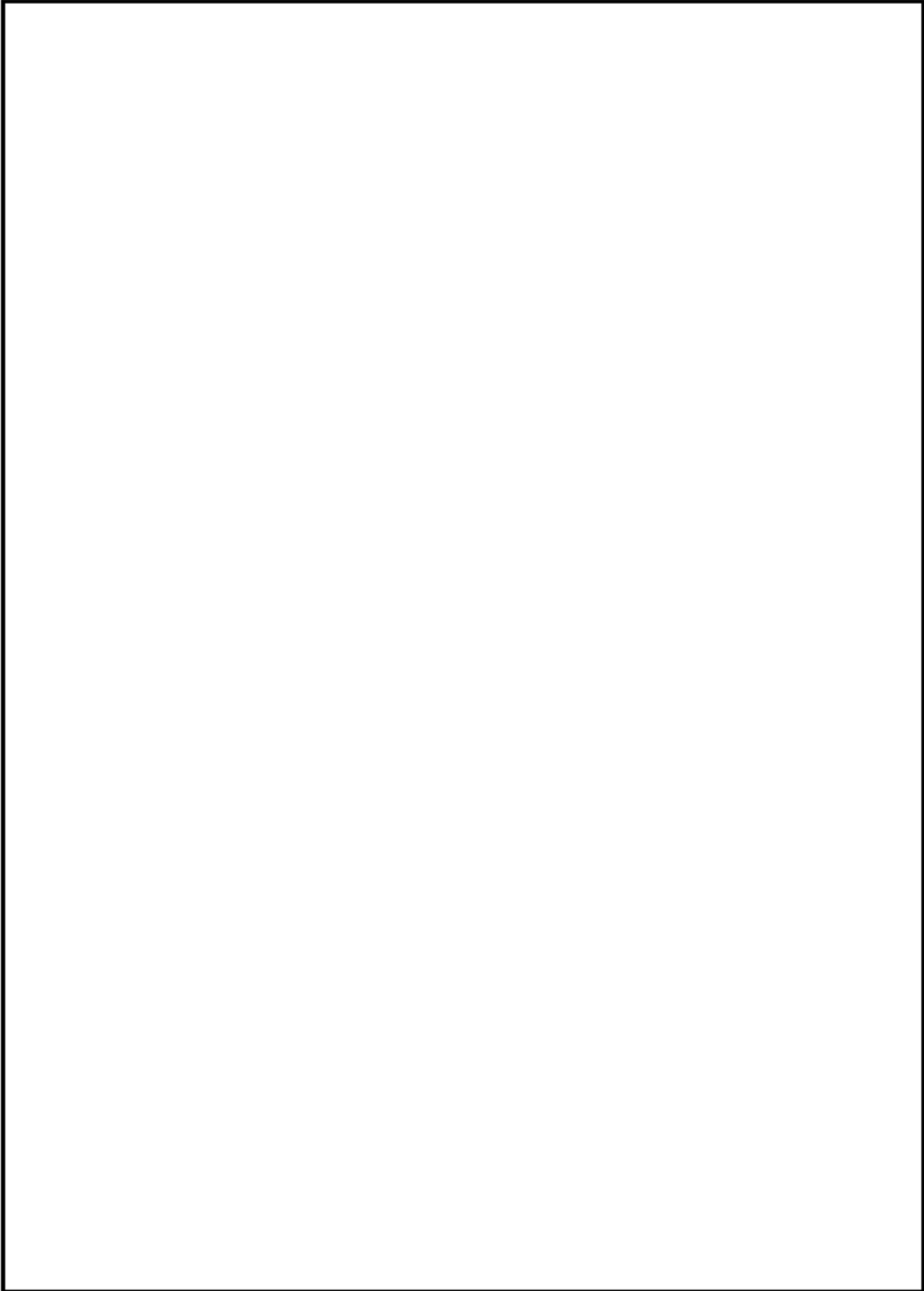
項目番号	カテゴリ	機器名	検査の対象機器		検査箇所
B13.70	B-N-3	原子炉容器	下部炉心支持構造物		可能範囲100%
検査内容	肉眼検査	1. 直接肉眼検査 (VT-1) ②. 遠隔肉眼検査 (VT-3、水中テレビカメラ)			
	表面検査	浸透探傷	探傷剤	温度	浸透時間
		磁粉探傷	探傷器	磁粉	試験片
		超音波探傷	探傷器	探触子	試験片
		放射線透過	線源	線源寸法	線源・フィルム間距離
			透過度計の型	透過度計の位置	材厚
			リジェクション	接触媒質	パルス幅
			OFF		
					増感紙
					はさみ金
検査結果	検査項目	結果		備考	
	肉眼検査	良			
実施結果	表面検査	浸透探傷検査			
		磁粉探傷検査			
	体積検査	超音波探傷検査			
		放射線透過検査			
評価					

