# 平成 27 年度

# 東京電力福島第一原子力発電所を対象とした

# 核種移行評価手法に関する検討

# 報告書

平成 28 年 3 月

国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構

E Contractor de la contra	Į
1. はじめに	1-1
1.1 本事業の目的	1-1
1.2 事業内容	1-1
2. 福島第一原子力発電所(1F)における汚染水対策の情報収集	2-1
2.1 汚染水対策等のこれまでの経緯 ····································	2-1
2.2 汚染水対策等の取り組み状況	2-1
2.3 平成 27 年度内の既存情報の収集・分類	2-3
3. 原子炉建屋周辺における汚染水流出シナリオの検討	3-1
3.1 目的	3-1
3.2 検討項目	3-1
3.3 実施方法	3-1
3.4 既存情報の整理	3-2
3.5 発生の可能性のある事象の抽出	3-6
3.6 事象の条件となる要素、影響を与える因子の抽出	3-6
3.6.1 建設施工	3-6
3.6.2 災害・人的要素	3-7
3.6.3 老朽・故障	3-7
3.6.4 土木・地質工学	3-7
3.7 事象の整理	3-8
3.8 シナリオの抽出	3-10
3.8.1 シナリオの抽出手順	3-10
3.8.2 雨	3-13
3.8.3 地質	3-13
3.8.4 熱	3-14
3.8.5 長期継続対策	3-14
3.8.6 施工·事故など	3-15
3.9 汚染水が流出するシナリオの整理	3-16
3.10 抽出・整理されたシナリオの連鎖	3-19
3.11 シナリオ伝搬の整理	3-27
3.12 原子炉建屋周辺における各種対策への影響	3-29
3.13 感度解析のための現実的なシナリオの設定	3-29
3.14 まとめ	3-30
4. タンクエリア等における汚染水流出シナリオの検討	4-1
4.1 目的	4-1
4.2 実施方法	4-1

## 目 次

			Ĩ
	4.3	タンクエリアの概況調査	4-2
	4.4	発生の可能性のある事象の抽出・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	1-9
	4.5	漏えい事例の抽出	4-16
	4.6	漏えい対策事例の整理	4-20
	4.7	漏えいシナリオの抽出	1-24
	4.7	7.1 地盤への漏えいに至る汚染水等の流れ	4-24
	4.7	7.2 漏えい事象の分析と整理	4-25
	4.7	7.3 タンク・配管からの漏えい事象	4-25
	4.7	7.4 タンクエリア外からのタンクエリアへの汚染水の侵入事象	1-29
	4.7	7.5 タンクエリアからの漏えい事象	4-30
	4.8	漏えいシナリオの整理	4-32
	4-9	タンクエリア等における各種対策への影響	4-33
	4.10	感度解析のための現実的なシナリオの設定	4-33
	4.11	まとめ	1-36
5.	凍	土壁等の各種対策の影響に関する感度解析	5-1
	5.1	目的	5-1
	5.2	実施方法	5-1
	5.3	メッシュサイズの適切化	5-1
	5.4	護岸エリア~海側遮水壁間のモデル改良	5-3
	5.5	陸側凍土壁(海側)の非凍結部のモデル化	5-4
	5.6	地下水バイパスのモデル化	5-6
	5.7	キャリブレーションによる地下水流動解析モデルの改良	5-7
	5.8	検討したシナリオを基礎とした地下水流動に関する感度解析	5-22
	5.8	3.1 現実的シナリオの設定	5-22
	5.8	3.2 解析ケースの検討	5-22
	5.8	3.3 事業者による計画形状の解析 ····································	5-27
	5.8	3.4 降雨量減少に伴う水位への影響	5-36
	5.8	3.5 凍土壁遮水性の水位への影響	5-39
	5.8	3.6 各種対策の地下水流動への影響	5-43
	5.9	各種対策への影響について知見及び課題の整理	5-45
	5.10	凍土壁の一部を開口させた場合の通水率に関する感度分析	5-48
	5.1	0.1 検討概要	5-48
	5.1	0.2 検討方法	5-50
	5.1	0.3 検討モデル・条件	5-55
	5.1	0.4 検討結果	5-64
	5.1	0.5 検討結果に対する考察         ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	5-79
	5.11	まとめ	5-81

	頁
6. タンクエリアにおける漏えいした放射性物質の移行に関する感度解析	······ 6- 1
6.1 目的	······ 6- 1
6.2 実施方法	······ 6- 1
6.3 地下水流動・核種移行解析モデルの改良	······ 6- 1
6.3.1 タンク領域部分の詳細メッシュの作成	······ 6- 1
6.3.2 地下水流動・核種移行モデル	······ 6- 4
6.4 タンクエリア等における汚染水流出シナリオの設定	
<b>6.5</b> 影響把握のための核種移行に関する感度解析	
6.5.1 核種移行解析のためのパラメータ	
6.5.2 地下水流路解析	
6.5.3 流路に沿った1次元核種移行の感度解析	
6.5.4 観測孔でのデータと感度解析からの考察	
6.6 検討したシナリオを基礎とした地下水流動・核種移行に関する感度解析	
6.6.1 地下水流動・核種移行に関する感度解析ケース	
6.6.2 汚染水対策前の地下水流動・核種移行に関する感度解析(Case A)・	
6.6.3 汚染水対策後の地下水流動・核種移行に関する感度解析(Case B)・	
<b>6.7</b> 各種対策への影響について知見及び課題	
6.8 既存の逆解析法の適用に関する調査、手法の検討	
6.8.1 目的	
6.8.2 逆解析問題と最適化手法等の調査	
<b>6.8.3</b> 核種移行解析での最適化手法の検討	
6.8.4 遺伝的アルゴリズムを用いた逆解析手法の検討	
6.8.5 既存の逆解析法の適用に関する調査、手法の検討に対する考察	6-47
6.9 まとめ	
7. まとめ	······ 7- 1

目

次

## 添付資料集(Appendix)

Appendix-A	検討委員会委員名簿および検討委員会開催日 App.A-1
Appendix-B	事象分析結果・事象シナリオ取り纏め表 App.B-1
Appendix-C	全水頭鳥瞰図および全水頭水平断面図(標高 0m,標高-10m) App.C-1
Appendix-D	水位図 垂直断面(1 号機~4 号機) App.D-1
Appendix-E	各建屋断面における水位値について App.E-1
Appendix-F	Case 0 および Case 1 に対する地下水流路解析結果 App.F-1

		頁
図 2-1	福島第一原子力発電所の汚染水処理対策関連位置・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	· 2- 3
図 3-1	実施方法	· 3- 2
図 3-2	水の流入および汚染水の流出事象の概念図	· 3-19
図 3-3	雨による影響が想定し得るシナリオ伝搬図	· 3-20
図 3-4	建屋内雨水流入シナリオ伝搬図	· 3-20
図 3-5	地下内雨水浸透シナリオ伝搬図	· 3-21
図 3-6	地下内雨水温度伝導シナリオ伝搬図	· 3-21
図 3-7	地質の性質による影響が想定し得るシナリオ伝搬図	· 3-22
図 3-8	地盤改良に伴う不均一性の影響シナリオ伝搬図	· 3-22
図 3-9	地質の不均一性の影響シナリオ伝搬図	· 3-23
図 3-10	熱の伝導による影響が想定し得るシナリオ伝搬図	· 3-24
図 3-11	凍土壁より高い温度の伝導シナリオ伝搬図	· 3-24
図 3-12	凍土壁より低い温度の伝導シナリオ伝搬図	· 3-25
図 3-13	滞留水の温度伝導シナリオ伝搬図	· 3-25
図 3-14	長期継続対策による影響が想定し得るシナリオ伝搬図	· 3-26
図 3-15	凍土壁冷却対策によるシナリオ伝搬図	· 3-26
図 3-16	井戸詰まりによるシナリオ伝搬図	· 3-27
図 3-17	長期汚染水によるシナリオ伝搬図	· 3-27
図 3-18	総合シナリオ伝搬図	· 3-28
図 3-19	シナリオ伝搬図の整理・・・・・	· 3-29
図 4-1	実施方法	· 4- 2
図 4-2	東京電力株式会社 福島第一原子力発電所 構内配置図	· 4- 3
図 4-3	1F 敷地内タンク貯留水の種類と概算貯蔵量(平成 27 年 9 月 24 日現在)	· 4- 6
図 4-4	1F敷地内タンク貯留水の放射能濃度(Bq/cc)(平成 27 年 9 月 10 日現在)	· 4- 7
図 4-5	1F敷地内タンク貯留水の放射能濃度(Bq/全容量(m <sup>3</sup> ))	
	(平成 27 年 9 月 10 日現在)	· 4- 8
図 4-6	H4 タンクエリア堰と配管貫通部からの漏えい	· 4-19
図 4-7	土堰堤被覆材の剥がれ	· 4-19
図 4-8	側溝脇の隙間からの漏えい箇所	· 4-20
図 4-9	高線量土壌起源の汚染水の堰内流入想定ルート・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	· 4-20
図 4-10	タンクエリアにおける堰による漏えい防止(概念図)	· 4-21
図 4-11	タンクエリアにおける堰による漏えい防止(平面図)	· 4-22
図 4-12	電動弁設置位置図(平成 26 年 3 月 12 日現在)	· 4-22
図 4-13	堰内からの雨水の移送	· 4-23
図 4-14	収集ピット及び雨水用タンク位置図(平成 26 年 4 月 18 日現在)	· 4-23
図 4-15	堰の嵩上げ	· 4-23

		頁
図 4-16	タンクエリアから地盤への汚染水等漏えいフローと外的要因	··· 4 <b>-</b> 24
図 4-17	鋼製円筒形タンク(フランジ結合)からの汚染水等の漏えい事象	···· 4 <b>-</b> 26
図 4-18	鋼製円筒形タンク(溶接)からの汚染水等の漏えい事象	··· 4 <b>-</b> 27
図 4-19	鋼製横置きタンク(溶接)からの汚染水等の漏えい事象	··· 4 <b>-</b> 27
図 4-20	鋼製角形タンク(溶接)からの汚染水等の漏えい事象	··· 4 <b>-</b> 28
図 4-21	鋼製角形タンク(溶接+フランジ結合)からの汚染水等の漏えい事象	··· 4 <b>-</b> 28
図 4-22	雨水受けタンクからの汚染水等の漏えい事象	··· 4 <b>-</b> 28
図 4-23	水抜きタンクからの汚染水等の漏えい事象	··· 4 <b>-</b> 29
図 4-24	配管からの汚染水等の漏えい事象	··· 4 <b>-</b> 29
図 4-25	タンクエリア外からのタンクエリアへの汚染水流入事象	··· 4 <b>-</b> 30
図 4-26	外周堰からの汚染水漏えい事象・・・・・	··· 4 <b>-</b> 31
図 4-27	収集ピットからの汚染水漏えい事象	··· 4 <b>-</b> 31
図 4-28	側溝周辺部からの汚染水漏えい事象	··· 4 <b>-</b> 32
図 4-29	タンク基礎フェーシング部からの汚染水漏えい事象	··· 4 <b>-</b> 32
図 4-30	タンクの人的要因から生じた汚染水等が地盤へ漏えいするシナリオ	··· 4 <b>-</b> 34
図 4-31	降雨により解体中の水抜きタンク上の汚染物を流出し	
	側溝周辺部の亀裂から地面に汚染水が浸透するシナリオ	··· 4 <b>-</b> 34
図 4-32	降雨によりタンクエリア外汚染土を起源とする汚染水がタンクエリアに流入	.L
	側溝周辺部から地面に汚染水が浸透するシナリオ	··· 4 <b>-</b> 35
図 4-33	地震にてタンクが損傷し処理水が漏出し損傷を受けたタンク基礎より	
	地盤へ漏えいするシナリオ	··· 4 <b>-</b> 35
図 4-34	現実的なシナリオの設定	··· 4 <b>-</b> 36
図 5-1	陸側遮水壁の設定	5-2
図 5-2	陸側遮水壁(1号機海側)でのメッシュサイズの適切化	5- 3
図 5-3	東南方向からの鳥観図(海側遮水壁完成前)	··· 5 <b>-</b> 4
図 5-4	東南方向からの鳥観図(海側遮水壁完成後)・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	5- 4
図 5-5	陸側凍土壁海水配管トレンチ下部非凍結モデル	5- 5
図 5-6	地下水バイパスの配置図	5- 6
図 5-7	地下水バイパスの概要とモデル図	··· 5 <b>-</b> 7
図 5-8	広域・1F 近傍モデルによる地下水流動の連携解析(定常解析)	5- 8
図 5-9	汚染水対策前のケース(Case 0) での観測水位と解析水位の比較	5-12
図 5-10	汚染水対策前のケース(Case 0) での全水頭分布(m)	5-13
図 5-11	汚染水対策前のケース(Case 0)での全水頭の水平面分布	··· 5 <b>-</b> 14
図 5-12	汚染水対策前のケース(Case 0) での流路解析結果	5-16
図 5-13	汚染水対策前の状態におけるケース(Case 0)での地下水流路解析結果	5-17
図 5-14	建屋側壁内外における水位参照点位置の例	5-18
図 5-15	建屋側壁内外での水位の取得断面位置	5-18

		頁
図 5-16	汚染水対策前(Case 0)での(a)1 号機、(b)2 号機における水位面位置	5-20
図 5-17	汚染水対策前(Case 0)での(a)3 号機、(b)4 号機における水位面位置	5-21
図 5-18	汚染水漏えいに対する現実的シナリオの整理	5-22
図 5-19	フェーシングの目的と範囲	5-25
図 5-20	BOUND_FLOW による境界面流量の評価	5-26
図 5-21	BOUND_FLOW による境界面流量の区分別評価の例(Case 0)	5-27
図 5-22	事業者の計画形状(Case 1) での全水頭分布(m)	5-29
図 5-23	事業者の計画形状(Case 1) での全水頭の水平面分布	5-30
図 5-24	事業者の計画形状(Case 1) での流路解析結果	5-31
図 5-25	事業者の計画形状(Case 1) での地下水流路解析結果	5-32
図 5-26	事業者の計画形状(Case 1) での1号機東西方向鉛直断面における水位面位置	5-33
図 5-27	事業者の計画形状(Case 1) での2号機東西方向鉛直断面における水位面位置	5-34
図 5-28	事業者の計画形状(Case 1) での3号機東西方向鉛直断面における水位面位置	5-35
図 5-29	事業者の計画形状(Case 1) での4号機東西方向鉛直断面における水位面位置	5-35
図 5-30	汚染水対策前(Case 0)と事業者の計画形状(Case 1)での建屋流入量の比較・	5-36
図 5-31	最少降雨量(Case 2) での3号機東西方向鉛直断面における水位面位置	5-38
図 5-32	最少降雨量のケース(Case 2)と他のケースでの建屋流入量の比較	5-39
図 5-33	凍土壁の透水係数×10,000 倍(Case 4)での全水頭の水平面分布	5-41
図 5-34	凍土壁透水係数 1,000 倍(Case 3)、凍土壁透水係数 10,000 倍(Case 4)と	
	他のケースでの建屋流入量の比較	5-43
図 5-35	建屋近傍フェーシング無し(Case 5)と事業者の計画形状(Case 1)における	
	建屋流入量の比較・・・・・	5-45
図 5-36	陸側遮水壁の第一段階の概略図([14]を参考に作図)	5-49
図 5-37	等価透水係数の概要[17]・・・・・	5-51
図 5-38	施設設置間隔と透水係数の関係例[16]	5-52
図 5-39	均質な帯水層中に遮水壁を設置した場合の通水流量の算定モデル	5-53
図 5-40	施設設置間隔 a と通水流量 Q 及び壁間水位差Δh の試算例[16]	5-53
図 5-41	解析式による感度分析の検討モデル	5-56
図 5-42	数値解析による感度分析の検討モデル	5-58
図 5-43	凍土壁・建屋付近の拡大図	5-58
図 5-44	解析メッシュ図 (a) 建屋がない場合	5-61
図 5-44	解析メッシュ図 (b) 建屋がある場合	5-62
図 5-45	遮水壁の開口部付近の解析メッシュ図	5-63
図 5-46	閉合率と通水率の関係(解析式モデル)	5-65
図 5-47	閉合率と遮水壁上流側の水位上昇量の関係(不圧)(解析式モデル)	5-65
図 5-48	閉合率と通水率の関係(数値解析モデル)	5-67
図 5-49	閉合率と遮水壁上流側の水位上昇量の関係(数値解析モデル)	5-67
図 5-50	図 5-48 における開口部毎の通水率の割合	5-68

		頁
図 5-51	全水頭コンター図及び遮水壁横断面における地下水位面形状の例	(a) 遮水壁設置前
	その1: 建屋なし	5-69
図 5-51	全水頭コンター図及び遮水壁横断面における地下水位面形状の例	(b) 遮水壁設置前
	その2: 建屋あり	
図 5-51	全水頭コンター図及び遮水壁横断面における地下水位面形状の例	(c) 閉合率 82.7%
	東西側線:開口部幅25m 南北側線:開口部幅12m	
図 5-51	全水頭コンター図及び遮水壁横断面における地下水位面形状の例	(d) 閉合率 88.8%
	東西側線:開口部幅 16m 南北側線:開口部幅 8m	
図 5-51	全水頭コンター図及び遮水壁横断面における地下水位面形状の例	(e) 閉合率 91.6%
	東西側線:開口部幅 12m 南北側線:開口部幅 6m	
図 5-51	全水頭コンター図及び遮水壁横断面における地下水位面形状の例	(f) 閉合率 95.0%
	東西側線:開口部幅 7m 南北側線:開口部幅 4m	5-74
図 5-51	全水頭コンター図及び遮水壁横断面における地下水位面形状の例	(g) 閉合率 97.6%
	東西側線:開口部幅 3m 南北側線:開口部幅 3m	5-75
図 5-52	遮水壁側面における地下水位の分布図(a-1)~(c-2)	
図 5-52	遮水壁側面における地下水位の分布図(d-1)~(f-2)	
図 6-1	タンクエリア等の詳細化領域	
図 6-2	タンクエリア領域等のメッシュ詳細化前後の比較	
図 6-3	広域モデル解析結果と詳細化した 1F 近傍モデル解析結果の重ね合れ	つせ表示6-3
図 6-4	広域モデル解析結果と詳細化した 1F 近傍モデル解析結果の	
	重ね合わせ表示(全水頭分布:水平面、lF周辺を拡大、単位はm)	
図 6-5	漏洩タンクと主な観測孔(E-3、E-4、E-5)位置	
図 6-6	観測孔 E-3,4,5 における H-3 濃度の時間変化	
図 6-7	核種移行解析モデル・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	
図 6-8	一次元移行経路モデル・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	
図 6-9	現実的なシナリオの設定	
図 6-10	岩種別の移行距離と縦方向分散長の関係	
図 6-11	Case 0 における観測孔 E-3~E-5 に向かう流路解析結果例	
図 6-12	H-3 における移行距離、分散長を変化させた場合の濃度の時間変化	<u>.</u>
図 6-13	Sr-90 における移行距離、分散長を変化させた場合の濃度の時間変	化6-17
図 6-14	Cs-137における移行距離、分散長を変化させた場合の濃度の時間	変化 6-17
図 6-15	H-3 におけるパルス条件での移行距離、分散長を変化させた	
	場合の濃度の時間変化・・・・・	
図 6-16	汚染水対策前の状態(Case 0)でのタンクエリア外堰位置から	
	観測孔までの流路解析・・・・・	
図 6-17	汚染水対策前の状態(Case 0) での各観測孔での H-3 濃度の経時変	行匕(Case A)

		頁
図 6-18	汚染水対策前の状態(Case 0) での各観測孔での Sr-90 濃度の経時変化(	Case A)
<u>ि</u> ष (10	<b>本</b> 来本の計画で止の止然(C 1) ズの	
凶 0-19	事業有の計画形状の状態(Case I)での カンカエリアが販売業から知測了までの法政細毛	( )5
<b>W</b> ( <b>2</b> 0	タンクエリノ外堰位直から観測れまでの流路時付	
凶 6-20		( )7
<b>N</b> ( <b>0</b> 1	谷観測れじの H-3 濃度の経時変化(Case B)	
图 6-21		<
	各観測孔での Sr-90 濃度の経時変化 (Case B)	
凶 6-22	1 変数の場合の解空間例	
図 6-23	2 変数の場合の近似曲面例	
図 6-24	遺伝子が6種類ある場合の1点交叉の例	
図 6-25	核種移行解析の最適化のフロー	
図 6-26	Grey Model による解析模式図	
図 6-27	解析値の組み合わせによる、実測値の再現模式図	
図 6-28	線形結合モデル	
図 6-29	平成 26 年度報告書で試計算に用いた核種移行解析モデル	
図 6-30	上流側の側面において仮定した漏えい点	····· 6 <b>-</b> 41
図 6-31	改良したソフトの最初の画面	
図 6-32	改良したソフト(TdanAlgo044)による解析例	
図 6-33	解析結果(1)	
図 6-34	解析結果(2)	
図 6-35	解析結果(3)	6-45
図 6-36	解析結果(4)	
図 6-37	解析結果(5)	······ 6 <b>-</b> 46
図 6-38	解析結果(6)	······ 6 <b>-</b> 46
図 6-39	各解析結果に影響の大きい要因・・・・・	6-47

	Ī	頁
表 2-1	汚染水対策の進捗状況(H28年3月時点)	2-2
表 2-2	原子炉建屋周辺及びタンクエリア等における汚染水対策の分類	2-5
表31	収集文献リスト	3-3
表32	1Fにおける対策の時系列整理表	3-4
表33	抽出した事象	3-6
表34	事象シートの整理方法	3-8
表35	事象シート・・・・・	3-9
表36	シナリオシートの整理方法	3-10
表37	シナリオシート・・・・・	3-11
表38	汚染水が流出するシナリオの抽出	3-17
表39	場所によるシナリオシート	3-18
表41	各エリア別タンク一覧(平成 27 年 9 月 24 日現在)	4-4
表42	各エリア別タンク及び放射能濃度一覧(平成 27 年 9 月 10 日現在)	4-5
表 4-3	特定原子力施設のリスク分析(海洋への更なる放射性物質放出)	4-9
表 4-4	原子炉圧力容器・格納容器注水設備に関するリスク分析	4-10
表 4-5	汚染水漏えいシナリオ(フランジタンク/濃縮塩水)	4-11
表 4-6	汚染水漏えいシナリオ(溶接タンク/濃縮塩水)	4-12
表 4-7	汚染水漏えいシナリオ(横置きタンク/濃縮塩水・濃縮廃液)	4-13
表 4-8	汚染水漏えいシナリオ(フランジタンク/淡水化処理水)	4-14
表 4-9	汚染水漏えいシナリオ(フランジタンク/ALPS 処理水)	4-15
表 4-10	タンクエリアにおける主要な漏えい事例	4-18
表 5-1	凍土壁の設定	5-2
表 5-2	海水配管トレンチ下部における非凍結部の設定	5-5
表 5-3	広域モデルにおける境界条件	5-8
表 5-4	広域モデル解析パラメータ	5-9
表 5-5	1F 近傍モデルにおける境界条件	5-10
表 5-6	1F 近傍モデル解析パラメータ	5-11
表 5-7	地下水流路解析結果(Case 0)	5-17
表 5-8	汚染水対策前(Case 0) での参照位置における水位値	5-19
表 5-9	ケースの検討の観点	5-23
表 5-10	解析ケースの計算条件	5-24
表 5-11	地下水流路解析結果(Case 1)	5-32
表 5-12	事業者の計画形状(Case 1)での参照位置における水位値	5-34
表 5-13	最少降雨量(Case 2)での参照位置における水位値	5-38

	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
表 5-14	凍土壁透水係数×1,000 倍(Case 3)での参照位置における水位値 5-42
表 5-15	凍土壁透水係数×10,000 倍(Case 4)での参照位置における水位値 5-42
表 5-16	建屋近傍フェーシング無し(Case 5)での参照位置における水位値 5-44
表 5-17	日本原子力研究開発機構安全研究センターとして考えられる地下水流動抑制対策が地
	下水流動に与える影響とそれに伴うに建屋内滞留水の漏えいリスクに関する課題
表 5-18	解析式による感度分析の検討条件一覧
表 5-19	地盤特性などの計算条件
表 5-20	数値解析モデルにおける遮水壁の閉合率と開口部幅の関係 5-57
表 6-1	タンクエリア領域等のメッシュ詳細化結果6-2
表 6-2	核種移行解析に用いる分配係数(cm <sup>3</sup> /g)6-11
表 6-3	核種移行解析に用いる実効拡散係数(m <sup>2</sup> /sec)6-11
表 6-4	観測孔 E-5 の各深度に到達する粒子の移行距離6-13
表 6-5	ピーク値(Peak)とピーク値から 1/10 の値(Peak 1/10)、1/10 ピーク値から
	ピーク値に至るまでの日数(T-day)の整理6-16
表 6-6	観測孔(E-3, E-4, E-5)におけるピーク値(Peak)とピーク値から 1/10 の値
	(Peak 1/10)、1/10 ピーク値からピーク値に至るまでの日数(T-day)6-19
表 6-7	地下水流動・核種移行の感度解析ケース6-20
表 6-8	Case A における核種移行解析に関わる位置、移行距離、平均流速6-22
表 6-9	Case A における核種移行解析パラメータ6-22
表 6-10	Case B における核種移行解析に関わる位置、移行距離、平均流速6-25
表 6-11	Case B における核種移行解析パラメータ6-26

# 1. はじめに

1. はじめに

1.1 本事業の目的

東京電力株式会社福島第一原子力発電所(以下「1F」と呼ぶ)の原子炉建屋及び汚染水タン クから漏えいした放射性核種は、敷地内の地盤に浸透・拡散し、地下水と共に移行しており、 海への影響等が懸念されるため、これらに関しては凍土壁、地下水バイパス等の汚染水対策が 検討・実施されてきており、これら対策に潜在するリスクを評価することでその妥当性等を確 認する必要がある。

ここにおいて、IF 敷地内にある観測孔等で測定された核種の濃度は複雑に変化しており、建 屋等の人工構造物、周囲の水理地質構造等を詳細に模擬した三次元場での地下水流動・核種移 行解析を行うことで、核種の挙動を精度良く評価し、汚染水の移行経路、影響の範囲及び汚染 水が海へ至る時期等について検討するための知見及び評価手法を整備する必要がある。

また、汚染水漏えいへの対策を講じるに当たっては、漏えいが検出された初期の情報に基づ いて、汚染源及び浸透・拡散・移行に関する情報を早急に把握することが求められるため、汚 染水漏えい初期段階で観測されたデータを元に汚染源の位置、漏えい期間等を推定する手法を 整備する必要がある。

以上のことを踏まえ、本年度事業では以下の事項を行うことを目的とした。

- 東京電力株式会社(以下「東電」という。)等の公表するデータ及び既存情報を基にした
   三次元水理地質構造モデルを用いた、地層中での地下水流動・核種移行を精度良く解析
   する手法を整備し、種々の対策を行った際の地下水コントロール及び汚染水の広がりに
   ついての予測等を可能とする。
- 対象領域において発生の可能性のある事象を検討し、この範囲での感度解析を実施することで、各種対策への影響等を把握するための知見の整理を行う。

なお、本報告書内に記載した具体的な検討内容は、原子力規制庁が行う実施計画の審査状況 や規制庁担当者の指示・意見、有識者の意見等をふまえたものではなく、全て国立研究開発法 人日本原子力研究開発機構安全研究センターが独自に計画・判断・実施したものである。また、 検討内容の一部(5.10節)は、東京電力株式会社の陸側遮水壁に係る実施計画の内容を参考に 検討したものであるが、それ以外の平成26年度事業及び平成27年度事業における具体的な検 討内容は、東京電力株式会社や経済産業省、原子力規制委員会にて公開されている資料を参考 にしつつ、全て国立研究開発法人日本原子力研究開発機構安全研究センターが独自の判断でシ ナリオ・条件設定等を行い、検討の実施及び結果の評価を行ったものである。

1.2 事業内容

平成26年度事業においては、東電の検討結果等を基に、IF 建屋周辺及び汚染水タンクエリ ア周辺を含む対象領域について、詳細な水理地質構造モデルを構築し、地下水流動の挙動につ いて試解析を実施し、実測データ等との比較を行った。なお、ここにおいては本解析に影響を 与えると考えられる人工構造物(汚染水対策としての凍土壁を含む)のモデルへの組込みを行 っている。

また、上記の地下水流動解析結果及び汚染水タンクエリア周辺に関して推定される汚染源の 情報を用いて核種移行解析を実施し、対象領域周辺での核種の移行挙動を評価し、これらの解 析結果について実測データ等との比較を行うことにより、評価の妥当性確認及び課題抽出を行った。

さらに、Sr-90 及び Cs-137 に関し、核種移行パラメータである収着分配係数及び拡散係数に ついて調査・整理を行い、本対象領域の核種移行解析にて使用するべきパラメータとしての代 表値と変動幅を評価した。

平成27年度事業においては、平成26年度の成果において課題となった解析結果の検証及び 数値解析に伴う技術的課題に対する検討を行った。また、平成26年度に構築した水理地質構造 モデルを用いて、各種対策に対して想定され得る範囲での感度解析を実施し、各種対策の効果 等を把握するための知見及び課題の整理を行った。

なお、本事業の解析において使用する解析コードは、過年度に実施した旧原子力安全・保安 院の委託事業である「放射性廃棄物の長期的評価手法の調査」で開発され、平成26年度の本事 業でも用いた「三次元地下水流解析コード(3D-SEEP)」とした。

具体的には、本事業において下記(1)及び(2)を行った。

(1) 現実的シナリオを考慮した感度解析による知見等の整理

① タンクエリア等において起こり得る現実的なシナリオの検討

原子炉建屋等の滞留水及び汚染水タンクの管理並びに漏えいに関する対策が進められている ことから、これら汚染水対策の情報収集を進めた。1F での地下水の汚染対策等に係る情報の整 理結果に関しては、第2章に記述した。

また、護岸域等における諸対策が実施されている状況を踏まえ、原子炉建屋周辺、タンクエ リア等において発生の可能性のある事象やこれら事象により起きる現象(以下「シナリオ」と いう。)を抽出し、各種対策への影響等について検討を行った。汚染水対策等を踏まえた汚染水 流出シナリオの検討に関しては第3章に詳細を記述した。地下水流動状況を踏まえた核種移行 シナリオの検討に関しては第4章に詳細を記述した。

#### ② 凍土壁等の各種対策の影響に関する感度解析

凍土壁等の各種対策の現状を踏まえ、メッシュサイズの適切化及びキャリブレーションを含む地下水流動解析モデルの改良を必要に応じて行った。また、①にて検討したシナリオを基礎とした地下水流動に関する感度解析を行い、各種対策への影響について知見及び課題を整理した。本成果は第5章に詳細を記述した。

③タンクエリアにおける漏えいした放射性物質の移行に関する感度解析

平成26年度の事業で実施した核種移行解析に関する技術的課題を踏まえ、地下水流動・核種 移行解析モデルの改良を行った。また、平成26年度の事業で整理したSr-90等の核種移行パラ メータを用いて、①にて検討したシナリオを基礎とした地下水流動・核種移行に関する感度解 析を行い、各種対策への影響について知見及び課題を整理した。本成果は第6章に詳細を記述 した。

(2) 有識者の意見聴取の実施

本事業の実施に当たっては、有識者の意見聴取を行い実施内容の精緻化を図りつつ実施する こととした。そのため、地下水流動解析・核種移行解析に対する専門性を有する委員(3名) により構成される「東京電力福島第一原子力発電所を対象とした核種移行評価手法に関する検 討」検討委員会を設置し、実施計画説明、成果報告を経て、本報告書を取りまとめた。検討委 員会委員名簿、検討委員会開催日を Appendix A に記述した。なお、国立研究開発法人日本原子 力研究開発機構安全研究センターが計画・実施・評価した検討は、必ずしも有識者の指摘事項 を反映した内容ではないことに留意されたい。

# 2. 福島第一原子力発電所(1F)における 汚染水対策の情報収集

### 2. 福島第一原子力発電所(1F)における汚染水対策の情報収集

#### 2.1 汚染水対策等のこれまでの経緯

H23年3月11日に発生した東日本大震災に伴う原子力災害『福島第一原子力発電所(以下 1Fという)の重大事故』の教訓を踏まえ、H24年9月19日に「原子力規制委員会」が発足 した。原子力規制委員会は、従来の文部科学省の機能(核不拡散の保障措置、放射線モニタ リング、放射性同位元素の使用等の規制)および経済産業省の原子力安全・保安院の機能を 移管し、内閣府の原子力安全委員会を廃止して原子力規制に関する機能を一元化した、環境 省の外部組織である。原子力規制委員会は、内閣総理大臣が任命した委員長および4人の委 員から構成され、その事務機能を原子力規制庁が担っている。

国は、原子力災害の緊急時に備えて、平時から政府全体で原子力防災対策を推進するため に、内閣に「原子力防災会議(事務局長:環境大臣)」を新たに常設した。緊急時には、事 務局長を原子力規制庁長官とする「原子力災害対策本部」を臨時に内閣府に設置する。1F に関しては、H23年3月11日に原子力緊急事態宣言が発せられ、翌日には原子力災害対策 本部が設置されている。現在、原子力災害対策本部の下に設置された「政府・東京電力中長 期対策会議」で、1Fの1~4号機の廃止措置に向けた中長期ロードマップに基づき、燃料お よびデブリの取出し等が進められている。

H25年2月8日には、原子力災害対策本部の下に経済産業大臣を議長とする「東京電力福 島第一原子力発電所廃炉対策推進会議(廃炉対策推進会議)」が新たに設置されている。ま た、2013年4月、汚染水処理に関して、廃炉対策推進会議の下に関西大学教授を委員長と する「汚染水処理対策委員会」が設置され、これまでの対策の総点検や汚染水問題を総合的 に解決する方法等を検討する組織が設置され、原子力規制庁もこの委員会に参加している。

原子力規制委員会は、H24年11月7日に1Fを原子炉等規制法に定める「特定原子炉施 設」に指定し、措置を講ずべき事項を提示した。これを受けてH24年12月7日、東京電力 から提出された実施計画書に関し「特定原子力施設監視・評価検討会」が認可の検討を始め ることとなった。この特定原子力施設監視・評価検討会は、原子力規制委員会委員と原子力 規制庁職員および外部の有識者等から構成されている。その後、原子力規制委員会は、深刻 化する汚染水問題を解決すべく、規制の枠組みを一部超え特定原子力施設監視・評価検討会 の中に「汚染水対策検討WG」を設置し、その対策等について検討を進めている。

H25年9月3日には、東京電力主導から国主導体制へ変換し、国が前面に出て対策を推進 する「汚染水問題に関する基本方針」が決定された。さらに政府は、体制強化の為に内閣官 房長官を議長とする「廃炉・汚染水対策関係閣僚等会議」を設置し、政府一体となった体制 を構築するとともに、関係省庁から現場に常駐する職員を含めた「廃炉・汚染水対策現地事 務所」を設置し、また、東京電力などの関係者の連絡と調整を強化する為に「汚染水対策現 地調整会議」を設置した。

2.2 汚染水対策等の取り組み状況

平成27年6月12日に開催された、廃炉・汚染水対策関係閣僚等会議(第2回)において、 1Fの廃止措置等に向けた中長期ロードマップが決定された。その方針は、汚染水を「取り除 く」、「近づけない」、「漏らさない」の基本方針に基づいている。汚染水対策の進捗状況を表 2-1に示す。また、汚染水処理対策の関連する位置を、図2-1に示す。

方針	対策	進捗	
「取り除く」	多核種除去設備(汚染水から放射	運用中	汚染水(R0 濃縮塩水**)の処理は、タ
	性物質を除去する設備:ALPS) に		ンク底部の残水を除き、H27 年 5 月 27
	よる汚染水浄化		日に完了。さらに浄化が必要な処理水
			は、今後、多核種除去設備等で再浄
			化。
			これまでに多核種除去設備などにより
			約 60 万 m <sup>3</sup> を処理(平成 26 年 1 月 21
			日時点)。
	建屋の海側にある地中トンネル	完了	トレンチ内の高濃度汚染水の除去及び
	(トレンチ)内の高濃度汚染水の		充填を完了(2号機:平成27年7月、
	除去		3号機:平成27年8月、4号機:平成
			27年12月)。
「近づけない」	建屋山側の井戸から海へ排水(地	完了・運用中	平成26年5月下旬より排水を開始。
	下水バイパス)		汚染水の増加量は80m3/日程度減少と
			評価。
	建屋周辺の井戸(サブドレン)か	完了・運用中	平成27年9月14日より排水を開始。
	ら地下水を汲み上げ、浄化した上		
	で、海へ排水		
	凍土方式の陸側遮水壁(凍土壁)	着手済	平成 27 年 11 月設置工事完了。山側の
	の設置		三辺について凍結準備が完了、海側部
			分平成 28 年 2 月準備完了予定。
	地下水流入抑制のための敷地舗装	着手済	平成 26 年1月より工事開始し予定箇
	(フェーシング)		所の8割以上を施工済み。
			平成28年3月末までに10m盤、他工
			事干渉箇所を除く計画エリアの施行完
			了予定。
「漏らさない」	タンク堰のかさ上げ、二重化	完了・	平成26年7月中旬に完了。
		運用中	
	水ガラスによる地盤改良	完了・	平成26年3月に完了。
		運用中	
	海側遮水壁の設置	完了	平成 27 年 10 月に閉合。
			海側遮水壁の鋼管矢板の頭(杭頭)の
			結合、遮水壁内側の舗装面の補修を実
			施。
	タンクの増設	運用中(さら	前回の中長期ロードマップより2年前
		なる整備中)	倒し、平成 26 年度中に 80 万トンの容
			量確保を達成。

表 2-1 汚染水対策の進捗状況(H28年3月時点)\*

\*経済産業省 HP 廃炉・汚染水対策ポータルサイトの情報から作成

\*\*RO 濃縮塩水:処理装置等(Cs 吸着装置等)により主要核種の Cs が除去された排水



図 2-1 福島第一原子力発電所の汚染水処理対策関連位置 経済産業省 HP 廃炉・汚染水対策ポータルサイト(2016 年 3 月)より引用

経済産業省の廃止措置に向けた取り組みの中では、「廃炉・汚染水対策チーム会合/事務 局会議」(第27回)において、平成28年2月25日に東京電力から直近の進捗状況について とりまとめた報告がされている[1]。本会議において、プラントの状況や中長期ロードマッ プ進捗状況が紹介されるとともに、凍土方式による陸側遮水壁(以下、凍土壁ともいう。) の進捗状況、タンク建設進捗状況が説明されている。個別分野毎の検討・実施状況の内、汚 染水対策としてのタンクエリア漏えい対策に関しては、「H4・H6エリアタンク漏えいによ る汚染の影響調査」として観測孔における放射性物質濃度のモニタリングデータが公表され ている。

### 2.3 平成 27 年度内の既存情報の収集・分類

平成27年度内の公開情報を対象として1F敷地周辺における主な汚染水対策の有用性の評価のために必要な情報を収集し分類した。具体的には、国の委員会等における既存の調査研究報告資料を整理し、地下水流動解析や核種移行解析を実施するにあたって、主な汚染水対策に

関する情報について分類を行った。なお、関連性の高い平成 26 年度末の情報も適宜加えることとした。

既存情報として国の委員会、東京電力等において公開された 1F に係る情報(「汚染水処理 対策委員会」[2]、「陸側遮水壁タスクフォース」[3]等、また、原子力規制庁:「特定原子力施 設監視・評価検討会」[4])を収集し、情報公開された時期と主な汚染水対策毎に分類を行っ た。分類の対象とした主な汚染水対策としては、解析作業に大きな影響を与える①陸側遮水 壁、②海側遮水壁、③フェーシング、④地下水バイパス、⑤サブドレン、⑥地下水ドレン、⑦ タンクエリアとした。上記の情報公開された時期と主な汚染水対策毎の分類を表 2-2 に示す。