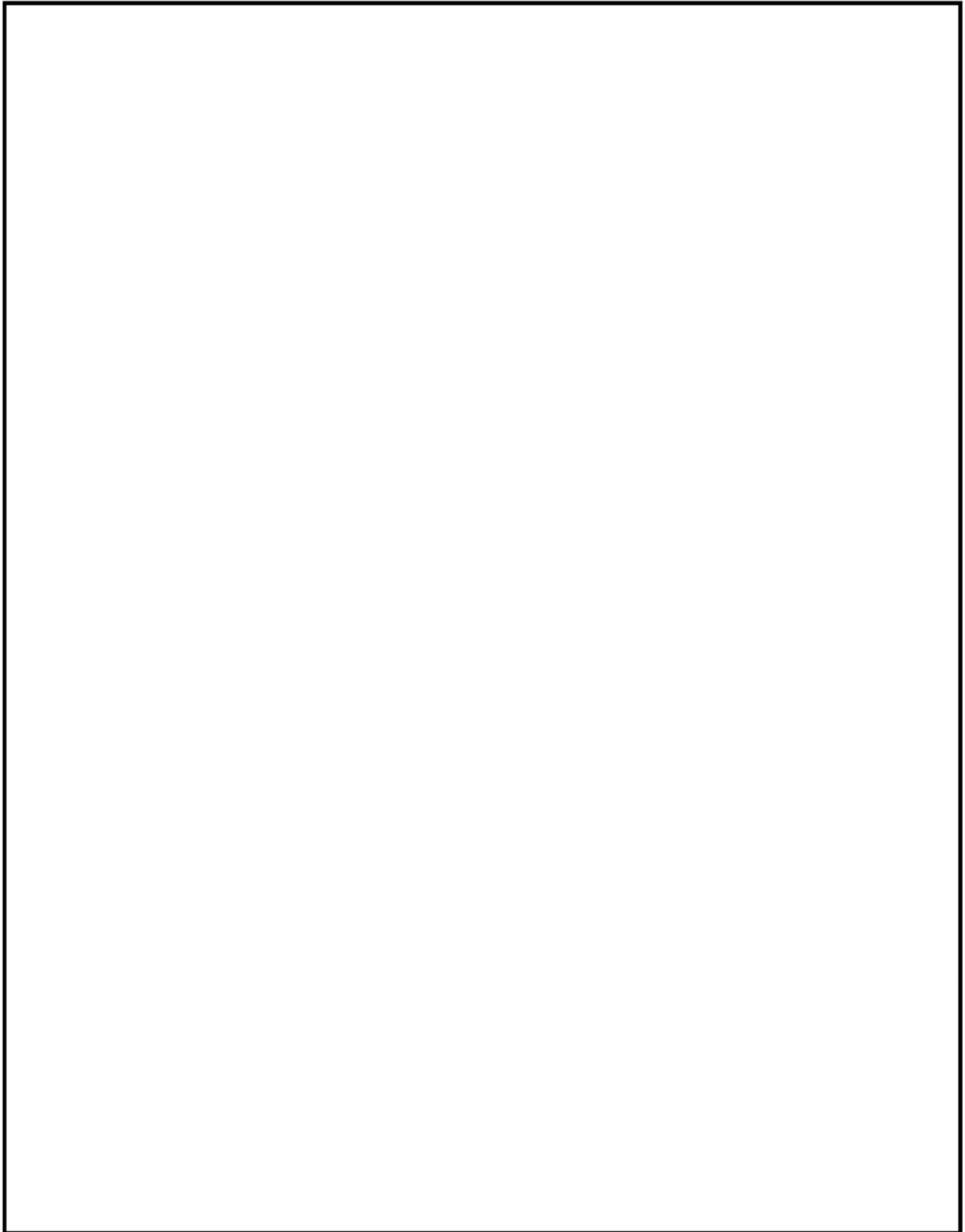






内は商業機密に属しますので公開できません。





No.	高浜 1－その他の経年劣化事象－ 3	事象：摩耗－ 3
質 問	<p>(別冊-7炉内構造物-26頁) 炉心計装用シンプルチューブの摩耗について、健全性評価の具体的な内容及びその根拠を提示すること。</p>	
回 答	<p>炉内計装用シンプルチューブは、1次冷却材の流れによってシンプルチューブが振動し、燃料集合体下部ノズルまたは下部炉心構造物の通路と接触することによる磨耗が考えられます。</p> <p>この減肉した炉内計装用シンプルチューブの耐圧健全性を確認するために、実機での減肉形状を模擬して外圧による圧壊試験を行い、限界減肉率 [] を求めています。</p> <p>また、炉内計装用シンプルチューブの摩耗による減肉に対しては、定期的な渦流探傷検査により摩耗状況を確認し、必要に応じて位置変更または取替を実施しています。渦流探傷検査の判定基準は限界減肉率に十分に余裕を見込んだ値として以下のとおり設定しています。</p> <p>[]</p> <p>渦流探傷検査は定期的実施し、減肉箇所と減肉量を把握しており、これまでに急激な減肉は認められていません。また、判定基準に基づき、必要に応じて位置変更や取替の処置を適切に実施しており、これまでの運転経験においてもシンプルチューブからの漏えいは経験していません。</p> <p>なお、過去には高浜1号炉のシンプルチューブにおいて [] 使用した後に [] の減肉を確認し、取替を実施したものが有ります（添付1参照）。当該シンプルチューブは [] の使用による中性子照射を受けたものであり、かつ [] の減肉した状態でしたが、使用期間中において漏えい事象はありませんでした。</p> <p>一方、現在は減肉率 [] でシンプルチューブの位置変更を行っており、減肉率の低いところで管理できている状態にあります。実機での使用実績からも現状の判定基準を用いることで問題ないと考えています。</p> <p>シンプルチューブ先端近傍では中性子照射による材料性状の変化（硬化）が考えられますが、シンプルチューブ自体は拘束のない状態（1次冷却材の外圧を受けるのみ）にあることから、これが直ちに問題となる可能性は小さいと考えています。</p> <p>仮にシンプルチューブから漏えいが発生した場合には、シンプルチューブの先にある中性子束計測装置の漏洩検出器により検出可能であり、隔離</p>	

弁を閉止することで系外への漏えいを阻止できるように設計されています。また、シンブルチューブから漏えいが発生した場合は、エリアモニタ、格納容器サンプ水位上昇等による検出もあり、これらにより漏えいを検出した後は警報時操作所則に従い、対応を行うこととなります。

以 上

表2 減肉指示チューブリスト
(高浜1号機 第21回定検)

- : 指示なし
記号 : 減肉箇所
数字 : 減肉量(%)
/ : 処置なし

シンプルチューブ		前回		今回	シンプルチューブ		前回		今回
番号	アドレス	結果	処置		番号	アドレス	結果	処置	
* 1	J- 7				26	L- 4			
* 2	G- 7				27	H- 3			
* 3	G- 9				28	D- 5			
* 4	H- 6				29	C- 8			
* 5	F- 8				* 30	N- 7			
6	J-10				* 31	J- 3			
7	F- 9				32	N-10			
* 8	F- 6				33	F-13			
9	H-11				* 34	D-12			
10	L- 8				* 35	N- 5			
* 11	L- 9				* 36	B- 8			
* 12	J- 5				37	B- 7			
13	L- 6				38	G-14			
14	F-11				* 39	F- 2			
* 15	H- 4				* 40	B-10			
16	J-12				41	N-12			
17	D- 7				42	M- 3			
* 18	L-11				43	D- 3			
* 19	L- 5				44	C-12			
* 20	E- 5				45	L-14			
* 21	E-11				46	B- 5			
* 22	F- 4				47	R- 8			
* 23	D-10				48	H- 1			
24	H-13				**49	J-15			
25	N- 8				**50	A- 9			

** : 特殊計装案内管
* : 計装案内管
無印 : 十字計装案内管

内は商業機密に属しますので公開できません

高浜1号機シムルチェーン減肉指示リスト(5/6)

シムルチェーン 番号	外径	第10回		第11回		第12回		第15回		第17回		第18回	
		ECT	処置	ECT	処置	ECT	処置	ECT	処置	ECT	処置	ECT	処置
41	N-12												
42	M-3												
43	D-3												
44	C-12												
45	L-14												
46	B-5												
47	R-8												
48	H-1												
**49	J-15												
**50	A-9												