				主な地下水対策					
	資料名	陸側	海側	フェーシング	地下水	サブドレン	地下水	タンク	備考
資源エネルギー庁/福島第一原子力発電所		進水壁	進水壁		11/12		102	L	1
	第15回 [2015/3/17]実施								
	资料1 福島第一原子力発電所の最近の状況			0			,	0	
	資料2~1 汚染大変の進捗状況及びリスクマップ また。 ちょう あった あった スート・シート						!	0	
	瓦村イニー 価値販売 「原ナリ万単 近のリハイジの応急快について   答約3   はFLUビーミシッションの概要							<u> </u>	
	資料4-1 陸側遮水壁タスクフォースにおける検討状況について	0	0	0		0	0		
	資料4-2 高性能多核種除去設備の検討状況について						·'	<u> </u>	-
	資料3 トリデクムバタスクラオースにおける使用状況について   され1 モンタム/周辺会社になど国家の通道と特定リーマリング							<u> </u>	+
	スページ・パスホルを注めれた内容量子がのためについて 資料シージ 追加公募の役状甲書者の決定								
	参考2-1 リスクマップ詳細		0				,	0	「外周堰」記述あり
	参考22 進歩状況-192表	0	0	0	0	0	′	0	「外周堰」記述あり
	◎☆4~3 エムダスの辺辺役の次 参表3~1 LEAヤマコーレポート	0	0	0			/	<u> </u>	
	参考4-2 陸側遮水壁凍結開始後の水位管理について 参考	0	0	0		0	0		
	参考する(リスク)ミュニケーションの可能性と課題						/	L	<u> </u>
	第1回 【2015/3/1/美施 各社 注意性・原文力を寄研の長近の住宅	1	1	0		0		0	T
	スペイ: 1回曲力: 6.1.1.2.5.4.1.1.2.5.4.1.1.2.5.4.1.1.2.5.4.1.1.2.5.4.1.1.2.5.4.1.1.2.5.4.1.1.2.5.4.1.1.2.5.4.1.1.2.5.4.1.1.2.5.4.1.1.2.5.4.1.1.2.5.4.1.2.5.5.5.5.5.5.5.5.5.5.5.5.5.5.5.5.5.5			Ŭ				Ő	
	<u>資料3-1 陸側進水壁タスクフォースにおける検討状況について</u>	0				0	,		
<b></b> 方梁水処埋对策委員会	資料3-2 高性能多技種株式設備タスクフォースにおける検討状況について きかも。シリング・ストングライン・ストングレーズにおける使計でなった。						'	<u> </u>	
	資料する、トリテクムがタインオースにおける使用状況について あまっし、12.クマップ詳細		0					0	「外周探」記述あり
	2-12-11/12/22時間 参考2-22 道後状況一覧表	0	ŏ	0	0	0		ŏ	「外周堰」記述あり
	参考2-3 主な対策の進捗状況						,		
	参考資料1-1 中長期ロードマップ改訂のボイント						·'	<u> </u>	
	参考資料1-2 東京電力1株7幅島第一原子力発電所の廃止措置等に同けた甲長期ロートマップ							<u> </u>	+
	参考査教社2 MISSION REPORT IAEA INTERNATIONAL PEER REVIEW MISSION ON MID-AND-LONG-TERM ROADMAP TOWARDS THE DECOMMISSIONING OF TEPCO'S FUKUSHIMA DAIICHI NUCLEAR POWER STATION UNITS 1-4 「Third Margina')						,	1	
							ļ	L	L
	第17回 【2015/12/11】実施	r	1	1					T
	<u>復科 福島第一県子力発電所の登立の状況</u> 寒約 - 活みな特徴の進体性の取び12 Argun <sup>-1</sup>	0	0		0	0		0	「山塘」記は本川
	れたインオホンスの山市がのみのジョンパンパン 着料3 サブドンは後期に伴う達屋流入量の時期効果の評価方法について	ŏ	ö		ŏ	ŏ		ŏ	「 <u>外周堰」記述あり</u> 「外周堰」記述あり
	資料4-1 陸側道水壁タスクフォースにおける検討状況について	Ō	Ō			Ō			
	資料4-2 トリチウム水タスクフォースにおける検討状況について						·'	<b></b>	
	資料5 平成25年度補正予算「汚染水処理対策技術検証事業」に係る補助事業成果の福島第一原子力発電所への適用性について							1	
	参考2~1 リスクマップ詳細		0				/	0	
	参考2-2 進捗状況一覧表	0	Ő	0	0	0	0	Ő	「外周堰」記述あり
	参考資料 平成25年度補正予算/汚染水処理対策技術検証事業」に係る補助事業者の成果報告						/	L	
	第14回 [2015/3/3]実施		1						1
	資料1 陸側進水壁の工事の連想について 参加 - 陸側進水壁の工事の連携になってはお田本市由時体ロ	0						<u> </u>	
	A 代本 住田県小黒に防安不能自由系と下部へん 著お3 陸崎安永駅(高島)(人)・ノチ部の段繁的施工について	ŏ							
	資料4-1 陸側遮水壁閉合後の水位管理について	Ő	0	0	0	0	0		
	資料2 陸側遮水壁閉合後の水位管理について 参考資料	0	0	0	0	0	0	<u> </u>	
	資料を運産運動であったまたに開いていて、	0					′	<u> </u>	
	201日本 建築商画小型理20歳の/2時間について 第15回 [2015/202] 第1								1
	資料1-1 陸側遮水壁の工事の進捗について	0					·		
	資料1-2 試験連結の状況について	0					, 		
	資料1~3 陸側運水壁に係る実施計画変更申請-認可状況 売れる一時に、の時であります地球に合いた。	0	0	0		0			
	資料と、建産への地下が流入が時気について 含約2、1・建築変換が現象があたについて	0	0	0		0			
	2月19 - 医症状の中心のないのかい、かっていていたのです。 「ないのかいのでは、「ないのかいのかい」 「ないの」ではないのです。 ないのかいのでは、「ないのかいのかい」 「ないのかいのか」 「ないのかいのか」 「ないのかいのか」 「ないのかいのか」 「ないのかいのか」 「ないのかいのか」 「ないのかいのか」 「ないのかいのか」	Ŭ	Ŭ						
	参考 建屋滞留水処理の進め方と課題について(1/2)								
陸側遮水壁タスクフォース	参考 建屋澤留水処理の進め方と課題について(2/2)						/	L	<u> </u>
	第16回 【2015/1/10 実施 	0	1	1				0	T
	Adti	0							
	査料2-1 陸側遮水壁の工事の進捗について	0							
	<u>資料2-2 陸側進水壁に係る実施計画変更申請-認可状況</u>	0					·'	<u> </u>	
	資料2~3 試験発展の状況について 海防に時間を使い時間はその11時間を見る。株字原でも性能能は、筋体的社会における時間、電機能力	0					′	<u> </u>	
	1月47:東田市へを11月21~20月1~17月20日まで、17年のドゴム県は新江・17日間の1日への11月21日。 金米吉治(1月44-トーン連載日間2月1日に	0	1				J	<u> </u>	<u> </u>
	第17回 【2015/11/17]実施		·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·					й 
	資料11号機タービン建屋滞留水処理について	0				0		0	<u> </u>
	【算件と 医問題不振り上中の進帯について 参加・対応・対応・対応・	0	-			0		<u> </u>	+
	<u>瓦谷と 紙類を知ら到くる戦音</u> 湾はムー 水 秋帝軍(二)117 陸側道水壁の進捗沢弱ら	0	0	0		0		<u> </u>	
	落44~9 水价管理について サブドノル接触 海側達水県開会協の街下水発動に其-文陸側道水屋開会に関する乾畑 昭高絵社会報告車道(金)	ň	õ	Õ		Õ	0	0	T
	えれったいはいかい シントン ない ほうかい アンマン かくしょう しょう しょう しょう しょう しょう しょう しょう しょう しょう	0	Ŭ	Ŭ		0		<u> </u>	
	参考1   亏機遅遅−回図、前回図 み表す ( 三線ムー)・沙漠モッダ W 研习 ケバュー I.							<u> </u>	-
原子力規制委員会	1974 「737 しノを生活曲小だせハノノユ ル		1						
	第31回 【2015/2/9】実施								
	変彩1. 百古雪力鉄守会社2016年一商子力発電所の由期的リスクの所渡日提マップ(平成75年9日時)(客)(マ)(75)商子力規制庁)						,		
	大社・大小市の水子社に回帰す キーンング市になった。 キャング・レントレング (キャング・レング・アング・アングーン) (キャング・アングーン)						·'	L	
	[資料2 画水記][トレンデ方来水対変工事の2/接防に20x7[更東電力] 本時は Abm 9×18月かんの中心の2-15年大対変工事の2/接防に20x7[更東電力]	0	~		<u>_</u>			<u> </u>	+
	1月473 探照型小室切古宮ない小区宮住に-ジャン(1東光電力) 湾は 3 2号部門)上4時大作覧(雪がの方広日)[七分数時代納雪の動物外への除下量について[原子力提制作]	0	0		U	U		<u> </u>	1
	211-1-2425-1-4825-1-482-1-2777/17/17/2014/18/25/2425-1-2771-第15-2771-第15-27 資料3 福島第一原子力発電所に係る事故改進等の報告基準の負責にについて(原子力類制作)		1						<u>t</u>
	参考1 全面マスク着用を不要とするエリアの拡大に関する検討状況について[東京電力]								L
	参考2 当社原子力発電所(福島第一,福島第二, 柏崎刈羽)で発生した重大な人身災害の原因と対策および安全性向上対策について[東京電力]							1	
特定原子力施設監視·評価検討会	▲本の注創資本(25開点(なんせん)英語(	<u> </u>	~					<u> </u>	+
	<u>2993 確認率が変切自変の//以留理について参有名利(表現用)</u> 検索4 金術計画の変形の目的(素合状)(同本)+10月11	0	0	U		U		<u> </u>	+
	メラコーの回転になったかっての意識状況等について「原子力規制庁」 参考を設計さればるこれでの意識状況等について「原子力規制庁」	1	1				/		1
	第32回 【2015/3/4]実施	•	÷	*					
	資料1 海水配管トレンチ汚染水対策工事の進捗について(東京電力)								
	1費科2 K様大路の様本温度低減効気状況に2017 度度電力]] また10 均率度が、度 7 本象型に成功気状況に2017 度度電力]	<u> </u>						<u> </u>	+
	1月47-3 1時周第二版71.7以来电灯間時周期118年~7-21-50万202.高波高商言東京主に、いい(東京電石) 参考1 後崎道水登開や合めい人体容可について、前面に北海道第二の人の「回茶	0	0	0	0	0	0	<u> </u>	+
	★1 実施計画の変更取用量の含実取用量の含素状況(例子力規制庁)								<u>t                                     </u>
	参考3、検討会におけるこれまでの実践が現実について[原子力相制庁]	1	1	1					1

### 表 2-2 原子炉建屋周辺及びタンクエリア等における汚染水対策の分類(1/2)

	資料名	訪伯	海側		主な地下水対策 地下水		指下水	
原子力規制委員会		遮水壁	這水壁	フェーシング	パイパス	サブドレン	ドレン	タンク
	第33回 【2015/3/25】実施			1	[			1
	資料1 福島第一原子力発電所特定原子力施設に係る実施計画における排水路を流れる水の実施計画上の整理について[原子力規制庁]							
	資料2-1 K排水路に関する調査2今後の対策について(東京電力) 資料2-2 福島第一原子力発電所リスク総点後の検討状況について(東京電力)							0
	済料2-3 B-C排水路倒満放射線モニタにおけるβ濃度高高整箱発生について(東京電力)							
	資料2 一年 焼炉作来に作い追加的に上昇する敷地現水夫の線重(計画圏)の制設進成に向けた取り組みについて(東京電力) 溶剤3 海北和等以ハチモ込水効業下面の准施について(南古雪市)	0						
	1993年後期19927月28月2日の大陸管理について(東京電力) 落村4 陸側道大型語合後の水位管理について(東京電力) 茶村 いたいたいコマロの周辺のの画であります。それの日間の両キャッビルに下について(東京電力)	ŏ	0	0	0	0	0	
	度な3 H4ケングエリノ 内面進からの運行時水準ないない57回進の時水水空区 トビンパビ(東太軍リ) 参差1 特定阿子 内施設への指定に際し専専専力株式会社短島堂一阿子九巻雲所に対して支水と提示を建ずべき実道(1つして(東府24年11日7日阿子九提製委員会)(阿子九提製庁)							
	ション・ション・ション・ション・ション・ション・ション・ション・ション・ション・							
	ション ネッセン 回向所 は 1 パルモバル やまうにもい シスカ (株主 * 16) (第二) (第二) (第二) (第二) (第二) (第二) (第二) (第二	0	0	0	0	0	0	
	参考4 実施計画の変更認可申請の審査状況(原子力規制庁)	Ű	Ŭ	Ű	•	Ű	Ű	
	参考5 検討会におけるこれまでの審議状況等について[原子力規制庁] 第34回 【2015/4/22】実施		I	ļ				I
	資料1 海水配管トレンチ汚染水対策工事の進捗について 参料の ボック カル・パート中の宣体物の学業政 国知のたましまだついて							
	度れる、ホランズがかく一件の時間に肥合金量が同識かにまった。 変れる、速屋への地下水流入抑制度についても分類の実施手順と水位管理ー	0	0	0	0	0	0	0
	資料4 排水路の排水濃度低減対策状況について 参考1 実施計画の変更認可申請の審査状況							
	参考2 検討会におけるこれまでの審議状況等について 第35回 【2015/4/22】実施							
	資料1 海水配管トレンチ汚染水対策工事の進捗について 参約 いに トルホモル 参生の原田 と対策の始後、客族作用							
	現代2、市に上のになった主な原因と発展の後近・美能化成 資料3、滞留水防留タンクキリアの爆装置状況	-				-	-	0
	資料4 建屋への地下水流入抑制度について一基本シナリオにおける陸側遮水壁閉合の進め方一 参考1 実施計画の変更認可申請の審査状況	0	0	0		0	0	
	参考2 検討会におけるこれまでの審議状況等について 参考3 東京電力体式会社長島第一原子力楽電所の中期的リスクの低減日輝マップ							
	2015 - 水水型/ 水水画画版 (1) - バル画の (1) - バルー (1) - バルー (1) - バー (1) - ビー (1) - U - (1	0						•
	度合1 記録本格を完成した。注意的プラクトロルを含める 資料2 福島第一原子力発電所 3号機 使用激燃料プールからの燃料取り出しについて	0	0			0	0	
	資料3 1.000t /ッチタンクから3号タービン建屋への移送ホースからの漏えいについて 資料4 汚染水タンクの埋の運用について							0
	資料5-1 HIC上のたまり水発生の原因と対策の検討・実施状況 資料5-2 高件能容器(HIC)の課達管理の現状							
	All 実施計画の変更認可申請の著合状況 本本の 4044-0142-014-27の実際について							
	参与2、使約元においるいまでの多識な必要でしたで、 参考3、東京電力核式会社148時第一原子力発電所の中期的リスクの低減目標マップ(平成27 年2 月版)							
	第37回 [2015/10/14]実施 資料1:2・3号機海水配管トレンチ汚染水対策工事の完了について							
	資料2:サブドレン他水処理施設の本格運転及び海側進水壁閉止の状況について 溶料3:陸側進水壁の進捗状況報告	0	0	0		0	0	
	資料4:3号機使用済燃料ブールからの燃料交機機の取り出しについて 後おに、声音声が声音学、声音学、声音がないの変形の変形。影響にある絵製計解の目前について		-			-	-	
	1043、米米電力増加減、ホイカ電車のでは、計画にある時間の光電ビンジで 参考1144よシクエリアの内理から外層内への雨水の漏入い他について							0
特定原子力施設監視·評価検討会	参考2:10007745270から3457年に24度への移送ホースからの満たいことにな回題品と対策 参考3:実施計画の変更認可申請の審査状況							
	参考4.検討会におけるこれまでの審議状況等について							
	9年9.米水電力体改成11回時7-11が電力の平衡11/5/01回線1日保マクノ(1-1621-1-2月版)の進歩について 第38回 【2015/12/18】実施							
	資料1-1 陸側違水壁等の地下水流入抑制対策に関する論点整理 溶料1-2 写近の地下水萃動たれに陸側進水県開く1開する協員整理	0	0	0	0	0	0	0
	2月12日 一線は「10月12日に加速」であった。1000年の1月20日の1月20日の1月20日の1月20日の1月20日の1月20日には10月1日の1日の1日の1日の1日の1日の1日の1日の1日の1日の1日の1日の1日の1	Ť	Ť			Ť	, in the second s	
	度れイニと、検討川地震観7年歳に到396度11人が 資料3-111号機散水路における放射性物質濃度の上昇について							
	資料3-2 福島第一原子力発電防構内における主な野獣水・潮測り水の状況と015.12時点の取り継の状況) 資料3-3 廃棄物処理建屋間連絡ダクトの潮まり水器査の状況について							0
	資料4 地水器の放射性物質の低減について 音称1 3 号機電子研算数ペルーデングウコアにおける線道語を(後報)							
	資料6 特定原子力施設(福島第一原子力発電所)の第2回施設定期検査について 落料5 動物情界における機構要素の四時から在まに向けた取り線をについて							
	またであたまたではかくなる主に通ってあたにすれたないためであった。 参考1:至近の地下水業勤められた関連の体験に開くな検討結果[補足資料]	0	0		0	0	0	
	参考2、美胞計画の変更認可申請の審査収成 余美3、吉古雪市株式会社短島第一面子中発電師の由諸物川スクの修繕日請ついブ(正成92 年 8 日話)の准施について							
	参考4・検討会におけるこれまでの意識状況等について							
	第39回 【2016/1/27】実施 ※封っし 短島第一回互力発電新における中期約12万の現住と会後の理解	1		1		1		1
	2011 - 1 福岡第一原子力発電所の1919年7月7月7月7月7月7日1日 2011 - 2 福島第一原子力発電所の1919月7月2月1日 - 10000000000000000000000000000000000							
	資料2-1 陸側進水壁の通用に株6政同準項及び評価(PUF:1015KB) 資料2-2 陸側進水壁に関する東京電力のこれまでの該明状況及び評価について	0	0	0	0	0	0	0
	参考1 福島第一原子力発電所の中期的リスクの低減目標マップ(平成27年8月版)関連項目の取り組み状況について							
	参考2 福島第一原子力発電所構内における主な貯留水・溜まり水の状況(2015.12時点の取り纏め状況)【一部修正版】							0
	参考3 実施計画の変更認可申請の審査状況 参考4 検討会におけるこれますの実践研究等について							
		-	1	1				1
	資料  :展開過水量の検討株果[陳京電力]  資料 2:隆間道水量の検討株果[陳京電力]	0	0	0	0	0	0	
	資料2 …使用中フランジ型タンクの継続活用[東京電力] 資料3 …福島第一原子力発電所の中期的リスクの低減目標マップの改訂方針について[原子力規制庁]							0
	参考1:陸倒進水量の検討結果[東京電力] 参差2:陸側進水間に埋する専営者ののたますの段時は没及び(評価について) 原子力規制庁]	0	0			0	0	
	参考3:陸側道水壁の進水性を現後の具体的な安全諸保険について[東京電力] 参考3:陸側道水壁の進水性を現後の具体的な安全諸保険について[東京電力]	ŏ	Ť			0		
	1995-1、安原計画22名式APTF期の登室34次に限工が規制作1 参考5.後計会におけるこれまでの審議状況等について[原子力規制作]							
	第41回 【2016/3/3]実施 資料1:地震及び津波の対策に関する評価並びに今後の評価・確認の進め方について	<u> </u>						
	資料2:今後の52つの運用計画について 資料3:後側進水県の閉合について	0	0		0	0	0	0
	参考1:東京電力福島第一原子力発電所の中期的リスクの低減目標マップ(平成28年3月版)について(平成28年3月2日原子力規制委員会資料)							
	参考2:検討用地震動・津波に関する検討状況(第18回特定原子力施設監視・評価検討会資料2-2)							
	<u>参考3:福島第一原子力発電所特定原子力施設に係る実施計画 変更認可申請書(平成28年2月22日)</u> 参考4:実施計画の変更認可申請の審査状況							
	参考5:検討会におけるこれまでの審議状況等について 当内性成準約:株容医スト版施設通、販売検討会(第41回会会)環境のキドが(百工市規範庁)							0
			1					

### 表 2-2 原子炉建屋周辺及びタンクエリア等における汚染水対策の分類(2/2)

	備考
_	
_	「外周堰」記述あり
	「大概」記述なり
	「小姐」に定めり
	[仮版・大版・記はない
	"妖猫"种猫186207
	「内堰」記述あり
_	
_	
_	

参考文献

- [1] 経済産業省 廃炉汚染水対策チーム会合/事務局会議(第27回)会議資料、H28年2 月25日
- [2] 経済産業省 資源エネルギー庁 汚染水処理対策委員会 会議資料(第15回~第17回) H27年3月27日~H27年12月11日
- [3] 経済産業省 資源エネルギー庁 陸側遮水壁タスクフォース 会議資料(第14回~第 17回) H27年3月3日~H27年11月17日
- [4] 原子力規制委員会 特定原子力施設監視・評価検討会 会議資料(第31回~第41回) H27年2月9日~H28年3月3日
- [5] 経済産業省、廃炉・汚染水対策ポータルサイト (http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/hairo osensui/)

# 3. 原子炉建屋周辺において起こり得る現 実的なシナリオの検討

#### 3. 原子炉建屋周辺における汚染水流出シナリオの検討

### 3.1 目的

1F 事故による環境への長期的な影響を解明するためには、環境中へ放出された放射性物質の 移行挙動の評価が必要である。中でも、1F 原子炉建屋周辺の汚染水対策においては、陸側遮水 壁(凍土壁ともいう。)等の各種対策工事が進められており、それら対策工事の進捗に伴う周辺 環境への影響を評価することは重要な課題である。

本検討では、まず、2章及び平成27年度において収集・分類した、国、東京電力等が報告書 およびインターネット等で報告している公開情報を整理する。それらの情報を基に1Fでの汚 染水対策に関する様々な事象を抽出・整理し、原子炉建屋周辺において発生の可能性のある事 象やこれら事象により起きる現象(シナリオ)を抽出・整理するとともに、その伝搬を考察す ることで、原子炉建屋周辺における各種対策への影響等について検討する事を目的とした。こ の検討の中で、汚染水漏えい発生の可能性のある現実的シナリオの整理を行った。

3.2 検討項目

主な検討項目は以下の(1)、(2)とした。

(1) 発生の可能性のある事象の抽出

国・東京電力等による公表資料を基に、現在実施されている様々な汚染水対策等を整理し、 汚染水の建屋外への流出が想定し得る事象を抽出した。また、これら以外に人的な事象が要因 となる発生の可能性のある事象についても抽出を試みた。抽出した事象は、シナリオの基礎と なることを念頭に整理し、可能な限り定量的な情報を付加した。

(2) シナリオの整理

上記において抽出された事象は、シナリオを整理する際に、漏えいの発端となる事象、派生 する事象、漏えい事象ごとに細分化した。シナリオはその発端となる事象(例えば;雨、地質 など)ごとに整理し、原因となる事象から漏えいに至る事象までの過程とその関係性を整理す るためにシナリオ伝搬図を検討した。

3.3 実施方法

図 3-1 に示す手順に従い、汚染水漏えい発生の可能性のある現実的シナリオの検討を行った。 以下に実施手順 1)~7)を示す。

- 1) 公開されている汚染水対策工事の報告書等の情報を整理した。
- 2) 整理した情報を基に、汚染水が環境中へ流出する可能性のある事象(発生の可能性のある事 象)を抽出した。
- 3) 及び4) 抽出した事象は要素別(人的要素・建設施工・土木工事など)に整理した。抽出した事象に対して影響を与えると思われる因子(例えば透水係数や地下水位といった水理条件など)を抽出・整理した。

- 5) 2)~4)で抽出した「発生の可能性のある事象」、「要素」、「影響を与える因子」を事象シート としてまとめた。その際に、既存情報から影響を与える因子を数値化した情報は「定性・定 量的情報」として追記した。
- 6) 整理した事象を基に汚染水漏えい発生の可能性のあるシナリオを抽出・整理し、一覧表としてまとめた。
- 7) シナリオの伝搬について整理した。

それぞれの内容について、1)~6)は3.4~3.10節に、7)は3.11節に記す。



図 3-1 実施方法

### 3.4 既存情報の整理

本節で整理対象とした情報は、2章での収集資料に加えて、経済産業省や東電などの公式ホ ームページを中心に、汚染水対策に関連する検討資料および報告書とした。収集した公開情報 リストを発行日時順に表 3-1 に示す。平成 27 年 9 月末日時点で、論文や講演会要旨などの資 料について 4 件、新聞記事について 2 件、東電発行資料を含む会議資料について 44 件の計 50 件の情報を確認した。

- 公司1 収朱又臥ソハー	表 3-1	収集文献リス	$\mathbb{P}$
---------------	-------	--------	--------------

資料No	発行日時	資料名	会議名もしくは発行元
1	平成23年8月27日	福島第一原子力発電所4号機 非常用ガス処理系線量測定結果	東京電力株式会社報道配布資料
2	平成24年	東京電力㈱福島第一原子力発電所の廃止措置技術に係る原子力機構の取 組み	現国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構
3	平成24年3月	福島第一原子力発電所この1年~安定化への取組みを中心に~	東京電力株式会社 その他関連資料
4	平成24年11月6日	東日本大震災における原子力発電所の影響と現在の状況について	東京電力株式会社
_	<b>玉 - * * * * * * * * *</b>	東京電力㈱福島第一原子力発電所1~4号機の廃止措置等に向けた中長期	原子力災害対策本部
5	平成25年6月27日	ロードマップ	東京電力福島第一原子力発電所廃炉対策推進会議
6	平成25年7月1日	陸側遮水壁タスクフォース(第01回)	陸側遮水壁タスクフォース
7	平成25年8月8日	陸側遮水壁タスクフォース(第02回)	陸側遮水壁タスクフォース
8	平成25年8年20日	陸側遮水壁タスクフォース(第03回)	陸側遮水壁タスクフォース
9	平成25年8月23日	福島第一原子力発電所周辺の地質・地下水および解析	汚染水処理対策委員会(第5回)
10	平成25年9月27日	福島第一原子力発電所における汚染水対策について	衆議院経済産業委員会 閉会中審査資料
11	平成25年10月	実効降雨量によるダムアップ現象の検証	土木学会第56回年次学術講演会
12	平成25年11月15日	陸側遮水壁タスクフォース(第04回)	陸側遮水壁タスクフォース
13	平成25年11月15日	資料2 凍土遮水壁の目的・設計方針	陸側遮水壁タスクフォース(第4回)
14	平成25年12月3日	陸側遮水壁タスクフォース(第05回)	陸側遮水壁タスクフォース
15	平成25年12月20日	陸側遮水壁タスクフォース(第06回)	陸側遮水壁タスクフォース
16	平成26年1月1日	福島第一原子力発電所の状況報告	日本原子力学会シンポジウム発表資料
17	平成26年2月25日	陸側遮水壁タスクフォース(第07回)	陸側遮水壁タスクフォース
18	平成26年3月1日	<u>凍土の知識−人工凍土壁の技術−</u>	日本雪氷学会誌
19	平成26年3月12日	資料3 凍土式遮水壁の計画及び進捗状況について	陸側遮水壁タスクフォース(第4回)
20	平成26年3月18日	陸側遮水壁タスクフォース(第08回)	陸側遮水壁タスクフォース
21	平成26年4月1日	前代未聞 凍土遮水壁」の成算	日経コンストラクション
22	平成26年4月16日	陸側遮水壁タスクフォース(第09回)	陸側遮水壁タスクフォース
23	平成26年5月8日	資料2 福島第一原子力発電所の汚染水の状況と対策について	平成26年度第3回廃炉安全確保県民会議資料
24	<u> 平成26年5月19日</u>	資料3-1 凍土方式遮水壁の概要について	<u> 資源エネルキー庁 原子力発電所事故収束対応室</u>
25	<u> 半成26年6月13日</u>	陸側遮水壁タスクフォース(第10回)	陸側遮水壁タスクフォース
26	平成26年/月15日	陸側遮水壁ダムクノオーム(第11回)	陸側遮水壁ダムクノオーム
27	<u>平成26年8月18日</u>	陸側遮水壁ダムクノオーム(第12回) 海辺のすった身体、原ス大変電影動地内の独身の対概要について	陸側遮水壁ダムクノオーム
28	平成26年9月9日	資料3-1  福島弗一原十刀発電所敷地内の線重低減機要についく 時間海水時なスタストース(第10回)	<u>弗5回(平成20年度弗2回)力側有女王衛生対東部会</u> 時間流水時22,571,77
29	平成20年10月22日		隆側遮水壁ダムシンオース 時間流水時々スタフォース(第19月)
30	<u>平成20年10月22日</u> 亚式96年11月19日	<u>貝科3 前御建転に 美9 る快討</u> 法決止対策の准排出に及びリスクラップ	座側遮水壁ダムシンオース(第13回) 東京東カ株式会社 プレスリリース
20	<u> </u>	次朱小対東の進沙仏派及のリスクマック 姿約9.9 まま油水時に明まる宇族代泊	朱永电力休式云社 フレスリリース
22	<u> </u>	<u>貝科Z=Z 凍工巡小型に倒りる天心仏ル</u> 短島第一原子力発電所の汚染水の状況と対策について	
33	<u> </u>	面局第二原丁刀光电所の万米小の状況と対象について 資料2-2 短島第一原子力発電所の汚染水の状況と対象について	来求电力体式去位 報道負科 亚成26年度第7同處佔安全確促退民全議
35	<u> </u>	資料20 協商第一応175元电所の75条小の状況と対象について 活染水対策 進む庫十時丁事 福島第1の相握を歩く	日经新聞
00		H26年度 東京雷力福島第一原子力発電所を対象とした核種移行評価手法	
36	平成27年3月	の整備報告書	現国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構
37	平成27年3月3日	<u> 陸側遮水壁タスクフォース(第14回)</u>	陸側遮水壁タスクフォース
38	平成27年3月17日	汚染水対策の進捗状況及びリスクマップ	東京電力株式会社プレスリリース
39	平成27年4月23日	参考資料福島第一原子力発電所港湾内海底土被覆工事の実施状況	東京電力株式会社 報道配布資料
40	平成27年4月28日	陸側遮水壁の試験凍結について	東京電力株式会社 報道配布資料
41	平成27年4月30日	参考資料福島第一原子力発電所陸側遮水壁の試験凍結開始について	東京電力株式会社 報道配布資料
42	平成27年5月20日	陸側遮水壁タスクフォース(第15回)	陸側遮水壁タスクフォース
43	平成27年5月22日	建屋への地下水流入抑制策について	特定原子力施設 監視 評価検討会(第35回)
44	平成27年5月22日	資料2 東京電力福島第一原子力発電所廃炉・汚染水対策現地調整会議 課題に対する管理表	廃炉·汚染水対策現地調整会議
45	平成27年5月28日	添付資料2 福島第一原子力発電所 構内配置図	廃炉・汚染水対策チーム会合/事務局会議(第18回)
46	平成27年7月10日	陸側遮水壁タスクフォース(第16回)	陸側遮水壁タスクフォース
47	平成27年7月23日	福島第一原子力発電所における廃止措置の現状と課題	IRIDシンポジウム
48	平成27年7月30日	発電所敷地内のフェーシング等進捗状況について	第23回 廃炉 汚染水対策現地調整会議資料
49	平成27年7月30日	汚染水対策スケジュール 汚染水対策分野	廃炉・汚染水対策チーム会合/事務局会議(第20回)
50	平成27年9月2日	福島第一原子力発電所の状況	東京電力株式会社 プレスリリース

各対策工事は、費用対効果、工事の難易度、工期の長さ、既存技術であるかどうか、類似し た工事の実績の有無等を総合的に評価し、また、既に行った対策工事を考慮し、さらなる対策 効果を出すこと目的として実施されていると考えられる。そこで、ここではこれまでに実施さ れた対策工事を時系列に整理することが重要であると考え、収集した資料について、対策工事 の実施時期ごとに整理した「時系列整理表」を表 3・2 に示す。時系列整理表では、汚染水対策 の開始、過程、完了などにおける実施年月日を示し、各種対策を 50 音順に「日付」、「対策」、 「状況」の順で整理した(表 3-2)。

### 表 3-2 1Fにおける対策の時系列整理表 (1/2)

							0014			0015	
	XUD	<b></b> 束	日付	2013	「牛口	日付	2014	代海	日付	2015	一下で
汚染水を漏ら	緊急対策	海側地盤改良	019		1/1/1/16	H26.3月	水ガラスによる地盤改良	完了			1000
さない											
方梁水を漏ら	」	海側遮水壁 				H26.3月		約98%以上設直済み	H27.9.11	94残っている海側遮水壁の鋼管矢板の打設作業	作美冉闬
汚染源を取り 除く	重層的対 策	海水浄化				H26.11月時	沈殿・吸着・分離等による港湾内の海水浄化	平成25年度補正予算による「汚染水処理対策技術検証事業」  を実施由	H27.3.11時 占	沈殿・吸着・分離等による港湾内の海水浄化	平成25年度補正予算による「汚染水処理対策技術検証事業」 を実施中
	重層的対策	海水浄化				//// H26.11月時 点	簡易な設備(汚濁防止膜等)による港湾内の海水浄化	H26.11月、Sr 吸着繊維を設置した簡易装置を海側遮水壁 内側回髄面へ設置予定	/// H27.3.11時 点	簡易な設備(汚濁防止膜等)による港湾内の海水浄化	Sr吸着繊維を設置した簡易な装置を海側遮水壁開口部に設置 (H27,1,15)
汚染源を取り 除く	重層的対 策	海底土				H26.4月 H26.7.17~	港湾内の海底土の被覆工事	港湾内の海底土の被覆工事準備開始 第1工区(物揚場前)施工完了	H27.4.23	港湾内の海底土の被覆工事	H26.7.17より被覆工事開始し、第1工区(物揚場前)施工 完了
						H26.10.3 H26.12.14 ~		第2工区工事実施中	~H27.4.23		第2工区工事被覆完了
汚染水を漏ら さない	緊急対策	サプドレン				H26.3月	汚染エリアからの汚染水汲み上げ	1~2号機間、2~3号機間、3~4号機間の海側および側 面(スクリーンボンブ室沿い)は完了	H27.3.11月 時点	汚染エリアからの汚染水汲み上げ	1~2号機間、2~3号機間、3~4号機間の海側および側 面(スクリーンポンプ室沿い)は完了
汚染水に水を 近づけない	緊急対策	サプドレン				H26.8~11 月	建屋周辺の井戸(サブドレン)から地下水くみ上げ 《浄化して海へ排水》	設備稼働にむけた安定稼働試験として合計4,000m <sup>3</sup> のくみ 上げ・地下水の浄化試験実施中(H26.8~11月) 《海への排水は未実施》	H27.9.3 H27.9.14	建屋周辺の井戸(サブドレン)から地下水くみ上げ《浄化し て海へ排水》	サプドレン運用開始 浄化・分析後、海へ放水
汚染水を漏ら さない	重層的対 策	地盤改良	H25.7.8	1・2号機取水口間の護岸の地盤改良工事 (薬液注入)	作業開始	H26.1	OP+4.0mまでモルタル置換	完了	H27.2 H27.3	2-3号機間OP+4.0mまでモルタル置換 3-4号機間OP+4.0mまでモルタル置換	完了 完了
汗氿水た寝ら	圣防的动	大島海らい対策				H26.11月時	1号機取水日北側エリアの地盤改良   大景の汚染水漏ラい発生ときに海洋淬虫を防止するシン	サンフリング実施中 め、国施からの法中を進めかに関いする電磁会の設置会了	H27.3.11時	1号機取水口北側エリアの地盤改良   大号の汚染水漏ラい発生ときに海洋淬出た防止するシステム	サンフリンク実施中 の周期のこの流虫を使われて関止する電動会の設置を1269
さない	策	八里嶋んい以東				N20.8 A	ステムの構築	新設エリアについて順次設置中	□27.3.11時 点	の構築	から塩かつが加出を送けたに肉止りる電動がの設置を120.0 に設置完了 新設エリアについては順次設置中
汚染源を取り 除く	緊急対策	多核種除去装置	H25.3.30	多核種除去設備(ALPS)による汚染水 浄化	運転開始	H26.10.28	多核種除去設備(ALPS)による汚染水浄化	ALPSによる汚染水浄化を実施中 処理水量:約153,000m <sup>3</sup> 除去性能向上策として吸着塔贈答を実施中	H27.3.5	多核種除去設備(ALPS)による汚染水浄化	汚染水浄化を実施中 処理水量:約216,000m <sup>3</sup> (H27,3,5) 除去性能向上策として吸着塔増塔を実施予定
汚染源を取り 除く		多核種除去装置				H26.10.18 ~	より処理効率の高い多核種除去設備による汚染水浄化 の加速・廃棄物の減 容化	運転開始 汚染水浄化を実施中 (A系:H26.9.17~/B系:H26.9.27~/C系: H26.10.9~)	H27.3.11時 点	より処理効率の高い多核種除去設備による汚染水浄化の加 速・廃棄物の減容化	処理水量:約29,000m <sup>3</sup> (H27.3.5)
汚染源を取り	1	多核種除去装置						処理水量:約18,000m <sup>3</sup> (H26,10,28)	H27.5.27	貯蔵タンクの底に残る水を除いた、ストロンチウムを含む高 濃度を汚れて、クトロンチウムを含む高	RO濃縮塩水浄化処理完了
味く 汚染酒を取り	堅急対策	建屋海側トレンチ				H2611日時	建层海側地中トンネル(トレンチ)内の高濃度汚染水	   高濃度汚染水を除去し、 充塡・閉塞作業を実施由	日27311時	涙皮/5架が(RO涙縮塩水)の主ての浄化処理   建层海側地由トンネル(トレンチ)内の高濃度汚染水の除	H27年3日末時占で 約5割の高濃度汚染水のくみ上げ完了
除く	茶瓜刈床	建産体別ドレクテ				□20.11月時 点	建産産週期中ドライル(ドレジテ)内の商農支/5米小の除去・閉塞	<ul> <li>■展長の末水と呼ぶたび、10歳 10歳</li> <li>マ号機: 実務運転中、間詰め重点実施</li> <li>・ ~H26,111月: 追加対策検討および施工</li> <li>・ H26,112月: 水移送、トレンチ本体閉塞予定</li> <li>・ H270-2日: 水移送、たい</li> </ul>	□27.3.11時 点	注 (1997) 1900 局最後の未小の原 去・閉塞	
								<ul> <li>・ロビインペンタリー・かねざ、エリル対量アル</li> <li>3号機: 掘削作業中</li> <li>・H26.11月~: 凍結運転開始予定</li> <li>・H26.12~H27.1月: 水移送、トレンチ本体閉塞予定</li> </ul>			3 号優: 創孔作業元了 H27.2~:トンネル部閉塞中(約1,900m <sup>3</sup> の汚染水を除 去) 4 号機:T/B接続部調査中
								•H27.2~3月 · 水杨达、亚巩闭基予定			H27.2~:トンネル部閉塞中(約290m <sup>3</sup> の汚染水を除 去)
汚染源を取り 除く	緊急対策	建屋海側トレンチ	H25.11月~	建屋海側トレンチ内の高濃度汚染水の浄 化	净化開始	~H26.4月 (2号機) ~H26.7月	建屋海側トレンチ内の高濃度汚染水の浄化	~H26.4:2トレンチ浄化 ~H26.7:3号トレンチ浄化 現在トレンチは、凍結工事の為停止中	H27.3.11時 点	建屋海側トレンチ内の高濃度汚染水の浄化	トレンチ閉寒工事のため、停止中
汚染源を取り 除く	予防的対 策	建屋汚染水対策				H26.11月時 点	建屋内の高濃度汚染水の浄化	セシウム除去後の汚染水を、タービン建屋、プロセス建屋等 に戻すラインを設置することで、セシウム除去装置(約 1200m <sup>3</sup> /日の定格処理量のうち現在は約800m <sup>3</sup> /日のみの 利用)を最大限活用して滞留水の浄化を図る H26.10 月~、HTI 建屋周りの配管設置工事実施中	H27.3.11時 点	建屋内の高濃度汚染水の浄化	セシウム除去後の汚染水を、タービン建屋、ブロセス建屋等 に戻すラインを設置することで、セシウム除去装置(約 1200m <sup>3</sup> /日の定格処理量のうち現在は約800m <sup>3</sup> /日のみの 利用)を最大限活用して滞留水の浄化を図る H26.10月~、HTI 建屋周りの配管設置工事実施中
汚染水を漏ら	- 予防的対	建屋汚染水対策				H26.11月時	HTI建屋、プロセス建屋に滞留している汚染水の量の	SPTをバックアップタンクとして使用する循環ループ構成と	H27.3.11時	HTI 建屋、プロセス建屋に滞留している汚染水の量の低減	SPTをバッファタンクとして使用する循環ループ構成とす
2/2/1	床					ж	162.394	9 8 2 2 2 3 日末までに必要なラインの設置完了を目指す HTT 建屋周りの配管増設工事実施中(H26.10 月~)	ж		ることにより、HIII連座、プロセス連座をは水々にルーブが ら外す HTI建屋周りの配管増設工事完了 (H26,11)現状、タンク内の汚染水浄化を優先しており、余 剰能力を確保後にHT健屋、プロセフ建屋港座水の浄化を実
	- 予防的対策	建屋汚染水対策				H26.11月時 点	汚染水移送ループの縮小(建屋内循環)	予定場所(4号機タービン建屋2階)の干渉物撤去作業実施 中(H267月、実施計画変更由講、認可後実施)	H27.3.11時 点	汚染水移送ループの縮小(建屋内循環)	施する予定 予定場所(4号機タービン建屋2階)の干渉物撤去等の準備 作業、配管等の設置・関連作業を実施中
汚染水を漏ら	予防的対	建屋汚染水対策				H26.4 月時点	建屋の止水(建屋外壁貫通部、建屋間ギャップ、建屋	高温焼却建屋のトレンチ接続部止水完了	 H27.3.11時	建屋の止水(建屋外壁貫通部、建屋間ギャップ、建屋周辺)	1号機タービン建屋トレンチ接続部は、確認されているトレ
94M	束 					H26.10~12 月 H26.11月時 点		トレジナのジラットパ減売」 1号機タービン建屋トレンチ接続部は、確認されているトレ ンチ内や接続部周辺の状況等から止水工法再検討中 その他流入の可能性が高い他の建屋外貫通部については流入 調査を行い、止水工事を実施予定 建屋間ギャップ止水は、実現性を確認するためのモックアッ			ンナNや接続部局辺の状況等から止水上法用検討中 その他流入の可能性が高い他の連屋外員通部については流入 調査を行い、止水工事を実施予定 建屋間ギャッブ止水は、実現性を確認するためのモックアッ ブ等を検討中
汚染源を取り 除く	緊急対策	タンク・土壌汚染対 策・地下水くみ上げ				H26.11月時 点	漏えい発生タンク周辺の汚染土壌回収・汚染水くみ上 げ	ブ等を検討中 H6 エリア周りの土壌回収実施済み(H26.7月末、埋戻し作 業完了) H4 エリア周りの土壌回収のうち、タンク基礎の下部等につ	H27.3.11時 点	漏えい発生タンク周辺の汚染土壌回収・汚染水くみ上げ	H4 エリア周りの土壌回収のうち、タンク基礎の下部等につ いては、タンクリブレースときに実施予定(H26.11時)。
汚染水を漏ら	- 予防的対	  地下水位コントロール	,			H26.11月時	地下水位低下に備えた建屋内水位コントロール(原子	いては、タンクリフレースとさに実施予定 H26.11 月より、原子炉建屋地下へ排水ポンプ据え付け工事	H27.3.11時	  地下水位低下に備えた建屋内水位コントロール(原子炉建屋	  H27.1より、原子炉建屋地下へ排水ボンプ据え付け工事実施
さない	策					点	炉運屋等深部への排水ボンフ設置)	開始 陸側遮水壁による地下水流入低減効果が現れる時期に合わせ て、運用開始予定	点	等深部への排水ホンフ設置)	中 陸側遮水壁による地下水流入低減効果が現れる時期に合わせ て運用開始予定
汚染水に水を 近づけない		地下水バイパス				H26.4.6	くみ上げ	開始			
汚染水に水を 近づけない	緊急対策	地下水バイパス				H26.5.21	建屋山側の井戸から海へ排水(地下水バイパス)	地下水バイパス揚水井からくみ上げた地下水の放出を開始	H27.3.11時 点	建屋山側の井戸から海へ排水(地下水バイパス)	地下水バイパス揚水井からくみ上げた地下水の放出を開始。
汚染水を漏ら さない	· 予防的対策	津波対策				H26.2月	津波対策(建屋防水性向上、防潮堤などの追加対策検 討)	共用ブール建屋、高温焼却建屋、1・2号機タービン建屋の 防水性対策完了 全範囲の工事は、H27.3 月完了予定	H27.3.11時 点	津波対策(建屋防水性向上、防潮堤などの追加対策検討)	井用ブール建屋、高温焼却建屋、1・2号機タービン建屋の建 屋防水性対策は完了 今後は特定原子力施設監視・評価検討会(H26,10.3)で報 告した検討用津波を踏まえ、津波影響評価及び施設全体のリ スク低減対策を検討・実施していく