正検及びECT結果からの記事													
----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

* : 計装案内書	** : 特殊計装案内書	無印 : 十字計装案内書	注) : 位置変更の旧当たり位置を示す。	プリント	KTN-1
-----------	--------------	--------------	----------------------	------	-------

54

DC-AF-042

6

内は商業機密に属しますので公開できません

No.	高浜 1 - その他の経年劣化事象 - 4	事象：摩耗 - 4													
質 問	<p>(別冊-7炉内構造物-26頁) 炉心計装用シンプルチューブの摩耗について、現状保全の具体的内容(運転開始後の検査内容(方法、頻度、判断基準及び結果を含む)及び製造時の検査内容(方法、判断基準及び結果を含む))を提示すること。</p>														
回 答	<p>炉内計装用シンプルチューブについては、プローブを使用した渦流探傷検査(ECT)を実施しています。以下に探傷方法等について示します。</p> <table border="1" data-bbox="555 846 1204 1108"> <thead> <tr> <th colspan="2">項 目</th> <th>仕 様</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">プローブ</td> <td>種 類</td> <td rowspan="4" style="background-color: #cccccc;"></td> </tr> <tr> <td>コイル径</td> </tr> <tr> <td>コイル長</td> </tr> <tr> <td colspan="2">試験周波数</td> </tr> <tr> <td colspan="2">プローブの走査方法</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <div data-bbox="584 1122 1152 1438" style="border: 1px solid black; height: 140px; margin: 10px 0;"></div> <p style="text-align: center;">プローブの構造及び外観</p> <p>判定基準は下記の通りです。</p> <div data-bbox="461 1565 1294 1662" style="border: 1px solid black; height: 40px; margin: 10px 0;"></div> <p>渦流探傷検査は [] の頻度で実施しており、至近の検査実績は第24回定期検査です。24回定期検査時におきましては、処置基準 [] [] を超える減肉は確認されませんでした。(添付1参照)</p>		項 目		仕 様	プローブ	種 類		コイル径	コイル長	試験周波数		プローブの走査方法		
項 目		仕 様													
プローブ	種 類														
	コイル径														
	コイル長														
試験周波数															
プローブの走査方法															

[] 内は商業機密に属しますので公開できません

製造時には以下の検査を実施し、基準を満足していることを確認しています。（添付2参照）

- ・材料検査
- ・外観検査
- ・寸法検査
- ・溶接部浸透探傷検査
- ・耐圧漏えい検査

以上

資料室管理番号 1-2001-24I003	関電	所長	副所長	技術次長	124 安全管理課長	課長	係長	班長	Bクラス 係
		[Redacted]							

関西電力(株)高浜発電所 1号機

第24回定検

炉内中性子束監視装置定期点検工事

総括報告書
兼定期点検工事記録

技術資料: クラスB

発行	[Redacted]	高浜定検作業所	作成	平成 19年 2月 27日
作業所図書番号	改訂	所長	副所長	QA安全異物放管総責作責作成
KT1-24-D303	0	[Redacted]		
現地配布先	関電	作業所控	放管	機器
	1	1		
内容	注文主	工事番号	年月日	[Redacted]
本文	頁数	アイテム	照合者	制御・計装部
図表	枚			
表紙共	226枚	関西電力(株)	H . .	部長 次長 Gr長 担当 作成
備考	原紙保管 計装部	高浜発電所 1号機	H . .	
配布先			作成	平成 年 月 日
			出書	平成 年 月 日
			控	図書番号
			1	改訂

表2 減肉指示チューブリスト
(高浜1号機 第24回定検)

- : 指示なし
記号 : 減肉箇所
数字 : 減肉量 (%)
/ : 処置なし

シンプルチューブ		前回 (#21)		今回	シンプルチューブ		前回 (#21)		今回
番号	アドレス	結果	処置		番号	アドレス	結果	処置	
* 1	J-7				26	L-4			
* 2	G-7				27	H-3			
* 3	G-9				28	D-5			
* 4	H-6				29	C-8			
* 5	F-8				* 30	N-7			
6	J-10				* 31	J-3			
7	F-9				32	N-10			
* 8	F-6				33	F-13			
9	H-11				* 34	D-12			
10	L-8				* 35	N-5			
* 11	L-9				* 36	B-8			
* 12	J-5				37	B-7			
13	L-6				38	G-14			
14	F-11				* 39	F-2			
* 15	H-4				* 40	B-10			
16	J-12				41	N-12			
17	D-7				42	M-3			
* 18	L-11				43	D-3			
* 19	L-5				44	C-12			
* 20	E-5				45	L-14			
* 21	E-11				46	B-5			
* 22	F-4				47	R-8			
* 23	D-10				48	H-1			
24	H-13				**49	J-15			
25	N-8				**50	A-9			