※1 灰色字:前年度から変化なし(継続含む) ※2 灰色網掛け:完了した対策

### 表 3-2 1F における対策の時系列整理表 (2/2)

	H.25		H.26		H.27			
対策	2013		2014	(		2015		
	日付	状況 日付	刘策		日付	刘策	状況	
汚染源を取り 重磨的対 土壌汚染対策 除く 策		H26.11月時 点	ダングからの漏えい水により汚染された地ト水の海洋 流出防止(土壌中のストロンチウム捕獲)	高台(海抜35m)にあるタンク近傍の土壌中のストロンチワ ム捕獲工事実施済み(〜H26.9 月) 「汚染水処理対策技術検証事業」を実施中	H27.3.11時 点	タンクからの満えい水により汚染された地下水の海洋流出防 止(土壌中のストロンチウム捕獲)	高台(海抜35m)にあるタンク近傍の土壌中のストロンチワ 山捕獲工事実施済み(~H26.9 月) 「汚染水処理対策技術検証事業」を実施中	
汚染水を漏ら   予防的対   配管 さない   策		H26.9 月	安全な配管ルートへの変更・対放射線性に優れた配管 への取り替え	H26.9 月、工事完了				
汚染水を漏ら 重層的対 廃棄物漏えい さない 策		H26.11月時 点	高性能容器(HIC)からの廃棄物の漏えい 防止対策および減容化・安定的保管	発生量が多く、含水率が高いALPSスラリーについて、安定 化処理(脱水等の減容)技術開発のため、複数の脱水の手法 について技術検証の為のコールド試験を実施・準備中 ・実施中:減圧乾燥試験 ・準備中:デカンタ式遠心分離試 験、フィルタブレス試験	H27.3.11時 点	高性能容器(HIC)からの廃棄物の漏えい 防止対策および減容化・安定的保管	発生量が多く、含水率が高いALPSスラリーについて、安定 化処理(脱水等の減容)技術開発のため、複数の脱水の手法 (減圧乾燥試験、デカンタ式還心分離試験、フィルタフレス 試験)について技術検証の為のコールド試験を実施し、適用 可能性を確認した 実機適用に向け、飛散性、メンテナンス性など、更なる検 討・評価を行う	
汚染水を漏ら 予防的対 廃棄物漏えい さない 策		H26.11月時 点	セシウム吸着塔からの廃棄物の漏えい防止および減容 化・安定的保管	SUS316L 製セシウム吸着塔の容器腐食リスク評価試験を実施中(〜H27.3)	H27.3.11時 点	セシウム吸着塔からの廃棄物の漏えい防止および減容化・安 定的保管	セシウム吸着塔は、漏えい防止のため耐食性に優れた SUS316L材を使用している 容部の腐食リスクを評価する試験(電気化学試験等)を実施 し、ゼオライト共存下における腐食リスクの低減効果を確認 した 安定的保管については、ポックスカルバート内に保管されて いるものは屋内相当の安定保管状況にあり、ポックスカル バート内に保管していないものについては、屋内保管相当の 対策を検討中	
汚染水を漏ら   重層的対   排水路 さない 策		H26.11月時 点	排水路の暗渠化	排水路C ラインおよびB ラインの暗渠化完了				
汚染水を漏ら 重層的対 排水路 さない 策		H26.7.14 H26.9.30	排水路の港湾内へのルート変更	試験排水実施 本設ラインへ切り替え実施	H27.3.11時 点	排水路の港湾内へのルート変更	C排水路について、H26.7.14より試験排水実施。 H26.9.30より本設ラインに切替実施 K排水路について、仮設ボンプによる港湾内に繋がるC排水 路への排水移送ライン設置(H27.4上旬移送開始予定)港湾内 へH27年度内に付替え予定	
汚染水を漏ら 緊急対策 パトロール さない		H26.11月時 点	パトロールによる水位確認	1 日4 回のパトロールを継続実施中	H27.3.11時 点	タンク及び配管に係るパトロールを強化	1 日4 回のパトロールを継続実施中	
汚染水に水を「緊急対策」フェーシング 近づけない		H26.1 月~	建屋海側汚染エリアの地表をアスファルト等により舗  装	H26.1 月より工事に着手  H26.5 月、建屋海側汚染エリア(遮水壁工事の運搬通路を除 <)の工事完了				
汚染水に水を 重層的対 フェーシング 近づけない 策	H25.11.28 フェーシング エ	事着工 H26.11月時 点	広域フェーシング(地下水流入抑制のための敷地舗 装)	敷地全体の約52%終了 今年度末に概成予定	H27.5月時点	広域フェーシング(地下水流入抑制のための敷地舗装)	エリア面積145万m <sup>2</sup> 、進捗率 約73%、施工中	
汚染水に水を 近づけない	H25.8月 凍土壁実証試験 実 始	証試験開 H26.3.14~	凍土壁実証試験	3月14日に凍結を開始したり規模凍土壁の実証試験では地中 温度と凍土運水壁内外の地下水位を基に約1ヶ月で凍結閉合 していることを確認 (凍結ブラント設置開始(H26.6.2~))				
汚染水に水を 近づけない		H26.6.2~ H26.10.1 H26.9~	陸側遮水壁(凍土壁全周)の設置	H266月より、理認配管貫通部を除く凍結管設置および凍結 プラント設置工事開始 今年度末に凍結開始予定 【一般部】完了本数/全本数 ・凍結管測孔累計: 494/1545本 ・測温管削孔累計: 494/1545本 (全体: 貫通部)完了本数/全本数 ・凍結管測孔累計: 110/1545本 (全体: 貫通部)完了本数/全本数 ・凍結管測孔累計: 0/165本 ・測温管削孔累計: 0/165本 ・測温管削孔累計: 0/165本 ・測温管削孔累計: 0/165本 ・1~4号機海側の約500mを除く凍土ライン上において凍 社等のを認定するための理验物言语施工由	H27.4.30 H27.6.30	試験凍結 陸側遮水壁(凍土壁全周)の設置	山側の凍結に時間を要する箇所などで試験的な凍結を開始 【全体】完了本数/全本数 ・凍結管削孔累計:1,385/1,551本(89%) ・測温管削孔累計:337/342本 ・凍結管違込累計:1,232/1,551本 【全体:貫通部】完了本数/全本数 ・凍結管削孔累計:59/158本(37%) ・測温管削】累計:59/158本 ・凍結管建込累計:59/158本	

※1 灰色字:前年度から変化なし(継続含む) ※2 灰色網掛け:完了した対策
既存情報から事象を抽出するにあたり、汚染水対策に影響を与える事象について着目し、合計 28 件の事象を抽出した。抽出した事象のリストを表 3-3 に示す。

No.	想定し得る事象
1	降雨により建屋内へ雨水が流入することにより、滞留水位の増加に伴う流出
2	雨水が地下に浸透することにより、凍土壁内の地下水位コントロールが間に合わず、建屋内外で地下水位が逆転
3	埋設物の配管から地上の熱を地下へ伝達
4	凍結管の腐食(長期に伴う)
5	難透水層下部の透水層まで施工した配管を伝って滞留水が流出
6	陸側遮水壁(凍土壁)と海側遮水壁がうまくつながらないことによる流出
7	冷却用の配管の破損により、塩化カルシウム溶液が漏れ出て、塩分濃度が高くなる
8	冷却に伴う埋設物破損により、埋設物内の汚染水の流出
9	冷却に伴う固化剤の気密性保持機能の低下もしくは固化剤の変質による流出
10	此水用のゴムパッカーの冷却変形により止水効果低下
11	長期間放射性汚染水にさらされることによる水位計やポンプの機能低下および機能停止
12	電気系統破損によるポンプの電源、凍土壁冷却機などの汚染水対策の停止
13	サブドレインの揚水ポンプの故障(復旧が間に合わない場合)
14	連土壁継続のための冷却システムの老朽化・故障に伴う解凍
15	温度計の故障により凍土壁が回答もしくは凍っていない可能性がある
16	降雨の熱により凍土壁遅延
17	地盤改良に伴う凍土壁の不均一性(凍土壁の厚さ・強さの違い)
18	地下氷の不均一性による透水性の違い
19	粘土層は凍りにくいといった地質の違いによる凍土壁の強度の違い
20	陸側遮水壁施工時の地下水の挙動の乱れによる建屋内水位上昇
21	軟岩の凍結膨張特性・凍結時の脱水圧密・凍結融解にともなう透水係数変化
22	凍土壁への影響が考えられる温度(地下水温度・地表面温度・注水水温・フェーシング断熱方法・地盤の熱伝導率)
23	<u> 凍土壁クラックの潜熱凍結作用(閉じる)</u>
24	<u>」連結膨張による解凍後の帯水層の透水性の増加、地盤への影響</u>
25	揚水に伴い海水が地下水に混じり塩水化
26	東土壁完成後の東土の過剰生成を抑制するための溶解・間引き作業により、想定外の溶解が発生し、東土化したために
	地下水の透水性が変化し、地下水圧差のために極度のダムアップが発生し、再凍土化が難しい
27	建屋周辺は埋め戻し土(最大12m)である
-	また、4号機が互層上に建設されており、地下水位が低い
28	地下水調整のための注水による地下水回復・透水性の違いによる注水による地下水回復時間の違い

表 3-3 抽出した事象

3.6 事象の条件となる要素、影響を与える因子の抽出

抽出した事象を基に、事象の条件となる要素について抽出を行った。その結果抽出された要素は、建設施工、災害・人的要素、老朽・故障、土木・地質工学の合計4つに分類した。以下 に要素別に抽出した事象について記述する。

3.6.1 建設施工

- 建屋には雨が流入しないようにフェーシング対策が立てられている[6]が、耐久性や施工時 不良により、雨が建屋内に流入する。
- 発電所敷地内にはフェーシング対策が実施されている[7]が、耐久性や施工時不良により、 雨水が地下へ浸透する。
- 埋設物の配管が地上から繋がっており、熱を地下へ伝導させるため、凍土壁機能が低下・ 喪失する。
- 長期継続の対策により、凍結管の腐食が発生した場合、凍土壁の継続形成が困難となる。
- 凍土壁機能が低下・喪失した場合、上部難透水層下の下部透水層まで凍結管が伸びている

ため、この配管を伝って汚染水が流出する。

- 陸側遮水壁と海側遮水壁を将来的に閉合する場合に、陸側遮水壁では凍土壁、海側遮水壁 では鋼盤[8]という異なる素材同士であるため、閉合が困難となる。
- 冷却用の配管が破損した場合、冷却液として使用している塩化カリウム溶液が漏えいし、
   地下水の塩分濃度を上昇させ、さらなる配管の腐食や汚染を引き起こす。
- 埋設物の冷却のために複数の配管を配置する対策がとられている[9]が、万が一埋設物が破損した場合、埋設物内の汚染水が流出する。
- ・埋設管冷却に伴う対策の一つの底部止水方法の改善策においてゴムパッカーが提案されている[11]が冷却に伴う検証による資料が得られなかった。ゴムパッカーの冷却変形による止水効果が低下した場合に汚染水が流出する。

# 3.6.2 災害·人的要素

- 地下水位コントロールに伴い、ポンプや水位計は定期的にメンテナンスを行う対策が予定 されている[12]が、メンテナンスを怠った場合、長期間放射性汚染水にさらされることに よる機能の低下および停止が想定される。
- 地下水位コントロールや凍土壁は、ポンプおよび水位計や凍土壁冷却機などの機器を利用 して実施される[12]。これら電気系統が破損した場合、汚染水対策が停止する。

# 3.6.3 老朽·故障

- メンテナンス[12]等予定されているが、老朽化することによりサブドレンの揚水ポンプ等の故障が発生する。
- 凍土壁継続のための冷却システムが老朽化することにより、故障が発生した場合は凍土壁が解凍する。
- 地中水の温度計の故障により凍土壁が解凍もしくは凍っていない状態になる。

# 3.6.4 土木·地質工学

- 雨が地下へ浸透した場合、雨の熱が凍土壁へ伝導し、凍土壁の形成が困難となる。
- 建屋周辺や汚染水対策によって地盤改良[2]を行っている。一方で、地盤改良に伴い、透水 性および強度の不均一性が発生し、弱部に影響が集中する。
- 地質の不均一に伴い、凍土壁に伴う地下氷(地表温度に影響される地表部分直下に分布する様々な形態の氷体が不均一に分布している氷[5]の不均一性により、透水性が異なる。
- 地質により凍結速度が異なり、粘土層は凍りにくい[5]。そのため、地層の違いにより、凍 土壁の厚さや強度が異なる。
- 陸側遮水壁施工時に地下水の挙動が乱れる可能性がある。これによる建屋内水位が変動する。
- 軟岩を凍結する際に、凍結膨張や凍結時の脱水圧密等が想定される。凍土壁形成により、
   透水性の変化が想定されている[5]が、凍土壁解凍に伴い透水係数が変化する。

- 凍土壁へ影響を与える温度が想定される。
- 凍土壁にクラックが生じた際に潜熱凍結作用により、一旦生じたクラックも閉じる[13]が、 そのクラックから地下水が流入する可能性がある。
- 凍土壁の凍結膨張による解凍後の透水層の透水性の増加[5]や地盤への影響が想定される。
- 揚水対策の実施により、揚水井戸から地下水を揚水するが、長期対策に伴い、透水層に詰まりが生じる[14]。回復試験により、対策が予定されているが、長期化することにより回復試験でも水位回復が遅くなり、井戸詰まりが生じる。
- 凍土壁完成後の凍土の過剰生成を抑制するための溶解・間引き作業が考案されている[15]。
   一方で、凍土壁の溶解が発生し、凍土化したために地下水の透水性が変化し、地下水圧差のために極度のダムアップが発生し、再凍土化が厳しくなる可能性がある。
- 建屋周辺は埋め戻し土(最大 12m) [16, 17]である。また、4 号機が互層上に建設[18]されており、地下水位が低いため、汚染水が流出した場合は流れやすい。
- 地下水位調整のための注水による地下水回復は、地層の透水性の違いによって、地下水位 回復時間が違う。

上記で抽出した事象を基に水理条件等に影響を与えると想定される因子について抽出を行った。その結果、雨量や雨量浸透などの「雨の影響による因子」、地下水位や透水係数などの「水 理学的な因子」、地下水の回復時間や凍土壁解凍時間などの「時間因子」、地層の熱物性や配管、 ブライン温度などの「温度因子」、難透水層の深度や凍土壁の厚さなどの「距離因子」が抽出さ れると考えられる。

## 3.7 事象の整理

抽出した事象はシナリオを整理する際の基礎となる。そのため、シナリオの整理にあたって は抽出した事象について、想定し得る事象の一覧表として整理を行った。事象の整理にあたっ ては、表 3・4 に示すように、「要素」、「想定し得る事象」、「影響を与える因子」、「定性・定量的 情報」の項目ごとに整理した。具体的な整理内容として、「要素」は事象の条件、例えば、建設 施工、土木・地質工学、人的要素などである。「想定し得る事象」は継続する対策において影響 を与える事象の具体的内容である。「影響を与える因子」は、事象が起きた際に影響を与えると 思われる水理条件等、例えば、透水係数(変化見込み)、地下水位などである。「定性・定量的 情報」は、既存情報から影響を与える因子を数値化した情報である。整理した結果を「事象シ ート」と定義し、整理結果を表 3・5 に示す。

<b>2</b> *	想定し得る事業	影響を与える因子	定性·定量的情報
事象の条件 となる要素	事象の内容	事象が起きた際に影響 を与えると思われる水 理条件等の抽出	既存情報から収集
要素 想定し得る事 影響を与える 定性・定量的	:建設施工 (象 :継続する) (因子:例えば、逆 情報:例えば、地	、土木・地質工学・人的要 対策において影響を与える 数水係数(の変化見込み)、 地下水の変動幅、漏えい量	因など 5事象の内容を整理 、地下水位 1

#### 表 3-4 事象シートの整理方法

_					
No.		要素	想定し得る事象	影響を与える因子	定性・定量的情報
1	建築施工	耐久性·施工時	降雨により建屋内へ雨水が流入することにより、滞留水位の増加に 伴う流出	雨量 降水浸透量	雨量: 4mm/日一定(年平均降水量: 1545mm/年) 降雨浸透: 850mm/年(降雨浸透率: 55%) 降雨浸透: 2.3mm/日(基本ケース)
2	建築施工	耐久性·施工時	雨水が地下に浸透することにより、凍土壁内の地下水位コントロール が間に合わず、建屋内外で地下水位が逆転	雨量 フェーシング	フェーシング:エリア面積145万m <sup>2</sup> 進捗率 約80%(H27.7.24時点)
3	建築施工	工事時	埋設物の配管から地上の熱を地下へ伝達	配管の温度	なし
4	建築施工	耐久性・施工時	凍結管の腐食(長期に伴う)	凄土管の什様	
5	建築施工	工事時	難透水層下部の透水層まで施工した配管を伝って滞留水が流出	難透水層の深度	富岡層Ⅱ層 最上部OP+11m~最下部OP-10m
6	建築施工	工事時	陸側遮水壁(凍土壁)と海側遮水壁がうまくつながらないことによる流 出	海側遮水盤の温度 海水温度	なし
7	建築施工	事故 物理化学的要素	冷却用の配管の破損により、塩化カルシウム溶液が漏れ出て、塩分 濃度が高くなる	地下水の塩化に伴う分配係 数の設定のずれ	淡水系の分配係数として絞った値
8	建築施工	耐久性・施工時	冷却に伴う埋設物破損により、埋設物内の汚染水の流出	埋設物量	なし
9	建築施工	工事時	冷却に伴う固化剤の気密性保持機能の低下もしくは固化剤の変質に よる流出	固化剤の耐冷温度	セメントミルク
10	建築施工	耐久性・施工時	止水用のゴムパッカーの冷却変形により止水効果低下	ゴムパッカーの仕様・耐冷温 度	なし
11	その他	災害	長期間放射性汚染水にさらされることによる水位計やポンプの機能 低下および機能停止	機器の耐放射能期間	なし
12	その他	人的要素	電気系統破損によるポンプの電源、凍土壁冷却機などの汚染水対策 の停止	地下水回復時間 凍土壁解凍時間	最大送水量:約360m <sup>3</sup> /日 注水効果:注水総量40m <sup>3</sup> /日、1孔当りの注水量 0.9L/分/孔(31孔) (30ケ月後に水位差:50cm+15cmで水位一定、サブド レン稼働)
13	老朽・ 故障	老朽・人的要素	サブドレインの揚水ポンプの故障(復旧が間に合わない場合)	地下水位上昇• 回復時間 建屋内水位回復時間	降雨が無い場合:10mm/日の速度で建屋海側の水 位低下 水位上昇に関する解析結果なし 注水効果:注水総量40m <sup>3</sup> /日、1孔当りの注水量 0.9L/分?代(31孔) (30ケ月後に水位差:50cm+15cmで水位一定、サブド レン稼働)
14	老朽・ 故障	老朽·人的要素	凍土壁継続のための冷却システムの老朽化・故障に伴う解凍	ブラインの温度	ブラインの温度:-30℃ ブライン送り戻り温度差:0~2℃
15	老朽・ 故障	老朽·人的要素	温度計の故障により凍土壁が解凍もしくは凍らない可能性	凍土壁解凍時間	なし
16	土木工学	物理化学的要素	降雨の熱により凍土壁遅延	降雨の浸透状況 地温勾配	雨量:4mm/日一定(年平均降水量:1545mm/年) 降雨浸透:850mm/年(降雨浸透率:55%) 降雨浸透:2.3mm/日(基本ケース)
17	土木工学	対策時	地盤改良に伴う凍土壁の不均一性(凍土壁の厚さ・強さの違い)	地盤改良土の透水係数	なし
18	土木工学	地下環境·地質的要素	地下氷の不均一性による透水性の違い	凍土壁の透水係数	なし
19	土木工学	地下環境·地質的要素	粘土層は凍りにくいといった地質の違いによる凍土壁の強度の違い	周辺ボーリング孔の含水率	別資料
20	土木工学	地下環境・地質的要素	陸側遮水壁施工時の地下水の挙動の乱れによる建屋内水位上昇	地下水位	水理境界条件 山側: O.P.+28m 海側: O.P.+1.2m 南・北・底面: 不透水
21	土木工学	物理化学的要素	軟岩の凍結膨張特性・凍結時の脱水圧密・凍結融解にともなう透水 係数変化	熱物性	別資料
22	土木工学	物理化学的要素	凍土壁への影響が考えられる温度(地下水温度・地表面温度・注水 水温・フェーシング断熱方法・地盤の熱伝導率	熱物性	温度条件 雰囲気温度:15.0℃ 地中温度:15.0℃ プライン温度:-30.0℃
23	土木工学	物理化学的要素	凍土壁クラックの潜熱凍結作用(閉じる)	クラックの距離とクラックが閉 鎖される時間	なし
24	土木工学	物理化学的要素	凍結膨張による解凍後の帯水層の透水性の増加、地盤への影響	透水係数	透水係数 段丘堆積層:3.0×10 <sup>-3</sup> cm/s 泥岩:1.1×10 <sup>-6</sup> cm/s 豆層:(水平)1.0×10 <sup>-3</sup> cm/s(垂直)1.1×10 <sup>-6</sup> cm/s 比貯留係数 段丘堆積層:2.9×10 <sup>-6</sup> cm <sup>-1</sup> 泥岩:4.5×10 <sup>-7</sup> cm <sup>-1</sup> 互層:5.8×10 <sup>-7</sup> cm <sup>-1</sup>
25	土木工学	物理化学的要素	揚水に伴い揚水井戸に詰りが生じる	透水係数の低下	なし
26	土木工学	地下環境·地質的要素	凍土壁完成後の凍土の過剰生成を抑制するための溶解・間引き作 業により、想定外の溶解が発生し、凍土化したために地下水の透水 性が変化し、地下水圧差のために極度のダムアップが発生し、再凍 土化が難しい	凍土壁の厚さ	2mを想定
27	土木工学	地下環境·地質的要素	建屋周辺は埋め戻し土(最大12m)である また、4号機が互層上に建設されており、地下水位が低い	建屋周辺の地下水位	対策前 1号機周辺(山側):8m 3~4号機周辺(山側):9m 4号機周辺(海側):3.6m~
28	土木工学	地下環境·地質的要素	地下水調整のための注水による地下水回復・透水性の違いによる注 水による地下水回復時間の違い	地下水位 地下水回復時間	建屋水位:OP+3.0m(原子炉建屋OP+4m) 地下水位陸側:OP,~+8.5m,海側:OP,+2.0~m 揚水開始から28ヶ月後に注水開始(注水量:40m <sup>3</sup> / 日)時の地下水位 建屋外揚水開始から30ヶ月後:0.5~1.0m 建屋外揚水開始から60ヵ月後:0.6~1.1m (建屋内外の水位差50cm+15cmの尤度あり)

表 3-5 事象シート

# 3.8 シナリオの抽出

# 3.8.1 シナリオの抽出手順

ここでは、上記で整理した「事象シート」を基にシナリオを抽出した。シナリオを抽出する にあたり、「汚染水(滞留水)が外部へ流出するシナリオ」についてこれまでに整理した発生の 可能性のある事象を細分化することを念頭に置いた。細分化においては、漏えいの発端となる 事象を「原因」、原因に対して生じる事象を「派生事象」、派生事象に対して汚染水が漏えいす る事象を「漏えい事象」とした。

シナリオの整理においては、表 3-6 の内容に基づいて一覧表として整理した。一覧表を作成 するにあたり、「原因」、「要素」、「派生事象」、「漏えい事象」、「影響を与える因子」、「定性・定 量的情報」、「参考資料」の項目ごとに整理した。各項目の具体的な内容としてまず、「原因」は、 漏えいの発端となる事象である。「要素」は前節で記述したように、例えば建設施工、土木・地 質工学、人的要素などである。「派生事象」は原因から生じる事象である。「漏えい事象」は、 派生事象を通して、漏えいに至る事象である。「影響を与える因子」は、事象が起きた際に影響 を与えると思われる水理条件等(例えば、透水係数、地下水位など)である。「定性・定量的情 報」は、既存情報から影響を与える因子を数値化した情報である。「参考資料」は、定性・定量 的情報に関する参考資料の名称を記載している。整理した一覧表は「シナリオシート」と呼び、 表 3-7 に示す。

シナリオシートを作成した結果、漏えいの発端となる「原因」として、「雨」、「地質」、「熱」、 「長期継続対策」、「施工・事故など」の5つが抽出された。以下に原因別に整理したシナリオ ついて記述する。

原因	要素	派生事象	漏えい事象	影響を 与える因子	定性•定量 的情報	参考資料					
漏え いの 発端	事象 の条件と なる要素	事象の内 容	派生事象に対 する漏えい事 象の内容 参の内容		どの程度の 影響範囲な のか、可能な 限り抽出	既存情報					
の抽出     限り抽出       原因     :雨、熱、地質、長期、継続・施工、事故、素材など、漏えいすると思われる 原因別に整理       要素     :事象の条件となる要素別に整理       派生事象     :原因に対して生じる事象の内容を整理       漏えい事象     :派生事象に対して、汚染水が漏えいする事象を整理       影響を与える因子:     例えば、透水係数(の変化見込み)、地下水位											

表 3-6 ンナリオンートの整理力	万法	Æ
-------------------	----	---

原因 要素 派生事象 漏えい事象 影響を与える因子 参考資料 定性·定量的情報 雨量:4mm/日一定(年平均降水量:1545mm/年) 降雨浸透:850mm/年(降雨浸透率:55%) 降雨浸透:2.3mm/日(基本ケース) 建屋内滞留水増加に伴い滞留水位上昇し、地下水位コントロールが間に合わず、建屋内外の水位が 雨量 逆転して漏えい 降雨により建屋内へ雨水が流入する 建築施工 耐久性・施工時 査側遮水壁タスクフォース(第14回) 雨 雨水が地下に浸透することにより、地下水流が増加し、凍土壁機能の低下・喪失が生じ、地下水位コン トロールが間に合わず、建屋内外で地下水位が逆転することにより汚染水が漏えい フェーシング 発電所敷地内のフェーシング等進捗状況に ついて(2015年7月30日) フェーシング:エリア面積145万m<sup>2</sup> 進捗率 約80%(H27.7.24時点) 雨 建築施工 耐久性・施工時 フェーシングの舗装が割れて雨水が浸透する \*1)詳細は次頁参照。 降雨の浸透により、降雨の熱が凍土壁により浸透し、凍土化の遅延もしくは凍土壁の低下・喪失のた 降雨の浸透により、降雨の浸透状況 めに地下水位コントロールが間に合わず、建屋内外で地下水位が逆転することにより汚染水が漏えい 地中温度経時変化 陸側遮水壁タスクフォース (第14回) 陸側遮水壁タスクフォース (第11回) 土木工学 物理化学的要素 フェーシングの舗装が割れて雨水が浸透する 雨 地盤改良に伴う凍土壁の不均一性(凍土壁の厚さ・強さが地層に よって異なる) ホリー性(凍土壁の厚さ・強さが地層に 下・喪失が生し、凍土壁内の地下水位コントロールが間に合わず、建屋内外で地下水位が逆転するこ とにより汚染水が漏えい 土木工学 対策時 ΞL 地質 凍土化することにより、透水性が高くなり、間引き対策のために凍土壁が弱い部分の機能の低下・喪 失が生じ、地下水が流入することにより地下水位コントロールが間に合わず、建屋内外で地下水位が 速転することにより汚染水が漏えい 地下環境·地質的要素 地質 トホエ学 地下氷の不均一性による透水性の違い 粘土層は凍りにくいといった地質の違いによる凍土壁の強度の強 い
\_\_\_\_\_\_
\_\_\_
\_\_\_
\_\_\_
物層別に凍土壁の厚さが異なり、凍土壁が弱い部分の機能の低下・喪失が生じ、地下水が流入するこ とにより地下水位コントロールが間に合わず、建屋内外で地下水位が逆転することにより汚染水が漏 えい
\_\_\_\_\_ を側遮水壁タスクフォース(第11回) 地質 土木工学 地下環境·地質的要素 国内試験結果 含水比 水理境界条件 山側 : O.P.+28m 海側 : O.P.+1.2m 南・北・底面 : 不透水 凍土壁が形成されるにつれて地下水の挙動の乱れが生じる (先行冷却場の違いによるもの、方角により地下水位が変わって (る) 地質 土木工学 地下環境·地質的要素 地下水位 陸側遮水壁タスクフォース(第14回) \*2)詳細は次頁参照。 地下水の流れに沿って凍土壁が形成されるため、凍土壁は内側の方に凍土壁が形成され、凍土壁内 軟岩の凍結膨張特性・凍結時の脱水圧密・凍結融解にともなう透で膨張し、凍土壁内の地圧が大きななり、凍土壁外の地圧が小さくなる、その際に凍土壁の形成が弱 水係数変化 いところから凍土壁機能の低下・長失が生し、地下水位コントロール機能が喪失した場合に、建屋内外 で地下水位が逆転することにより汚染水が漏えい 陸側遮水壁タスクフォース(第11回) 陸側遮水壁タスクフォース(第12回) 土木工学 物理化学的要素 温度条件 雰囲気温度:15.0℃ 地中温度:15.0℃ ブライン温度:-30.0℃ 凍土壁が溶ける時間 凍土壁への影響が考えられる温度(地下水温度・地表面温度・注 水水温・フェーシング断熱方法・地盤の熱伝導率 は、建屋内外で地下水位が逆転することにより汚染水が漏えい 温度条件 物理化学的要素 を側遮水壁タスクフォース(第12回) 熱 土木工学 凍土壁が割れることにより水圧差が急に大きくなり局所的なダムアップ現象が発生し、凍土壁が閉じに くくなり、建屋内の地下水位が上昇し、地下水位コントロールが間に合わず、建屋内外で地下水位が逆 すっクの距離と 転することにより汚染水が漏えい 凍土壁クラックの潜熱凍結作用(閉じる) 土木工学 物理化学的要素 その熱を伝ってその周辺の土壌が凍らず、凍土壁機能の低下・喪失が生じ、地下水位コントロール機 能が喪失した場合に、建屋内外で地下水が逆転することにより汚染水が漏えい 建築施工 工事時 埋設物の配管から地上の熱を地下へ伝える なし 熱 透水係数 段丘堆積層:3.0×10<sup>-3</sup>cm/s には、11×10<sup>−6</sup>cm/s 記岩:1.1×10<sup>−6</sup>cm/s 互層:(水平)1.0×10<sup>−3</sup>cm/s(垂直)1.1×10<sup>−6</sup>cm/s 比貯留係数 凍結膨張による解凍後の帯水層の透水性の増加、地盤への影 透水性が高くなることによって、凍土壁機能が低下・喪失した場合、地下水位コントロールが間に合わ ず、建屋内外で地下水位が逆転することにより汚染水が漏えい 凍結による地下の膨張量 土木工学 物理化学的要素 地下環境・地質的要素 熱 陸側遮水壁タスクフォース(第12回) 比射面除数 段丘堆積層: 2.9×10<sup>-6</sup>cm<sup>-1</sup> 泥岩: 4.5×10<sup>-7</sup>cm<sup>-1</sup> 互層: 5.8×10<sup>-7</sup>cm<sup>-1</sup> 東土壁の弱いところから地下水が建屋敷地内に流入し、地下水の流れが変化して地下水位コントロー ルできない場合に、地下水位コントロールが間に合わず、建屋内外で地下水位が逆転することにより 汚染水が漏えい 建築施工 耐久性·施工時 凍結管の腐食(長期)に伴う冷却機能低下、機能停止 凍結管の仕様 長期 地下水の塩分濃度 地下水の塩化に伴う分配係数の 設定のずれ H26年度 東京電力福島第一原子力発電所 を対象とした核種移行評価手法の整備 報告 間隙水の塩分濃度が高くて凍土化が遅延もしくは凍土壁機能の低下・喪失が生じ、地下水位コント ロール機能が喪失した場合に、建屋内外で地下水位が逆転することにより汚染水が漏えい 長期 土木工学 物理化学的要素 長期揚水に伴い、揚水井戸の詰まりが生じる 淡水系の分配係数として絞った値 施工 凍土壁完成後の凍土の過剰生成を抑制するための溶解・間引き 作業の線り返しにより、凍土壁が弱いところが溶けて地下水が建 屋内に流入する ー度凍土化したために地下水の透水性が変化し、一度解凍された場合、再凍土化が難しくなり、凍土 壁機能の低下・喪失が生じ、地下水位コントロール機能が喪失した場合に、建屋内外で地下水位が逆 転することにより汚染水が漏えい 長期 :木工学 地下環境·地質的要素 nを想定 資料3 制御運転に関する検討 長期間放射性汚染水にさらされることによる劣化、機能低下、機水位計、ボンプの故障による地下水位変化に気づかず、地下水位が建屋内外で逆転し、汚染水が漏 能停止
えい 長期 その他 自然災害 機器の耐放射線期間 なし 凍土壁が地中の温度を測定することにより判断するために地中の 地下水の溶存成分が高い場合に0℃でも凍っていない可能性が ある。 凍土壁が形成されず、建屋内に地下水が流入し、地下水位コントロールが間に合わず、建屋内外で地 地下水の塩分濃度における氷結 下水位が逆転することにより汚染水が漏えい 点温度 長期 土木工学 地下環境·地質的要素 なし 施工 凍土用の配管や凍土壁が凍っていない場合、汚染された地下水が地下水と配管を伝って地下に至り、 茸透水層の深度 富岡層Ⅱ層 最上部OP+11m~最下部OP-10m 特定原子力施設 監視・評価検討会(第35 施工 建築施工 工事時 下部の難透水層の帯水層まで凍土壁用の配管が伸びた 対策前 建屋周辺は埋め戻し土(最大12m)による 4号建屋は五層上に建設されているため、地下水の挙動が少し他 の建屋と実なること H26年度東京電力福島第一原子力発電所 を対象とした核種移行評価手法の整備報告 号機周辺(山側):8m 施工 土木工学 地下環境·地質的要素 建屋周辺の地下水位 ~4号機周辺(山側):9m 号機周辺(海側):3.6m~ 海側遮水壁の銅盤が海水の熱で常に温度変化しないため、凍土壁とうまく閉合しない、特に4号建屋 周辺に地下水が流れているため、南東側から地下水が流れやすくなる、その際に建屋内の汚染水が 外へ漏れ出た場合にそこから漏えいしやすい 海側遮水壁の鋼盤の温度 海水温度 施工 建築施工 工事時 陸側遮水壁(凍土壁)と海側遮水壁がうまくつながらない なし H26年度 東京電力福島第一原子力発電所 を対象とした核種移行評価手法の整備 報告 冷却用の配管の破損により、塩化カルシウム溶液が漏れ出て、 塩分濃度が高くなる 地下水の溶存成分が異なることによる核種移行の挙動変化が発生する、地下水の溶存成分が高くな 地下水の塩化に伴う分配係数の ることにより、凍土化が遅延もしくは固まらなくなる 設定のずれ 建築施工 事故 物理化学的要素 淡水系の分配係数として絞った値 事故 雨が無い場合:10mm/日の速度で建屋海側の水 位低下 本位上月に関する解析結果なし 注水効果:注水総量40m<sup>3</sup>/日、1孔当りの注水量 0.9L/分/孔(31孔) (30ヶ月後にな位差:50cm+15cmで水位一定、サブ ドレン稼働) 事故 老朽・ 故障 凍土壁内の地下水位コントロールが間に合わず、建屋内外で地下水位が逆転することにより汚染水が 「撮えい
注水による水位変化 老朽·人的要素 サブドレインの揚水ポンプの故障(復旧が間に合わない) 陸側遮水壁タスクフォース(第14回)

表 3-7 シナリオシート

事故 老朽・ 故障	老朽·人的要素	凍土壁継続のための冷却システムの老朽化・故障に伴う解凍	冷却装置が作動せず、冷たくない冷却材が配管を通り、その熱で凍土壁が解凍する、また、冷却温度 が伝わらなくなったために凍土壁が溶ける、凍土壁が薄い個所から地下水が外から建屋内に流入し、 地下水位コントロールが間に合わず、建屋内外で地下水位が逆転することにより汚染水が漏えい	プラインの温度	ブラインの温度:-30℃ ブライン送り戻り温度差:0~2℃	陸側遮水壁タスクフォース(第16回)
事故 建築施工	耐久性·施工時	冷却に伴い、埋設物が破損する	埋設物内の汚染水が凍土化する前に漏えいし、建屋内地下水全体が汚染されたため、凍土壁の機能 の低下・損失の際に内部の汚染地下水が外部に漏えい	埋設物内の汚染水量	なし	
落雷 事故 その他	自然災害 人的要素	揚水ボンブ、水位計、凍土壁冷却機の電源系統が同じで、落雷な どによる自然災害により電気系統破損による汚染水対策の停止	電気系統の故障により、汚染水対策機能が失われ、地下水位コントロールが間に合わず、建屋内外で 地下水位が逆転することにより汚染水が漏えい	注水による水位変化 凍土壁解凍時間	最大送水量:約360m <sup>3</sup> /日 注水効果:注水総量40m <sup>3</sup> /日、1孔当りの注水量 0.9L/分/孔(31孔) (30ケ月後に水位差:50cm+15cmで水位一定、サブ ドレン稼働)	陸側遮水壁タスクフォース (第14回)
素材 建築施工	工事時	埋設物近傍の冷却に伴い、埋設物内の汚染水漏洩防止に使用 する固化剤の冷却に伴う気密性保持機能の低下もしくは固化剤 の変質	凍土化する前に固化剤が機能せず、埋設物内の汚染水攝水時に漏れ出て地下水が汚染、地下水が 外部に漏れ出る可能性がある場合、漏えい	埋設物の素材の耐冷却温度 固化剤の耐冷温度	セメントミルク	陸側遮水壁タスクフォース(第10回)
素材 建築施工	耐久性·施工時	止水用のゴムパッカーが冷却されると素材が変形して止水効果 が薄れる。凍土壁構築前にゴムパッカーの性能が効かなくなる場 合	ゴムパッカーが機能せず、汚染水が地下水に漏れ出て、外部に漏れ出る際に漏えい	ゴムパッカーの仕様、耐冷却温度	なし	
解析 土木工学	地下環境·地質的要素	現場実験結果および解析の地下水調整のための注水による地下 水回復・透水性の違いによる注水による地下水回復時間の違い	現場試験結果と解析の齟齬により、想定していた解析結果と大幅に異なる現象が発生し、漏えい	地下水位 地下水回復時間	建屋水位:0.P.+3.0m(原子炉建屋0P+4m) 地下水位陸側:0.P.~48.5m,海側:0.P.+2.0~m 揚水開始から28ヶ月後に注水開始(注水量:40m <sup>3</sup> / 日)時の地下水位 建屋外揚水開始から30ヶ月後:0.5~1.0m 建屋外揚水開始から30ヶ月後:0.6~1.1m (建屋内外の水位差50cm+15cmの尤度あり)	陸側遮水壁タスクフォース(第14回)

■追記1■(前頁)表 3-7 シナリオシート内(※1) 部分について 雨量:4mm/日一定(年平均降水量:1545mm/年) 降雨浸透:850mm/年(降雨浸透率:55%) 降雨浸透:2.3mm/日(基本ケース)



■追記2■(前頁)表 3-7シナリオシート内(※2)部分について 熱物性

			温度	熱伝導率	熱容量
地層区分	試験体名	凍結状態	(°C)	[kcal/(m•h•°C)]	[kcal/(m <sup>3</sup> °C)]
市牧孙坦	SP2_15_5	凍結前	32.7	1.5	720
中枢现石	362-13-3	凍結後	-27.0	2.1	480
	MB2-33-1	计学	33.8	1.0	810
<b>笋1</b> 泥啠邨	MB2-35-4	凍箱則	31.7	1.0	800
为一心其中	MB2-33-2	古红谷	-26.9	1.6	550
	MB2-35-5	保和按	-27.2	1.5	560
万届部砂岩	SB2-4-1	凍結前	32.7	1.1	640
五周即四石	SB2-4-1	凍結後	-24.7	1.6	410

	熱伝導率()	kcal∕mh°C)	熱容量(kca	al∕m3°C)
	(凍結前)	(凍結後)	(凍結前)	(凍結後)
段丘堆積層	1.1	1.6	720	480
中粒砂岩	1.1	1.6	720	480
第1泥質部	0.75	1.2	800	550
互層	0.79	1.2	720	480
第2泥質部	0.75	1.2	800	550
細粒砂岩	1.5	2.1	720	480
第3泥質部	1	1.6	800	550
粗粒砂岩	1.5	2.1	720	480
第4泥質部	1	1.6	800	550

供試体名称	供試体名称						
試験番号		1	1	1	4	4	5
載荷応力 σ	kN∕m2	70.0	130.0	190.0	130.0	130.0	130.0
設定凍結速度	mm/h	1.00	1.00	1.00	0.50	2.00	5.00
吸排水率	%	12.48	16.53	1.31	13.83	1.98	3.91
凍結速度 U	mm/h	0.77	0.80	1.24	0.50	2.08	3.56
凍結膨張率 <i>ξ</i>	%	17.84	22.19	5.03	19.20	6.16	8.57
解凍沈下率 $\xi_{t}$	%	-0.7	-2.6	-1.1	-1.8	-1.1	-3.2
細粒分含有率 Fc	%	87.2	77.6	71.8	78.4	74.1	83.2
供試体名称	7		泥質音	阝_水平			
試験番号		2	2	2	5		
載荷応力 σ	kN∕m2	70.0	130.0	190.0	130.0		
設定凍結速度	mm/h	1.00	1.00	1.00	5.00		
吸排水率 $\xi_w$	%	12.48	6.50	3.42	1.30		
凍結速度 U	mm/h	0.83	0.94	1.07	3.56		
凍結膨張率 <i>ξ</i>	%	18.25	11.31	8.04	4.46		
解凍沈下率 $\xi_{t}$	%	-3.6	-1.7	-1.5	-1.2		
細粒分含有率 Fc	%	90.5	91.5	91.2	86.3		
供試体名称	7	再構	<u> </u>	砂岩			
試験番号	-	3	3	3			
載荷応力 σ	kN∕m2	50.0	110.0	170.0			
設定凍結速度	mm/h	1.00	1.00	1.00			
吸排水率	%	-3.45	-3.24	-3.61			
凍結速度 U	mm/h	1.97	1.80	2.13			
<u>凍結膨張率 を</u>	%	-0.03	-0.08	-0.08			
解凍沈下率 <i>ξ</i> t	%	0.1	0.2	0.2			
細粒分含有率 Fc	%	5.3	4.2	4.2			

3.8.2 雨

- 建屋には雨が流入しないようにフェーシング対策が立てられている[6]が、耐久性や施工時不良により、一時的に建屋内へ雨が流入し、建屋内の滞留水の水位の上昇が想定される。建屋内の滞留水の水位が上昇すると、建屋内の水位コントロールのためのポンプ機能が過剰動作により劣化し、その結果、地下水位コントロール機能が喪失し、建屋内外の地下水位が逆転することで、汚染水の漏えいに至る。
- 発電所敷地内にはフェーシング対策がとられている[7]が、耐久性や施工時不良により、 一時的に地下へ雨の浸透が想定される。雨水の浸透により地下水流が増加し、凍土壁機 能が低下および喪失し、建屋内の水位コントロールのためのポンプ機能が過剰動作によ り劣化し、その結果、地下水位コントロール機能が喪失し、建屋内外の地下水位が逆転 することで、汚染水の漏えいに至る。
- 発電所敷地内にはフェーシング対策がとられている[7]が、耐久性や施工時不良により、 一時的に雨が地下へ浸透することが想定される。雨水の浸透により、凍土壁機能が低下 および喪失し、建屋内の水位コントロールのためのポンプ機能が過剰動作により劣化し、 その結果、地下水位コントロール機能が喪失し、建屋内外の地下水位が逆転することで、 汚染水の漏えいに至る。

## 3.8.3 地質

- 建屋周辺は汚染水対策によって地盤改良[2]を行っている。一方で、地盤改良に伴い、地下水流の不均一性が発生する場合が想定される。地下水流の不均一性のために地下水流が増加し、凍土壁機能が低下および喪失し、地下水位コントロールのためのポンプ機能が過剰動作により劣化し、その結果、地下水位コントロール機能が喪失し、建屋内外の地下水位が逆転することで、汚染水の漏えいに至る。
- 凍土壁は一度に全体を凍らさずに凍結の遅延が想定される部分から先行して冷却を開始している[19]。また、凍土壁の過剰冷却を防ぐために間引き対策を実施する予定である[15]。また、凍土化により透水性が高くなるところに地下水が流入し、さらにそれが凍ることで透水性が低下することが知られている[5]。間引き対策のために過剰解凍すると、凍土壁機能の低下および喪失が想定される。これにより地下水位コントロールのためのポンプ機能が過剰動作により劣化し、その結果、地下水位コントロール機能が喪失し、建屋内外の地下水位が逆転することで、汚染水の漏えいに至る。
- 地質により凍結速度が異なり、粘土層は凍りにくい[5]といった地質による凍土壁の強度の違いが想定される。地下水流の増加を伴う事象と重なると凍土壁の強度が異なることで、凍土壁機能が低下および喪失し、地下水位コントロールのためのポンプ機能が過剰動作により劣化し、その結果、地下水位コントロール機能が喪失し、建屋内外の地下水位が逆転することで、汚染水の漏えいに至る。
- 地下水は建屋西から東に向かって流れており[2]、凍土壁が形成されるにつれて地下水の 挙動の乱れが生じる(先行冷却場の違いによるもの、方角により地下水位が変わる)こ とが想定される。地下水流の増加を伴う事象と重なると凍土壁機能が低下および喪失し、 地下水位コントロールのためのポンプ機能が過剰動作により劣化し、その結果、地下水 位コントロール機能が喪失し、建屋内外の地下水位が逆転することで、汚染水の漏えい に至る。

3.8.4 熱

- 軟岩を凍結する際に、凍結膨張や凍結時の脱水圧密[13]や、凍土壁形成による透水性の変化[5]が想定されている。凍土壁間引き対策の際に凍土壁が解凍し、地下水流の増加を伴う事象と重なると、凍土壁機能が低下および喪失し、地下水位コントロールのためのポンプ機能が過剰動作により劣化し、その結果、地下水位コントロール機能が喪失し、建屋内外の地下水位が逆転することで、汚染水の漏えいに至る。
- 凍土壁へ影響を与える温度として、地下水温度、地表面温度などが想定される。これら が凍土壁に熱を伝導し、地下水流の増加を伴う事象と重なると、凍土壁機能が低下およ び喪失し、地下水位コントロールのためのポンプ機能が過剰動作により劣化し、その結 果、地下水位コントロール機能が喪失し、建屋内外の地下水位が逆転することで、汚染 水の漏えいに至る。
- 一時的に凍土壁にクラックが生じた際に潜熱凍結作用により、一旦生じたクラックも閉じる[13]が、そのクラックから地下水が流入する可能性が想定される。凍土壁内外に急な水圧差が生じるため、凍土壁機能が低下および喪失し、地下水位コントロールのためのポンプ機能が過剰動作により劣化し、その結果、地下水位コントロール機能が喪失し、建屋内外の地下水位が逆転することで、汚染水の漏えいに至る。
- 埋設物の配管の熱が凍土壁へ伝導した場合、凍土壁機能の弱い部分からその機能の低下 および喪失が想定される。これにより地下水位コントロールのためのポンプ機能が過剰 動作により劣化し、その結果、地下水位コントロール機能が喪失し、建屋内外の地下水 位が逆転することで、汚染水の漏えいに至る。
- 凍結膨張による解凍後の透水層の透水性の増加によって、凍土壁機能の弱い部分からその機能の低下および喪失が想定される。これにより地下水位コントロールのためのポンプ機能が過剰動作により劣化し、その結果、地下水位コントロール機能が喪失し、建屋内外の地下水位が逆転することで、汚染水の漏えいに至る。