** : 特殊計装案内管 本
* : 計装案内管 本
無印 : 十字計装案内管 本



内は商業機密に属しますので公開できません

工事完了最終版

検査記録

関西電力株式会社殿

高浜発電所第1号機

第22回定検工事

炉内計装用シングルチューブ修繕工事

シングルチューブ

(製品記録)

安全管理審査申請書番号
若支発T第51号(03)

外形図: G3-86KE101 R0
製造者: [REDACTED]

[REDACTED] 技術資料: クラスB

本資料は当社及び(又は)協力会社の商業機密を含んでおりますので、本提出(貸与)目的以外に使用されることは御遠慮下さい。
また、当社の同意なく本資料の全部又は一部を第三者に公開、開示されることのないように願います。
[REDACTED]

品質保証部 購入品品質管理課

課長 係長 担当 作成

[REDACTED]

作成 平成16年4月22日

品質・安全統括室	所長室	エンジニアセンター	技術課	放射線管理課	第一発電室	第二発電室	保安計画課	電気保修課	計装保修課	原子炉保修課	ケーブル保修課	仮保管
								/	/			/

枚数	送付先	関電殿	計装保修課	現地計装	原制設	控	工事番号	2307358/0100
表紙共 32 枚			3	1	1	1	自主検査 計画書番号	04-5005号

図書
番号 UHG-04C0172

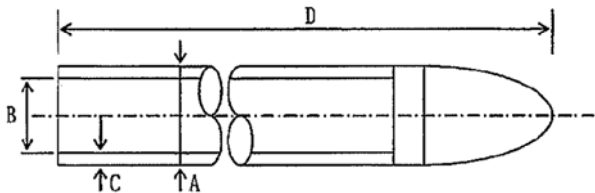
0405-015

シンプルチューブ外観構造・寸法・仕様照合検査記録

計測箇所 標準寸法	A	B	C	D	外観	仕様照合	シリアルNo.
アドレス (Gr-No.)							
D-10 (G1)					良	良	3739
L-5 (G4)					良	良	3924
E-11 (G5)					良	良	3925
F-8 (G6)					良	良	3926
N-10 (G10)					良	良	3932
J-15 (G11)					良	良	3718
D-12 (G12)					良	良	3934
J-7 (G17)					良	良	3726
N-7 (G18)					良	良	3727
J-3 (G22)					良	良	3732
B-8 (G25)					良	良	3736
B-5 (G26)					良	良	3737
				-以下余白-			

単位(mm)

* : 全長は PLUG 長さを含む。



- A: 2789 マイクロメータ(外径)
- B: 47875 タイヤルゲージ(シリンダゲージ)
(51881)
- C: 2889 管厚マイクロ
- D: 47162 巻尺

計測日 H16, 4, 9

計測者 XXXXXXXXXX

計測場所 原工作 O G棟

計測器具

検査官 _____

客先立会者 _____

判定: 合格

内は商業機密に属しますので公開できません

(様式 - 4 (1/2))

浸透探傷試験記録				(1 / 2)	事業者検査 計画書番号	04-5005 号
プラント名	関西電力株式会社 高浜発電所 第1号機		工事番号	2307358		
品名	炉内核計測装置用シンプル 計測制御系統設備		図面番号	G3-86KE101 Rev.0		
検査箇所 検査時期	溶接部外面 出荷前	溶接線番号 材料番号	<input checked="" type="checkbox"/>	添付記録参照		
検査要領	溶接技術基準の解釈 第181条 別表第22	表面状態		溶接肌		
試験方法	探傷剤			前処理剤		
	浸透液	洗浄液	現像剤			
溶剤除去性染色	マークテック糊	マークテック糊	マークテック糊	洗浄液		
	Super Check UP-T	Super Check UR-T	Super Check UD-T	Super Check UR-T		
	ロット番号 3L0593	ロット番号 3E92	ロット番号 3D84	ロット番号 3E92		
	浸透時間	現像時間	試験温度	観察条件		
	添付参照	添付参照	添付参照	照度確認:良		
<p>探傷箇所</p> <p>検査箇所, 検査日, 判定結果, 検査員(社内, 法定溶接自主検査員), 探傷条件は添付記録による。</p>						
判定基準	溶接技術基準の解釈 第181条 別表第22			立会者		
				自主検査員	社内検査員	
判定結果	<input checked="" type="checkbox"/> 合格	<input checked="" type="checkbox"/> 添付参照		添付参照	添付参照 (PT-2)	



(様式-4(2/2))

浸透探傷試験記録 (2 / 2)								事業者検査 計画番号	04-5005 号
プラント名	関西電力株式会社 高浜発電所 第1号機			工事番号	2307358				
品名	炉内核計測装置用シンプル 計測制御系統設備			図面番号	G3-86KE101 Rev.0				
溶接番号	検査日	判定結果	社内検査員 (資格)	浸透時間 (分)	現像時間 (分)	試験温度 (℃)	自主検査員		
WC-1-1	H16年4月7日	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/>		11	8	18.5			
WC-1-2	H16年4月7日	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/>		11	8	18.5			
WC-1-3	H16年4月7日	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/>		11	8	18.5			
WC-1-4	H16年4月7日	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/>		11	8	18.5			
WC-1-5	H16年4月7日	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/>		11	8	18.5			
WC-1-6	H16年4月7日	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/>		11	8	18.5			
WC-1-7	H16年4月7日	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/>		11	8	18.5			
WC-1-8	H16年4月7日	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/>		11	8	18.5			
WC-1-9	H16年4月7日	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/>		11	8	18.5			
WC-1-10	H16年4月7日	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/>		11	8	18.5			
WC-1-11	H16年4月7日	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/>		11	8	18.5			
WC-1-12	H16年4月7日	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/>		11	8	18.5			
-以下余白-		<input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/>							
		<input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/>							
		<input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/>							
		<input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/>							
		<input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/>							
		<input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/>							
		<input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/>							
		<input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/>							



耐圧・漏えい試験記録 (1/2)		事業者検査 計画書番号	04-5005 号
プラント名	関西電力株式会社 高浜発電所 第1号機	工事番号	2307358
品名	炉内核計測装置用シンプル 計測制御系統設備	図面番号	G3-86KE101 Rev.0
項目	規定	実施	
試験の種類	<input checked="" type="checkbox"/> 水圧試験 <input type="checkbox"/> 気圧試験 <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> 水圧試験 <input type="checkbox"/> 気圧試験 <input type="checkbox"/>	
最高使用圧力	17.16 MPa	圧力計No.	5K-1
		校正年月日	H15.11.14
試験圧力	<input checked="" type="checkbox"/> 25.74 MPa <input type="checkbox"/> 水張り	<input checked="" type="checkbox"/> 25.86 MPa (3750 PSI) <input type="checkbox"/> 水張り	
保持時間	<input checked="" type="checkbox"/> 30分以上 <input type="checkbox"/> 60分以上 <input type="checkbox"/>	30分	
壁温	<input type="checkbox"/> °C以上 <input checked="" type="checkbox"/> 規定なし	<input type="checkbox"/> °C その他別紙 <input checked="" type="checkbox"/> 測定せず	
使用媒体	<input checked="" type="checkbox"/> A級水 <input type="checkbox"/> 空気 <input type="checkbox"/> B級水 <input type="checkbox"/> 窒素 <input type="checkbox"/> C級水 <input type="checkbox"/> A級水+ヒドラジ	<input checked="" type="checkbox"/> A級水 <input type="checkbox"/> 空気 <input type="checkbox"/> B級水 <input type="checkbox"/> 窒素 <input type="checkbox"/> C級水 <input type="checkbox"/> A級水+ヒドラジ	
塗布材	<input type="checkbox"/> パーレックス <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> 不要	<input type="checkbox"/> パーレックス <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> 使用せず	
略図又は溶接線番号 WC-1-1~WC-1-6 〔凡例〕 ⊗: 圧力計 ⊕: テストポンプ -X-: 弁		昇降圧曲線 ↑ 圧力 (MPa) 0 () () () () () 昇圧開始 昇圧完了 検査開始 検査完了 降圧完了 時間 →	
判定基準	<input checked="" type="checkbox"/> 溶接技術基準の解釈 第184条 別表第28 <input type="checkbox"/>	立会者 自主検査員 社内検査員 H16 8/7 H16 4/5 記録検査 記録検査	
判定結果	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/>		