# 3.8.5 長期継続対策

- 凍結管の腐食に伴い、冷却機能が低下した場合、凍土壁機能の弱い部分から低下および 喪失が想定される。これにより地下水位コントロールのためのポンプ機能が過剰動作に より劣化し、その結果、地下水位コントロール機能が喪失し、建屋内外の地下水位が逆 転することで、汚染水の漏えいに至る。
- 長期揚水対策に伴い、揚水井戸に詰まりが生じる[20]。回復試験の実施を予定している
   [20]が、長期化に伴い、回復試験により揚水井戸の詰まりが解消しない際に、地下水位の 増加が想定される。その場合、地下水位コントロールのためのポンプ機能が過剰動作に より劣化し、その結果、地下水位コントロール機能が喪失し、建屋内外の地下水位が逆 転することで、汚染水の漏えいに至る。
- 凍土壁完成後の凍土の過剰生成を抑制するための溶解・間引き作業の繰り返しにより、 凍土壁が薄く弱いところから解凍し、地下水が建屋内に流入する。一度凍土化したため に地下水の透水性が変化し、地下水圧差のために極度のダムアップが発生し、再凍土化 が難しくなることが想定される。その場合、地下水位コントロールのためのポンプ機能 が過剰動作により劣化し、その結果、地下水位コントロール機能が喪失し、建屋内外の 地下水位が逆転することで、汚染水の漏えいに至る。

- ポンプや水質計は定期的にメンテナンスを行う対策が予定されている[12]が、長期間放射 性汚染水にさらされることによる劣化、機能低下、機能停止が想定される。水位計、ポ ンプの故障による地下水位変化を放置すると、地下水位が建屋内外で逆転し、汚染水が 漏えいに至る。
- 凍土壁は地中の温度を測定することにより判断する[19]。また、地中の地下水が0℃以下になると土粒子間隙に含まれる水の多くが凍結し間隙氷となる[5]。水温計の故障が生じた場合に凍土壁機能が低下および喪失し、地下水位コントロールのためのポンプ機能が過剰動作により劣化し、その結果、地下水位コントロール機能が喪失し、建屋内外の地下水位が逆転することで、汚染水の漏えいに至る。

# 3.8.6 施工・事故など

- 凍土壁用の凍結管は、下部の難透水層の帯水層まで施工している[18]。上述の凍土壁機能の低下・喪失が生じて、滞留水が漏えいに至った場合、汚染された地下水が凍結管を伝って地下に至り、下層の透水層まで漏えいに至る。
- 建屋周辺は埋め戻し土(最大12m)[16,17]であり、4号建屋は互層上に建設されている [18]ため、地下水の挙動が少し他の建屋と異なることになり、4号建屋の方に地下水が流 れやすいことが想定される。上述のように、滞留水が漏えいに至った場合、汚染水が流 れやすいと想定される。
- 将来的に陸側遮水壁(凍土壁)および海側遮水壁間を閉合する場合、海側遮水壁の鋼盤 は海水の熱が常に伝導している。そのため、凍土壁とうまくつながらないために閉合が 難しいことも想定される。特に4号建屋周辺に地下水が流れているため、南東側から地 下水が流れやすくなり、ダムアップ現象の発生も想定される。その際に、凍土壁機能が 低下および喪失し、地下水位コントロールのためのポンプ機能が過剰動作により劣化し、 その結果、地下水位コントロール機能が喪失し、建屋内外の地下水位が逆転することで、 汚染水の漏えいに至る。
- 冷却用の配管の破損が生じ、冷却液である塩化カルシウム溶液が漏れ出た場合、地下水の塩分濃度が高くなることが想定される。地下水の溶存成分が高くなることにより、凝固点が低くなり、凍土壁機能が低下および喪失し、地下水位コントロールのためのポンプ機能が過剰動作により劣化し、その結果、地下水位コントロール機能が喪失し、建屋内外の地下水位が逆転することで、汚染水の漏えいに至る。
- ポンプのメンテナンスなど予定されているが、サブドレンの揚水ポンプが故障し、復旧が間に合わない場合、凍土壁内の地下水位コントロールが間に合わず、建屋内外で地下水位が逆転することにより汚染水が漏えいに至る。
- 凍土壁継続のための冷却システムが老朽化・故障した場合、冷却装置が作動せず、地上の温度と同様の冷却液が配管を通ると、その熱で凍土壁が解凍することが想定される。
   凍土壁機能が低下・喪失し、建屋内外の地下水位コントロールのためのポンプによる揚水を実施しているが、ポンプ機能が低下し、地下水位コントロールが喪失し、建屋内外の地下水位が逆転し漏えいに至る。
- 揚水ポンプ、水位計、凍土壁冷却機の電源系統が、落雷などによる自然災害により電気 系統破損した場合、一時的に汚染水対策が停止することが想定される。電気系統の故障 により、汚染水対策機能が失われ、地下水位コントロールが喪失し、建屋内外で地下水 位が逆転することにより汚染水の漏えいに至る。

- 地下水位調整のための注水による地下水位回復は、地層の透水性の違いによって異なることが想定される。地下水位調整のための注水によって、地下水位の回復時間が解析結果と大幅に異なる現象が発生して、地下水位コントロールが喪失すると、建屋内外の地下水位が逆転し漏えいに至る。
- 3.9 汚染水が流出するシナリオの整理

前節では、表 3-7 で作成したシナリオシートから、漏えいの発端となる「原因」として、「雨」、 「地質」、「熱」、「長期継続対策」、「施工・事故など」の5つが抽出され、原因別にシナリオ を分析した。本節ではそれら分析情報を基に、汚染水の発生元となる水の起源について考察 し、汚染水が流出するシナリオの整理を行った。

雨水、地下水および注水は滞留している水と接触することにより汚染水となる。汚染水は 建屋内および埋設物内に滞留しているため、ここでは、汚染水の流出が想定し得る際に考慮 しなければならない水の種類を、雨水、地下水、注水、滞留水の計4種類とした。表 3-8 に 水の種類と漏えいに至るシナリオを整理した結果を示す。

雨水は一般的に広域から地下へ浸透し地下水位を上昇させる。地下水は陸側から海側へ約 400t/日流れ、地下水バイパス対策による揚水と、建屋内への流入により、汚染水を増加させ ている[2]。また、注水は汚染水対策で建屋と建屋外の地下水位コントロール時に必要に応じ て行われ、地下水位を上昇させる。建屋内および埋設物には滞留水が存在する[12]。これら4 種類の水が建屋外へ流出する事象を想定し、最終的に滞留水が外部へ流出することを汚染水 が流出する事象とした。さらに、雨水、地下水、注水に着目し、流入する事象を場所ごとに 区分すると合計8つの事象に抽出された(表 3-8)。8つの事象の具体的な内容を以下に記述 する。

- フェーシング表面に割れ目などが生じて機能が低下する場合に陸側建屋外に雨水が浸 透する
- ② フェーシング表面に割れ目などが生じて機能が低下する場合に陸側の建屋内に雨水が 浸透する
- ③ フェーシング表面に割れ目などが生じて機能が低下する場合に海側建屋内への雨水浸 透する
- ④ フェーシング表面に割れ目などが生じて機能が低下する場合に海側建屋外へ雨水が浸 透する
- ⑤ 建屋に施されているフェーシング機能が低下して建屋内に雨水が流入する
- ⑥ 陸側の遮水壁機能が低下した際に上部透水層から陸側遮水壁内へ地下水が流入する
- ⑦ 下部透水層で凍土壁の機能が低下した際に陸側凍土壁内へ地下水が流入する
- ⑧ 注水によって建屋外かつ陸側凍土壁内の地下へ水が浸透する

また、滞留水については、これが外部へ流出する事象として2つの事象に分割された(表 3-8)。分割された事象の具体的な内容を、以下に記述する。

I. 建屋滞留水が外部へ漏えいする

II. 埋設物の溜まり水(滞留水)が外部へ漏えいする

计辅助号	市の種類	事件	対策	調えたいに至る事故	源えい事業
e de le	mist.	時後後水壁外間水浸洗(時後) 時後後水壁内間水浸洗(時後) 陸後波水壁内間水浸洗(後後) 陸後近水壁外間水浸洗(後後) 健康四(1回水浸入)	フェージング	フェーシング機能低下(割れ目 など)に伴う罰水浸透 地下水位コントロール機研究先	地下水の上昇 洋留水と接触 汚染水の漏えい
(1) (1) (2)	現下水 注水	上記酒水層からの地下水達入 下記酒水層からの地下水注入 されによる地下水注入	算術達み歴 サブドレイン 放下水ドレン 算術読み壁 時後通み壁	連士壁の機能喪先。地下水位コ ントロール機能喪失	地下水の上昇 汚染水と接触 汚染水の漏えい
1	海腦水	課題連盟水からの減えしい 理想物からの減えい	時保護水壁、サブドレイン、地下水ドレン 時後週水壁	滞留水の漏えい	汚染水の漏えい

表 3-8 汚染水が流出するシナリオの抽出

この8つの流入事象および2つの漏えい事象に基づき、整理した事象シートに対象となる それぞれの事象を結びつけた(表 3-9)。これにより、漏えいが想定される場所におけるシナ リオを作成することができる。また、これらが1F敷地内のどの場所での現象であるのかを概 念的に示すため、図 3-2 に示すような概念図を作成した。

表 3-9 場所によるシナリオシート

								陸側遮水壁外雨水浸透(陸側 )	陸側遮水壁内雨水浸透(陸側)	陸側遮水壁内雨水浸透(海側)陸側遮水壁外雨水浸透(海側)	建屋内に雨水流入	上部透水層からの地下水流入	注水による地下水流入	建屋滞留水からの漏えい	埋設物からの漏えい
原因		要素	派生事象	漏えい事象	影響を与える因子	定性·定量的情報 雨量·4mm/日一定(在平均降水量·1545mm/年)	参考資料	1	2	3 4	5	6	8	I	Π
雨	建築施工	耐久性·施工時	降雨により建屋内へ雨水が流入する	建屋内滞留水増加に伴い滞留水位上昇し、地下水位コントロールが間に合わず、建屋内外の 水位が逆転して漏えい	雨量 降雨浸透量	降雨浸透:850mm/年(降雨浸透率:55%) 降雨浸透:2.3mm/日(基本ケース)	陸側遮水壁タスクフォース(第14回)				0			0	
雨	建築施工	耐久性・施工時	フェーシングの舗装が割れて雨水が浸透する	雨水が地下に浸透することにより、地下水流が増加し、凍土壁機能の低下・喪失が生じ、地下 水位コントロールが間に合わず、建屋内外で地下水位が逆転することにより汚染水が漏えい	雨量 フェーシング	フェーシング:エリア面積145万m <sup>2</sup> 進捗率 約80%(H27.7.24時点)	発電所敷地内のフェーシング等進捗状況 について(2015年7月30日)	0	0	0 0		0		0	
雨	土木工学	物理化学的要素	フェーシングの舗装が割れて雨水が浸透する	降雨の浸透により、降雨の熱が凍土壁により浸透し、凍土化の遅延もしくは凍土壁の低下・喪失 のために地下水位コントロールが間に合わず、建屋内外で地下水位が逆転することにより汚染 水が漏えい	降雨の浸透状況 地中温度経時変化	※表3-7 シナリオシートの(*1)■追記1■を参照。	陸側遮水壁タスクフォース(第14回) 陸側遮水壁タスクフォース(第11回)	0	0	0 0		0		0	
地質	土木工学	対策時	地盤改良に伴う凍土壁の不均一性(凍土壁の厚さ・強さが地 層によって異なる)	不均一性に伴う地下水流の不均一性による地下水の不均一が生じ、凍土壁が弱い部分の機能 の低下・喪失が生じ、凍土壁内の地下水位コントロールが間に合わず、建屋内外で地下水位が 逆転することにより汚染水が漏えい	地盤改良土の透水係数	なし				$\square$		0		0	
地質	土木工学	地下環境·地質的要素	地下氷の不均一性による透水性の違い	凍土化することにより、透水性が高くなり、間引き対策のために凍土壁が弱い部分の機能の低 下・喪失が生じ、地下水が流入することにより地下水位コントロールが間に合わず、建屋内外で 地下水位が逆転することにより汚染水が漏えい	凍土壁の透水係数	なし						0		0	
地質	土木工学	地下環境·地質的要素	粘土層は凍りにくいといった地質の違いによる凍土壁の強度 の違い	地層別に凍土壁の厚さが異なり、凍土壁が弱い部分の機能の低下・喪失が生じ、地下水が流 入することにより地下水位コントロールが間に合わず、建屋内外で地下水位が逆転することによ り汚染水が漏えい	周辺ボーリング孔の含水率	室内試験結果 含水比	陸側遮水壁タスクフォース(第11回)					0		0	
地質	土木工学	地下環境·地質的要素	凍土壁が形成されるにつれて地下水の挙動の乱れが生じる (先行冷却場の違いによるもの、方角により地下水位が変 わってくる)	地下水流の不均一性による地下氷の不均一が生じ、凍土壁機能の低下・喪失が生じ、地下水 位コントロール機能が喪失した場合に、建屋内外で地下水位が逆転することにより汚染水が漏 えい	地下水位	水理境界条件 山側:0.P.+28m 海側:0.P.+1.2m 南 • 北 • 底面:不透水	陸側遮水壁タスクフォース(第14回)					0		0	
熱	土木工学	物理化学的要素	軟岩の凍結膨張特性・凍結時の脱水圧密・凍結融解にともな う透水係数変化	地下水の流れに沿って凍土壁が形成されるため、凍土壁は内側の方に凍土壁が形成され、凍 土壁内で膨張し、凍土壁内の地圧が大きくなり、凍土壁外の地圧が小さくなる。その際に凍土壁 の形成が割いところから減土壁機防の低下・喪失が生し、地下水位コントロール機能が喪失し た場合に、建屋内外で地下水位が逆転することにより汚染水が漏えい	凍結の膨張量	※表3-7 シナリオシートの(*2)■追記2■を参照。	陸側遮水壁タスクフォース (第11回) 陸側遮水壁タスクフォース (第12回)					0		0	0
熱	土木工学	物理化学的要素	凍土壁への影響が考えられる温度(地下水温度・地表面温 度・注水水温・フェーシング断熱方法・地盤の熱伝導率	凍土壁が形成されず、凍土壁機能の低下・喪失が生じ、地下水位コントロール機能が喪失した 場合に、建屋内外で地下水位が逆転することにより汚染水が漏えい	温度条件	温度条件 雰囲気温度:15.0℃ 地中温度:15.0℃ ブライン温度:-30.0℃ 凍土壁が溶ける時間	陸側遮水壁タスクフォース(第12回)	0	0	0		0		0	0
熱	土木工学	物理化学的要素	凍土壁クラックの潜熱凍結作用(閉じる)	凍土壁が割れることにより水圧差が急に大きくなり局所的なダムアップ現象が発生し、凍土壁が 閉じにくくなり、建屋内の地下水位が上昇し、地下水位コントロールが間に合わず、建屋内外で 地下水位が逆転することにより汚染水が漏えい	クラックの距離と クラックが閉鎖される時間	なし						0		0	0
熱	建築施工	工事時	埋設物の配管から地上の熱を地下へ伝える	その熱を伝ってその周辺の土壌が凍らず、凍土壁機能の低下・喪失が生じ、地下水位コント ロール機能が喪失した場合に、建屋内外で地下水が逆転することにより汚染水が漏えい	配管の温度	なし						0		0	0
熱	土木工学	物理化学的要素 地下環境·地質的要素	凍結膨張による解凍後の帯水層の透水性の増加、地盤への 影響	透水性が高くなることによって、凍土壁機能が低下・喪失した場合、地下水位コントロールが間 に合わず、建屋内外で地下水位が逆転することにより汚染水が漏えい	透水係数 凍結による地下の膨張量	透水係数 段丘堆積層:3.0×10 <sup>-3</sup> cm/s 泥岩:1.1×10 <sup>-6</sup> cm/s 互層:(水平)1.0×10 <sup>-3</sup> cm/s(垂直)1.1×10 <sup>-6</sup> cm/s 比貯留係数 段丘堆積層:2.9×10 <sup>-6</sup> cm <sup>-1</sup> 泥岩:4.5×10 <sup>-7</sup> cm <sup>-1</sup> 互層:5.8×10 <sup>-7</sup> cm <sup>-1</sup>	。 陸側遮水壁タスクフォース(第12回)					0	>	0	0



図 3-2 水の流入および汚染水の流出事象の概念図

# 3.10 抽出・整理されたシナリオの連鎖

前節の事象を細分化すると、原因となる事象、そこから派生する事象に分かれ、それらは最 終的に漏えい事象に至る。各事象を線で連結すると事象の連鎖過程(伝搬)を表現することが できる。そこで、ここでは、各事象の連鎖の関係性を整理するために、表 3・9 で整理した原因 となる事象(雨、地質、熱、長期継続対策)ごとに事象の伝搬図(シナリオ伝搬図)を作成し た。図中、青色のボックスが発生する事象を示し、橙色のボックスは各汚染水対策機能が低下 および喪失する事象を示し、汚染が漏えいする事象を白色のボックスで示した。なお、後に実 施する予定の感度解析の基礎的な資料とするため、影響を与える因子における定性・定量的情 報が得られている雨、地質、熱、長期継続対策のシナリオを対象とした。また、施工・事故等 による影響は、雨、地質、熱、長期継続対策ごとのシナリオ伝搬図に潜在的に含まれているた め対象外とした。

(1) 雨

雨は建屋に直接流入する場合と地表面のフェーシングの割れ目などから地下へ浸透する場合 が想定される。本検討では合計3件のシナリオが抽出された。1件目は建屋内への雨水の流入、 2件目は地下への雨水の流入、3件目は雨水の熱の地下への伝導である。これらはフェーシン グの機能、凍土壁の機能および地下水位コントロール機能が失われた複数の事象が重なった場 合に地下へ浸透することが想定される。雨が原因となるシナリオ伝搬図を図3-3に示し、以下 各シナリオの内容を記載する。



図 3-3 雨による影響が想定し得るシナリオ伝搬図

建屋の屋根を覆うフェーシング機能が低下した際に建屋内に雨が流入し、建屋内の滞留水の水位が上昇する場合が想定される。これにより建屋内の水位コントロールのためのポンプ機能が過剰動作により劣化し、地下水位コントロール機能が喪失した場合、建屋内外の地下水位が逆転し、汚染水の漏えいに至るというシナリオが考えられる(図 3-4)。



2) 敷地内の地表面を覆うフェーシング機能が低下した際に地下に雨が流入し、地下水流の上 昇によって凍土壁の機能低下・喪失した場合に建屋内外の地下水位の増減が想定される。 これによりポンプ機能の過剰動作によりポンプが劣化し、地下水位コントロール機能が失 われた時に建屋内外の地下水位が逆転することによって汚染水の漏えいが想定される(図 3-5)。



図 3-5 地下内雨水浸透シナリオ伝搬図

3) 敷地内の地表面を覆うフェーシング機能が低下した際に地下に雨が流入し、地下水の温度 が凍土壁に伝導することにより凍土壁の機能低下・喪失すると建屋内外の地下水位の増減 が想定される。これによりポンプ機能の過剰動作によりポンプが劣化し、地下水位コント ロール機能が失われた時に建屋内外の地下水位が逆転することによって汚染水の漏えいが 想定される(図 3-6)。



図 3-6 地下内雨水温度伝導シナリオ伝搬図

- 4) 「雨」を原因事象とするシナリオの特徴として、雨の流入は主に上部透水層に影響するこ とが考えられる。
  - (2) 地質

地盤改良や地層の不均一性といった地質の性質による影響は、地盤強度の不均一性および地 下氷の不均一性をもたらし、凍土壁の遮水性の効果の違いを生じさせると想定される。ここで は合計4件のシナリオが抽出された。1件目は地盤改良に伴う凍土壁の不均一性、2件目は地 下氷の不均一性による透水性の違い、3件目は地質の違いによる凍土壁の遮水性の効果の違い、 4件目は凍土壁形成過程における地下水の不均一性による地下氷の不均一性である。ここで、 地下氷の不均一性による透水性の違いは、地盤改良に伴う凍土壁の不均一性が原因となって起 こる。また、凍土壁形成過程における地下水の不均一性による地下氷の不均一性は、地質の違 いによる凍土壁の遮水性の効果の違いが原因となって起こる。そのため上記の1件目および2 件目と、3件目および4件目は同じシナリオとしてまとめることができる。よって、地質が原 因となるシナリオは2件にまとめられる。これら事象は、凍土壁の機能および地下水位コント ロール機能が失われた場合に複数の事象が重なって汚染水の漏えいが想定される。地質が原因 となるシナリオ伝搬図を図3-7に示し、以下に各シナリオの内容を記載する。



図 3-7 地質の性質による影響が想定し得るシナリオ伝搬図

1) 地盤改良に伴う不均一性は、不均一な地下氷が形成されることが想定される。地下氷の不均一性により一部に地下水流が速い個所が生じた際に透水層や難透水層の凍土壁形成過程の違いにより、凍土壁の機能が低下もしくは喪失が生じた場合、陸側遮水壁内の地下水位が上昇することが想定される。次にポンプ機能の過剰動作によりポンプが劣化し、地下水位コントロール機能が失われた時に建屋内外の地下水位が逆転することによって汚染水の漏えいが想定される(図 3-8)。



図 3-8 地盤改良に伴う不均一性の影響シナリオ伝搬図

2) 地質の不均一性は、地下水の流れを不均一にし、不均一な地下氷が形成されることが想定 される。地下水の一部に地下水流が速い個所が生じた際に凍土壁の透水層や難透水層の形 成過程の違いにより、凍土壁の機能が低下もしくは喪失が生じた場合、陸側遮水壁内の地 下水位が上昇することが想定される。次にポンプ機能の過剰動作によりポンプが劣化し、 地下水位コントロール機能が失われた時に建屋内外の地下水位が逆転することによって汚 染水の漏えいが想定される(図 3-9)。



図 3-9 地質の不均一性の影響シナリオ伝搬図

「地質」を原因事象とするシナリオの特徴として、地質による影響は、上部および下部のい ずれの地層でも想定される事象であるが、下部透水層への漏えいは直接漏えいするのではなく、 建屋外へ滞留水が漏えいし、凍土壁が解凍されていた場合に凍結管の配管を伝って地下へ漏え いすることが考えられる。

(3) 熱

地表温度や地下水、配管などの温度による影響は凍土壁に熱が伝導することにより凍土壁の 機能低下を生じさせると想定される。本検討では、合計5件のシナリオが抽出された。1件目 は地表面温度、2件目は地下水の温度、3件目は埋設物および配管の温度、4件目は凍土壁冷却 温度の連続伝導による温度、5件目は滞留水の温度である。1件目、2件目および3件目は、凍 土壁より高い温度の伝導において生じる事象であり、凍土壁への影響は同じ過程として一つに まとめることができると考えられる。4件目は凍土壁と同様もしくは低い温度において生じる 事象である。5件目は汚染水が漏えいに至った際に凍土壁に温度が伝導する事象である。その ため、これら熱が原因となるシナリオは3件にまとめることができる。これら事象は凍土壁に 熱が伝導することにより凍土壁の機能および地下水位コントロール機能が失われた場合に複数 の事象が重なって汚染水の漏えいが想定される。熱が原因となるシナリオ伝搬図を図3・10に 示す。伝搬図の赤線は凍土壁より高い温度、青線は凍土壁と同様もしくは低い温度を表す。以 下に各シナリオの内容を記載する。



図 3-10 熱の伝導による影響が想定し得るシナリオ伝搬図

1) 凍土壁よりも高い温度が伝導する場合は、地表面の温度、埋設物の温度、地下水の温度、 配管の温度が凍土壁に伝達すると、凍土壁が部分的に解凍し、その近傍の地下水流が上昇 するために、凍土壁が薄い個所があった場合に凍土壁機能の低下もしくは喪失が生じ、陸 側遮水壁内の地下水位が上昇することが想定される。これにより地下水位の増減が起こり、 ポンプ機能動作の過剰によりポンプ機能が低下し、地下水位コントロール機能が喪失した 場合に地下水位が建屋内外で逆転し、汚染水が漏えいすることが想定される(図 3-11)。



図 3-11 凍土壁より高い温度の伝導シナリオ伝搬図

2) 凍土壁よりも低い温度は継続的に凍土壁を凍らせるために凍結管から伝導される温度が想定される。継続的に凍土壁を凍らせると凍土壁が膨張することが知られている[5]。これによりさらに地下水が流れてそれが凍る場合、透水性が低くなるが、凍土壁が解凍することによって透水性が増加するため、凍土壁厚が弱い個所から凍土壁機能が低下もしくは喪失することによって陸側遮水壁内の地下水位が増減する。次にポンプ機能の過剰動作により劣化し、地下水位コントロール機能が失われた時に建屋内外の地下水位が逆転することによって汚染水の漏えいが想定される(図 3-12)。



図 3-12 凍土壁より低い温度の伝導シナリオ伝搬図

3)滞留水が漏えいした場合、滞留水の温度が凍土壁に伝達することが想定される。滞留水の 温度が凍土壁に伝導すると、凍土壁が解凍し、その近傍の地下水流が上昇するために、凍 土壁が薄い個所があった場合に凍土壁機能の低下もしくは喪失が生じ、陸側遮水壁内の地 下水位が上昇することが想定される。これにより地下水位の増減が起こり、ポンプ機能動 作の過剰によりポンプ機能が低下し、地下水位コントロール機能が喪失した場合に地下水 位が建屋内外で逆転し、汚染水が漏えいすることが想定される(図 3-13)。



図 3-13 滞留水の温度伝導シナリオ伝搬図

「熱」を原因事象とするシナリオの特徴として、地表面からの熱はフェーシングの断熱効果 が期待されるが、検討資料を得られなかった。実証試験の経過結果では、地表に近いほど地中 温度が高い傾向であった[16]。また、埋設管は上部層に配管されている。そのため、地表面や 埋設物などからの凍土壁より高い温度は主に上部透水層へ影響されると想定される。一方、下 部の透水層は地表からの影響が受けにくく、凍土壁形成のための冷却温度が継続的に伝導する ため、低い温度による影響を受けると考えられる。

## (4) 長期継続対策

汚染水対策が長期化することにより、凍結管の腐食、地下水の揚水による揚水井戸の詰まり、 凍土壁の透水性の増加により、凍土壁厚が弱い個所から凍土壁機能が低下もしくは喪失するこ とによって陸側遮水壁内の地下水位が上昇することが想定される。本検討では5件のシナリオ が抽出された。抽出されたシナリオは長期化に伴い、1件目は凍結管の腐食、2件目は凍土壁 の透水性増加、3件目は地下水の揚水による井戸詰まり、4件目は汚染水の放射能による影響、 5件目は地中温度測定条件である。1件目および2件目は凍土壁の対策において、凍土壁機能 の低下の際に同じ過程で生じる事象である。なお、5件目は熱のシナリオに潜在的に含まれる ため、ここでは省略する。そのため、これら過程を含む長期継続対策が原因となるシナリオは 3件にまとめることができる。これら事象は、凍土壁の機能および地下水位コントロール機能 が失われた場合に複数の事象が重なって地下水の漏えいが想定される。長期継続対策が原因と なるシナリオ伝搬図を図 3-14 に示す。以下に、各シナリオの内容を記載する。



図 3-14 長期継続対策による影響が想定し得るシナリオ伝搬図

 長期の対策により、凍結管の腐食や凍土壁の透水性の増加が想定される。これにより、凍 土壁厚が弱い個所から凍土壁機能が低下もしくは喪失することによって陸側遮水壁内の地 下水位が変動すると想定される。これにより地下水位の増減が起こり、ポンプ機能動作の 過剰によりポンプ機能が低下し、地下水位コントロール機能が喪失した場合に地下水位が 建屋内外で逆転し、汚染水が漏えいすることが想定される(図 3-15)。



図 3-15 凍土壁冷却対策によるシナリオ伝搬図

2) 長期地下水揚水対策により、揚水井戸の詰まりが発生すると想定される。これにより地下 水位の増減が起こり、ポンプ機能動作の過剰によりポンプ機能が低下し、地下水位コント ロール機能が喪失した場合に地下水位が建屋内外で逆転し、汚染水が漏えいすることが想 定される(図 3-16)。



図 3-16 井戸詰まりによるシナリオ伝搬図

3) 汚染水の放射能による揚水ポンプや水位計といった機器の機能低下・喪失が発生すると想定される。これによりポンプ機能の過剰動作によりポンプが劣化し、地下水位コントロール機能が失われた時に建屋内外の地下水位が逆転することによって汚染水の漏えいが想定される(図 3-17)。



図 3-17 長期汚染水によるシナリオ伝搬図

「長期継続対策」を原因事象とするシナリオの特徴として、長期継続対策による影響は、上部および下部のいずれの地層においても事象が想定される。下部層は長期対策に伴い、凍結時間が長くなるため、アイスレンズ(熱流に直交する氷脈の凍結膨張現象)が発生する可能性が 想定される。アイスレンズ形成後に地下水が流れ、それがさらに凍ることで透水性が低くなる ことが知られている[5]。一方、アイスレンズが発生した後に凍土壁が解凍すると透水性が高く なることが知られているため、間引き対策などで解凍が生じた際に、解凍土の強度低下が起こ る可能性が想定される。井戸の詰まりは実証試験の回復試験によって実施されている[20]が、 長期間複数回注水揚水試験を繰り返すと、将来的に井戸の詰まりが生じると想定される。井戸 の水位回復が遅くなると、ポンプに負担がかかり、故障頻度も高くなるため、将来的に別井戸 の掘削が必要になると考えられる。

## 3.11 シナリオ伝搬の整理

前節における雨、地質、熱、長期継続対策ごとに整理したシナリオを統合し、総合シナリオ 伝搬図を作成した(図 3-18)。シナリオ伝搬図の事象の連鎖の関係性から、いずれのシナリオ でもフェーシング機能や凍土壁機能が低下・喪失しても汚染水の漏えいとはならず、地下水位 コントロール機能が喪失し、地下水位が建屋内外で逆転した場合に汚染水が漏えいする事象と なった。そのため、全ての事象の連鎖は地下水位コントロールに集約される結果となった。つ まり、地下水位コントロールという対策項目は漏えいを阻止するための「機能」であると言い 換えることができる。 これらシナリオにはフェーシング機能の施工、凍土管の破損事故およびポンプ機能のメンテ ナンスなどの潜在的なヒューマンエラーが想定されている。一方で時間軸の要素が入っていな い。そのため、想定される事象が発生する時期に関しては別途検討が必要である。



図 3-18 総合シナリオ伝搬図

## 3.12 原子炉建屋周辺における各種対策への影響

図 3-18 の総合シナリオ伝搬図から、全ての事象の連鎖は地下水位コントロールに集約され る結果となり、地下水位コントロールという対策項目は漏えいを防止する「機能」の役割とな っていることが明示された。平成 27 年 7 月時点で取りまとめた検討に対し、その後の対策等 の情報を追記する。

- ・ 建屋周辺の井戸(サブドレン)から地下水を汲み上げ、浄化した上で、海へ排水(平 成27年9月14日より排水を開始)
- 海側遮水壁の閉合(平成27年10月に閉合)
- ・ 陸側遮水壁を海側から段階的に凍結する運用方針を議論(第41回特定原子力施設監視・評価検討会 H28 年 3 月 3 日)

以上のことから、各種汚染水対策への影響については、サブドレン、地下水ドレン等の揚水 ポンプの長期間の故障や降雨等外部の水の大量の流入などの異常事象以外では、建屋内地下水 と凍土壁内地下水との水位逆転現象が起こりにくく、建屋内汚染水の敷地内地盤への流出の可 能性は大きくは無いことが想定される。さらに、建屋内汚染水の水位管理に関しては、事業者 によって継続監視されており、長時間にわたって水位が上昇した事態を放置する可能性も少な いと考えられる。

3.13 感度解析のための現実的なシナリオの設定

前節より、凍土壁等の工事進捗を踏まえ、汚染水の漏えいに対する現実的なシナリオの設定 としては、起こりえる事象の中で、サブドレン、地下水ドレン等の揚水ポンプの長期間の故障 が最も現実的シナリオと考えられる。よって、汚染水漏えいに対する現実的シナリオについて は以下の図 3-19 のように整理する。

第5章で実施する感度解析では、凍土壁等の運用により、地下水位が低下し、建屋内の汚染 水が建屋周囲に漏えいする可能性に着目し、凍土壁が構築された場合において、水収支の観点 から、陸側遮水壁および海側遮水壁等で囲われた範囲(壁内側)の最も水位が低くなる条件を 想定し、どのような水位(および流量)バランスになるのかを検討し、水位逆転の可能性の大 小について考察することが有効と考える。



図 3-19 シナリオ伝搬図の整理

## 3.14 まとめ

本章での検討は以下のようにまとめられる。

- 公開資料を収集整理し、公開情報から対策工事実施時期の時系列ごとに整理し、汚染水が 敷地外環境中へ流出することが想定し得る事象を抽出した。
- 抽出した事象は、「要素、発生の可能性のある事象、影響を与える因子、定性・定量的情報」の項目ごとに整理し事象シートとして取りまとめた。
- 整理した事象シートを基に、「原因、要素、派生事象、漏えい事象、影響を与える因子、定性・定量的情報、参考資料」の項目ごとにシナリオシートとして取りまとめた。
- 汚染水が敷地外へ流出する際に考慮する水の種類として、雨水、地下水、注水および滞留水の4種類が想定された。これら雨水、地下水、注水の流入事象として8つ、滞留水の漏えい事象として2つの事象が想定された。
- 事象シートに整理した原因の項目を基に、雨水、地質、熱、長期継続対策ごとにシナリオ 伝搬図を作成し事象の連鎖過程を可視化した。
- 原因別のシナリオ伝搬図を統合して作成した総合シナリオ伝搬図から、全ての事象の連鎖 は地下水位コントロールに集約される結果となり、地下水位コントロールという対策項目 は漏えいを防止する「機能」の役割となっていることが明示された。
- 進捗しつつある各種汚染水対策について総合的に考察し、サブドレン、地下水ドレン等の 揚水ポンプの長期間の故障や降雨等外部の水の大量の流入などの事象以外では、建屋内地 下水と凍土壁内地下水との水位逆転現象が起こりにくいことが想定された。そのため、汚 染水漏えいに対する現実的シナリオの整理として、図 3-19 のように整理し、感度解析にお いては、水収支の観点から、陸側遮水壁および海側遮水壁で囲われた範囲(壁内側)の最 も水位が低くなる条件を想定し、どのような水位(および流量)バランスになるのかを検 討し、水位逆転の可能性の大小について考察することが有効であると考えた。

## 参考文献

- [1]東京電力株式会社、資料2 福島第一原子力発電所の汚染水の状況と対策について、平成26 年5月8日
- [2]陸側遮水壁タスクフォース、第1回会議資料、平成25年7月1日
- [3] 原子力災害対策本部、東京電力㈱福島第一原子力発電所における汚染水問題に関する基本方針、平成25年9月3日
- [4]経済産業省ホームページ、汚染水対策、
- http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/hairo\_osensui/index.html、(2015/9/16 時点)
- [5] 凍土分科会、凍土の知識・人工凍土壁の技術・、日本雪氷会誌 76 巻 2 号、平成 26 年 3 月 [6] 陸側遮水壁タスクフォース、第 14 回会議資料、平成 27 年 3 月 3 日
- [7]第 23 回 廃炉・汚染水対策現地調整会議資料、発電所敷地内のフェーシング等進捗状況について、平成 27 年 7 月 10 日
- [8] 平成 26 年度第7回廃炉安全確保県民会議資料、資料 2-3 福島第一原子力発電所の汚染水の状況と対策について、平成 27 年2月6日
- [9]陸側遮水壁タスクフォース、第12回会議資料、平成26年8月18日

[10]陸側遮水壁タスクフォース、第7回会議資料、平成26年2月25日
[11]陸側遮水壁タスクフォース、第10回会議資料、平成26年6月13日
[12]陸側遮水壁タスクフォース、第15回会議資料、平成27年5月20日
[13]陸側遮水壁タスクフォース、第2回会議資料、平成25年8月8日
[14]陸側遮水壁タスクフォース、第9回会議資料、平成26年4月16日
[15]陸側遮水壁タスクフォース、第13回会議資料、平成26年7月15日
[16]陸側遮水壁タスクフォース、第11回会議資料、平成26年7月15日
[17]特定原子力施設 監視・評価検討会(第35回)、建屋への地下水流入抑制策について、平成27年5月22日
[18]陸側遮水壁タスクフォース、第6回会議資料、平成25年12月20日
[19]陸側遮水壁タスクフォース、第16回会議資料、平成27年7月10日
[20]陸側遮水壁タスクフォース、第9回会議資料、平成26年4月16日

# タンクエリア等において起こり得る現 実的なシナリオの検討

4. タンクエリア等における汚染水流出シナリオの検討

# 4.1 目的

IF 事故による環境への長期的な影響を解明するためには、環境中へ放出された放射性物質の 移行挙動の評価が必要となる。中でも、汚染水を保管しているタンクエリアからの汚染水漏洩 に伴う周辺環境への影響を評価することは重要な課題である。本章では、国、東電等の公開情 報を基にタンクエリア等における汚染水漏洩に関する感度解析に資するため、タンクエリア等 における漏えい事象の情報を参考に、タンクエリア等において起こり得る現実的なシナリオを 検討した。この検討の中で、汚染水漏えい発生の可能性のある現実的シナリオの整理を行った。

# 4.2 実施方法

平成25年8月19日に汚染水の漏洩がH4タンクエリアにおいて発生した。更なる放出を防 ぐため、国、東電はタンクのリプレイスや越流防止堰等による各種対策を実施中である。ここ では、これら対策の進捗を考慮しつつ、タンクエリアでの汚染水漏洩等に伴う、核種の放出に 関わる感度解析のために、公開情報を基にした関連事象を抽出し、核種移行に関わるシナリオ を整理した。

主な検討項目は以下の(1)、(2)である。

(1) タンクエリアにおける汚染水漏えい事象の検討

国・東電等による公表資料を基に、現在実施されている各汚染水漏洩対策を考慮して、汚染 水の環境への核種放出に関する事象を検討した。また、これら以外に想定し得る事象について も抽出を試みた。事象を抽出する際は、感度解析に資することを念頭に、可能な限り定量的な 情報を付加した。

(2) 核種移行に関わるシナリオの整理

(1)において抽出された事象を、その起因となる事象(例えば;タンクの施工不良、タン ク底面でのクラックの発生等)を考慮してシナリオとして整理し、一覧表とした。シナリオを 整理する際は、感度解析に資することを念頭に、可能な限り定量的な情報を付加した。

本検討での実施方法を図 4-1 に示す。

1) タンクエリアの概況

タンクエリアの概況について、タンクエリアの位置、タンクの種類、タンク内の貯留 水の種類、量及び放射能濃度を示すとともに、1F敷地内における、その潜在的な漏えい した際の影響度の分布を調査した。

2) 発生の可能性のある事象の抽出

汚染水等を貯留したタンクについては、これまで漏えい事象の発生の可能性、影響度、 そのリスクシナリオに基づく対策が検討されてきた。これら検討資料を基に、タンクか らの漏えい事象の抽出を行った。

3) 漏えい事例

これまで発生した主要なタンクエリア及びタンクからの漏えい事象について、その原

因、事象規模及びその対応より、漏えい事例の抽出を行った。

4) 漏えい対策事例

これまで潜在的に汚染水漏えいの可能性が高い種類のタンクの改廃、漏えい水及び汚 染した水が地盤への浸透を防ぐ施策がとられている。汚染水等の漏えい対策事例を整理 した。

5) 漏えいシナリオの抽出

1)~4)を基に可能性のある漏えいシナリオの抽出を行なった。

6) 漏えいシナリオの整理

抽出した漏えいシナリオの整理を行なった。

上記の結果を踏まえ、汚染水に含まれる放射性物質である核種の移行について、起こり得る 現実的なシナリオの検討を行った。



図 4-1 実施方法

4.3 タンクエリアの概況調査

タービン建屋等には、東日本大震災による津波、炉心冷却水の流入、雨水の侵入、地下水の 浸透等により海水成分を含んだ高レベル放射性汚染水が滞留している(以下、滞留水)。このた め、汚染水処理施設等では滞留水を安全な個所に移送すること、滞留水に含まれる主要な放射 性物質と除去し環境中に移行し難い性状にすること、除去した放射性物質を一時的に貯留する こと、滞留水の発生量を抑制するため塩分を除去し原子炉への注水に再利用する循環冷却を構 築することを目的とした滞留水の放射性物質除去・移送・貯留・再利用を行なう循環システム が構築されている。この内、タンクは汚染水及び処理水を一時的に貯留する機能を担い、外堰 で囲まれたタンク群をタンクエリアと称している。

タンクエリアは、図 4-2 中のアルファベットで記された位置に存在する [1]。そのうち、1~4 号機汚染水に関係するタンクはタンクエリア B~E、K、G~Jにあり、現在運用されている。 また 5・6 号機汚染水については、タンクエリア F のタンクにて運用されている。

タンクエリア内のタンクには、鋼製円筒型タンク(フランジ接合)、同(溶接)、鋼製角形タンク、鋼製横置きタンク等があり、タンク内には多核種除去装置(ALPS)処理済水、Sr処理水(C:セシウム吸着装置等、M:モバイル型ストロンチウム除去装置等、R:RO濃縮水処理

設備、A:多核種除去装置等)、濃縮廃液、高濃度滞留水、5・6号機滞留水、濃縮塩水、淡水等 が貯蔵されている。各タンクエリアにおけるタンク種、貯蔵量及び種類については、廃炉・汚 染水対策チーム会合/事務局会議(第22回)(経済産業省)の資料1各タンクエリア別タンク 一覧に平成27年9月24日現在の情報が記載されている[2]。

また、タンク内の貯留水毎の放射能濃度の情報については、原子力規制委員会ウェブサイトの被規制者等との面談概要・資料のうち、平成27年9月14日付けの件名:各エリア別汚染水 貯蔵タンク(資料入手)、被規制者等:東京電力(株)、議事要旨に掲載がある(表4-2)[3]。

以上の資料を基に、IF 敷地内のタンク貯留水漏えいに係る潜在的な環境影響の規模と影響を 示すべく、IF 敷地内におけるタンク内貯留水の種類と量の分布(図 4-2、放射能濃度分布(図 4-3)および貯留量に対する放射能濃度分布(図 4-4)を示した。



※廃炉・汚染水対策チーム会合/事務局会議(第22回)(経済産業省)[1]より引用 図 4-2 東京電力株式会社 福島第一原子力発電所 構内配置図

					******						
			各エリア5	オタンウー覚	State Brook of Brook	8.47		日本になる	4.55%	178.8	
1-1988		1959			1010年1月1日日 田田 日本市営業の日本日本市営業の日本市営業の日本市営業の日本市営業の日本日本市営業の日本市営業の日本市営業の日本市営業の日本市営業の日本市営業の日本市営業の日本市営業の日本市営業の日本市営業の日本市営業の日本市営業の日本市営業の日本市営業の日本市営業の日本市営業の日本内 日本市営業の日本市営業の日本日本日本内 日本市営業の日本日本内 日本市営業の日本内 		л	1000	NUMBER OF STREET	各自市快生活度 約進済水(周辺-東田)	A DESCRIPTION OF THE PARTY OF T
<b>8</b> 297	-	18.855	8-28	初建中		-	- 2	1000	開始の開始またまで開始に	BRUNNENS BRUNNEN	
0.00	¢	460	「開発行調査をレタリンコンジ境界」	2.8			26	1000	##門林堂中/918世	5-84984C	SARAH-AUGULDERMAN ART
B.C.	15	300	(実験内積型丸)タビスランド後半)	8.8	trate on		- 3	1.00	and an and a second second		18.8.
	- 28	- 40	満知為登せいた。後後	准确结核	MARK!	4	42	2400	Mailwace Area	NWA* MO-401	·
c	02	- 40	「東京市市大学」学校	8.8.			22	2400	新鮮利用市市の市業業	<b>办工程除生活课</b> 的服务上	
11.1		1000	編集内教室タンクリフタンに確認し	5-66億余陽(M)						RD-80-8781	
CR .		1000	調整円属歴史ングマラシンジ練用	8+新理中第1M1		14	30	2900	and the party of the second	10月31年	
	13	1000	「新聞「新聞多ジタ(加加)	5-位理木等(口)			- 10	1000	MININE AS A STREET	STROADS	
2	18	1000	業製作業型タンク(清掃)	3612.*	高士兵寮中	10		1	and the local division of the local division	総理論本:開設:	
	10	1000	単純代素目ないタロクランジョン	S-SEANICI	and the second second	-11		1200	Married by a care	BRAS ME WILL	
*	-21	1000	通知可能設まいの(2500日本)	849.5	属非黑角冲	12	1.1	3200	MERSON DECOMP.	<u>世代後始市出来</u> 取現成水	
0.5	72	100	MUMBROSSING FARM	8.8		HIE.	12	1206	(株計局所用品でなど常常)	8.2226 T. 11 M	
631	34	1000	副製作業数次-ク(事業)	ARMASES		R1.0	10	1160	教堂行弟复步>7(皇帝)	1-4(E2.8 H)	
11.5 81	- 40	1000	「「「「「「「「「」」」」」」」」」」」」」」」」」」」」」」」」」」」」	6-10 (E # # 10, W)		12	26	1000	#第門推測35.918第	D-R.H.B.B.H	
612		1000	単単円現在タンクで展開)	578.9(A) #(C)		Same.		1100	単新作業者のひつつうつう様素に	A-LUNZING M	
G4W	13	1000	副副門展覧まいか(ラランジ後表)	5-588W	ISON, ISURANDA'S	四項 東市田名田 現形大田県	3	1256	MARINE COUNT	和田市林主活展 石型市本(高台市	
0+£		1000	MEMBERLOCOSCORE!	ACCREATE A		增价水出现 和力价需	1	1238	WHALW RADAL REPORT	1-11項除土田線 約第24 第8	
ÓF.	17	1000	MINING \$200000000	\$3040 ED.0		17	200		0-64.87	IN D. 25/244 WHER	F. AP キャンドルセストニンテウム同言語言葉
	10	100	NUMBER OF STREET	10月1日の 10月1日	MALLER MERCHANNEL COMPANY	anna.	10	1000 (	100 100 100 100 100 100 100 100 100 100	3633	
048				121/2010	an international states and the	E.	100	000	ANR217-7(88)	3084	
918	18	500	朝鮮的限制ないのこうないがある	18月四月年(月)		-		1000			•••••••••••••••••••••••••••••••••••••••
419	10	100	(編集行展型タンク(連携)	多市用除水計構 市場資本1月計		ABREN	10182				
ere :	63	1220	御知時期間をいうに意識に	多社種助士部構 化型源水 		61	20	100	個別球費を約255(活用) ドニキ信用	RRANKA .	EXERCITE FOR BUILDING
HOI .	10	1000	MINIMERSO COSSUME	3644	RARNIEDWICKE GROOM						
-	: 20	500	「御祭社御祭会たる(ひみたひ御祭」	通用技巧.	8.0 B P	2.00000	0.9.2.0	18870	125.02	1997	
14.8	12	1000	調査目標をあたるのからので通知日	建碱强水	用非规模评	1		83.08	85-75	HRA.	
1440	21	1000	建設行用型タンタイクタンジャン	####.*	「満えいの単位されたことをから、3番単志済み たいたい」、株式の構成。			38	MANDARY (MR)	5.044888	balan.
100		1000	単数円根型をつき(25つ)日後日	S-SESIMINI				- 12	NEART/FIRE	S. OFRENS	NR-F
16	23	1000	調査可能数をしないまたの様素に	BRAN .	MADE:	17	-	100	AND REPORT OF A		UL-5
-	.24	1000	構築の新聞きらりたちらび後期	#NGA	16.089	1		200	Manager of the same	1	0.450
		1000	·····································	8-8888(0.8)	110.12			228	BRANES-5195-CHA	1.584925	1804
	11	1000	MININE PLOCEMO	ALC: NO.		1	18	308	NEWN BROOTSTOTER	5. 64 M FEA	46.0
		1000	THE R. P. LEWIS CO., NAME OF TAXABLE			0.1	0	1.100	MRITINE FURTHER	E. SHMMMI	4.6
	9	1000	STRAIN STOCKSON STRAIN	1.0			-45	_			
-58	1	1000	and a source of a			in a					
						1984					

# 表 4-1 各エリア別タンク一覧(平成 27 年 9 月 24 日現在)

※廃炉・汚染水対策チーム会合/事務局会議(第22回)(経済産業省)[2]より引用

地下まパイパ	GARCO.			
HQ		1000 単和門用世がいた フランジ湾会:	1874	
# 表 4-2 各エリア別タンク及び放射能濃度一覧(平成 27 年 9 月 10 日現在)

※(原子力規制委員会ウエブサイト)被規制者との面談概要・資料[3]より引用

各エリア別タンクー覧

matrix	1~4年後年の	9.0 JYS	1929	111				-				10				15-2988.	水信, 打使量等	は平成12年6月1	四 読みてあわ:		
a     b </th <th>81.17</th> <th>-</th> <th>1高約5年 要量1公用/ \$2/9数</th> <th>etm.e.</th> <th>10.0</th> <th>代容量 华 ·朱容量 华</th> <th>887</th> <th>R82</th> <th>CHRISTING 1</th> <th>株型1 30日の2月</th> <th>100.00</th> <th>HAN</th> <th>a state a</th> <th>1-212201</th> <th>1</th> <th>京利教員堂のよう</th> <th>a)</th> <th>1.1.1.1.1.1.1</th> <th>1.111</th> <th>8216</th> <th>104/15-7 19 (101) - 19 (1</th>	81.17	-	1高約5年 要量1公用/ \$2/9数	etm.e.	10.0	代容量 华 ·朱容量 华	887	R82	CHRISTING 1	株型1 30日の2月	100.00	HAN	a state a	1-212201	1	京利教員堂のよう	a)	1.1.1.1.1.1.1	1.111	8216	104/15-7 19 (101) - 19 (1
Image     Image   <			(set)	1/23-0	7780	- Sel:			mill(S)	48.5	(N)	(5).	Ge-106	Se-131	5:50	36-94	18-131-	82128	2-8	10.000	1,000,000
■         ■	142	15	100 HRITELS/21/22/2011	8.5	7380	400	546	4050	29.1	95	51.04	99.3			タン	クの分析は来	実施			-	H23.9
Image       Image <t< td=""><td>2</td><td>26</td><td>40 副副会型(4)-&gt;0(2)(4)</td><td>建接连水</td><td>1855</td><td>32</td><td>45</td><td>344</td><td>L LL</td><td>-</td><td>82.3</td><td>\$4.8</td><td></td><td></td><td>123</td><td>22332376</td><td>122</td><td></td><td></td><td>-</td><td>HE3.6</td></t<>	2	26	40 副副会型(4)->0(2)(4)	建接连水	1855	32	45	344	L LL	-	82.3	\$4.8			123	22332376	122			-	HE3.6
Image       Image <t< td=""><td>8</td><td>52</td><td>40 展開内型タンク(準接)</td><td>18.8</td><td>1955</td><td>32</td><td>Ú</td><td>1867</td><td>0</td><td>-</td><td>02.3</td><td>94.8</td><td></td><td></td><td>95</td><td>クの分析は末</td><td>実符</td><td></td><td></td><td></td><td>H23.8</td></t<>	8	52	40 展開内型タンク(準接)	18.8	1955	32	Ú	1867	0	-	02.3	94.8			95	クの分析は末	実符				H23.8
n     n     no     no <t< td=""><td>a a</td><td></td><td>1000 編製用用型タンク(プランジ((合))</td><td>8-6理(8/卷(M)</td><td>9880</td><td>1054</td><td>3876</td><td>\$271</td><td>70.8</td><td>95</td><td>96.3</td><td>90.9</td><td>(1.52-0)</td><td>9.55-92</td><td>338-02</td><td>C4.0E-02</td><td>1.5€+01</td><td>7,76-01</td><td>6.0E+02</td><td>107.5</td><td>H25.7</td></t<>	a a		1000 編製用用型タンク(プランジ((合))	8-6理(8/卷(M)	9880	1054	3876	\$271	70.8	95	96.3	90.9	(1.52-0)	9.55-92	338-02	C4.0E-02	1.5€+01	7,76-01	6.0E+02	107.5	H25.7
Phy         Phy <td>18</td> <td>1.0</td> <td>1000 構製作用型タンク(25)の場合)</td> <td>14.6推击来(M)</td> <td>9888</td> <td>1054</td> <td>6324</td> <td>8434</td> <td>72.2</td> <td>95</td> <td>98.3</td> <td>88.8</td> <td>(1,7E-0)</td> <td>&lt;8.8E-02</td> <td>4 6E-02</td> <td>&lt;4.6E-02</td> <td>1.6E+01</td> <td>9.2E-01</td> <td>1.2E+03</td> <td>H27.5.</td> <td>H25.5</td>	18	1.0	1000 構製作用型タンク(25)の場合)	14.6推击来(M)	9888	1054	6324	8434	72.2	95	98.3	88.8	(1,7E-0)	<8.8E-02	4 6E-02	<4.6E-02	1.6E+01	9.2E-01	1.2E+03	H27.5.	H25.5
NNN <th< td=""><td>845 I</td><td>13</td><td>1000 編製持護整キンク(単株)</td><td>14-68堆水等(C)</td><td>13460</td><td>1046</td><td>3610</td><td>13598</td><td>30.3</td><td>100</td><td>112.4</td><td>94.5</td><td>1:46+00</td><td>1.4E+00</td><td>8.2E-02</td><td>0.36-02</td><td>3.18+00</td><td>÷.</td><td>446+01</td><td>H27.5</td><td>114.474</td></th<>	845 I	13	1000 編製持護整キンク(単株)	14-68堆水等(C)	13460	1046	3610	13598	30.3	100	112.4	94.5	1:46+00	1.4E+00	8.2E-02	0.36-02	3.18+00	÷.	446+01	H27.5	114.474
Part	80	10	1000 編集四時期95-91888	<b>用田主</b> 年	13469	1046	0	18827	0	100	82.4	94.2	C1.5E+00	3.0E+00	(B.8E-01	-CT.1E+00	7.4E+00	-	1.6E+04	H273	920.0
1100		18	1000 時期代表型タンク(25)ジ((合))	四/前標床稿(Q)	9860	1054	11587	18977	90.3	98	96.3	98.9	ILSE-01	3.25+00	2.9E-01	(2.7E-02	3.0E+00	ND	4.06+02	H27.3	
10101001000 </td <td>S</td> <td>31</td> <td>1000 単原円規型からかつからが用い</td> <td>温泉道水.</td> <td>9880</td> <td>1054</td> <td>326</td> <td>12683</td> <td>24</td> <td>95</td> <td>96.3</td> <td>38.9</td> <td>2.7E+00</td> <td>8.6E+00</td> <td>3.0E+00</td> <td>1.4E+00</td> <td>3.7E+01</td> <td>1.35+01</td> <td>3.8E+04</td> <td>H272</td> <td>HERO</td>	S	31	1000 単原円規型からかつからが用い	温泉道水.	9880	1054	326	12683	24	95	96.3	38.9	2.7E+00	8.6E+00	3.0E+00	1.4E+00	3.7E+01	1.35+01	3.8E+04	H272	HERO
image         <	11	.72	100 局部構築中7ンク(市場)日主中部目	in the second se			6318	\$018	-	-	-			1022303351	95	今の分断は未	実施	10000000			H24.8
Image in the integra integraImage integra11	10#	24	1000 調動円候型(タンタ)(直接)	多特種時去設備 局探済本(設置)	9400	1063	25468	25012	87.76	99	95.9	86.8			52	クの分析は東	実施	11 ( 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 -			H25.4
alia	io#	40	1000 新知行物型タンク(宗神)	电相继速率(d, n)	9400	1053	29956	42520	95,7	99	95.0	90.9	114E-01	-9.EE-02	2.0E-01	17.0E-02	6.1E+00	1,9E+50	2.96+02		1425.10
No <td>iae.</td> <td>. 6</td> <td>1000 病剤円用型タンク(非接)</td> <td>际信理法商(C)</td> <td>9400</td> <td>1053</td> <td>5878</td> <td>6378</td> <td>902</td> <td>88</td> <td>95.9</td> <td>86.8</td> <td>&lt;2.1E+00</td> <td>2.5E+00</td> <td>CT.E+00</td> <td>11.3E+00</td> <td>2.1E+01</td> <td>126+01</td> <td>3.96+04</td> <td>H26.2</td> <td>H25.B</td>	iae.	. 6	1000 病剤円用型タンク(非接)	际信理法商(C)	9400	1053	5878	6378	902	88	95.9	86.8	<2.1E+00	2.5E+00	CT.E+00	11.3E+00	2.1E+01	126+01	3.96+04	H26.2	H25.B
NumberNume	14.18	17	1000 編集件推整为29(75)2時後)	5r标程进用(M)	9400	1083	4504	15945	32.1	100	96.9	56.9	1.3E-01	4.4E-01	(2.9E-02	(41E-02	7.5E+00	2.4E+00	6.1E+63	H27.5	H25.6
m       m	ME.	1	1000 病動行用型タンク(25)-2(新自)	多球環路主接線 系球原本 調測	9400	1063	6378	6378	98.0	100	95.9	88.8			タン	クの分析は来	末族		to the second second		H25.5
data         data <thdata< th="">         data         data         <thd< td=""><td>15</td><td>17</td><td>1000 単単円単立やいか(25い5単合)</td><td>多然爆除去設備</td><td>9400</td><td>1085</td><td>18122</td><td>1807:</td><td>97.5</td><td>100</td><td>96.9</td><td>56.5</td><td></td><td></td><td>92</td><td>20分析出来</td><td>**</td><td></td><td></td><td></td><td>H25.12</td></thd<></thdata<>	15	17	1000 単単円単立やいか(25い5単合)	多然爆除去設備	9400	1085	18122	1807:	97.5	100	96.9	56.5			92	20分析出来	**				H25.12
air         bit         bit<         bit<         bit<         bit<	10.4	10	500 単単円単単ないかつちいく使用し	5-018(K-#-14)	8500	D/A	6405	60.41	61.8	10.0	87.1	66.4	(175-0)	(8.35-02	(3.8F-02	(436-02	1.75+07	7.58-01	10F+01	H27.5	HISS
m         m	168	18	500 単知時間をかった2525時か	S-ISTER & (M)	Need	N/G	8861	6.975	71.7	16.4	97.1	86.4	(EIE-DI	55.4E-01	(4.1F-0)	(375-01	1.25+00	3.45+00	645-01	H27.3	Hass
m         m	13	10	100 BBIER 9-5-0(BB)	\$45400 5.35M	12280	174	6306	1003	89.1	100	97.1	64.1	100.00	00.95 01		クの分析は事	業務	2047.544	1.46.40	116.1.0	1008.10
<ul> <li>In a i a i a i a i a i a i a i a i a i a</li></ul>		14	THE PROPERTY SHIEL	(品稿:清木) 数目 多様現的主約書	14:00	.008	.9.009	,990	05.1	199		100				2.44.01.01.96.95				-	1960.14
11         12         100 <td>11</td> <td>63</td> <td>1220 課題円面型タンタ(実施)</td> <td>他提择来 (第29.8996-996)</td> <td>10267</td> <td>1184</td> <td>72852</td> <td>73324</td> <td>16</td> <td>100</td> <td>95.4</td> <td>90.7</td> <td></td> <td></td> <td>タン</td> <td>クの分析は来</td> <td>演班</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>H27.3</td>	11	63	1220 課題円面型タンタ(実施)	他提择来 (第29.8996-996)	10267	1184	72852	73324	16	100	95.4	90.7			タン	クの分析は来	演班				H27.3
CalC	118	12	1000 調製技術型からか(295-5)開育1	##Q.#	0380	1054	0	d	0	05	96.0	10.1								-	HZ3.E
no.         no.         matrix	42.81	12	1000 時期内害党タンク(フランジ後来)	<b>用标信</b> 木	0888	1054	0	d	0	91	96.3	90.9			52	クの分析はま	実施			-	H23.8
000 <th< td=""><td>1218</td><td>tt</td><td>1000 編集円線型タンク(25)ジャイク</td><td>満線信水</td><td>9880</td><td>1054</td><td>Ű</td><td>0</td><td>0</td><td>95</td><td>96.2</td><td>\$8.5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>H23.8</td></th<>	1218	tt	1000 編集円線型タンク(25)ジャイク	満線信水	9880	1054	Ű	0	0	95	96.2	\$8.5									H23.8
44         20         300         8898 82 > 0 > 250 (864) 82 (864) 82 (8	43	10	1000 単単円発生やシク(25)の使用)	満在地市	8860	1054	41	10643	2.7	95	96.3	86.8	(1.8E+0)	2.1E+01	(7.1E+00	1.25+01	6:0E+01	-	1.26+05	H25.3	H24.3
visit         12         100         BEREBURG-02000/000         BEREBURG-02000/	14	20	500 線展内計型タング(フランジ(構成)	連接法主	8580	538	0	10724	0	16.6	92.1	99.4	4.8E+00	1.3E+01	2.0E+01	1.1E+01	6.0E+01	4.2E+01	1.1E+05	H25.3	H23.10
NE.       21       000       Market berogenessity       Math       940       004       0     <	1638	12	1000 第3月後295-0(295-2988)	2010/2.8	3880	1054	0	12652	0	95	96.0	96.8	(2.5E-00	8.1E+00	CI.1E+00	<1.36+00	3.0E+01	-	4.00+04	H25.10	1023.11
iii:         1000         88/98/25/25/25/26/80         54/88/85/01         68/80         60/91         66/91         68/91         7/2         66/91         66/91         7/2         66/91         66/91         7/2         66/91         66/91         7/2         66/91         66/91         7/2         66/91	148	23	1000 時期円標をおいか(フランジョル)	382×	9880	1054	0	22140	0	95	. 96.3	\$8.7	(3.7E+00	8.1E+00	4.4E+00	7.5E+00	7.5E+03	3.9E+01	1.2E+08	H25.3	H24.3
dit         20         1000         #####\$25-2073-0##         ####         9400         0.05         4.4         2.4         0.00         ######25-2073-0##         ####         9400         1054         4.4         0.95         94.2         8.8         0.12-00         2.12-00         4.02-00         9.12-00         9.12-00         4.12-00         1.12-00         4.12-00<	25		1000 単当門用金タンか(フランジ(第音)	加-拉根米米(M)	9880	1054	477	8434	4.0	85	95.3	86.8	7.2E-01	2.4E+00	1.6E-01	41E-02	3.65+00	1.4E+00	3.2E+0.7	H27.2	1423.11
H         100         BRIPR BEY/CYT/9/9(H)         BRIPR	15	23	1000 単則円単型タンタ(フランジ(第一)	BNILS.	9880	1054	45	24248	- 4.1	95	96.3	88.9	(7.3E+00	8.1E+00	2.8E+00	<4.0E+00	9.4E+01	\$JE+01	2.7E+05	H24.12	H23.11
a.a.a.b.a	**	24	1000 展展円単型タンク(フランジ操作)	満規進水	9380	1054	43	25303	19		98.3	38.3	1.2E=01	2.25+01	<2.8E+00	4.7E+00	1.1E+02	4.9E+01	2.1E+05	H24,12	HZ3 12
可用       11       1000       部県用電気かった3期       6484 年期(1)       9400       1052       11403       11403       9160       944       93       9403       948       615       215-01       205-02       285-01       295-01       916-01       1402       1400       1402         a       5       1000       副新用電気かった500-000 (mt       Am       4810       0001       656       7737       461       460       561       566       56	(0.E.	- 8	1000 納制将属型5-5(許確)	副務理由書(0,8)	9400	1003	5260	6210	95.0	38	95.0	00.8	1.3E-01	5.72-01	2.76-01	3.02-02	0.4E+00	-	2,212+02	H27.5	
中価         5         1000         時期(中盤(5)-2/32-2/3#)         A.K         0.000         1004         0.000         1004         0.000         1004         0.000         1004         0.000         1004         0.000         1004         0.000         1004         0.000         1004         0.000         1004         0.000         1005         0.000         0.000         1.000         1.000         1.000         1.000         0.000         0.000         1.000         1.000         1.000         1.000         1.000         1.000         1.000         1.000         1.000         1.000         1.000         1.000         1.000         1.000         1	18.8	11	1000 時期円規をすっか(実施)	新新建水塘(市)	9400	1063	11633	11693	98.4	.99	98.9	38.9	(S1E-02	1.25-01	2.16-01	2.06-02	3.5E+00	2.9E-01	9.1E+01	H27.8	H20.4
・特徴         7         100         期用機型シック350/9番()         84.8         9480         1004         9464         737         93         943         968         500/93 (13)	18		1000 時刻円用型タンク(25ンジ塗布)	35.	9880	1054	0360	5271	61.7	95	96.3	80.9		a start france of the start	1	in month	and the second	deres and the	A		H23.6
PA         OP         SPUE BENOM	197	17	1000 構製円装型9シタ(25シジ(倍合)	A.s.	9880	1054	0646	1980	73.7	95	95.3	98.9			92	2031114	美麗				H23.11
内         1         100         第第目指数型のつい推測         第400         1033         1152         212         51.8         100         96.9         94.0         141           2         1000         第第目指数型のつい推測         4-00 x x 100         1003         1152         212         51.8         100         96.9         94.0         1.02         1.02         1.02         7.42-00         1.02-01         2.42-00         2.92-00         2	_	64	1000 病則円亮型水>ウ(溶液)	多核境時出設備 低均洗水(開設・情報)	9400	1053	67739	68032	95.0	100	96.90	90.9									
1         1000         株式市場型やかり端目         1000			and the second second	BRIERANS						100	200	100			90	クの水質は未	実施			-	H261
94       1000       無用用整いっつ語時       6-価値未得し、ロ       9400       1003       17460       1844       9458       1000       9458       9458       7.4E+00       1.6E-01       2.4E-02       9.9E+00       3.0E-01       3.2E+02       1007         ロ       42       2400       無用無数かった用き       第100       200       100       520       100       520 </td <td>W</td> <td>- 83</td> <td>1000 99119829292918181</td> <td>·高性和明拉於時故事:</td> <td>9400</td> <td>1064</td> <td>1122</td> <td>2120</td> <td>51.6</td> <td>100</td> <td>99.9</td> <td>20.0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>111M2-0-07</td> <td></td> <td>107 million - 10</td> <td>1.000</td>	W	- 83	1000 99119829292918181	·高性和明拉於時故事:	9400	1064	1122	2120	51.6	100	99.9	20.0						111M2-0-07		107 million - 10	1.000
株式         4.2         24.00         無期用量型かり取用         問用用型かり取用         目前100         24.01         1000         92.01         1000         92.02         1000		- 34	1003 単製円開型タンか(溶腫)	新-哲理末樺(A, C)	9400	1005	17946	16142	94.5	100	95.9	98.9	12.1E+00	7.4E+00	1.0E-01	2.4E-00	2.9E+00	3.0E-01	3,25:+02	H27.3	
122       2400       報知行用型から小液油       64週先生結果       11450       2401       47566       52818       912       100       952       953 <th< td=""><td>18</td><td>42</td><td>2400 単単円単型キング(目接)</td><td>参称環境支持機 原爆済水(周辺・増振)</td><td>11050</td><td>2401</td><td>100155</td><td>100635</td><td>13</td><td>100</td><td>92.2</td><td>88.9</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>H26.5</td></th<>	18	42	2400 単単円単型キング(目接)	参称環境支持機 原爆済水(周辺・増振)	11050	2401	100155	100635	13	100	92.2	88.9									H26.5
A         230         2500         構築目標整定小次振勝         2500         2500         展開機整定小次振勝         2500         2500         展開機整定小次振勝         2500 <td>18</td> <td>22</td> <td>2400 #8/582/9&gt;/2(88)</td> <td>多社場防止接着 位現存水 (所行: 第日: 第日: 第日:</td> <td>11850</td> <td>2401</td> <td>47566</td> <td>52818</td> <td>932</td> <td>100</td> <td>912</td> <td>96.9</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>H28.10</td>	18	22	2400 #8/582/9>/2(88)	多社場防止接着 位現存水 (所行: 第日: 第日: 第日:	11850	2401	47566	52818	932	100	912	96.9									H28.10
市         市	A.	29	2500 時期回帰起年-258時1	多结境除血热量 15程序水	12560	2025	81710	31913	97.4	100	97.4	30.6			92	クの分析は来	演進				H28.10
AB         FLAD         新田市地ないの小田         福田市水(万分)         FLAD         FLAD         新田市地ないの小田         福田市水(万分)         FLAD         FLAD         新田市地ないの小田         新田市地ないの小田         新田市地ないの小田         新田市         FLAD         第月日         第月	-	194	1995 Managements Allered	·····································	1910		Dont.c														
130         1200         株式市業工作         他資本(調査・講査)         10120         1144         43378         4367         94.9         100         95.2         168           112         1200         第第項集集集集集         第項集集集集集         10120         1144         13300         13723         95.2         100         95.3         96.6		- 44		他現資本(政治) 多核理論人協會	12430	1163	10024	41400	- 82	34	30.00	35.4								-	nag s
12       1200       第日用電量からの活動性       転換力+(面積数)       10120       1144       13700       13723       952       100       953       96.6       92-200分析は実置         11億       1160       新田用電型から作用性       い他用水量から作用性       11629       1104       11073       11043       955       100       952       96.6       92-200分析は実置       92-200分析は実置       11629       11629       1104       11073       11043       955       100       952       96.6       92-200分析は実置       11629       11629       1104       11073       11043       955       100       952       96.6       92-200分析は実置       11629       11629       11629       11043       955       100       952       952       952       952       952       952       952       952       952       952       955       955       955       955       955       952       952       952       952       952       952       952       953       953       953       953       953       955       955       955       955       955       955       955       955       955       955       955       955       955       955       955       955       955       955       955		-38	120日 単加行用型タング(用用)	10日日本(商品・増加)	10128	1144	43178	43457	94.9	100	-95.3	26.8				1.000				-	1426.12
10       10       10       100       単数用集整9-2:3冊       単数集集:0       11020       1	12	12	1200 第単円表型タンカ(加強)	新規済水(業時間)	10120	1184	13700	13723	95.2	100	95.3	96.6			92	クの分析は東	<b>第</b> 第				H27.1
12       23       1000       新田田田聖なっか(2010)       1048.4.%(11)       12760       1000       25215       26146       91.0       100       94.8       90.2       (7.3E-62)       (4.3E-62)       6.4E+00       4.2E-61       2.1E-01         4       1100       #新田田聖なっか(79>0)#前1       Status Elling       9150       1102       790       4403       21       100       97.5       98         101       #31日無聖なっか(79>0)#前1       Status Elling       9150       1102       790       4403       21       100       97.5       98         101       #31日無聖なっか(79>0)#前1       Status Elling       12530       1102       790       4403       21       100       97.5       98         101       #31日無聖なっか(384)       Status Elling       12530       1102       790       8443       60.1       100       97.5       98         102.56.66       31.7235       #31日無聖なっか(384)       Status Elling       12530       1109       77.5       100       98.4       90.6       96.6       96.6       96.6       96.6       96.6       96.6       96.6       96.6       96.6       96.6       96.6       96.6       96.6       96.6       96.6       96.6       96.6	1.0	-10	1103 論整共振型化ング(書種)	14位建水果(11)	11626	1104	11073	11043	\$5.5	100	95.2	26.8			92	クの分析はま	実置				H27.3
4         1100         単振円振覧を、クィフランジ後右)         参加振力注着         9150         1102         790         4403         21         100         97.5         98           100         第178         第178         9150         1102         790         4403         21         100         97.5         98           101         1235         #1178         第178         1230         1102         790         4403         21         100         97.5         98           102         #1178         #1188         12830         1198         882         3598         01.7         100         98.4         98.6         99.6           102         #1285         #1178         #12830         1199         882         3598         01.7         100         98.4         98.6         99.6           102         #1285         #1178         12830         12930         1199         1722         2038         98.4         90.6         99.6           103         104         #12830         10400         75.6         100         92.4         94.5         94.5	12	-28	1000 #8/18/82/201818	10-15-16.16.16.14()	12280	1008	25215	36100	93.0	100	94.9	96,2	CT.3E-62	<4.0E-02	2.1E-01	4.3E-00	6.6E+00	4.28-01	2.18+02		H27.2
	化物助士	4	100 単制円用型タング(フランジ操作)	多抗運動去計構 防運改水(開始)	9750	1102	730	4403	21	100	97.5	98		11						-	H25.3
282 年後後 1 1235 第第三角音音中	6116512	- 39	1235 #10/5#1292-2(018)	多性植物主控病	12830	1198	892	3594	63.7	100	98.4	50.6			35	クの分析は東	末市				H28.10
	教授多核理		1235	多核理時去探索	10620	1100	1150	3603	02.4	100	02.6	100								-	HOLE
10 100 第第2日前日本(2)(2)(2) 第三日 1245日 1046 205日 10420 25日 10420 25日 100 824 345 タンクの分析は未実施	es pa		the second second	1月1日本(開設)	14310		1792	2000	00.0	190		39.8								-	ingu a
	1	10	1040 第第門開設5-20第第1	818.F	12450	1046	1551	10460	75.8	100	612 A	94.5			52	クの分析は来	*5			1	1076.8

自動業業 辛美には タンク活動かられな社内の主要の分かりをまない。

#### 来京地力特式高社



図 4-3 1F 敷地内タンク貯留水の種類と概算貯蔵量(平成 27 年 9 月 24 日現在)



図 4-4 1F 敷地内タンク貯留水の放射能濃度(Bq/cc)(平成 27 年 9 月 10 日現在)



図 4-5 1F 敷地内タンク貯留水の放射能濃度(Bq/全容量(m<sup>3</sup>))(平成 27 年 9 月 10 日現在)

### 4.4 発生の可能性のある事象の抽出

汚染水の漏えい事象に関しては、特定原子力施設監視・評価検討会[4]及び汚染水処理対策委員会において、海洋への汚染水流出の事象に関して、事象シナリオ及び対策について検討された。表 4-3 に処理済水貯蔵タンクに係る事象シナリオ及び対策の抽出結果を示す。

表 4-3 特定原子力施設のリスク分析(海洋への更なる放射性物質放出)

	**特正原于刀施設監視・評価修	「「「「「「「「「「」」」」	貧科3[4]より5 用	
想定リスク	汚染水を保有していている設備・場所	リスクに至るシナリオ	対策の抽出	
	処理済水貯蔵タンク 放射能濃度の目安 ※H25.11公表データ	バーングロ操作の専生	漏えいしがたい状態、構造 にする。	
	10Bq/ccレベル(γ核種 淡水化除去装置濃縮水)	ハウントの成形の長人	漏えい事象が発生した場	堰、土堰等の設置、暗渠化の実施
	10 <sup>4</sup> Bq/ccレベル(β核種 淡水化除去装置濃縮水)		合、拡大を防止する	漏えい検知器、監視装置を設置する
汚染水の流出			汚染水発生量を抑制する	地下水バイバス、サブドレンの復旧により地下水位を 低下させ、地下水流入量(汚染水発生量)を抑制する 燃料デブリの崩壊熱の減少を考慮し炉注水量を抑制 する
		汚染水の増加による保 管容量の超過	<mark>汚染水を処理し、汚染水保 有量を低減する</mark> ↓	
			汚染水を告示濃度未満とし 海洋放出を行なう	
			汚染水等を保管するタンク 等を増設する	

対策の実施済または継続的に改善していくもの 今後実施する対策で着手済または具体化されているもの 今後対策の検討・具体化が必要となるもの

また、特定原子力施設監視・評価検討会(第2回)においては、原子炉圧力容器・格納容器 注水設備に関するリスク分析がなされている。本分析においては、海洋への更なる放射性物質 の放出についての起因事象の詳細な分析がなされている。バウンダリ機能喪失が生じる各部の 破損においては、その事象を、対象物自体に起因する内部事象(経年劣化、ヒューマンエラー 等)と対象物以外が起因となる外部事象(地震、台風・竜巻等)に区分している(表 4-4)。

各種タンクからの汚染水漏えいシナリオについて、汚染源、イベント(発生原因、発生事象、 想定漏えい量及び発生頻度)、海洋までの流出経路並びに想定流出量が汚染水処理対策委員会で リスク評価として検討された(表 4-5~表 4-9)[5]。

	わの主色					+1/#
リスク項目	起因争家					对策
				内部主务	経年劣化	2
				内即争家	ヒューマンエラー	3
					異常低温による凍結による破損	4
					紫外線による劣化	5
			注水ライン破損		地震	6
				外部事象	津波	6
					火災	6,7
					台風·竜巻	6
					人為事象	6
					偶発事故	2
海洋への面				内部主免	経年劣化	2
海井・の史	湿えいにトス故射性物質の故史	バウンダロ機能車生		内的主义	ヒューマンエラー	3
物質放出	爛えいたるの成別に切員の版出				火災	6,7
初夏加山			ポンプ破損		地震	6
					津波	6
				外部事象	火災	6,7
					台風・竜巻	6
					人為事象	6
				内部主免	経年劣化	2
				内的中学家	ヒューマンエラー	3
			<i>与、</i> 力破铝		地震	6
				从实主免	津波	6
				21日中学家	台風・竜巻	6
					人為事象	6

<i></i> ≢ 1 1	百子后王力宏哭	・枚納宏哭注水設備に関オるⅡマク分析	
衣 4-4	原丁炉压刀谷奋	• 俗酌谷祏住小砇佣に関りるソヘク刀別	

No.	対策
1	漏えいリスクが低いポリエチレン管へ変更、土嚢による系外放出防止、巡視
2	適切に運転管理、保守管理を行っている 環境改善に努めている(仮設ハウスによる塩害対策)
3	手順書の作成、モックアップ、訓練等、ヒューマンエラー対策を実施している
4	保温材の取り付け、水抜き、仮設ハウスの設置を実施
5	紫外線対策塗装、被覆材(保温材含む)の取り付けを実施
6	・地震に対しては、新設設備は今後継続的に発生すると思われる地震を考慮 して耐震Bクラス設備に適用される静的地震力に対して耐震性を確保 ・アウターライズ津波に対しては仮設防潮堤により津波抑制 ・台風に対しては、建屋は建築基準法の暴風時の荷重を考慮している
7	<ul> <li>・火災発生防止のためD/G用燃料タンク付近で火気作業する場合には養生</li> <li>等を行なう。また実施可能な範囲で難燃ケーブル使用している</li> <li>・初期消火対応できるようD/G用燃料タンクの近傍に消火器等を設置している</li> <li>・発電所構内について毎日パトロールを実施、火災等の異常の早期発見に 努めている。</li> </ul>
8	注水ポンプを建屋内または海洋から遠い高台に設置、土嚢のよる系外放出 防止、巡視点検による監視を実施
9	土嚢による系外放出防止、巡視点検による監視を実施

※特定原子力施設監視・評価検討会(第2回)資料3[4]を改編

### 表 4-5 汚染水漏えいシナリオ(フランジタンク/濃縮塩水)

			ia.	0.0		44	+			2489-214		
	•	413 111	-	**	****		.85.	83.88	341988	8-4 11111-1		100
									単二日下	12,7 10,7 10,7 10,0 10,0 10,0 10,0 10,0 10		
					1113	御品に開発 からの筆行い	1800-1 12.1	974 - + 1 98 9	18.1825-8 8.4275 1.4275 1.427 -827 -827 -827 -825 -825 -825 -825 -825 -825 -825 -825		10-12 10-1 10-0 14(-0 87 90114 (10-00) 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10	
									Denitiko-d name-j soo -dan -dan	- 11 - 11 - 2004 ( - 474 - 1004 - 1 - 38(1-1000 - 1)	10110 1011 1010 1010 1010 1010 1010 10	
AND DO NOT	dana.	_	22 25 25 25	uranual arte	100	11000	100	77 (83%) (*)	1月1日-1月1日 1月1日-1月 1月1日 1月1日 1月1日 1月1日 1月	(K. 9.164) 9.623 (104) 9.623 (104) 9.623 (104) 9.623 (104)		
			1914 1914 1914					an e H	日本一曲中に 15年一日 15.20 一番目 一番目 一番目	4.00000 998-154 88-104 81-104	142-122 242-122 242-00 242-00 242-00 242 242(14) 242(14) 242(14)	
									10日本10日本日本日本日本日本日本日本日本日本日本日本日本日本日本日本日本日本	12-0 EX-consti- NAS (State 1) EX-Consti- EX-Consti- EX-Consti-	10-138 102-129 10-110 1-0-10 1	
					19380 1930 1980 1980 1980 1980 1980 1980 1980 198	20-7年間 - 23道(L)-	-	***	142001-4 4200-4 1500-10		-06-110 -06-110 -06-	
									18001800 01.002-3 222 - 80 - 80 - 80	(#10 80 (1000-0) 80 (1000-0) 80 (1000-0) 80 (1000-0)	144-148 146117 14617 1461 1461 1461 1461 1461 1	

-	/74	18.	_		10	íł –	11 E		5105-212		
***	***	191	.00	****	****	+75+	**#8	A+1140		(0158)	1012 8125 818
		0-00		144-14 78616 89241	ŵ.	÷.	14.5. H			2	-
100 mm	198	· 1000000000000000000000000000000000000	10700-04 ( 101079 101010	÷	÷	ŵ.	**************************************	1813+128 9130-1 180000000 900 900 900 -800 -800 -800 -800	TUT INTERNET INTERNET INTERNET		

01.02180582313aLU82592

IN MORTANOVIACIAL REPORTS

an and there, to brain and breaking to the

N-DEBRIGHTER MERCHANNER (COMPARING) (COMPA

04 010-01007000340148.80-6808810/ NA BREADWOOD MARATERIA BURATERIA DECT

He hat the reader to the

IN MARA COMPARED BALLARY, GRACE BALLARD BARACERST, 1998.

an environment som and som average and a second solution of the second solution. ten, amministration and states, the states, and a

※汚染水処理対策委員会(第9回)資料 2-2[5]より引用

## 表 4-6 汚染水漏えいシナリオ(溶接タンク/濃縮塩水)

-		36	ut.				÷			A 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10		
		-	-	**	42.8U	****	.25.	****	-	11.8-1 or		
								-* 	(R.180-18 81.803-1 80.803-1 499-1804 -499 -499 -499 -499 -499 -499 -499 -4	ALA AN MENA MAN MANA MAN MINA AN MINA AN MINA AN MINA		
					1945 1948	812-183 815-838	9 <b>8</b> 9-0 81	23,-214 0-00000 0-0000 0-000000				
								0.040.0	(4):44:10 10:49+2 5-7 -0.8 -44	10.000 10.000 10.000 10.000	146-110- 140-10 140-10 140-10 140-10 1500-10 1500-10 1500-10 154	
500	ten	_	言言言	-	T=14(4) 3v	A	1Ē.		(10++	1000 mail 1000 m		
			12 H 12 H	100.00			10		(85384) (851 121 -4.68 -4.68 -4.6 -4.6 -4.6 -4.6 -4.6 -4.6 -4.6 -4.6	1011	Ale-110 (2014)(2014)(2014)(2014)(2014)(2014)(2014)(2014)(2	
										) 544 - 84 (general - 858 (theorem 88 (theorem 88 (theorem) - 86 (theorem)		
					1000	(F	ŵ	1000 + 0000 1000 + 0000 1000 + 0000	NUT MARTINEAL MARTINEAL MARTINEAL MARTINEAL MARTINEAL			
									thousers accession to a		(36-12) (36-12	

	19		11.00			-A-		1	2246.618	. · · · · ·	1
144		122011	**	****	****	.754	****	arrown	122.1		143 721 58
T				703-1-1-1 2153-1-1 140-101		ŵ.	-	-	121	1.00	-
AND AND	-	001 1001 1000 1000 1001 1001 1001 1001	040-04 21.17 395	1111 		а.	al e	(8-144)) 41444-) 167718-0 1677 167 167 168 168 168 168 168 168 168 168 168 168	10 572 (00-0 57 (00-0 57 (00-0		,

01-01018058010100-180589

IN BOALANDO JAND BALINDYCKE

01.000x1-0200344242804.0000000000000000

the Addeminiation of the second

II. GROWTERSON BEARING REPORT AND ADDRESS OF THE OWNER ADDRESS OF THE OW

※汚染水処理対策委員会(第9回)資料2-2[5]より引用

# 表 4-7 汚染水漏えいシナリオ(横置きタンク/濃縮塩水・濃縮廃液))

-			18		1		Le :	_	1	ALREADS.		1
		12		415	****	****		****	N471188	Streed -to	- 52.5 - 500 (5.8)-	100
			410 410 910 910		#####	8.7844 9-3405 355	10.0	2 20.4	10-1 	1 #00-13540 000110041 1 \$5913340	수대(1) 2018년 2019 2019 2019 2019 2019 2019 2019 2019	*
885 975 55	444 4-8 3483	nete	61 10 20 20 20 10 10 11 10 20 20 20 20 20	2017 2017 2010	25-894 8-	namen Bre	11	****	5-15 	1.02,000845 1.02000 (0000) 1.0000 (0000) 1.0000 (0000)		
			Aller Aller P		142000 190002 200002 200002 200000 200000	15-1681: 2584)+	100	-	8-19 300 300 300 300 300 300 300 300 	1 91-18 1 92-18 1 92-192-1 1 92-192-1 1 92-192-1	0.000 3.00000 3.00000000	

-	_	-14	iji.			-44	G-#	1.1		2100-218	5 S	
- 44	•	998 1911	CRIME	12	****	****		****	Autoile	eetites	Rig.	1975 10.372 198
			19-101- 1009-10 100-108		Production Notice States Address	÷.	÷	No.	: ::	5		.+.
相論的 哲学飞- 7月	366 4/3 97	-	「日本市市市市市市市市市市市市市市市市市市市市市市市市市市市市市市市市市市市市	996.428 2237 3898)	**	-	-1	añ e	515 -20 -00 -00 -00 -00 -00 -00 -00 -00 -00	- 10-20 - 10- - 10-20 - 10-20	大規1年 2月1日年 2月1日年 日本市場 日本市場 日本市場 日本市場 日本市場 日本市場 日本市場 日本市場	

al horizontations. NAME

#1.844A0MA12580.88A999182

01-1-0001-01-12-01-04000-0004-01-01-01-044

WY DATE THREE ARE

and the state of the state of the state

IN MANY INFAMILIER, INC. INC. SALVALER MANY MELLING

※汚染水処理対策委員会(第9回)資料 2-2[5]より引用

## 表 4-8 汚染水漏えいシナリオ (フランジタンク/淡水化処理水)

-			19			34	-A	911 - <sup>1</sup>		进步趋势;击击军		
		-	tirtiet Sunn		85.88		32 87/2		A31040	(8-1-0) (8.0 (2 (1 (1 (1 (1 (1 (1 (1 (1 (1 (1 (1 (1 (1	813 (1034)	1000
									1日11日から 1日11日から 1日から	12-5 NATORIA NATORIA NATORIA		
			10.00		4125	- 新潟- 「神景 」 いたあない		st.	1日1日日日 日本日日日 日本日日日 日本日日 日本日 日本日 日本日 日本日	45-100.00 4013161 18203161 18203161 18203161 18213161		
2.07 9.07 9.07 9.07 9.07 9.07 9.07 9.07 9	-	10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 1	1000-12-1 423-19 18-06/					18:00:000-1 9:09:0-1 9:09 -00:0 -00:0 -00:0 -00:0	Artistei Artistei Artistei	194-188 1940-19 1940-10	0	
		1811						1015-10141。 1015-17 1115-17	, Kaltinad 1988-taal 1987-taal 1987-taal	1000日本日本 1000日本日本 1000日本日本 1000日本日本 1000日本日本 1000日		
				2-	941888 94188		10.0	180-186), 209-1 1985 	1,0 mai 933(2-0) 94(2-0) 84(2-0)	14,-14 (25)-1 (2		

※汚染水処理対策委員会(第9回)資料 2-2[5]より引用

598				6154				8284 122							
	•	842 115	electron and a second	-	-	****	.82 2012	****	865088	81-0 82232(-1)	-	- (3)7 (2)(3) - 住前			
	184 E								1年上月世纪前 第4年代年代 1月1日 1月1日 1月1日 1月1日 1月1日 1月1日 1月1日 1月1	- boð BAN Galland - Agð Hirdrandiga (Mar Hirdrandiga - Sgær Herdrandiga	6.114 8.409 62-111 1/249 49-109 8.41				
			100 100 100 100 100 100 100 100 100 100			「モ」日本には (中)にはキー) (市)にはキー) (市)に (市) (市) (市) (市) (市) (市) (市) (市) (市) (市)	515 517 517 517 517 517 517 517 517 517	4,2480 91128 445 446 4540 4540 4540 4540 88							
ALC A		1000	VE 24 51 52	REAL BROW					18/08/8109 94/84/13 94/84/13 94/8 1/8/9 -/8/9	1+7 Recorded Recorded Recorded					
							1	1739-744 754846 848023		-	ŵ.	+	241	-	-
						÷	â		1度と日本に満 2月1日年~  1月1日日日本が 月月1日日日本が 月月1日日日本が 日月1日 1日日日 1日日日 1日日日 1日日日 1日日日 1日日日 1日日	. 510 488 (mod) 488 (mod) 48 (mod)	(0,1)4 8799 (-0,10) (-0,10) 80,00 80,00 80,00 81,00 81,00 81,00 81,00 81,00 81,00 81,00 81,00 81,00 81,00 81,00 81,00 81,00 81,00 91 (-0,00) (	3			

IN RECEIPTION AND CONTRACTORS.

AT MARLAMAGALAGO BANTONIME

IN THE REPORT OF A DESCRIPTION OF A DESCRIPANTA DESCRIPTION OF A DESCRIPTION OF A DESCRIPTION OF A DESCRIPTI

CONTRACTOR STREET STREET STREET, S

an constant/ridgenci-an any-fidelition

TA RECENTLY/STREETBACK EVENINE VALUE (\*\*\*

HE WALLACKERSTOCHE

or department and the provided states and the second description of the second se

## 表 4-9 汚染水漏えいシナリオ(フランジタンク/ALPS 処理水)

RE				170,0			31549-325					
	•	ana hel-	CLUTCH		A1.81	****	all/a	e=##	*****	an Zelou	248 (1096)	1010 1010 104
5200 100 100 100 100 100 100 100 100 100		1				NK-AN Postility	Mart Bo	X 4 600 4 7 (800 4 7 (8) (8) (8)	125 11月 11日 11日 11日 11日 11日 11日 11日 11日 11日	1207 1000 100 and 10 1000 100 and 10 1000 100 1000 100	-	
					8755				1:2 -45 -124 -124	9-51100ad 05100ad 922423ad 8993ad 8123ad	*	
									205 100 100	- Ko Yi Bibegi BS-OMAQ BT-IIIBegi		*
			1000	-				는 2월2 - 월2	305 -032 -83 -83	02791052  03901360  0391360  0491360  0491360	10-40 102-0 0-10 0-01 0-01 0-01 0-01 0-01 0-	
			1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	(9-25-04.) (52-07) (409-05)	3-	(-Data	**		91-3 	17-77 (sal) 85 (s. 16) 86 (s. 16) 86 (s. 16) 86 (s. 16) 86 (s. 16)	12290-0011 120-40 120-00 140-10 140-10 120-00 120-00 120-00 120-00	
									1-12A -12A -1028 -1028	i tori dav mesis este nativalisi kati nativali anti-nativali		
					100,000 100,00000000	et statilite politike	iner-1	11. 10.	\$23 1個高 1月前 1月前 1月前 1月前 1月前 1月前 1月前 1月前 1月前 1月前	(P.2) dife tamey's non-diff (system) de fisite (System) dist (System)	21666750 0 01666750	
									945 -444 1944	(425 \$90 (2990)) 891 (200) ( 891 (200) ( 891 (200) (	1 (ar 40) 1 (ar 10) 1 (ar 10)	

54.8									2088-228			1
		818 35	(104) (104)		01.82	****		12.51	aa coan	an\$11	318	対対
					2597-357 KAREA 83082	÷	ő.	ana Vi	3	120	- 75	-
2.244 2.257 2.578 2.578	9.09 8.099	41998	新たった (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1)	dined 1 Attra Media	**	4	÷		2:-0 -01.8 -01.8 -0.8 -0.9	( 2,-7 58 ( 2006) ( 0,0 ( 1,000) ( 0,0 ( 1,000) ( 0,0 ( 1,000) ( 0,0 ( 1,000))	- Londo 102008 - Rocald Ratio	

HI TUTIBUSAVETIMUSBEET

OF BANARMAN PROVER THE PROPERTY.

SCHEMERARM INTERSERVICES DVC. INTERCOMMENDATION AND ACCESS

10.000-1088-17080-86-0-4-LINER-0228-892

81 APREBRUTE, REFER.T.C. MARE, HODESBER<sup>1</sup>2-72, 515.

※汚染水処理対策委員会(第9回)資料 2-2[5]より引用

#### 4.5 漏えい事例の抽出

タンク及び配管等からの漏えい水、あるいは雨水により汚染物を洗い流した水がタンクエリ アより地盤等へ流出した漏えい事例が多数発生しており、その各発生事象に対して発生の状況、 規模、その原因と対処が行われている。ここで、主要なタンクエリアにおける漏えい事象につ いて取りまとめた(表 4-10) [6,7,8,9,10,11,12,13]。ここでは、主要なタンクエリアにおけ る漏えい事例の概要を記述する。

#### (1) 施設・設備等の劣化に起因する事例

貯留タンクにおいては、内部の隙間腐食の漏えいが報告されている。腐食の要因としては海水由来の塩化物イオンが存在していることに加え、次亜塩素酸や塩化第二鉄の注入によって腐食を加速させる液性があったこと、付着したスケールなどが隙間環境を形成していたことが推定される。また、本事例ではフランジ面に於ける腐食も確認され、フランジのすみ肉溶接箇所があり流れが滞留しやすいことが隙間腐食を生じやすくなる環境であったことが推定された。対処としては欠陥部補修後、ゴムライニングを施工した。

堰においては、配管と貫通した堰との隙間からの漏えい事象が報告されている。これは H4 堰内を貫通している配管は、下部反面に鉄板が巻き付いた構造となっていたため、配管と鉄板 の間に堰内水が染みこみ、その隙間を通って漏えいしたと考えられた [13] (図 4-6)。対処とし ては、堰内雨水の移送設備に弁を設置し、移送業務の完了にあたってはサイフォン効果により 移送が継続されていないことを確認、また、配管下部に鉄板が巻き付いた構造の配管が堰を通 過する構造が確認された場合は、鉄板の貫通部両端を切断し、止水を再施工することとした。

また、土堰堤の被覆材の一部剥離 [13] (図 4-7) 及び側溝と周辺モルタルとの間等に生じた 隙間からの漏えいが生じた [13] (図 4-8)。対処としては、被覆の剥がれ、側溝隙間等の雨水漏 えいの原因になりうる箇所を調査・補修を行った。本事案において汚染水の放射能濃度の分析 結果から内周堰から外周堰側の漏れた可能性が少ないとされ、外周堰外からの高線量土壌を起 源とした汚染水の流入の可能性が指摘された(図 4-9)。堰内への侵入ルートとしては、以下の ルートが想定された [13]。

- A: 地表面から浸透した雨水が、外周堰内の被覆材の背後を流れ、側溝側の被覆端部から堰 内に流入。
- B:外周堰の端部の小段を乗り越えて、堰内に流入。
- (2) 運用上(人的)に起因する事例

貯留タンクからの漏えい事例としては、ヒューマンエラーに起因による事例が生じている。 運用上の事例としては、平成26年2月29日に発生した、本来Eエリアに移送すべきところ を、H6エリアの受払タンクへ汚染水が移送される系統構成となっていたため、H6エリアの当 該タンクより汚染水が漏えいした。これは、異常を示す兆侯があったにも関わらず見過ごした こと、また弁の開閉管理がなされていなかったためである。漏えい量は約100 m<sup>2</sup>であり、漏洩 リスク評価で想定されていた10 m<sup>2</sup>(表 4-5~表 4-9)よりも多い量であった。対策としては、運用 上に当たっては、監視の強化、手順等の教育、漏えい警報の制御系の改善、汚染水をタンクか ら溢水させないための制御系改善がとられた。

工事中に生じた事例として、平成26年12月17日に発生した、J6-A1タンクへALPSから処

理水を移送するところを、系統構成を誤り(施工中の配管に繋がる弁を開けていた)、施工中の 配管端部(開口していた)から、移送していた ALPS 処理水が漏えいした。原因として、IF 水 処理運営部門は、工事実施箇所から提供された施工図面を用いて J6 エリアへの移送に向けた手 順書を作成したが、施工図面の配管の見方を誤り、J6 エリアへの配管ラインを誤認してしまっ た。水処理運営部門は間違えた手順書を基に、施工中の配管に繋がる弁を開としてしまった。 なおその際、水処理運営部門は実際のライン構成の確認を実施していなかった。対策として、 水処理運営部門は、今後新設ラインの弁操作を実施するにあたっては、現場にてラインの構成 を実施することとした。本事例での漏えい量は約6 m<sup>3</sup>であり、漏洩リスク評価で想定されてい た 10 m<sup>3</sup>(表 4-5~表 4-9)よりも少ない量であった。

### 表 4-10 タンクエリアにおける主要な漏えい事例

発生時期	概要	要因	原因	再発防止策	環境影響	出典
H25.7.29	記載なし	腐食	パッチ処理タンク24からの漏洩の原因は隙間の腐食と判断 腐食を発生させた原因は海水由来の塩化物イオンが存在して いることに加え、次亜塩素酸や塩化第二鉄の注入によって腐 食が加速させる液性であったこと、付着したスケールなどが隙 間環境を形成していたことなどを推定 ※フランジ面の腐食を確認 差し込み溶接型フランジに限られ、一体型ではなかった。 フランジのすみ肉溶接箇所が有り、流れが滞留しやすくシート 面に隙間腐食が生じやすい環境。	欠陥部の補修完了後、ゴムライニング(クロロプレンゴム)を施工	記載なし	特定原子力施設監視・評価検討会(第14回) 資料4 多核種除去設備バッチ処理タンクからの漏洩を踏まえた今後の対策
H25.8.19	・8月19日9時50分頃、堰外に前日パトロール時に確 認されなかった水たまりを発見、輸量状況を確認し たところ汚染水である可能性が高いことを認識 ・堰内には深さ1~2cm程度の水たまりが有り、堰の ドレン弁の外側に約3m×3m×1cmと約0.5m×6m× 1mの水たまりと個所を確認 ・No.5(H4-1-5)タンク近傍の底部で水の広がりがあ ることから、同タンク内及び近傍のタンクの水位を確 認したところ、No.5タングは上部から3.4m程度まで低 下、近傍タングは上部から0.5~0.6mであることか ら、現時点で約3mの水位低下を確認、低下分の水 量は約300m	不明	記載なし	・該当エリア堰のドレン弁は全て閉止(8/19) ・堰内エリア拡大抑制のため漏えい水の顕著な個所に吸水マット を設置 ・堰内の漏えい水を仮設排水ポンプにて仮設タンクに排水を行な い様水を一旦完了。その後堰内の漏えい水及び漏えいが生じて いるタンク内の水を開後の健全なタンク群に移送するラインを設 置し水を移送 電し水を移送 ・排水路への汚染漏えい水混入を防止するため今回の漏えい個 所近傍で土堰堤が構築されていない個所については土糞背面 噬土を構築するとともに堰小の汚染土壌から汚染が排水路に流 れ込まないよう、防水対策を実施	漏えい量 約300㎡	汚染水対策委員会 (第5回) 資料1 H4タンクエリアにおける漏えいについて
H26.2.29	タンク上部天板部から両随を伝って堰外へ漏洩 推 定漏えい量は約100m 漏洩水の放射能温度は全 β 最大24億Bg/L(堰外 漏波部)近(-排水路がなく又漏洩拡大防止済みで あり海への流出はないと推定 ・地表などの発電した漏洩水42mを回収済み。周 辺土壌は209mも回収済み	人的	Eエリアのタンクへ移送予定が、漏洩時はH6エリアの受払タンク (当該タンク)へ汚染水が移送される系統構成となっていた。 →異常を示す兆候を見逃していたこと、弁の開閉管理ができて いなかった	監視強化 教育 漏洩警報の制御系の改善 汚染水をタンクから 溢水させないための制御系改善	漏えい量 約100㎡	特定原子力施設監視・評価検討会(第19回) 資料6-1 H6タンクエリア天板部からの漏洩に対する原因と対策について
	J6-A1 タンクが竣工したことから、多核種除去設備 から当該タンクへ移送を実施することにしていた。 ・その際、系統構成を誤り(施工中の配管につなが る弁を開けていた)、施工中の配管準約(開口してい た)から、移送していた ALPS 処理水が満えいた。 ・本事象については、汚染水が管理区域内に漏えい した事象であることから、法令報告事象と判断した。		・水処理運営部門は工事実施個所から提供された施工図面を 用いてJ6エリアの移送に向けた手順書を作成しているが、施工 図面の配管の見方を誤認し、B5エリアへの配管ラインを誤認して しまった。誤認した図面を基に手順書を作成し、間違えた手順 書を使用してしまった。。 ・間違えた手順書を基に施工中の配管に繋がる弁を開としてし まった。その意、水処理運営部門は実際のライン構成の確認を 実施していなかった。	水処理運営部門は今後親切ラインの弁操作を実施するにあたっ ては現場にてライン構成の確認を実施することにする	<ul> <li>- 漏えい量 約 6m<sup>3</sup></li> <li>- 漏えいえい水 多核種除去装置からの処理水</li> <li>- 漏えい範囲 漏えい個所南側配管トレンチ内(約16m)</li> <li>※漏えい水は上記エリアに留まっており海洋等への流出はない</li> <li>- 漏えいリアの雰囲気線量 2~8 μ Sv/h</li> </ul>	廃炉・汚染水対策現地調整会議(第16回) 資料1-6 多核種除去設備処理水のJ6移送ラインからの漏えいについて
H26.12.19	記載なし	人的	視界なし	・工事実施部署は施工中の配管と運用中の配管を仕切る弁につ いて、設備運用部署で間違えて操作できないよう弁を閉とした上 で施設管理を行なう ・工事実施部署は配管の接続箇所が明示されている図面を作成 して設備運用部署は定の自接結箇所が明示されている図面を作成 して設備運用部署は定の対応 を用いて手順書を作成する ・設備運用部署は今後新設、及び久しぶりに使用する配管を用 いて移送する場合は、前述で作成した手順書を基に現場にて当 該配管を注め回答の状態間起そ行なう。 ・日々状態が変化する1Fにおいて、図面や現場の状態について 正確に把握できるようにする。今後図面の明確化を行ない、工事 指当部署と該備運用部署の情報伝達を図面を用いて確実に実 施できるようにする。	記載なし	廃炉•汚染水対策現地調整会議(第18回) 資料1-4
H27.3.6	・3月6日午前9時ごろ、H4東エリア内周堰の配管貫 通部から堰内のたまり水が滲んていることを発見 ・にした個所のちょスアのため配管保温材を取り外し たところ配管資通部からのにじみが鉛筆芯1本程度 の量に増加 ・パワープロベスターによる内周堰内水を回収すると ともにコーキング剤による止水処置を実施し漏えい が停止したことを確認	- 降雨 劣化	・ H4堰内を貫通している配管は下部半面に鉄板が巻き付いた 構造となっていたため、配管と鉄板の間に堰内水が染み込み その隙間を通って調えいが発生したと考えられる。 ・ 堰内水が隙間を通って調えいに至った原因として、3月5日に 実施したH6堰内雨水のH4東堰内への移送作業において、移 送売了後の停止確認が不十分であったため、サイフォン効果 によりH6堰内雨水の移送が継続されてしまい、H4東園内の水 位が通常運用値を超える27cmまで上昇したと考えられる。	<ul> <li>・堰内雨水の移送設備に弁を設置し、移送業務の終了にあたっては、サイフォン効果により移送が継続されていないことを確認する。</li> <li>・配管下部に鉄板が巻き付けた構造の配管が堰を通過する構造が確認された場合は、鉄板の貫通部両端を切断し、止水を再施工する。</li> </ul>	・漏えい量 最大25L ・漏えい水 H4東内周堰内にたまった雨水 ・漏えい恋囲 隣接する溜桝 ・漏えい水成分 全ペータ 1,600Bq/L 他ND	特定原子力施設監視・評価検討会(第33回) 資料5 H4タンクエリア内周堰からの堰内雨水漏えい及び外周堰の雨水水位低下 について 廃炉・汚染水対策現地調整会議(第20回) 資料1-4-1
	3月9日22:30 H4エリア外周堰内水位が降雨により 約15cmになっていることを確認 ・3月10日6:24 水位が約10cmに低下していること を確認 ・周辺部を確認したところ、H4東エリア及びH4北エリ アの東側外周堰の間に設置してある開港と基礎部の 維ぎ目から気泡が出ていることを確認 ・同日10:25より外周堰内のたまり水を水中ポンプや 吸引車にてH4北内周堰内に移送を開始し、14:52 にたまり水がなくなったことから水移送を終了。水の 流出及び気泡の発生が止まったことを確認		記載なし	記載なし	・漏えい量 約747㎡ ・漏えい水 H4外周堰内のたまり水 ・成分 最大1900Bq/L 全ペータ	特定原子力施設監視-評価検討会(第33回) 資料5 H4タンクエリア外周堰の雨水水位低下
H27.3.9	-		・144、の東側の土堰堤からの漏えい個所では、土堰堤の被覆 材の一部刺離がみられた。 +14南側の側溝脇においては側溝と周辺のモルタルとの間な どに隙間が生じており、その隙間から地中に浸透していると推 定される。 ・側溝脇などからの気泡発生については隙間からタンク基礎下 の砕石等にたまっている空気が出てきたものと推察される。	・被覆の剥がれ、側溝隙間等の雨水の漏えい浸透の原因となり うる個所を調査し補修 ・応急措置として3/10に確認された不具合個所の補修を実施 ・H4以外のエリアにおいても点検・補修を実施計画 ・H4及びH6において堰周囲の側溝脇隙間の充填・被覆を実施	-	廃炉・汚染水対策現地調整会議(第20回) 資料1-4-2
	-		外周堰内のβ核種による汚染の原因 ・降雨時に高線量の汚染土壌に接た(雨水が以下のルートで 塩内に流して堰内水を汚染した可能性が高い ・A地表面から浸透した雨水が外周堰内の被覆材の背面に流 れ、側溝等の被覆端部から遅内に流入 ・B·外周堰の端部の小段を乗り越え堰内に流入	H4エリアについては外周堰内の汚染防止に向けて以下の対策を 実施 1)汚染した土壌は、現場状況を踏まえて可能な限り回収する が、外周増外の南西部は支障物の為回収が難しく、タンクリブ レース時に実施 2)南西部の汚染土壌の個所については雨水がたまらないように カバー等の対策を実施する ・外周増四側高台からの雨水浸透防止の為、高台全体のフェー シングを実施 ・外周増内の再汚染防止対策として外周堰内の被覆を再度実施 ・H4については上記対策後に水質分析を実施し、B.C.排水路を流 れる水と比較して同程度であることを確認の上、「外周壇の開運 用」再開予定	_	廃炉·汚染水対策現地調整会議(第20回) 資料1-4-2



※廃炉・汚染水対策現地調整会議(第20回)資料1-4-1[12]より引用 図 4-6 H4 タンクエリア堰と配管貫通部からの漏えい



※廃炉・汚染水対策現地調整会議(第20回)資料1-4-2[13]より引用
 図 4-7 土堰堤被覆材の剥がれ



※廃炉・汚染水対策現地調整会議(第20回)資料1-4-2[13]より引用
 図 4-8 側溝脇の隙間からの漏えい箇所



### 4.6 漏えい対策事例の整理

1F 汚染水処理設備が運用開始された当初、フランジ接合型の鋼製円筒形タンクやタンク間を ホースで接合された鋼製横置きタンク等も用いられて運用されていた。しかし、これらタンク はフランジ部やホース接合部からの漏えいの懸念があった。また、処理水等の増加に伴うタン クの増設等の計画も有り、第13回汚染水対策検討WG(平成26年4月11日開催[14])にお いて、タンク建設・運用の基本指針が以下のように定められた。

- ・平成26年度中に総貯蔵容量を約80万㎡に増加。
- ・今後設置するタンクは、溶接型タンク等を基本とする。
- ・平成26年度末を目途に、濃縮塩水を浄化処理水にすることを目指し、ALPS処理水は全量 新設タンクに受け入れられるようタンクの新設及びリプレイスを加速。
- ・フランジ型の鋼製円筒型タンク、鋼製角型タンク及び鋼製横置きタンクを溶接型タンク等 に順次リプレイス。

- ・濃縮塩水の浄化処理が進み、タンクの空きが多くなった時点で解体を開始し、必要に応じて地盤強化等を行い、溶接型タンク等を設置。
- ・漏えいが確認されたものと底板止水構造が同タイプのフランジ型の鋼製円筒型タンク、鋼 製横置タンクの濃縮塩水から水抜きを進め、各タンクの貯蔵容量の裕度を確認の上、撤去 若しくは底部補修による信頼性向上対策を実施。

タンクエリアの堰については、雨樋、堰カバーを設置し雨水の流入を防止し、堰の嵩上げ、 二重化(内堰、外堰)を実施している。また外周堰には止水弁(電動弁)を設置し、内堰内の 漏えいが確認された場合などに、免震重要棟遠隔監視室及び現場から止水弁を「閉」とする運 用を行っている(図 4-10、図 4-11) [15, 16]。なお、堰内の浸透防止としてフェーシングがな されているが、その厚さは不明である。

タンクエリア堰からの雨水移送設備について、平成26年3月12日時点においては、堰内よ りポンプにて一旦仮設プールに移した後、大容量ポンプにて雨水受けタンクである500 m<sup>3</sup>フラ ンジタンクへ移送を行っていたが、以降は堰内に雨水収集ピットを設け、ピット内に設置した ポンプにより雨水受けタンクへ移送するよう順次改良中である(図4-12)。収集ピット及び雨 水受けタンクの位置図を図4-13に示す。同工事に併せて、内堰の高さをこれまでの30cmから 60cm へ嵩上げを実施した(図4-14)



図 4-10 タンクエリアにおける堰による漏えい防止(概念図)



※廃炉・汚染水対策現地調整会議(第7回)資料2[16]より引用

図 4-11 タンクエリアにおける堰による漏えい防止(平面図)



<sup>※</sup>廃炉・汚染水対策現地調整会議(第7回)資料2[16]より引用

図 4-12 電動弁設置位置図 (平成 26 年 3 月 12 日現在)



図 4-13 堰内からの雨水の移送



※廃炉・汚染水対策現地調整会議(第16回)資料1-6[9]を改編 図 4-14 収集ピット及び雨水用タンク位置図(平成26年4月18日現在)



※廃炉・汚染水対策現地調整会議(第7回)資料2[16]より引用
 図 4-15 堰の嵩上げ

#### 4.7 漏えいシナリオの抽出

これまで4.4 節において汚染水の漏えい発生の可能性のある事象の抽出を行い、4.5 節において実際の漏えい事例の抽出を行った。その後、4.6 節において汚染水の漏えい対策事例の整理を行った。これら情報をとりまとめ、本節においては汚染水漏えいシナリオの抽出を行う。

4.7.1 地盤への漏えいに至る汚染水等の流れ

タンクエリアより汚染水等が地盤へ漏えいに至る過程について、前節で示した汚染水の漏え い発生の可能性のある事象、実際の漏えい事例、汚染水の漏えい対策事例を基に検討、整理を 行なった。タンクエリアから地盤への汚染水等の漏えいに至るフローは、図 4-16 の様に考えら れる。



図 4-16 タンクエリアから地盤への汚染水等漏えいフローと外的要因

ALPS 等の処理施設より配管にてタンクエリア中のタンクへ処理水が供給、タンクにて貯蔵 される。またタンクより建屋注水が配管を通じて行われる。このタンク及び配管より漏えいす ることが汚染水漏えいの起因となる。また、タンク、配管等の設備にはタンク等からの漏えい 等により汚染物が付着している可能性が高く、これら汚染物は降雨により洗い流されることで 汚染水が発生、タンクエリアへの漏えい事象となりうる。

また、タンクエリア内への汚染水等の流入源として、タンクエリア外に存在する汚染土や瓦 礫に付着した汚染物がある。タンクエリア外で発生した汚染水は、大雨等により外堰を乗り越 え流入することが想定されるほか、地面から浸透した雨水が被覆材の背面を流れ側溝等の端部 から堰内へ流入することが想定される。

タンクエリアは、外堰にて仕切られ、またタンク周辺部に内堰が設置されタンクからの汚染 水の漏えいに対して二重の防護がなされている。タンク基礎にはフェーシングが施され汚染水 等が浸透し地面を防ぐ構造となっている。またタンクエリア堰内にタンクからの漏えい及び雨 水の流入した汚染水等を、堰内からポンプにて汲上、雨水受けタンクへ貯蔵することで、堰外 への流出を防ぐ構造となっている。それゆえタンクエリアの機能としては、流入した汚染水等 が地盤への漏えいを防ぐ機能を担っている。

以上から、タンクエリアから地面へ汚染水が漏えいする事象を分析すると、汚染水等の発生 源として、図 4-15 上の赤破線枠 I のタンク・配管とⅡエリア外汚染土・瓦礫があり、バッファ 機能としての地盤への浸透防護面であるⅢタンクエリアに区分することができる。この区分ご とに汚染水等の漏えい事象について検討を行なう。

#### 4.7.2 漏えい事象の分析と整理

前項で示した漏えい事象を詳細に分析するためには、発生状況や起因事象など区分ごとに情報を分析・整理する必要がある。ここでは区分した領域ごとに漏えい事象を分析するにあたって参考となる情報を表 4-4 に基づき整理した。起因事象を発生箇所ごとに内部事象・外部事象による区分を行った上で詳細については Appendix B-1 に記載し、結果事象とその発生状況及び漏えいの影響を与える先については下記の通り整理した。

- 1) 発生状況
  - ①対象 漏えいが発生する対象
  - 例:タンク、配管、タンクエリア等
  - ②詳細 対象の詳細分類
  - 例:【タンク】鋼製円筒形タンク(フランジ結合)等
  - 【タンクエリア】収集ピット、外周堰等
- 2) 起因事象
- ①内部/外部 漏えいの起因事象が内部事象(劣化、ヒューマンエラー等)か外部事象(降雨、 地震等)で分類
- ②詳細 起因事象の詳細を記述。
- 例:【内部事象】経年劣化、ヒューマンエラー等
- 【外部事象】降雨、地震等
- 3)結果事象 起因事象が生じた結果、漏えいに至った具体的事象を記述。 例:溶接部腐食による漏えい 等
- 4)発生状況 起因事象が発生した状況を記述
- 例:通常時、工事、降雨時等
- 5)影響を与える先 漏えいした水が影響を与える先を記述
  - 例:タンクエリア、地盤

また、表 4-2 のタンクエリア別のタンクの種類とタンク貯留水の種類に関する情報(平成 27 年 6 月 18 日現在)と組み合わせることで、事象毎にその事象が発生するタンクエリアと流出する水の種類を示した(Appendix B-2)。

#### 4.7.3 タンク・配管からの漏えい事象

図 4-16 中の I に示すように、汚染水等が貯留されているタンクは、主要な汚染水等の漏えい 事象の起因となる。タンクからの漏えいの起因事象は、内部事象としてタンクの劣化に伴う汚 染水の漏洩が考えられる。特に鋼製円筒形タンク(フランジ接合)によるものはフランジ部の パッキン劣化の懸念があることから、リプレイスの対象となっている。また、ヒューマンエラ ーが起因となる漏えい事象としては、開閉操作ミスによるタンク外への汚染水等の漏えいや、 オペレーション上のミスによるタンクからの汚染水溢れだしが想定される。この場合、発生状 況として通常運用時に発生する可能性があるほか、工事に伴い発生する可能性もある。外部事 象のうち降雨によるものとしては、雨によりタンクに付着していた汚染物が洗い流されること で汚染水が発生することが想定される。また台風・強風等により飛来物がタンク及び付属物に 衝突することでタンクが損傷し汚染水等が漏えいすること他、地震により地盤が破損、それに 伴いタンクが破損することで汚染水等が漏えいする可能性がある(図 4-17~図 4-20)。

タンクエリア堰内よりピット内のポンプにより汲み上げられた雨水等は雨水受けタンクへ移送されるが、雨水受けタンクにおいては容量を超えた水が供給された場合においてタンクより溢れることによる漏えいの可能性がある(図4-21)。また、現在タンクのリプレイスに伴い、タンクの解体が行われているが、この解体中の水抜きタンクにおいては、タンク内に溜まった汚染水の漏えいや汚染物が雨水等による流出の可能性がある(図4-22)。

汚染水等の移送の要である配管については、内部事象として配管の劣化によるもの、ヒュー マンエラーによるものに起因する漏えい事象が想定されるほか、外部事象として紫外線による 配管の劣化や気温低下に伴う管内凍結による破損、地震・火災・飛来物による破損により汚染 水の漏えいが想定される(図 4-23)。

このタンク及び配管から漏えいした汚染水等は、図 4-15 のⅢタンクエリアに影響を与える。



図 4-17 鋼製円筒形タンク(フランジ結合)からの汚染水等の漏えい事象



図 4-18 鋼製円筒形タンク(溶接)からの汚染水等の漏えい事象



図 4-19 鋼製横置きタンク(溶接)からの汚染水等の漏えい事象



図 4-20 鋼製角形タンク(溶接)からの汚染水等の漏えい事象



図 4-21 鋼製角形タンク(溶接+フランジ結合)からの汚染水等の漏えい事象



図 4-22 雨水受けタンクからの汚染水等の漏えい事象



図 4-23 水抜きタンクからの汚染水等の漏えい事象



図 4-24 配管からの汚染水等の漏えい事象

### 4.7.4 タンクエリア外からのタンクエリアへの汚染水の侵入事象

タンクエリア外には、現状汚染された土壌や廃材等が存在し、雨水により汚染物が流出し汚 染水が発生する。この発生した汚染水は、前項でも述べたように、タンクエリア内へ堰を超え て流入した事例があった。図 4-16 中の II に示すように、このタンクエリアへの汚染水の供給源 の一つとしてタンクエリア外の汚染物が汚染水漏えいの起因となりうる。図 4-25 にタンクエリ ア外からのタンクエリアへの汚染水流入事象について示す。



図 4-25 タンクエリア外からのタンクエリアへの汚染水流入事象

4.7.5 タンクエリアからの漏えい事象

図 4-16 に示すように、I のタンク・配管からの汚染水等の漏えいとこれら設備に付着した汚 染物の雨水による洗い流しによる汚染水の発生、また II の汚染土壌や汚染された廃材に付着し た汚染物を洗い流した雨水がタンクエリアに流入する。その結果、図 4-16 中のIIIに示すように、 その流入した汚染水がタンクエリアを超えて地盤に到達することで汚染水等の漏えい事象とな る。

外周堰においては(図4-10)、内部事象として止水弁の劣化及び故障、堰自体劣化やクラックの発生による汚染水の漏えい事象が想定される。またタンクが大規模に破損した際、堰内に大量の汚染水が流入、汲上用ポンプの吐出容量を超えた場合において、汚染水が堰外への漏えいが想定される。ヒューマンエラーとしては、タンク等からの漏えい時、外周堰止水弁を閉塞すべきところを誤って閉塞せずに汚染水の堰外への漏えい事象が想定される。工事作業において堰及び付随する基礎を破損させ、当該箇所より漏えいに至る事象が想定される。

外部事象としては、降雨、降雪、台風・強風、及び地震が想定される。降雨の際の施設運用 において、堰内の汚染水混じりの汚染水の発生が雨水受けタンクへの移送に用いられる汲上用 ポンプの吐出容量を超えた場合において、汚染水が堰外への漏えいが想定される。積雪時にお いては、堰を超えて積雪し、かつタンク等から汚染水漏えいがあった場合、汚染物質が雪を伝 搬し堰外へ流出する事象が想定される。台風・強風時には、飛来した草木廃材などがタンクエ リア内に入り、汲上用ポンプを目詰りさせることでポンプ能力低下し、汚染水が堰外へ漏えい する可能性がある。また、地震により外周堰が損傷することで当該箇所からの漏えい事象も考 えられる。

タンクエリアにおいては、例えば外周堰に生じたクラック(内部事象)に降雨による汚染さ れた雨水が浸透・漏えい(外部事象)する、内部事象と外部事象が同時に発生する場合がある。 これを同時事象とする。外周堰においては、大雨時に汲出用ポンプが故障することで汚染水が 堰内に溢れだし堰外へ流出する漏えい事象が想定される。また、大雨時に雨樋が破損すること で雨水が内堰に流入し、汲上用ポンプの吐出容量を超える流入がある場合は堰外へ汚染された 雨水が流出する事象が想定される。



図 4-26 外周堰からの汚染水漏えい事象

収集ピットにおいては、外周堰と同様の劣化等の内部事象を起因とした漏えい事象の他、地 震等の外部事象を起因とした漏えい、また同時事象による降雨時の汚染水漏えいが想定される (図 4-27)。

外周堰内には側溝があり、その側溝と周辺モルタル部との継ぎ目に隙間が生じ、汚染水が漏 えいする事象が想定される(図 4-28)

タンク基礎及びフェーシング部では、内部事象としてフェーシングの破れ等による劣化、タンク基礎に生じた亀裂より汚染水等の漏えい事象が想定される。外部事象としては、地震によりタンク基礎が損傷をうけ当該箇所から汚染水等の漏えい事象が想定される。同時事象としては、降雨時にタンク基礎の劣化部より汚染水等の漏えい事象が想定される。



図 4-27 収集ピットからの汚染水漏えい事象



図 4-28 側溝周辺部からの汚染水漏えい事象



図 4-29 タンク基礎フェーシング部からの汚染水漏えい事象

#### 4.8 漏えいシナリオの整理

ここでは、前節で分析した汚染水等の漏えいシナリオを基に、汚染水等の発生から地盤へ漏 えいするに至るシナリオの整理を行う。シナリオ整理では、汚染水等発生源である図 4-16 中の I (タンク・配管)またはII (タンクエリア外の汚染土・廃棄物)と、汚染水が地盤に浸透す る防護の役割を果たすIII (タンクエリア)を組み合わせることとした。

漏えい事象の起因事象(I・Ⅱの事象)については以下のようにまとめた。(Appendix B-3) 1)起因物 漏えい事象の起因となる対象物

例:【タンク】鋼製円筒形タンク(フランジ結合)等

- 2) 内部/外部 漏えいの起因事象が内部事象(劣化等) か外部事象(降雨、地震等) で区分
- 3) 詳細 漏えいの起因事象の詳細
  - 例:【内部】経年劣化、ヒューマンエラー等
- 4)発生した事象 漏えいが発生した具体的な事象例:溶接部腐食による漏えい等

起因事象で漏えいした汚染水等が次のタンクエリア(Ⅲ)で漏えい事象が生じると、地盤への漏えい事象となるが、このタンクエリアでの漏えい事象のことを、派生事象とする。本事象については以下のようにまとめた。

- 1)対象物 派生事象の対象物
  - 例:収集ピット、外周堰等
- 2) 内部/外部 漏えいの派生事象が内部事象(劣化等) か外部事象(降雨、地震等) で区分
- 3) 詳細 漏えいの派生事象の詳細
  - 例:【内部】経年劣化、ヒューマンエラー等
    - 【外部】雨、地震等
- 4) 発生した事象 派生事象の発生した具体的な事象

例:フェーシング部劣化による当該箇所からの漏えい

また、表 4-2 のタンクエリア別のタンクの種類とタンク貯留水の種類に関する情報(平成 27 年 6 月 18 日現在)と組み合わせることで、事象毎にその事象が発生するタンクエリアと流出する水の種類を示した(Appendix B-4)。

4.9 タンクエリア等における各種対策への影響

前節で整理された漏えいシナリオのうち、発生の可能性のある事例について検討する。

今般のタンクエリアでの監視や内堰・外堰に対する漏えい防止策、フランジ接合タンクのリ プレイスの状況を考えれば、汚染水流出のリスクは低減していると考えられる。そのため、発 生の可能性のあるシナリオとしては、人為的なミスや極端な豪雨、地震によるタンクの亀裂か らの漏えいなどに加えて、基礎フェーシングの亀裂、内堰・外堰の隙間からの漏えいが重なる 等、極端なケースとなる。そのため、大量の汚染水の地盤中への流出の可能性は少ないと考え られる。

一方、降雨により堰内に溜まっていた水(堰内水)の漏えい等もタンクエリアにおいて発生 している。これらのことから、大量の汚染水の漏えいの可能性は少ないものの、内堰・外堰等 の間隙からの少量の漏えいは起こる可能性のある事象といえる。

#### 4.10 感度解析のための現実的なシナリオの設定

前節で考察したように、諸対策により、汚染水の大量の漏えいの可能性は大きくなないと考 えられるが、可能性として考えられるシナリオとしては、以下の様なことがあげられる。

- (1)図4-30に示すシナリオは、通常運用時の操作ミスあるいは工事等での施工ミスによる誤 配管によりタンクより汚染水等が漏えいしタンクエリアのタンク基礎フェーシングに至っ た。タンク基礎フェーシングや内堰・外堰上には劣化等で生じたクラックがあり、汚染水 等はそこから浸透して地面に漏えいに至ったことを示す。
- (2)図4-31に示すシナリオは、降雨時に解体中の水抜きタンクに付着した汚染物を雨水で洗い流すことで汚染水が発生した。汚染水は外周堰付近の側溝と基礎部の継ぎ目に生じた隙間に流入することで地盤に汚染水が漏えいする。
- (3)図4-32に示すシナリオについて、まず、降雨時に、エリア外の汚染土ないし瓦礫に付着した汚染物が洗い流され汚染水が発生する。汚染水が地面に浸透し外周堰の下を通過し、 堰内へ進入する。侵入した汚染水は基礎部と側溝の継ぎ目部に生じた亀裂から汚染水が浸透し、地盤内へ漏えいする。
- (4)図4-33に示すシナリオについて、地震により地盤破壊が生じ、それによりタンクが損傷 してタンク内の処理水が漏えいした。そしてタンク基礎も損傷が生じ、そこから処理水が 地盤へ漏えいする。



図 4-30 タンクの人的要因から生じた汚染水等が地盤へ漏えいするシナリオ



図 4-31 降雨により解体中の水抜きタンク上の汚染物を流出し側溝周辺部の亀裂から 地面に汚染水が浸透するシナリオ



図 4-32 降雨によりタンクエリア外汚染土を起源とする汚染水がタンクエリアに流入し 側溝周辺部から地面に汚染水が浸透するシナリオ



図 4-33 地震にてタンクが損傷し処理水が漏出し損傷を受けたタンク基礎より 地盤へ漏えいするシナリオ

これらシナリオを取りまとめると、タンクエリア内の汚染物質がタンク等から漏えいし、フ ェーシングや側溝、堰堤などの汚染拡大を食い止めるための対策の機能欠損を受けて、地盤中 〜漏えいするシナリオに簡略化してとりまとめられる(図4-34)。この図から、タンク基礎や 堰、側溝における汚染拡大の対策が重要なポイントであることがわかる。

以上の検討結果を踏まえると、後述する感度解析のシナリオ設定としては、汚染水が地盤中 に漏えいしたことを前提としたうえで、漏えい地点(観測孔に近い外堰や側溝位置など)を仮 定し、その場所を漏えい開始地点とした地層中での核種移行に関する感度解析を設定し、1Fの 地層環境、流動条件を考慮した核種移行解析によって、H-3や Sr-90の移行特性を把握するこ とで、1F での核種の拡散の影響範囲の把握や拡散防止のために重要な知見を得られると考えら れる。



図 4-34 現実的なシナリオの設定

4.11 まとめ

本検討で実施した環境モニタリングデータを用いた核種移行シナリオの検討については、以下のとおり、取りまとめられる。

- (1) IF 敷地内におけるタンクエリア内のタンクの位置とタンク内の貯留水の種類と量の分布 と貯留水の放射能濃度の分布を示し、IF 敷地内の潜在的なタンク漏えいの環境に与える 影響(汚染水の種類・量及び放射能濃度)を示した。
- (2)過去に検討された海洋への汚染水漏えい事象、これまでにタンク及びタンクエリアからの漏えい事象及びタンクエリアにおける漏えい対策事例から、タンクエリアからの汚染水漏えい事象をまとめた。
- (3)取りまとめた漏えい事象を分析し、起因事象別に、汚染水発生起源としてのタンクからの汚染水漏えいとタンクエリア外における汚染水の発生事象をまとめた。また、地盤への汚染水漏えいの防護の役割を果たすタンクエリアに於ける汚染水漏えい事象についても同様に取りまとめた。

(4)分析した漏えい事象を基に、タンクエリアからの汚染水漏えいに係る事象シナリオを構築し、取りまとめた。

次に今後の課題について述べる。

構築した漏えいシナリオについて、一部タンクエリア別の潜在的な漏えいによる環境への潜 在的な影響を示すことが出来たものの、現時点で貯留水の放射能濃度が全ての貯留水で計測さ れていないあるいは不明であるため、計測され次第、適宜情報をアップデートしていくことで、 シナリオ毎の重要性を再評価できる可能性必要がある。また、タンクの貯留量及び種類も今後 運用していくうえで変更されるため、併せてアップデートしていく必要もある。

タンク等からの事象別の漏えい量については、検討された漏えい量と実際に発生した漏えい 量との間に差が見られる。このため、漏えいシナリオにおける漏えい量の設定については今後 検討していく必要がある。また、事象の発生頻度についても、これまでの検討でおおまかに想 定はしたものの、漏えいシナリオに基づく定量的評価を進めるためには、情報が少ないことも 有り十分に検討できなかった。今後、各シナリオの発生頻度についても情報を収集しつつ検討 していく必要がある。

参考文献

[1]東京電力株式会社.東京電力㈱ 福島第一原子力発電所 構内配置図.経済産業省 廃炉・汚 染水対策チーム会合/事務局会議(第22回)2015年10月1日.

http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2015/pd f/1001 2c.pdf

[2]各エリア別タンク一覧. 経済産業省 廃炉・汚染水対策チーム会合/事務局会議(第22回). 2015年10月1日

http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2015/pd f/1001 1c.pdf

[3] 各エリア別汚染水貯蔵タンク (資料入手).原子力規制委員会 被規制者との面談概要・ 資料.2015年9月14日.

http://www.nsr.go.jp/data/000121561.pdf

- [4]資料3 特定原子力施設のリスク評価について. 第2回特定原子力施設・評価検討委員会. 2013年1月24日. http://www.nsr.go.jp/data/000050820.pdf
- [5]汚染水処理対策委員会. 資料 2-2 サブグループ②「リスク評価」中間報告. 経済産業省 第 9回汚染水処理対策委員会. 2013 年 11 月 15 日

http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/131115/131115 01e.pdf

- [6]東京電力株式会社. 資料4 多核種除去装置 バッチ処理タンクからの漏えいを踏まえた今 後の対応について. 第14回特定原子力施設監視・評価検討会. 2013 年 7 月 29 日 http://www.nsr.go.jp/data/000050999.pdf
- [7]資料1 H4 タンクエリアにおける漏えいについて. 経済産業省 第5回汚染水処理対策委員 会.2013 年 8 月 23 日

http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/130823/130823 01c.pdf

[8] 資料 6-1 H6 タンクエリア天板部からの漏えいに対する原因と対策について . 原子力規制

- 庁 第19回特定原子力施設監視・評価検討会.2014年3月31日.
- http://www.nsr.go.jp/data/000051050.pdf
- [9]資料 1-6 多核種除去設備処理水の J6 移送ラインからの漏えいについて. 第16回経済産業省 廃炉・汚染水対策現地調整会議. 2014 年 12 月 19 日
  - http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/141226/141226\_02h.pdf
- [10]資料 1-4 J6 タンクエリアにおける多核種除去設備処理水の漏えいについて. 経済産業省第 18 回廃炉・汚染水対策現地調整会議. 2015 年 2 月 23 日 http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/150223/150223 02g.pdf
- [11]資料5 H4タンクエリア内周堰からの堰内雨水漏えい及び外周堰の雨水水位低下について.
   原子力規制委員会 第33回特定原子力施設監視・評価検討会.2015年3月25日
   http://www.nsr.go.jp/data/000101564.pdf
- [12]資料 1-4-1 H4 タンクエリア内堰堤からの堰内雨水漏えいの原因と対策について.経済産業省 第 20 回廃炉・汚染水対策現地調整会議. 2015 年 4 月 13 日 http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/osensuitaisaku/committee/genchicyousei/pdf/150413\_01 g.pdf
- [13]資料 1-4-2 H4 タンクエリア外周堰の雨水水位低下の原因と対策について.経済産業省 第 20 回廃炉・汚染水対策現地調整会議. 2015 年 4 月 13 日 http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/osensuitaisaku/committee/genchicyousei/pdf/150413\_01 g.pdf
- [14]資料 2-1 汚染水貯留タンクの増設計画について. 原子力規制委員会 第13回特定原子力 施設監視・評価検討会汚染水対策検討ワーキンググループ. 2014 年 4 月 11 日 http://www.nsr.go.jp/data/000051278.pdf
- [15]福島第一原子力発電所 タンク周辺の雨水・汚染水対策状況について.報道配布資料 2014 年 アーカイブ. 2014 年7月24日
  - http://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/handouts/2014/images/handouts\_140724\_04-j.pdf
- [16]資料2 福島第一原子力発電所汚染水対策の対応. 経済産業省 第7回廃炉・汚染水対策現 地調整会議. 2014 年 3 月 12 日.

http://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/roadmap/images/1140312\_04-j.pdf

- [17]資料3 タンクエリア堰内溜まり水への対応について 東京電力 第20回特定原子力施設 監視・評価検討会.2014年4月18日
   http://www.nsr.go.jp/data/000051063.pdf
- [18]汚染水処理対策委員会 資料2 福島第一原子力発電所の最近の状況. 経済産業省 第14回 汚染水処理対策委員会. 2014 年 11 月

http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/141113/141113\_01d.pdf
# 5. 凍土壁等の各種対策の影響に関する 感度解析

#### 5. 凍土壁等の各種対策の影響に関する感度解析

## 5.1 目的

IF においては、廃止措置等に向けた中長期ロードマップにおいて示された、汚染水を「取り除く」、「近づけない」、「漏らさない」の基本方針に基づき、凍土壁等の各種対策が実施され、汚染水の環境への漏えいを防ぐ手立てが実施中である。これら対策による汚染水の環境への漏 えいを評価するためには、原子炉建屋を含む護岸域での地下水流動解析による評価が重要である。

本章では、平成26年度成果報告書[1]での成果と課題を踏まえ、凍土壁等の各種対策を考慮 した1~4号機の原子炉建屋周りの地下水流動に対する感度解析を実施し、各種対策への影響に ついて知見及び課題を整理することを目的として実施する。

## 5.2 実施方法

平成26年度成果報告書[1]において、1~4号機建屋を含む護岸域での地下水流動解析において、主な課題として以下が抽出されている。

凍土壁等の影響に対する詳細な解析を行うためには、人工構造物等の影響を検討する必要がある

これを踏まえ、本章での解析においては、まず、震災直後における汚染水対策以前の状態で のキャリブレーションを実施し、モデルパラメータの修正を実施した。その後、事業者の計画 形状に沿った地下水流動解析を実施するため、地下水バイパス、フェーシング、陸側遮水壁(以 下、凍土壁ともいう。)、海側遮水壁等の人工構造物を考慮するための改良を行った。その後、 第3章にて検討したシナリオを基礎とした地下水流動に関する感度解析を実施した。

## 5.3 メッシュサイズの適切化

昨年度の地下水流動解析[1]においては、原子炉建屋周辺部分の地盤に凍土壁を作成するため のインターフェースコードを作成して凍土壁を設定・作成している。凍土壁は現状の 1F 近傍 モデルの該当位置における要素の透水係数を変化させる(パラメータを書き換える)ことによ りモデル化されている。凍土壁設定コードは、解析モデルの入力データを読み込み、ユーザー が指定した鉛直平面に接する要素の物性値を、凍土壁用物性値に変更する機能を有する。

本年度の地下水流動解析において、凍土壁の一部が、非凍結領域となる場合も想定されるため、任意の領域に非凍結部を考慮できるようコードに反映した。

この凍土壁設定コードの改良を踏まえ、凍土壁の設定を表 5-1 に示すように作成した。凍土 壁の形状は図 5-1 に示すように、地表から標高-30m までの位置に、1~4 号機建屋を取り囲むス クリーン状の形状を仮定した(図 5-2)。凍土壁の深さ分布については、地下水の流動しやすい 互層やその下方に存在する透水性の比較的大きな層に達するよう設定した。凍土壁の壁厚につ いては、本来そこに位置するメッシュの形状によって場所毎に異なる可能性があるため、凍土 壁相当位置について、壁厚が 2m 程度となるようメッシュサイズの適切化を図った。

説明 備考 形状 原子炉建屋1~4号機を取り囲むスクリーン状 図 5-1 参照 図 5-2 参照 壁厚 2m 程度となるようにメッシュサイズを細分化 深さ 地表から標高-30m 位置まで設定 透水パラメータ 難透水性遮水壁として設定(\*1) 感度解析で透水係数による (透水係数1×10<sup>-12</sup>m/sec、間隙率0.1) 影響を検討 非凍結部 1~4 号機海水配管トレンチ下部の非凍結部を考慮(\*2) 5.5 節参照

表 5-1 凍土壁の設定

(\*1)解析では、後述する凍土壁の透水係数に関する感度解析を行うことを考慮して、1×10<sup>-12</sup>m/secを凍土壁の基本 設定とした。この値は健全な花崗岩での透水係数値[2]やベントナイト系材料の透水係数データ[3]を参考に設定した。



図 5-1 陸側遮水壁の設定

<sup>(\*2)1~4</sup> 号機海水配管トレンチ下部は、削孔ビットがトレンチ内部の配管架台(H鋼等)等と干渉し削孔に時間を要す ることから、トレンチ下部の地盤を除いた範囲を凍結し、その後、トレンチ近傍の地下水位の計測から非凍結部の 影響を評価し、トレンチ下部の閉合の要否を決めるとしている[4]。本解析では、非凍結部を考慮した。



図 5-2 陸側遮水壁(1号機海側)でのメッシュサイズの適切化

# 5.4 護岸エリア〜海側遮水壁間のモデル改良

平成 27 年度において 1F における各種汚染水対策が進行中であり、中でも、地下水流動状況 に影響を与える可能性のある、海側遮水壁(凍土壁)工事が進捗している。海側遮水壁の目的 は、1F 敷地から港湾内に流れている地下水をせき止め、海洋汚染をより確実に防止するためで ある。

これまで、1~4号機護岸を囲う海側遮水壁の工事を、2012年5月より開始し、全長約780m のうち約770mまで建設が完了していたが、海側遮水壁を完全に閉合すると建屋内水位が上昇 するリスクがあったため2013年末から作業を中止していた。しかし、2015年9月3日にサブ ドレンからの地下水のくみ上げを開始したことを受け、海側遮水壁の閉合作業を2015年9月 10日より再開し、10月下旬頃には閉合が完了した。このような対策等が進む中で、地下水流動 解析のためのモデル改良が必要となる部分を抽出し、適宜メッシュモデルの改良を実施した。

海側遮水壁工事に対する対応として、新たに海側遮水壁を作成し、護岸エリア〜海側遮水壁 間の領域に対し、埋め戻し材による護岸エリアのモデル変更を実施した。埋め戻し土に対して は、中粒砂岩の透水係数(3.0×10<sup>-5</sup>m/sec)と同程度と仮定した。図 5-3 に海側遮水壁設置前の 従来のモデルを示し、図 5-4 に海側遮水壁を考慮した改良メッシュを示す。



図 5-3 東南方向からの鳥観図(海側遮水壁完成前)



図 5-4 東南方向からの鳥観図(海側遮水壁完成後)

# 5.5 陸側遮水壁(海側)の非凍結部のモデル化

特定原子力施設監視・評価検討会(第41回)資料3[4]においては、海水配管トレンチ下部の 非凍結の影響概要が報告されている。1~4号機海水配管トレンチ部は、削孔ビットがトレンチ 内部の配管架台(H鋼等)等と干渉し削孔に時間を要することから、トレンチ下部の地盤を除 いた範囲を凍結するとし、トレンチ近傍の地下水位の計測から非凍結部の影響を評価し、トレ ンチ下部の閉合の要否を決めるとしている。図 5-5 は陸側遮水壁(海側)での海水配管トレン チ下部相当の領域が非凍結となった陸側凍土壁(海側)のモデルである。この場合、海水配管 トレンチ下部において非凍結部の透水係数等のパラメータは本来の地層パラメータとなる。非 凍結部の形状設定は特定原子力施設監視・評価検討会(第41回)資料 3[4]を参考に、表 5-2 の ように設定した。



図 5-5 陸側凍土壁海水配管トレンチ下部非凍結モデル (海水配管トレンチ下部が非凍結)

海水配管トレンチ下部 凍土壁非凍結部	幅(m)	標高(m)
A:1 号機	5.00	-10.66~-30.0
B:2 号機トンネル A	5.76	-8.66~-30.0
C:2 号機トンネル C	4.67	-8.16~-30.0
D:3 号機トンネル A	5.56	-23.16~-30.0
E:3 号機トンネル C	5.7	-16.91~-30.0
F:4 号機	5.56	0.41~-30.0

表 5-2 海水配管トレンチ下部における非凍結部の設定

# 5.6 地下水バイパスのモデル化

地下水バイパスは、山側から海側に流れている地下水の一部を汲み上げることによって、建 屋内へ流入する地下水を少なくし、汚染水の増加を抑制することを目的としている。図 5-6 に 示すように、地下水バイパスでは建屋よりも上流の井戸(12本)で地下水を汲み上げている。 地下水バイパスは中流砂岩層から泥岩層までの区間の、泥岩層より上の領域において汲み上げ られるものと仮定した。地下水バイパスの概要とモデル図を図 5-7 に示す。モデルのメッシュ サイズは1辺1m四方の角柱状の要素のまとまりに対して約20cmとなるよう細分化した。汲 み上げ量は、東京電力資料[5]から、300m<sup>3</sup>/dayとし、12本に均等に割り当てた。地下水バイパ スの構造は、地表面から約25m及び汲み上げ部約5mとし、汲み上げ部約5mの位置にある節 点に対し湧水条件(3D-SEEPにおける SOUR 条件)を設定した。



図 5-6 地下水バイパスの配置図

※経済産業省廃炉・汚染水対策ポータルサイトより引用(http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/hairo\_osensui/03.html)



図 5-7 地下水バイパスの概要とモデル図 ※左図:経済産業省、廃炉・汚染水対策現地調整会議(第16回)資料 1-1[6]より引用

## 5.7 キャリブレーションによる地下水流動解析モデルの改良

原子炉建屋周辺における各種汚染水対策への影響を評価するための感度解析を実施する前に、 平成26年度報告書[1]において実施した解析モデルに対するキャリブレーションを実施し、観 測孔等での水位がより適切に表現できるよう解析を行った。この解析には、震災直後の汚染水 対策の実施前の段階である地下水流動状況を把握するための解析(Case 0)を用いた。

3次元地下水流動解析コード: 3D-SEEP によるシミュレーションは2段階にわけて行う。図 5-8に広域モデルと1F 近傍モデルの連携による地下水流動解析の流れを示す。解析は定常解析 とした。広域モデルの解析では、海側境界において海水位での拘束条件、陸域地表部での降雨 量条件を与えた。1F 近傍モデルでの解析は、広域モデルにおける1F 近傍モデルの境界相当位 置での圧力水頭等の解析データを広域モデルの解析結果から受け取り、適宜境界条件として設 定して1F 近傍モデルでの詳細な解析を行った。

基本ケースとなる汚染水対策前のケース(Case 0)における広域モデルの境界条件を表 5-3 に、設定パラメータを表 5-4 に示す。本パラメータは平成 26 年度報告書[1]で用いられた値を用いている。



図 5-8 広域・1F 近傍モデルによる地下水流動の連携解析(定常解析)

	条 件	備考
陸域側面および底面	不透水条件	
陸域地表面	降雨条件	降雨浸透率:55%
	1) 年平均降水量:1,545mm	(850/1,545=0.55)
	2) 蒸発散量:700mm	(第 11 回汚染水処理対策委員会
	を勘案し850mmが地盤へ浸透すると仮定	[7]を参考として設定)
海域側面および海底	海水位による水位拘束条件	・震災後の汚染水対策前の状態に
面	・標高 0.0m(震災後の汚染水対策前の状態)	ついては既存報告[8]を参照
	・標高-0.11m(汚染水対策後の状態)	・汚染水対策後の状態について
	に設定	は、小名浜年平均潮位データ
		(2014)から設定

衣 )-う   仏域セアルにおりる現界采	表 5-3	広域モデルにおける境界条件
----------------------	-------	---------------

地質区分	透水係数	(m/sec)	間隙率	備考
地下第一層	2.80E-05		0.679	表土(盛土と同じ)
基盤岩	1.00E-07		0.05	既存報告[9]での近隣の花崗岩の透水 係数を参照(1E-6~1E-7m/sec、間隙 率 5%)
富岡層 T3 砂岩	3.00E-05		0.41	既存報告[10]における中粒砂岩に相当
富岡層 T3 泥岩	1.10E-08		0.54	
富岡層 T3 互層	1.00E-05	水平方向	0.41	数 cm~数 10cm 厚の泥岩・砂岩から構成されている為、鉛直方向と水平方向
	1.10E-08	鉛直方向		の透水異方性がある。
富岡層 T3 泥岩砂岩	1.00E-06		0.41	既存報告[10]における中粒砂岩に相当
富岡層 T3 泥岩	1.10E-08		0.54	
富岡層 T2 部層	2.30E-05		0.41	シルト岩・砂岩、既存報告[10]における 細粒砂岩に相当
富岡層 T1 部層	2.00E-05		0.41	細粒砂岩・シルト岩、既存報告[10]にお ける粗粒砂岩に相当
多賀層群	1.10E-08		0.54	
双葉断層破砕帯	2.89E-08		0.05	
盛土	2.80E-05		0.46	
沖積砂礫層	9.20E-06		0.15	
沖積粘土層	1.02E-08		0.2	
段丘堆積物	3.00E-05		0.41	

表 5-4 広域モデル解析パラメータ

・間隙率は、平成26年度報告書[1]の設定値を使用

(1) キャリブレーションを含む地下水流動モデルの改良 (Case 0)

平成26年度報告書[1]のまとめからは、

- ・ 既存報告資料をもとに構築した地下水流動モデルによる解析結果は、観測水位等の比較 において概ね良好な一致を示した。
- ・ 地下水流動解析において+35m 盤において観測された水位データと解析値に差異が生じ ているため、透水係数等の感度解析による検討を継続する必要がある。

等の知見が得られた。

そのため、感度解析を実施する前に、昨年度解析パラメータの見直しを進めた。表 5-5 に IF 近傍モデルにおける境界条件を示す。境界条件については 3D-SEEP の広域モデルと IF 近傍モ デルによる連携機能を使用した。表 5-6 に IF 近傍モデルにおいて用いた解析パラメータを示す。 平成 26 年度報告書[1]からの解析パラメータの見直しに関しては、1F 近傍モデルにおける南側 中粒砂岩層の上部・下部透水係数の値を、平成 26 年度報告書[1]で用いた値より 1/3 程度小さい 値 (3.17×10<sup>-7</sup>m/sec)を採用することで、35m 盤において観測された水位データをより良好に再 現できた。また、原子炉建屋への流入量については、建屋側壁の透水係数値を 8.0×10<sup>8</sup>m/sec と 設定することで、第11回汚染水処理対策委員会[7]で示された測定値をより良好に再現するこ とが出来た。なお、既設矢板に関するパラメータに関しては、第11回汚染水処理対策委員会[7] を参照し、同じ値を用いている。

3D-SEEPによる汚染水対策前のケース(Case 0)での実測水位と解析結果の比較図を図 5-9 に示す。観測された水位データは、海側バウンダリ、建屋周辺、地下水バイパス付近、山側+35m 盤等で観測された 40 ポイントから得られている地下水位データである。観測水位は不圧帯水層 と被圧帯水層とに分類してある。図 5-9 では横軸に観測水位、縦軸に解析値(水位)を示した。 また、既存資料等で報告されている地下水流動解析結果(第11回汚染水対策委員会[7]でのJAEA モデル)との比較のため、既存解析を塗りつぶし記号、3D-SEEPによる本解析での結果を白抜 き記号で示してある。解析結果は、平成 26 年度報告書[1]の平成+35m 盤において観測された互 層における被圧水位データを概ね再現できており、中粒砂岩層での観測孔 34、35 における中粒 砂岩層不圧水位についてもデータ再現性の改善が見られた。この観測結果との比較の結果から、 全般的に実測水位と解析水位の傾向は良好に一致していることより、震災直後の汚染水対策前 の地下水流動状況を良好に再現できたと考える。

	条 件	備考
陸域側面および底面	広域モデル解析結果からの圧力水頭値を境	
	界条件として連携	
陸域地表面	降雨条件:広域モデルと同じ	
海域側面および底面	広域モデル解析結果からの圧力水頭値を境	
	界条件として連携	
海底面	海水位による水位拘束条件	・震災後の汚染水対策前の状態に
	・標高 0.0m(震災後の汚染水対策前の状態)	ついては既存報告[8]を参照
	・標高-0.11m(汚染水対策後の状態)	・汚染水対策後の状態について
	に設定	は、小名浜年平均潮位データ
		(2014)から設定

表 5-5 1F 近傍モデルにおける境界条件

地民夕	透水係数(m/sec)		右动胆险变	(世 之(41)			
	水平	鉛直	有劝间原平	NH 20 ( )			
盛土	2.80E-05	2.80E-05	0.46				
段丘堆積物	3.00E-05	3.00E-05	0.41	中粒砂岩層と同等と仮定			
沖積層	1.00E-05	1.00E-05	0.41	文献値(*2)			
中粒砂岩	3.00E-05	3.00E-05	0.41				
中粒砂岩(南側、上部)(*3)	3.17E-07	3.17E-07	0.41	05			
泥岩	1.10E-08	1.10E-08	0.54	35m 盛の3 亏機果四測線以閈の軋 囲			
中粒砂岩(南側、下部)(*3)	3.17E-07	3.17E-07	0.41				
泥岩	1.10E-08	1.10E-08	0.54				
互層	1.00E-05	1.10E-08	0.41	異方性考慮			
泥岩	1.10E-08	1.10E-08	0.54				
細粒砂岩	2.30E-05	2.30E-05	0.41				
泥岩	1.10E-08	1.10E-08	0.54				
粗粒砂岩	2.00E-05	2.00E-05	0.41				
泥岩	1.10E-08	1.10E-08	0.54				
建屋基礎および MMR(*4)	1.00E-08	1.00E-08	0.3	コンクリート相当と仮定			
建屋側壁(*5)	8.00E-08	8.00E-08	0.3				
既設矢板	1.00E-06	1.00E-06	0.3	既存解析事例[10]での設定値、施工 幅 0.8m(*6)			
ポンプ室およびピット	1.00E-08	1.00E-08	0.3	コンクリート相当と仮定			
鋼管矢板	1.00E-08	1.00E-08	0.3	海側バウンダリ、施工幅 1m			

表 5-6 1F 近傍モデル解析パラメータ

(\*1) 東京電力による既存解析事例[10]を参照して設定

(\*2) 既存解析事例[10]において、日本の地盤を対象とした地下水データベース[11]から、第四紀更新世(平均値:
1.2E-05m/sec)と第四紀完新世(平均値:5.6E-06m/sec)の透水係数の平均値(8.1E-6m/sec)から1E-05m/secと設定

(\*3) 35m 盤の観測水位データをより良好に再現できる透水係数を設定

(\*4) MMR:人工岩盤

(\*5) 建屋への流入量が約 400m³/day を再現できる透水係数を設定

(\*6) 既存解析事例[10]において、観測孔 C-3、C-4、C-5の地下水位が再現できる透水係数を設定



図 5-9 汚染水対策前のケース(Case 0) での観測水位と解析水位の比較

## (2)地下水流動の解析結果(Case 0)

地下水流動状況については、Case 0における南東方向から鳥観した全水頭分布を図 5-10(a)に、 2 号機建屋中央付近で東西方向の鉛直断面でカットした全水頭分布図 5-10 (b)を示す。これら解 析結果は広域モデルと連携した 1F 近傍モデルの結果図である。図中の全水頭の単位は m であ る。全体的には山側から海側に向かって地下水が流動し、崖状の領域において等高線の幅が狭 くなっており、地下水流速が他の場所に比べ比較的速くなっている。また、建屋等の位置する 護岸領域に関しては等高線の幅が広くなっており、緩やかな流れとなっているのがわかる。図 5-11 は汚染水対策前の状態(Case 0)での全水頭分布を標高 0m の水平面位置において示した 図(a)、及び標高-10m の水平面位置において示した図(b)である。図中の全水頭の単位は m、T/B はタービン建屋、R/B は原子炉建屋を表し、#後の数字は 1~4 号機を表している。標高 0m の 水平面図においては、#1 T/B 以外の建屋は最下部が標高 0m 以下にあるため、白抜き表示とな っている。水平面図からわかる流動の方向は概ね西から東に向かう流れがあるものの、4 号機原子炉建屋 部分では全水頭分布への局所的影響が見られる。これは、他の建屋と違って 4 号機原子炉建屋 においては建屋基礎が互層まで到達している影響によるものと考えられる。



(a) 全水頭分布:東南方向からの鳥瞰図(Z軸×3)



(b) 2 号機建屋中央付近で東西方向鉛直断面での全水頭分布 (Z 軸×3)
図 5-10 汚染水対策前のケース (Case 0) での全水頭分布(m) (a) 鳥瞰図、(b)断面図



(a)標高 0m 位置における全水頭分布

				N <b>&lt;</b>
-				
	#11/19 #11/10 #18//6 #20/11	817/0		-
		400	Ę.	
1.000	The st	Local Contract	Auto-Sense	

(b)標高-10m位置における全水頭分布

図 5-11 汚染水対策前のケース (Case 0) での全水頭の水平面分布(a)標高 0m、(b)標高-10m (全 水頭の単位は m、T/B:タービン建屋、R/B:原子炉建屋) (3) 地下水流路解析結果(Case 0)

汚染水対策前の状態(Case 0)における地下水流路解析を行った。解析には、地下水流路解 析コード PASS\_TRAC を用いた。PASS\_TRAC は三次元地下水流動・核種移行解析コード 3D-SEEP の解析結果を基に、実流速ベクトルを計算して流路を求める解析コードである。解析 コードの詳細は後述する 6.3.2 項において記述する。

図 5-12 に汚染水対策前のケース(Case 0)での流路解析結果のうち、(a)水平面図と(b)建屋近傍の拡大図(南東方向からの鳥観図)を示す。流路解析における粒子の出発開始位置は陸側遮水壁の設置予定位置と+35m 盤との中央付近とし、南北方向に7箇所を配置した(X座標:320.0m、Y:-1350.0~-750m間に100m間隔で配置)。図中S1は粒子 No.1の出発開始位置を、E1は同じ粒子 No.1の流出地点位置を示している。出発開始位置の深度は標高 5.0~-25.0m間において 5m間隔で配置した。流路解析に用いる粒子は49個とした。

解析結果からわかるように粒子は概ね西側の+35m盤の方向から海側方向に向かって流動している。また、出発開始位置が比較的浅い場合には、10m盤や建屋領域において流出し、護岸域近辺では人工構造物の影響による流路の変化も見られる。これら49粒子の大まかな挙動を把握するため、出発開始位置から流出地点までの距離と時間から平均流速を算出した。その結果、流速の幾何平均値は約0.11m/day、最小値が0.01m/day、最大値が0.14m/dayとなった。地下水流路解析の結果に関し統計処理した結果を図5-13に、結果の統計値を表5-7に示す。なお、解析結果の詳細はAppendix Fに記述した。



(a) 流路解析結果 (水平面図)



(b) 流路解析結果の南東方向からの鳥観図(建屋近傍の拡大図)

図 5-12 汚染水対策前のケース(Case 0) での流路解析結果(a)水平面図、(b)鳥瞰図



図 5-13 汚染水対策前の状態におけるケース(Case 0) での地下水流路解析結果 (四分位図、縦軸は対数、赤線は幾何平均値を示す)

汚染水対策前の状態(Case 0)	移行距離(m)	移行時間(day)	流速(m/day)
最小値	4.36E+00	4.13E+02	1.12E-03
最大値	5.71E+02	8.55E+04	1.44E-01
幾何平均	1.85E+02	1.76E+04	1.05E-02

## (4) 建屋側壁における地下水面位置の算出結果

次節以降で行う各種感度解析ケースの比較において、原子炉建屋側壁内外タービン建屋側壁 内外の参照点における地下水位を比較に用いた。1号機~4号機の各建屋中央部分の側壁の東西 方向鉛直断面に対して、以下の参照点(4ヶ所)について解析結果からの水位値を整理した。 図 5-14 に 1号機建屋中央付近の東西方向鉛直断面における水位参照点位置の例を示す。地下水 位値の算出では、圧力水頭が0となる地点を対象となる節点座標値から算出した。水位値の詳 細、対象となる座標値について詳細は Appendix-E に記載した。

- ① 原子炉建屋側壁 [外側]
- ② 原子炉建屋側壁 [内側]
- ③ タービン建屋側壁 [内側]
- ④ タービン建屋側壁 [外側]

水位図の各建屋中央の東西断面の位置を図 5-15 に示す。水位位置を取得した東西断面の位置 は各号機のほぼ中央位置となる位置とした。



図 5-14 建屋側壁内外における水位参照点位置の例(1号機中央東西方向鉛直断面)



図 5-15 建屋側壁内外での水位の取得断面位置

表 5-8 に汚染水対策前の状態 (Case 0) における参照位置の水位値を示す。汚染水対策前 (Case 0) では西に位置する+35m 盤の影響から地下水位が高い状態 (山側の原子炉建屋側壁外側水位: [T.P.]7.48~9.34m) であり、その結果、建屋内部の水位との水位差が大きい状態であったと考えられる。原子炉建屋側壁の山側の水位は 1~4 号機の平均で約 8.9m となった。これら影響によって、建屋内への地下水流入が多かったと推察される。一方、4 号機のタービン建屋側壁(海側) 付近では、建屋側壁内の水位の方が側壁外の水位より高い状態になっており、汚染水の流出があった可能性が考えられる。

図 5-16~17 に 1~4 号機の中央部分の東西方向鉛直断面における全水頭分布を示す。鉛直断 面位置は図 5-16 に示された A~A'等の位置である。図中には、黄線で地層境界面(例:泥岩下 部、互層)を示した。また、解析結果から算出した地下水面位値を赤細線で示した。汚染水対 策前の状態(Case 0)での全水頭分布と地下水面位置から、西側に位置する山側領域において 地下水位が高いことがわかる。また、震災後の汚染水対策前の状態では、1F においてサブドレ ン、地下水ドレンが稼働していなかったため、地下水位が高い状態が継続し、建屋側壁の内外 における水位差から建屋への流入が生じていたと考えられる。

なお、図 5-16~17 の 1~3 号機鉛直断面における全水頭分布において護岸域(陸側遮水壁(海 側)と海側遮水壁との間での全水頭分布が周囲よりわずかに高い領域が存在し、地下水面がわ ずかに上昇している部分が見られた。この原因としては、当該部分にポンプ室及びピットが存 在し、その透水係数が周囲の盛土・中粒砂岩より小さく設定(コンクリート相当:1.0×10<sup>s</sup>m/sec) されている影響によるものである。当該領域の流速ベクトルは非常に小さい流れではあるが、 その流れはポンプ室及びピット下面から上方向に向かった後、山側と海側に分かれて流れる様 子を示している。このため、ポンプ室及びピット部分の全水頭分布は、ポンプ室下面の中央部 分が高く、地表面方向および左右方向に小さくなっており、全水頭分布でも、ポンプ室中央部 分が膨らんだ分布となった。このようにポンプ室及びピットの透水係数が小さい場合には、ポ ンプ室がわずかに上昇してくる流れをせき止める形となり、その影響からポンプ室及びピット 部分の圧力がわずかに高くなるものと思われる。

	原子炉建屋	側壁水位	タービン建屋側壁水位		
建屋断面	① [外側]	② [内側]	③ [内側]	④ [外側]	
1 号機	9.34	2.57	1.57	3.57	
2 号機	9.34	1.57	1.57	2.33	
3 号機	9.34	1.57	1.57	1.77	
4 号機	7.48	1.57	1.57	1.19	
*)参照位置:図	5-16	※境界条件	※境界条件		
		(管理設定値)	(管理設定値)		

表 5-8 汚染水対策前(Case 0) での参照位置における水位値(単位:[T.P.]m)

- 5-19 -



(a) 1 号機中央の東西方向鉛直断面





図 5-16 汚染水対策前(Case 0) での(a)1 号機、(b)2 号機における水位面位置(Z 軸×3)



(a) 3 号機中央の東西方向鉛直断面





図 5-17 汚染水対策前(Case 0) での(a)3 号機、(b)4 号機における水位面位置(Z 軸×3)

5.8 検討したシナリオを基礎とした地下水流動に関する感度解析

## 5.8.1 現実的シナリオの設定

第3章で検討した、図3-19の総合シナリオ伝搬図から、全ての事象の連鎖は地下水位コント ロールに集約される結果となり、地下水位コントロールという対策項目は漏えいを防止する「機 能」の役割となっていることが明示された。そのため、サブドレン、地下水ドレン等の揚水ポ ンプの長期間の故障や降雨等外部の水の大量の流入などの事象以外では、建屋内地下水と凍土 壁内地下水との水位逆転現象が起こりにくく、建屋内汚染水の敷地内地盤への大量流出の可能 性は小さいことが想定される。さらに、建屋内汚染水の水位管理に関しては、事業者によって 継続監視されており、長時間にわたって水位が上昇した事態を放置する可能性は少ないと考え られる。したがって、凍土壁等の進捗を踏まえた、汚染水の漏えいに対する現実的なシナリオ の設定としては、サブドレン、地下水ドレン等の揚水ポンプの長期間の故障が最も現実的に想 定し易いと考えられる。よって、汚染水漏えいに対する現実的シナリオについては以下の図5-19 のように整理した。

以降に実施する感度解析では、凍土壁の運用により、地下水位が低下し、建屋内の汚染水が 建屋周囲に漏えいする可能性に着目し、凍土壁が構築された場合において、水収支の観点から、 陸側遮水壁および海側遮水壁で囲われた範囲(凍土壁内側)の最も水位が低くなる条件を設定 し、どのような水位(および流量)バランスになるのかを検討し、水位逆転の可能性を中心に 考察を行った。



図 5-18 汚染水漏えいに対する現実的シナリオの整理

## 5.8.2 解析ケースの検討

現実的シナリオの設定で示したように、この感度解析の目的は、凍土壁の運用により、地下 水位が低下し、建屋内の汚染水が建屋周囲に漏えいする可能性に着目し、凍土壁が構築された 場合において、水収支の観点から、陸側遮水壁および海側遮水壁で囲われた範囲(凍土壁内側) の最も水位が低くなる条件を設定し、どのような水位(および流量)バランスになるのかを検 討するものである。汚染水対策前のケース(Case 0)と比較するケースとして、まず、事業者 の計画形状が挙げられる。すなわち、地下水バイパス等の稼働とともに海側遮水壁、陸側遮水 壁が運用され、フェーシングによって建屋敷地付近での降雨等の流入対策がなされる状態であ る。表 5-9 にケースの検討の観点の一覧を示す。

No.	検討の観点	解析 Case	モデル概要		
1	汚染水対策前	Case 0	震災後の汚染水対策前の状態		
2	事業者の計画に対する解析	Case 1	事業者の計画形状		
3	降水量減少に伴う水位への影響 Ca		過去 40 年間における年間最少降雨量		
1	、 声+ 時海水性の水位 ~ の影郷	Case 3 凍土壁の透水係数×1,000 倍			
4	東工堂巡小住の小位への影音	Case 4	凍土壁の透水係数×10,000 倍		
Б	冬種対策の地下水法動への影響	Case 5	事業者の計画形状		
5	谷裡刈束の地下小流動への影音		(建屋近傍でのフェーシング無し)		

表 5-9 ケースの検討の観点

注)サブドレン・地下水ドレン稼働無し

No.1の検討の観点は、震災直後の地下水流動状況の把握である。No.2の検討は事業者の計 画形状に対する解析となり、各種汚染水対策後の地下水流動状況の把握である。なお、シナリ オ設定で前提としたように、汚染水の流出の原因となる建屋側壁内と建屋側壁外の地下水位の 水位差に着目するため、水位コントロール機能であるサブドレン・地下水ドレンは機能しない と仮定している。No.3の検討は降水量の変化に対する検討である。1F周辺での降水量が減少 した場合、建屋に流入する地下水の量も減少することになるため、過去40年間における年間最 少降雨量の値を用いて解析を行い、建屋側壁内外の水位の逆転が生じるのかに着目した。

No.4の検討は凍土壁遮水性の変化に対する水位への影響に着目したものである。凍土壁が理想的に構築された場合には、凍土壁の透水係数は0m/secとなる。この解析では、凍土壁の遮水性が理想的に構築できなかった場合の建屋地下水流入量の変化と水位への影響に着目したものである。凍土壁の透水係数の基本設定は1×10<sup>-12</sup>m/sec(健全な花崗岩での透水係数値[2]やベントナイト系材料の透水係数データ[3]を参考に設定)とし、その1,000倍(1×10<sup>-9</sup>m/sec)、10,000倍(1×10<sup>-8</sup>m/sec)とした場合を検討した。後者は、1F敷地内の基盤岩である泥岩相当の透水係数となる。

一方、No.5 での検討は、事業者の計画形状において検討されている建屋近傍の10m盤エリアでのフェーシングにおける汚染水の建屋流入量の変化量を検討したものである。この場合においても、地下水位コントロール機能であるサブドレン・地下水ドレンが稼働していない状態のシナリオとした。当然ながら、降雨浸透による涵養量の増加に伴い建屋側壁内外の水位差は増加する方向に作用することから、汚染水流出の可能性は減少することになる。したがって、本ケースでの検討の目的はフェーシングの有無による建屋流入量の変化を把握し、その効果を定量的に評価するためのものである。

表 5-10 に解析ケースの計算条件を示す。

		広域	モデル		1F 近傍モデル					
解析 Case	モデル 概要	降雨 浸透量 (mm/y)	フェーシング [敷地]	降雨 浸透量 (mm/y)	フェーシング [建屋周辺]	陸側 遮水壁 [凍土壁]	凍土壁 [透水係数] (m/sec)	海水配管 トレンチ下部 非凍結部を 考慮	地下水 バイパス (*3)	海側 遮水壁
Case 0	震災後の 汚染水対 策前	850(*1)	×	850	×	×	×	×	×	×
Case 1	事業者の 計画形状	850	0	×	0	0	1.0E-12	0	0	0
Case 2	年平均降 雨量の最 小値	487(*2)	0	×	0	0	1.0E-12	0	0	0
Case 3	凍土壁透 水係数 ×1,000	850	0	×	0	0	1.0E-09	0	0	0
Case 4	凍土壁透 水係数 ×10,000	850	0	×	0	0	1.0E-08	0	0	0
Case 5	10m 盤フ ェーシン グ無し	850	0	850	×	0	1.0E-12	0	0	0

表 5-10 解析ケースの計算条件

(\*1) 降雨浸透量[平年]について

気象庁 HP 公開データから富岡エリアに関する過去 40 年間の年平均降雨量[1,545mm/y]から、蒸発散量 700mm/yを仮 定すれば、降雨浸透量[平年]845mm/y(浸透率0.55)となることから、850mm/yを設定値と仮定した(第11回汚染水処理 対策委員会資料[7]を参考)。

(\*2) 降雨浸透量[最小値]について

気象庁 HP 公開データから富岡エリアに関する過去 40 年間の最少降雨量[885mm/y]から、浸透率[0.55]を乗じた値 [487mm/y]を降雨浸透量[最小値]の設定値とした。

(\*3) 地下水バイパスの設定について

地下水バイパスの総数は12基、下記参考資料からくみ上げ量[300m³/day]とし地下水バイパス総数で割り、その値を各 12基の該当位置節点での湧水条件の設定値とした(東京電力株式会社、地下水バイパス稼働に伴う地下水の状況に ついて(2014年9月18日掲載)[5])。

(\*4) 海水位設定について

気象庁 HP 公開データの小名浜年平均潮位(2014 年)から得た [(T.P.)-0.11m]を海水位とした。但し、Case 0 のみ、 T.P.0m とした。

(\*5) 建屋内管理水位について

1~4 号機建屋内管理水位[T.P.+1.573m =(O.P.+3.0m)]を得て、水位条件の設定値とした(特定原子力施設監視・評価検 討会(第 31 回)資料 3「陸側遮水壁閉合後の水位管理について」[12])。 Case 0 についても、同資料及び既存解析例[7] を参考に設定した(1 号機 T/B: T.P.+2.573m、その他: T.P.+1.573m)。

(\*6) 凍土壁の透水係数について

凍土壁の透水係数の基本設定は 1E-12m/sec(健全な花崗岩での透水係数値[2]やベントナイト系材料の透水係数デー タ[3]を参考に設定)とした。間隙率は 0.1 とした。

(\*7) フェーシング[敷地]、フェーシング[建屋周辺]について

公開資料(廃炉・汚染水対策現地調整会議(第 27 回) 平成 27 年 11 月 25 日、資料 2、39 頁[13]を図 5-19 に引用)を参照し、広域モデル、1F 近傍モデルにおいて対象領域を設定した。



図 5-19 フェーシングの目的と範囲

※経済産業省、廃炉・汚染水対策現地調整会議(第27回)資料2[13]より引用

建屋流入量に関しては、3D-SEEP 関連コードである境界面流出量計算コード BOUND\_FLOW を用いて、各ケースにおける解析結果からの建屋流入量を算出した。本コードにおける境界面 流出量の計算方法の概略を以下に示す。

本コードはユーザーが指定した任意境界面に対応する要素の要素面における流量を計算し、 指定された境界面に対応する全ての要素面の流量の総和をとり、境界面の流量として評価して いる。以下、計算手順を示す。

(1) 要素境界面流出量の計算

- 1. 計算結果ファイルから該当する要素の要素中心流速を読み込む。
- 2. 境界面に対応する要素面の法線方向を求める。
- 3. 要素中心流速と要素面法線方向から、要素面における法線方向流速を求める。
- 4. 要素面法線方向流速に要素面の面積をかけて要素面流量を求める(図 5-20)。

- 5. 要素面法線流速が要素中心から外向きの流れの場合には流出量として正、内向きの場合 は流入量として負の値とする。
- (2) 境界面流量

上記(1)で求めた要素面流量を合計して、境界面流量を計算する。本コードは任意位置に おいて計算面を設定できるため、建屋への流入量評価においては、1~4 号機の各建屋の内部の 壁面・底面を複数指定し、その総和を求めた。図 5-21 に震災後の汚染水対策前の状態(Case 0) における評価計算例の一例を示す。図のように、建屋毎に詳細に区分して流量を取りまとめる ことは可能ではあるが、各建屋の地震等の影響、建屋側壁のひび割れの有無など流入量に関す る詳細情報を取得できなかったため、1~2 号機、3~4 号機と大別するとともに、建屋全体の流 入量の総和を比較材料とした。

なお、今回の解析における境界流量の算出は原子炉建屋・タービン建屋自体を直方体として モデル化し、建屋壁面の要素は詳細なメッシュを用いていることなどから、要素中心での流速 を用いた境界面流量の算出においても大きな誤差は生じないものとして流入量の算出を行った。



図 5-20 BOUND FLOW による境界面流量の評価



図 5-21 BOUND FLOW による境界面流量の区分別評価の例 (Case 0)

# 5.8.3 事業者による計画形状の解析

事業者による各種汚染水対策の地下水流動への影響を見るため、事業者の計画形状に対する 解析を実施した。この解析では、シナリオ設定で前提としたように、汚染水の流出可能性とな る建屋内と建屋外の地下水位の位置関係に着目するため、水理コントロール機能である、サブ ドレン、地下水ドレンは機能しないと仮定した。通常の運用状態であれば、サブドレン、地下 水ドレンにおいて地下水位がコントロールされ、想定外の建屋内への地下水の流入や建屋外へ の流出が起こる可能性は少ないと考えられる。

(1) 地下水流動の解析結果

事業者による計画形状(Case 1)における全水頭分布を図 5-22 に示す。図 5-22(a)は南東方向 からの鳥観図、(b)は2号機建屋中央付近の東西方向鉛直断面でカットした断面図を示している。 図中の全水頭の単位は m である。汚染水対策前の状態(Case 0)を示す図 5-10 との比較からわ かる変化としては、敷地内フェーシングや地下水バイパスの稼働によって+35m 盤の山側領域 において全水頭分布が変化している点である。全体的に高い水頭圧部分がより山側(西側)に 位置しており、+10m 盤領域と+4m 盤領域での全水頭圧コンターの間隔が緩やか(圧力水頭差 が小さく)なっている。これは敷地内フェーシングによって敷地全体への地下水涵養量が減少 していると共に、原子炉建屋の上流における地下水バイパスによる地下水汲み上げの効果が影 響していると考えられる。

また、図 5-23 には、全水頭分布の水平面図を(a)標高 0m と(b)-10m 位置で示した図である。 図中の全水頭の単位は m、T/B はタービン建屋、R/B は原子炉建屋を表し、#後の数字は 1~4 号機を表している。この図からは、陸側遮水壁内の領域ではほぼ一様の圧力分布となっており、 地下水流動が緩慢な状態となっていることがわかる。

(2) 地下水流路解析結果

事業者による計画形状(Case 1)における地下水流路解析を行った。図 5-24 に事業者による 計画形状のケース(Case 1) での流路解析結果のうち、(a)水平面図と(b)建屋近傍の拡大図(南 東方向からの鳥観図)を示す。 流路解析における粒子の出発開始位置は陸側遮水壁の設置予定位 置と+35m 盤との中央付近とし、南北方向に7箇所を配置した(X座標: 320.0m、Y: -1350.0 ~-750m 間に 100m 間隔で配置)。この設定は、前述した汚染水対策前のケース(Case 0) での 流路解析と同様の設定である。図 5-24 からは、概ね西側の+35m 盤の方向から海側方向に向か って流動するものの、陸側遮水壁の設置の影響により、粒子は建屋近傍エリアを大きく迂回す る流動結果を示している。1、2 号機西側を出発位置とした粒子は、凍土壁を北側方向に迂回し、 港湾北側の海洋底領域において流出し、3、4号機西側を出発位置とした粒子は凍土壁を南側に 迂回し、港湾南側の海洋底領域において流出している結果となった。また、一部の出発開始位 置が比較的浅い粒子の場合は、凍土壁の手前の西側位置や、地下水バイパスに流出する結果と なった。陸側から海側に向かう地下水流動状況を把握するため、これら49粒子のうち、地下水 バイパスへの流出となった7粒子を除いて山側から海側に流動する粒子の平均流速を算出した。 図 5-25 と表 5-11 に地下水流路解析結果の統計処理結果を示す。その結果、流速の幾何平均値 は約 0.13m/day、最小値が 0.02m/day、最大値が 0.82m/day となった。これにより、凍土壁周辺 の地下水流動状況としては、汚染水対策前のケース(Case 0)の場合に比べて流速自体は極端 に増減していないものの、流動方向は大きく変化している様子がわかった。



(a) 全水頭分布:南東方向からの鳥瞰図 (Z軸×3)



(b) 2 号機建屋中央付近の東西方向鉛直断面での全水頭分布(Z 軸×3)図 5-22 事業者の計画形状(Case 1)での全水頭分布(m)、(a)鳥観図、(b)断面図



(a) 標高 0m 位置における全水頭分布



(b) 標高-10m 位置における全水頭分布

図 5-23 事業者の計画形状(Case 1)での全水頭の水平面分布(a)標高 0m、(b)標高-10m (全水 頭の単位は m、T/B:タービン建屋、R/B:原子炉建屋)

PATH TRC IF Rides Trips.TDATA Particle Tracking. Cycle No.3. Time = 1.3738+1003 Initial Geometry. Partice No.



(a) 流路解析結果 (水平面図)



(b) 流路解析結果の南東方向からの鳥観図(建屋近傍の拡大図) 図 5-24 事業者の計画形状(Case 1)での流路解析結果(a)水平面図、(b)鳥瞰図



図 5-25 事業者の計画形状(Case 1) での地下水流路解析結果(四分位図、縦軸は対数、赤線は幾何平均値、地下水バイパスへの流出となった7粒子を除いて算出)

事業者による計画形状(Case 1)	移行距離(m)	移行時間(day)	流速(m/day)	
最小值	4.84E+01	9.31E+02	2.24E-03	
最大値	9.62E+02	4.28E+05	8.21E-02	
幾何平均	4.18E+02	3.33E+04	1.26E-02	

表 5-11 地下水流路解析結果(Case 1)

\*)地下水バイパスへの流出となった7粒子を除いて算出

## (3) 建屋側壁における地下水面位置の算出結果

事業者の計画形状のケース(Case 1)における1号機建屋側壁内外の水位の位置を図 5-26 に 示した。図には1号機の東西方向鉛直断面における水位面位置(赤細線)を示した。図中のコ ンターは全水頭分布(単位:m)を示す。図中には、事業者の計画において運用される陸側遮 水壁(山側)を赤太線、陸側遮水壁(海側)を緑太線、海側遮水壁を水色太線、断面近傍の地 下水バイパスの投影位置を紺破線で示してある。図中の黄線は地層境界面を示したものである。

図 5-26 の陸側遮水壁で囲まれた泥岩下部境界面から上方に位置する原子炉建屋、タービン建 屋周りの全水頭分布はほぼ一定の値を示しており、非常に緩慢な流れとなっている様子が伺え る。また、建屋側壁内外の水位差に着目すれば、建屋側壁外側の水位が建屋側壁内側の水位を 上回っていることがわかる。したがって、事業者の計画形状のケース(Case 1)において、サ ブドレン・地下水ドレン等の地下水位コントロール機能が喪失した状態においても、建屋側壁 内外の水位差は確保されており、建屋内から周辺地盤への汚染水流出の可能性は少ないと判断 できる。



図 5-26 事業者の計画形状 (Case 1) での1号機東西方向鉛直断面における水位面位置 (Z 軸×3)

水位差の定量的評価のため、図 5-14 に示した参照位置における水位値を表 5-12 に示す。表 には 1~4 号機における水位値([T.P.]m)を示した。汚染水対策前のケース(Case 0)では地下 水位が高い状態(山側の原子炉建屋側壁外側水位:[T.P.]7.48~9.34m)であり、その結果、建屋 内部の水位との水位差から、建屋内への地下水流入が多かったことが推察された。事業者の計 画形状のケース(Case 1)では、最右列に建屋側壁の内外水位差の最小値を示すとともに、最 終行にそれら平均値を示した。その結果、水位差は 1~4 号機において 0.29~0.40m の値を示し、 その平均値は 0.33m と評価できた。

図 5-26 と同様に、事業者の計画形状のケース(Case 1)において 2~4 号機建屋側壁内外の 水位の位置を図 5-27~29 に示す。1 号機の全水頭分布と同様に陸側遮水壁で囲まれた泥岩下部 境界面から上方に位置する原子炉建屋、タービン建屋周りの全水頭分布はほぼ一定の値を示し ており、非常に緩慢な流れとなっていること、各建屋側壁内外での水位の逆転が生じていない 解析結果であるのがわかった。なお、図 5-28 の 3 号機鉛直断面における全水頭分布において護 岸域(陸側遮水壁(海側)と海側遮水壁との間)での全水頭分布が周囲より高い領域が存在し、 地下水面もわずかに上昇している部分が見られる。この原因は、当該部分にポンプ室及びピッ トが存在し、その透水係数が周囲の盛土・中粒砂岩より小さい(コンクリート相当:1.0× 10<sup>-8</sup>m/sec)影響によるものである。

建屋断面	原子炉建屋側壁水位		タービン建屋側壁水位		建屋側壁水位差 (最小値)	
	① [外側]	② [内側]	③ [内側]	④ [外側]	場所	水位差
1 号機	2.06	1.57	1.57	1.97	3-4	0.40
2 号機	1.86	1.57	1.57	1.88	1-2	0.29
3号機	1.86	1.57	1.57	1.99	1-2	0.29
4 号機	1.92	1.57	1.57	2.32	1-2	0.35
*)参照位置:図	5-14	※境界条件	※境界条件		水位差(平均)	0.33



(管理設定値)

(管理設定値)



図 5-27 事業者の計画形状(Case 1) での2号機東西方向鉛直断面における水位面位置 (Z軸×3)


図 5-28 事業者の計画形状 (Case 1) での3号機東西方向鉛直断面における水位面位置 (Z 軸×3)



図 5-29 事業者の計画形状 (Case 1) での4号機東西方向鉛直断面における水位面位置 (Z 軸×3)

#### (4) 建屋流入量の評価結果

境界面流出量計算コード BOUND\_FLOW を用いて、解析結果からの建屋流入量を算出した。 図 5-30 に、汚染水対策前のケース(Case 0)と事業者の計画形状のケース(Case 1)での建屋 流入量及び第 11 回汚染水対策委員会(解析値)[7]での建屋流入量を比較した。汚染水対策前 (Case 0)では、1~4 号機の合計で約 296m<sup>3</sup>/日と評価された建屋流入量は、事業者の計画形状 (Case 1)では約 27m<sup>3</sup>/日程度(約 1 割以下)になると評価できた。これは、想定された現実的 シナリオ(サブドレン・地下水ドレン等の地下水位コントロール機能が長期間喪失した状態) の基で、凍土壁の遮水性能、建屋近傍でのフェーシング等が適切に機能した場合の条件下での 評価値である。そのため、凍土壁の遮水性の変化に対する建屋流入量への影響、建屋近傍での フェーシングの有無による建屋流入量への影響に対する検討は後述する。



図 5-30 汚染水対策前(Case 0)と事業者の計画形状(Case 1)での建屋流入量の比較

### 5.8.4 降雨量減少に伴う水位への影響

ここでの検討は降水量減少に対する水位への影響の検討である。1F 周辺での降水量が減少した場合、建屋に流入する地下水の量も減少することになるため、過去40年間における年間最少降雨量の値を用いて解析を行い、建屋側壁内外の水位の逆転が生じるのかに着目した。表5-8の解析ケースの計算条件で示したように、降雨浸透量の最小値については、気象庁 HP 公開データから富岡エリアに関する過去40年間の最少降雨量[885mm/y]から、Case 0等での解析でも用いた浸透率[0.55]を乗じた値[487mm/y]を降雨浸透量[最小値]の設定値とした。建屋内でのフ

ェーシングがある場合(建屋内での地下水涵養がない場合)の方が、地下水位は低下する方向 に作用するため、建屋内フェーシングが施工された状態を仮定している。

(1) 建屋側壁における地下水面位置の算出結果

水位差の定量的評価のため、図 5-14 に示した参照位置における水位値を表 5-13 に示す。表 には 1~4 号機における水位値を示した。最少降雨量のケース(Case 2)では、最右列に建屋側 壁の内外水位差の最小値を示すとともに、最終行にそれら平均値を示した。その結果、水位差 は 1~4 号機において 0.11~0.30mの値を示し、その平均値は 0.22m と評価できた。この解析結 果は、広域的な涵養量が減少した影響により、建屋近傍まで流動してくる地下水量が減少した ことの影響によって、地下水位が低下したためと考えられる。3 号機原子炉建屋側壁において 約 0.11m となる水位差は、全解析ケース中で最も小さい水位差となった。これらのことから、 本解析での厳しい条件においても建屋内外の水位差の逆転は生じない可能性が示された。図 5-31 に水位差が最小値を示した最少降雨量(Case 2)での 3 号機鉛直断面における水位面位置 図を示す。図ではわずかな差であるが、凍土壁内側より建屋外側の水位が大きいため、建屋内 汚染水の周辺地盤への流出の可能性は少ないと考えられる。

(2) 建屋流入量の評価結果

最少降雨量のケース(Case 2)での解析結果からの建屋流入量を算出した。図 5-32 に、比較 を容易にするために、汚染水対策前のケース(Case 0)と事業者の計画形状のケース(Case 1)、 最少降雨量のケース(Case 2)での建屋流入量及び第 11 回汚染水対策委員会(解析値)[7]での 建屋流入量を比較した。汚染水対策前(Case 0)では、1~4 号機の合計で約 296m<sup>3</sup>/日と評価さ れた建屋流入量は、事業者の計画形状(Case 1)では約 27m<sup>3</sup>/日程度(約 1 割以下)であったが、 最少降雨量のケース(Case 2)では、約 26m<sup>3</sup>/日程度となった。Case 1 に比べて Case 2 において 建屋流入量が大きく変化しなかった理由としては、広域的なフェーシングと地下水バイパスの 対策の効果によって、建屋近傍に向かう地下水の流量に大きな変化が見られなかったためと考 えられる。この解析ケースは敷地内フェーシング及び建屋近傍でのフェーシングが有効に機能 している場合のケースであり、この場合においては、地下水涵養量の変化の影響は小さいこと がわかった。そのため、現在実施されている広域的なフェーシングの範囲設定が建屋近傍への 地下水流量の抑制に適切に機能しているとともに、建屋近傍でのフェーシングを加えることが 建屋流入量の抑制につながることを示唆している。

	原子炉建屋	側壁水位	タービン建た	屋側壁水位	建屋側壁水( (最小値)	立差
建屋断面	① [外側]	② [内側]	③ [内側]	④ [外側]	場所	水位差
1 号機	1.90	1.57	1.57	1.87	3-4	0.30
2 号機	1.76	1.57	1.57	1.84	1-2	0.19
3 号機	1.69	1.57	1.57	1.99	1-2	0.11
4 号機	1.85	1.57	1.57	2.17	1-2	0.28
*)参照位置:図	5-14	※境界条件	※境界条件		水位差(平均)	0.22



(管理設定値) (管理設定値)



図 5-31 最少降雨量(Case 2) での3号機東西方向鉛直断面における水位面位置(Z軸×3)



図 5-32 最少降雨量のケース (Case 2) と他のケースでの建屋流入量の比較 (汚染水対策前 (Case 0)、事業者の計画形状 (Case 1))

# 5.8.5 凍土壁遮水性の水位への影響

想定された現実的シナリオ(サブドレン・地下水ドレン等の地下水位コントロール機能が長 期間喪失した状態)の基で、凍土壁の遮水性の変化に対する建屋流入量への影響への検討を行 った。凍土壁は本来の性能を発揮すれば、山側からの凍土壁を通過する地下水の流入を限りな く0とすることができると考えられる。事業者の計画形状(Case 1)の解析では凍土壁の透水 係数として遮水性を考慮した透水係数 1×10<sup>-12</sup>m/sec、間隙率 0.1 と設定した。この値は、健全な 花崗岩での透水係数値[2]や遮水壁として用いられるベントナイト系材料の透水係数データ[3] を参考に設定した。ここでの検討では、仮に凍土壁の透水係数が計画通りに遮水性の機能を有 していなかった場合を想定し、水位の変化と建屋への流入量への影響を定量的に評価したもの である。

解析ケースとしては凍土壁の全体としての透水係数値が基本設定の1,000 倍 (Case 3)、10,000 倍 (Case 4) となったケースを比較した。10,000 倍のケースは、1F 敷地内の基盤岩である泥岩 相当の透水係数 (1×10<sup>-8</sup>m/sec) である。

(1) 地下水流動の解析結果

凍土壁透水係数が 10,000 倍のケース(Case 4) における全水頭分布を図 5-33 に示す。 図には、全水頭分布の水平面図を(a)標高 0m と(b)-10m 位置で示してある。図中の全水頭の単 位は m、T/B はタービン建屋、R/B は原子炉建屋を表し、#後の数字は 1~4 号機を表している。 図 5-23 (Case1) においては標高 0m の水平面図において凍土壁内の領域ではほぼ一様の圧力分 布を示していたが、凍土壁の透水係数が大きくなったことにより、凍土壁内を通過する地下水 が増加し、凍土壁内の領域において等高線の分布が生じている。これは、Case 1 にくらべて動 水勾配が大きくなっていることを示唆している。この傾向は標高-10m 位置における全水頭の水 平分布でも同様である。

(2) 建屋側壁における地下水面位置の算出結果

水位差の定量的評価のため、図 5-14 に示した参照位置における凍土壁透水係数が 1,000 倍の ケース (Case 3)、凍土壁透水係数が 10,000 倍のケース (Case 4) における水位値を表 5-14 と表 5-15 に示す。

凍土壁透水係数が1,000倍のケース(Case 3)では、水位差は1~4号機において0.23~0.56mの値を示し、その平均値は0.36mと評価できた。また、凍土壁透水係数が10,000倍のケース(Case 4)では、水位差は1~4号機において0.54~0.81mの値を示し、その平均値は0.70mと評価できた。このように、凍土壁の透水係数が大きくなるに従い、凍土壁内を通過する地下水が増加したことによる凍土壁内領域での水位が上昇する事が確認できた。その結果、Case 1

(1×10<sup>-12</sup>m/sec)から Case 3 (1×10<sup>-9</sup>m/sec)への変化では建屋側壁外側の水位の上昇はわずかで あったが、Case 1 から Case 4 (1×10<sup>-8</sup>m/sec)への変化では建屋側壁外側の水位が比較的大きく 上昇した結果となった。これは Case 4 での凍土壁の透水係数が凍土壁領域の底部に位置する泥 岩層相当の透水係数値と同等となったため、地下水が周囲に比べ比較的通過しやすい領域が生 じた可能性などが考えられる。今後、解析結果での流速分布などを詳細に分析することで、地 下水の多く流れている領域を特定するなどを行うことによってより詳細に現象を把握できると 思われる。

(3) 建屋流入量の評価結果

図 5-34 に凍土壁透水係数 1,000 倍(Case 3)、凍土壁透水係数 10,000 倍(Case 4) と汚染水対 策前(Case 0)、事業者の計画形状(Case 1)の建屋流入量の比較を示す。汚染水対策前(Case 0) では、1~4 号機の合計で約 296m<sup>3</sup>/日と評価された建屋流入量は、事業者の計画形状(Case 1) では約 27m<sup>3</sup>/日程度(約1割以下)であった。この場合、凍土壁の透水係数は 1×10<sup>-12</sup>m/sec であ る。凍土壁が 1,000 倍(Case 3)である 1×10<sup>9</sup>m/sec の場合、建屋流入量はわずかに増加し、1 ~4 号機の合計で約 32m<sup>3</sup>/日程度となった。また、凍土壁が 10,000 倍(Case 4)である 1×10<sup>8</sup>m/sec の場合には、約 61m<sup>3</sup>/日程度となった。この値は Case 0 の 1/5 程度の値である。このことから、Case 3 (1×10<sup>9</sup>m/sec) での設定値程度の遮水性能があれば、約 32m<sup>3</sup>/日以下の建屋流入量となる事が 予想されると共に、泥岩相当程度の透水係数である 1×10<sup>8</sup>m/sec 程度の遮水性であれば、建屋流 入量は約 61m<sup>3</sup>/日程度である可能性が示唆された。当然ながらこの場合、想定された現実的シ ナリオ(サブドレン・地下水ドレン等の地下水位コントロール機能が長期間喪失した状態)の 基で、建屋近傍でのフェーシング等が適切に機能した場合の条件下での評価値である。



(a)標高 0m 位置における全水頭分布



<sup>(</sup>b)標高-10m位置における全水頭分布

図 5-33 凍土壁の透水係数×10,000 倍(Case 4) での全水頭の水平面分布(a)標高 0m、(b)標 高-10m(全水頭の単位は m、T/B:タービン建屋、R/B:原子炉建屋)

	原子炉建屋	側壁水位	タービン建	屋側壁水位	建屋側壁水(	位差
建屋断面	① [外側]	② [内側]	③ [内側]	④ [外側]	場所	水位差
1 号機	2.14	1.57	1.57	2.15	1-2	0.56
2 号機	1.81	1.57	1.57	2.03	1-2	0.23
3 号機	1.82	1.57	1.57	2.03	1-2	0.25
4 号機	1.97	1.57	1.57	2.31	1-2	0.39
*)参照位置:図	5-14	※境界条件	※境界条件		水位差(平均)	0.36
		(管理設定値)	(管理設定値)			

表 5-14 凍土壁透水係数×1,000 倍(Case 3) での参照位置における水位値(単位:[T.P.]m)

表 5-15 凍土壁透水係数×10,000 倍(Case 4) での参照位置における水位値(単位:[T.P.]m)

	原子炉建屋	側壁水位	タービン建	屋側壁水位	建屋側壁水(	立差
建屋断面	① [外側]	② [内側]	③ [内側]	④ [外側]	場所	水位差
1 号機	2.75	1.57	1.57	2.38	3-4	0.81
2 号機	2.25	1.57	1.57	2.55	1-2	0.68
3 号機	2.11	1.57	1.57	2.48	1-2	0.54
4 号機	2.35	1.57	1.57	2.49	1-2	0.78
*)参照位置:図	5-14	※境界条件	※境界条件		水位差(平均)	0.70

(管理設定値)

(管理設定値)



図 5-34 凍土壁透水係数 1,000 倍(Case 3)、凍土壁透水係数 10,000 倍(Case 4) と他のケース での建屋流入量の比較(汚染水対策前(Case 0)、事業者の計画形状(Case 1))

# 5.8.6 各種対策の地下水流動への影響

各種汚染水対策の内、事業者の計画形状において建屋近傍の10m盤エリアでのフェーシング による降雨涵養量の抑制が検討されている。凍土壁が適切に機能すれば、山側から流入する地 下水は0に抑制され、建屋流入量の涵養源は凍土壁内側領域の底部からの流入と降雨浸透量の みとなる。降雨浸透量が増加すれば、建屋側壁外側の凍土壁内での水位は増加する方向に作用 する。しかしながら、建屋流入量も増加する方向となるため、それら値を定量的に評価してお くことで、今後の諸対策等に有効な情報を提供する事ができる。よって、本ケースでの検討の 目的はフェーシングの有無による建屋流入量の変化を把握し、その効果を定量的に把握してお くために行うものである。

(1) 建屋側壁における地下水面位置の算出結果

水位差の定量的評価のため、図 5-14 に示した参照位置における建屋近傍でのフェーシング無 しのケース(Case 5)における水位値を表 5-16 に示す。

降雨浸透に伴う涵養量が増加する事によって、建屋側壁内外の水位差は増加し、水位差は1 ~4 号機において 1.34~2.60m と比較的大きな値を示す結果となった。その平均値は 1.78m と 評価でき、特に1号機での水位差が増加した結果を示した。この値は、想定された現実的シナ リオ(サブドレン・地下水ドレン等の地下水位コントロール機能が長期間喪失した状態)の基 での、建屋近傍でのフェーシングが無い状態での水位の評価結果であり、後述する建屋流入量 と合わせて検討する。

(2) 建屋流入量の評価結果

図 5-35 に建屋近傍フェーシング無し (Case 5)、事業者の計画形状 (Case 1)の建屋流入量の 比較を示す。図に示すように Case 5 における建屋流入量は約 114m<sup>3</sup>/日程度と評価できた。この 値は、事業者の計画形状 (Case 1) での建屋流入量に比べ約 4 倍程度の値を示した。建屋近傍 フェーシング面積は約 64,000m<sup>2</sup>[13]であり、降雨涵養量を 850mm/year としているため、凍土壁 内領域においては約 150m<sup>3</sup>/日の涵養量となっていると考えられる。全体の水収支としては、こ の涵養量に加えて、凍土壁領域底部からの凍土壁内領域への流入があり、陸側遮水壁(海側) 非凍結部 (海水配管トレンチ下部)等を通して陸側遮水壁 (海側)と海側遮水壁間の領域に流 出する地下水が考えられる。それら収支の結果、建屋流入量が約 114m<sup>3</sup>/日程度と評価できたこ とになる。この評価結果は、凍土壁の遮水性が想定通り機能し、建屋近傍フェーシング対策が とられるならば、汚染水対策の「水を近づけない」対策として非常に有効に機能する可能性を 示唆している。当然ながら、この解析は想定された現実的シナリオ (サブドレン・地下水ドレ ン等の地下水位コントロール機能が長期間喪失した状態)の基での値であり、サブドレン・地 下水ドレン等の地下水位コントロール機能が運用されている状態での水収支の詳細把握は今後 の課題といえる。

가 E Mart	原子炉建屋	側壁水位	タービン建屋側壁水位		建屋側壁水( (最小値)	建屋側壁水位差 (最小値)	
建産断面	① [外側]	② [内側]	③ [内側]	④ [外側]	場所	水位差	
1 号機	4.17	1.57	1.57	4.21	1-2	2.60	
2 号機	3.34	1.57	1.57	3.57	1-2	1.76	
3 号機	2.98	1.57	1.57	3.35	1-2	1.41	
4 号機	2.91	1.57	1.57	3.41	1-2	1.34	
*)参照位置:図	5-14	※境界条件	※境界条件		水位差(平均)	1.78	

表 5-16 建屋近傍フェーシング無し(Case 5) での参照位置における水位値(単位: [T.P.]m)

(管理設定値) (管理設定値)



図 5-35 建屋近傍フェーシング無し(Case 5)と事業者の計画形状(Case 1)における 建屋流入量の比較

5.9 各種対策への影響について知見及び課題の整理

前節までの感度解析において、凍土壁等の各種汚染水対策の影響に関する知見を以下に取りまとめる。

- 事業者による汚染水対策全般の地下水流動への影響を把握するため、事業者の計画形状に対する解析を実施した。汚染水の流出可能性となる建屋内外の地下水位の水位差に着目するため、水理コントロール機能である、サブドレン、地下水ドレンは機能しないと仮定して解析を実施した。その結果、事業者の計画形状のケース(Case 1)では、水位差は1~4 号機において 0.29~0.40mの値を示し、その平均値は 0.33m と評価できた。これにより、想定したシナリオ内での水位の逆転による汚染水の地盤への流出の可能性は少ないといえる。
- 建屋側壁内外の水位がより逆転しやすくなる条件として、過去40年間の最少降雨量となった場合のケース(Case 2)において解析を実施した。その結果、水位差は1~4号機において0.11~0.30mの値を示し、その平均値は0.22mと評価できた。また、最小の水位差は3号機原子炉建屋側壁において約0.11mとなると評価され、より厳しい条件下においても建屋側壁内外の水位の逆転が生じる可能性は少ないことがわかった。
- 凍土壁遮水性の変化による建屋側壁内外の水位の変化と建屋流入量への影響を把握する ため、凍土壁の透水係数を基本設定の1,000 倍(Case 3)、10,000 倍(Case 4)となった 場合の解析を実施した。Case 3 では、水位差の平均値は0.36mとなり、Case 4 では、水

位差の平均値は 0.70m と評価できた。この結果、凍土壁の透水係数が大きくなるに従い、 凍土壁内を通過する地下水が増加することによる凍土壁内領域での水位が上昇する事が 定量的に確認できた。建屋流入量への影響に関しては、事業者の計画形状(Case 1)の 流入量(約 26.9m<sup>3</sup>/日)に比べ、Case 3 ではわずかに増加(約 32.2m<sup>3</sup>/日)し、Case 4 で は 2 倍以上(約 61m<sup>3</sup>/日)に増加した結果となった。このことから、凍土壁に Case 4 (1 ×10<sup>-8</sup>m/sec)程度の遮水性能があれば、約 60m<sup>3</sup>/日程度の建屋流入量となると評価された。

- 事業者の計画形状において建屋近傍の10m盤エリアでのフェーシングが無い場合の解析 を実施し、水位への影響と建屋流入量の定量的評価を行った。降雨浸透に伴う涵養量が 増加するため、建屋側壁内外の水位差は増加し、水位差は1~4 号機において1.34~2.60m と比較的大きな値を示す結果となった。また、その平均値は1.78mと評価でき、特に1 号機での水位差が増加した結果を示した。建屋流入量に関しては、建屋近傍フェーシン グがある場合のCaselに比べて4倍程度大きい値である約114m<sup>3</sup>/日と評価できた。
- 一連の感度解析では地下水ドレン・サブドレンの機能が働かない場合を想定したが、その状況下においても、凍土壁の遮水性が維持され、建屋近傍フェーシング対策等が適切に機能すれば、汚染水対策の「水を近づけない」対策として有効に機能することがわかった。

上記の取りまとめ結果と知見を踏まえ、今後の課題としては、以下の様に列挙することがで きる。

- 地下水流動モデルに関して、透水係数等の重要パラメータに関する情報収集を継続する と共に、必要に応じて解析モデルの更新を行うことでより詳細な情報を取得することが 可能である。
- 汚染水対策が段階的に実施されていく中で、事業者からの公表情報を収集・分析し、計画の変更などこれまで検討していないあるいは想定していないケース等についてチェックをしていく必要がある。
- 継続的に公表されている観測データを活用し、非定常解析の実施も視野において解析モデルのキャリブレーションによる最適化を検討する必要がある。

以上を踏まえ、表 5-17 に、地下水流動抑制対策が地下水流動に影響を及ぼす事象のうち、国 立研究開発法人日本原子力研究開発機構安全研究センターとして、建屋内滞留水の漏えいリス クを高める可能性のあると考えられる事象を整理するとともに、漏えいリスクを明確にするた めに取り組むべき今後の課題について整理した。

( :	平成28年	⊑3月日	時点)			200 EX	
ΤÈ	畲		刈東上沿	│	影響		
	1 デジンド・フォラン・		陸側遮水壁	陸側遮水壁は、冷凍機やクーリングタワー)から冷媒をプライン移送 管で地中に配した凍結管の中を循環させることで周辺の地盤を凍 結させることで高い遮水性を確保させる、凍結方式を用いている。 平成27年11月設置工事完了。山側の三辺について凍結準備が完 了、海側部分は平成28年2月準備完了予定[1]。	・陸側遮水壁(凍土壁)が理想的に構築された場合、凍土の透水性 は非常に小さく、そのため、建屋近傍の地下を流れていた地下水 は、凍土壁の周りを大きく迂回する様な地下水流動状況となる[2]。 ・凍土壁でバスタブ状に囲われた領域内においては、地下水の流 動が制限されるため、滞留状態のような流動状況となる[3]。	汚染水対策が段階的に実施されていく中で、事業者からの公表情 報を収集・分析し、計画の変更などこれまで検討していないあるい は想定していないケース等についてチェックをしていく必要がある。。 具体的には以下の例が考えられ、観測データや解析を活用して検 討する必要がある[4]。 ・凍土壁の工事過程において地層媒体が凍結する際に、凍結膨脹 や凍結時の脱水圧密等が想定される。そのため、局所的な水頭の 変化が観測される可能性について検討する必要がある。 ・凍土壁の工事過程において地質媒体の不均一性により、局所的 に未凍結部分が形成される可能性がある。そのため、当該部分に おいて地下水の流れが局所的に増加するなど周囲の流動状況と異 なる状況が形成される可能性について検討する必要がある。 ・凍土壁工事過程においては、地下水流動状況が非定常的に変動 する可能性がある。流動状況の非定常的な変動によって、建屋内 汚染水の漏えいや、護岸域地下水中の放射性物質の港湾等への 流出に対し影響を及ぼす可能性について検討する必要がある。 (感度解析等の成果を基に課題に対する考察を追記)	[1]縦 27年 [2]平 1)で [3]平 1)で [4]平
	2 2	ε. -	地下水バイパス	1Fエリア内の山側から海側に向かって流れている地下水の一部が 原子炉建屋に流入することが汚染水の増加の一因である。この地 下水が原子炉建屋に流入する前に山側で地下水を汲み上げ、その 流れを変えて地下水位を下げることにより、原子炉建屋への流入量 を減少させる。 平成26年5月下旬より排水を開始。汚染水の増加量は80m <sup>3</sup> /日程 度減少と評価[1]。	<ul> <li>・原子炉建屋上流域における地下水のくみ上げにより、地下水バイパス~原子炉建屋に向かう地下水の流動状況が変化する[2]。</li> <li>・地下水のくみ上げにより上流側での水位が低下し、原子炉建屋に向かう地下水量が減少する[3]。</li> <li>・なお、本対策に関する感度解析は実施していないため、今後右欄に示した課題等を検討する必要がある。</li> </ul>	・長期的揚水対策の実施中にはポンプ等の機器故障に伴い、一時 的に揚水が停止することも想定される。地下水バイパスでの揚水が 一定期間停止した場合において凍土壁の工事中、完成後の状態 への流動状態に変化を与える可能性について検討する必要があ る。 (成果を基に課題に対する一般的考察を追記)	[1]絶 27年 [2]平 1)で [3]平 での [4]平
	3 /『汚染水	『汚染水に水	サブドレン・地下水ドレン	原子炉建屋およびタービン建屋へ流入する地下水を低減させること を目的に、サブドレンにおいて地下水をくみ上げる、また、海側に流 れ込む地下水については、海側遮水壁を設置して堰き止めるととも に、護岸部に設置した地下水ドレンでくみ上げる。汲み上げた地下 水は浄化したうえで海へ排水される。 平成27年9月14日より排水を開始[1]。	・地下水位を監視することにより、原子炉建屋周辺での水位を一定に保ち、建屋内汚染水位との水位差を確保する。そのため、建屋周内への地下水流入量を想定範囲内に制限できると共に、建屋周辺での地下水流動状況の変化(例えば、建屋フェーシング未実施の場合の敷地内での降雨の浸透量増大時の非定常的影響など)を緩和する方向に作用する。 ・なお、本対策に関する感度解析は実施していないため、今後右欄に示した課題等を検討する必要がある。	・凍土壁の工事過程中のように長期的対策の実施中にはポンプ等 の機器故障に伴い、一時的に揚水機能が不全となることも想定さ れる。建屋周辺領域において大量の降雨による一時的浸透量の増 大時において、ポンプ等の故障が重なった場合には、建屋流入量 が変化する可能性について検討する必要がある。 (成果を基に課題に対する一般的考察を追記)	[1]紀 27年
	を漏らさない 』 4	を近づけない』	フェーシング	建屋に流入する地下水の大半は敷地やその周辺に降る降雨が起 源となっている可能性が高い。そのため、構内の地表面をアスファ ルト等で覆い、線量低減並びに雨水の地下浸透を抑制し建屋への 地下水流入量の低減を図る。 平成26年1月より工事を開始し予定箇所の8割以上を施行済み。平 成28年3月末までに10m盤、他の工事干渉箇所を除く計画エリアの 施工完了予定[1]。	・事業者の計画形状において建屋近傍の10m盤エリアでのフェーシ ングが無い場合には、建屋周辺の地下水位、建屋流入量に影響を 及ぼす。フェーシングが無い場合には、降雨浸透に伴う涵養量が増 加するため、建屋側壁内外の水位差は増加し、建屋流入量が フェーシングがある場合に比べて増大する[2]。	<ul> <li>・汚染水対策が段階的に実施されていく中で、事業者からの公表 情報を収集・分析し、計画の変更などこれまで検討していないある いは想定していないケース等についてチェックをしていく必要があ る。具体的には以下の例が考えられ、観測データや解析を活用して 検討する必要がある[3]。</li> <li>・アスファルト等の材質の耐久性や施工時不良によりフェーシング に局所的亀裂等が生じ、長期的対策の実施中において亀裂が拡 大するなど、地下への降雨による浸透量が増大する可能性につい て検討する必要がある。</li> <li>(感度解析等の委託成果を基に課題に対する考察を追記)</li> </ul>	[1]紹 27年 [2]平 傍建 [3]平
	一決勢力を漏らさたし。	同志でたく、たち間のようよう。	海側遮水壁	1Fの1~4号機側の敷地から港湾内に流れている地下水をせき止 めることで、汚染水の海洋への漏れ出しを防止する。 平成24年4月より海側遮水壁工事を開始し、平成27年10月に閉 合。その後、海岸遮水壁の鋼管矢板の杭頭の結合、遮水壁内側の 舗装面の補修を実施[1]。	<ul> <li>・海側遮水壁の透水性は小さく、標高の高いエリアから建屋近傍を 通過して海洋方向に流れていた地下水は、凍土壁と海側遮水壁の 周りを大きく迂回する様な地下水流動状況となる[2]。</li> <li>・陸側遮水壁(海側)~海側遮水壁においては、遮水性の高い壁に 囲われた領域となるため、地下水の流動が制限され、滞留状態の ような流動状況となる[3]。</li> <li>・なお、本対策に関する感度解析は実施していないため、今後右欄 に示した課題等を検討する必要がある。</li> </ul>	<ul> <li>・凍土壁の工事過程中のような長期的対策の実施中には、海側遮水壁が一部損壊するなど遮水性能の一時的な低下状況も想定される。陸側遮水壁(海側)~海側遮水壁のエリアにおいて、海側遮水 壁の透水性の変化によって地下水流動状況が変化する可能性について検討する必要がある。</li> <li>(成果を基に課題に対する一般的考察を追記)</li> </ul>	[1]紹 27年 [2]平 1)で [3]平 1)で

# 表 5-17 日本原子力研究開発機構安全研究センターとして考えられる地下水流動抑制対策が地下水流動に与える影響とそれに伴うに建屋内滞留水の漏えいリスクに関する課題

備考
経済産業省、廃炉・汚染水ポータルサイトの情報から作成。平成 F度報告書(P2-2) 平成27年度報告書(P5-31、図5-24 事業者の計画形状(Case 空の流路解析結果) 平成27年度報告書(P5-30、図5-23 事業者の計画形状(Case 空の全水頭の水平面分布)
平成27年度報告書(P5-45、5.9節)
圣済産業省、廃炉・汚染水ポータルサイトの情報から作成。平成     F度報告書(P2-2)     P成27年度報告書(P5-29、図5-22 事業者の計画形状(Case     ≲の全水頭分布)     P成27年度報告書(図5-26~29、事業者の計画形状(Case 1)     p更西方向鉛直断面における水面位置)     平成27年度報告書(P5-45、5.9節)
圣済産業省、廃炉・汚染水ポータルサイトの情報から作成。平成 E度報告書(P2−2)
経済産業省、廃炉・汚染水ポータルサイトの情報から作成。平成 E度報告書(P2-2) F成27年度報告書(P5-44、5.8.6項、表5-16、図5-35 建屋近 2ェーシング無し(Case 5)と事業者の計画形状(Case 1)におけ ≧屋流入量の比較) F成27年度報告書(P5-45、5.9節)
圣済産業省、廃炉・汚染水ポータルサイトの情報から作成。平成 E度報告書(P2-2) 平成27年度報告書(P5-31、図5-24 事業者の計画形状(Case その流路解析結果) 平成27年度報告書(P5-30、図5-23 事業者の計画形状(Case その全水頭の水平面分布)

#### 5.10 凍土壁の一部を開口させた場合の通水率に関する感度分析

#### 5.10.1 検討概要

東京電力株式会社は、平成28年2月22日に具体的な凍土壁の運用方針を示した福島第一原 子力発電所特定原子力施設に係る実施計画変更認可申請書[14]を原子力規制委員会に提出した。 この申請書では、凍土壁([14]では、陸側遮水壁と記載)を三段階に分けて、段階的に凍結を 進める方針が示され、まず、第一段階の海側全面閉合と山側総延長の約95%を閉合する内容に ついて申請がなされた。同申請書の内容によると、山側総延長(北・西・南側の3辺の合計) のうち地下水流向に直交する西側側線に5箇所、補助的に北西・南西の隅角部付近に1箇所ず つの合計7箇所をあらかじめ人為的に開口させておくことにより、上流側から原子炉建屋等周 辺地盤に流れ込む地下水の一部を確保する計画とされている。また、山側総延長に対する閉合 した長さの割合(以下、[14]での表記を参考に閉合率とする)と遮水壁断面を通過する壁設置 前の地下水流量に対する開口部を有する壁設置後の地下水流量の割合(以下、[14]での表記を 参考に遮断率とする)の関係は一次の線形関係にはなく、閉合率が80%を超過したあたりから サブドレン水位(建屋周辺の水位が揚水井によって水位高さがコントロールされている状態を 対象としている)に影響があらわれ始めると推察されており、第一段階の計画である閉合率95% に対して遮断率は50%程度になると見込まれている。

これらの計画は、福島第一原子力発電所敷地内(以下、敷地内とする)の調査・観測結果に 基づく地質構造や地下水流向をふまえると、上流側から原子炉建屋等周辺に流れ込む地下水の 一部を人為的に確保することより、遮水壁を理想的に山側全面に構築する場合に比較して建屋 周辺の地下水への供給量を確保できる方法であると考えられる。すなわち、建屋内滞留水の水 位に対して地下水位を高く維持しやすい計画であるため、建屋内滞留水の漏えいの可能性は、 理想的に山側全面に構築する場合に比較して低いものと考えられる。しかしながら、計画され ている閉合率は95%と大きく、閉合率に対して遮断率がどの程度の割合を示すものかについて 検証しておくことが望ましい。

5.9節までの感度分析においては、凍土壁の想定されない開口部・未凍結箇所を想定し、凍土 壁の透水係数を変化させるモデル化を行ったが、透水係数の幅を設定する際、[14]に示された ような開口部の位置・幅を考慮した等価な透水係数を算定してモデル化は行っていないため、 同感度分析の結果からは、開口部の位置・幅の違いが地下水流動状況(通過流量や水位変動量) に及ぼす影響を推察できない。

そこで、本節では、[14]の計画の閉合率や遮水壁と開口箇所の関係を参考とし、凍土壁の一 部を人為的に開口させた場合を想定した地下水流動量の変化の割合([14]での遮断率に相当、 以下感度分析においては通水率とする)に関する感度分析を実施した。具体的には、簡易で明 確な概念モデルを設定し、主に次の2点について検討した。

### [本節の検討内容]

- 開口部を通過する水の流れを定常井戸理論式等により表したうえで、遮水壁と等価な均 ー材料として表した等価透水係数を設定し、解析式を用いた開口幅や開口箇所の設置間 隔を変化させた感度分析を行い、これらの違いが通水率へ与える影響を推察した。
- 2) 敷地内における地下水の動水勾配や遮水壁とその開口箇所、建屋等をふまえた簡易な概 念モデルを設定し、数値解析を用いた開口幅を変化させた感度分析を行い、閉合率が通 水率へ与える影響を推察した。



図 5-36 陸側遮水壁の第一段階の概略図([14]を参考に作図)

# 5.10.2 検討方法

#### (1) 解析式による通水率の算定方法

本節で対象とする凍土壁の一部を開口することにより地下水流量を確保する状況は、地下構造物の建設に伴う地下水流動を阻害する現象を回避・低減することを目的とした地下水流動保 全工法に類似した状況とみなせる。地下水流動保全工法は、地下構造物やその構築のために受けられたコンクリート等による山留め壁の一部に集水・涵養施設を配置し、施設間を通水管や 通水層(砕石等)で連結させ、自然に近い状態で地下水流動量を確保することを目的とした工 法である[15]。本工法の設計では、通常、有限要素法などの浸透流解析により行われるが、広 域の解析領域の中で小さい地下水流動保全施設をいかにモデル化するかが問題となることより、 集水・涵養施設の設置間隔、仕様、性能などを考慮した「等価透水係数を用いた設計法」が提 案されている[16]。この等価透水係数は、定常井戸理論式に基づき誘導されたもので、単独配 置モデルに対する浸透流解析によりこの妥当性が検証されている。また、実構造物への流動保 全工法への適用のための実配置をモデル化した浸透流解析による試設計[17]や、現場への適用 性[18]も検証されている。

そこで、解析式による通水率の算定方法として、等価透水係数を用いた地下水流動保全工法 の設計法の考え方を引用し、開口部を有する凍土壁の透水性を定常井戸理論式に基づき誘導さ れた等価透水係数で表すことで、凍土壁設置断面を通過する地下水流動量の変化の割合を算定 した。以下に、等価透水係数及び通水流量・壁間水位差の算定方法を示す。

#### a) 等価透水係数

被圧帯水層における土留め壁に設置する開口部の集水能力は次式で表される[19]。

$$Q = \eta \frac{\pi k D s_w}{\ln(R'/r_{eq})}$$
(5.10.1)

ここに、Q:通水量(流動保全工の場合、施設の集水量・涵養量)、k:帯水層の透水係数、D 帯水層厚さ、sw:開口部内(施設内)水位低下量、R':見掛けの影響圏半径、a:開口部(施設) 設置間隔、r<sub>eq</sub>:開口部(施設)の等価井戸半径、η:井戸効率である。

見掛けの影響圏半径 R'[20]、開口部(施設)の等価井戸半径 r<sub>eq</sub>[21]、井戸効率 η [22]は、被圧 状態における施設を模擬した有限要素法による浸透流解析の数値実験により、次のとおり導か れている。

$$R' = 0.2a$$
 (5.10.2)

$$r_{eq} = 0.254B_w + 0.008 \tag{5.10.3}$$

$$\eta = \frac{\ln(R'/r_{eq})}{\ln(R'/r_{eq}) + \frac{k}{k_f} \frac{\pi t}{B_w}}$$
(5.10.4)

ここに、k<sub>f</sub>:施設内に充填されたフィルター材の透水係数である。

(5.10.2)式は、[20]に示された数値実験結果より、見掛けの影響圏半径 R'は、解析上の影響圏 及び動水勾配(地下水流動量)と独立なものであり、通水量 Q と地下構造物際における水位変 動量の最大値 Δh は設置間隔 a を大きくするにしたがい増加する。これらの結果より、次の式 に基づき見掛けの影響圏半径 R'を算定し、設置間隔 a と影響圏半径 R の回帰直線より得られた

式である。

(5.10.3)式は、[21]に示された数値実験結果より、施設の等価井戸半径は、帯水層の透水係数 や影響圏半径によらず開口幅により一義的に決定され、開口幅 B<sub>w</sub>と等価井戸半径 r<sub>eq</sub>の回帰直 線より得られた式である。

(5.10.4)式は、(5.10.1)式において井戸効率が1.0の場合である理想状態での流量Q<sub>0</sub>に対して、 ダルシーの法則より開口部及び帯水層の損失水頭より開口部内の水位低下量から開口部の流量 Qを導きだし、両者の比(Q/Q<sub>0</sub>)をよりあらわしたものである。[22]に示された数値実験結果 より施設内に充填されたフィルター材の透水係数が1×10<sup>2</sup>m/s 未満の範囲では、急激に減少す る傾向が確認されている。すなわち、開口部の透水係数k<sub>f</sub>が帯水層の透水係数kの1000倍以 下より井戸効率は1.0より急激に小さくなる。この傾向は、開口幅 B<sub>w</sub>が小さいときほど顕著で ある。また、井戸効率はk<sub>f</sub>kのみにより決定されることは(5.10.4)より明らかであり、凍土壁の 一部に設けた開口部の透水係数は、特に設置段階では自然地盤と同程度の透水係数であること より、開口幅 B<sub>w</sub>が小さくなるほど、通水効率は低下する。なお、地下水流が開口部に集中す ることによって、地下水流速が増大し、細粒土分が流亡するなどして開口部の透水係数が大き くなると、通水効率が向上する。

間隔 a で設けた 1 ユニットの開口部(施設)の分担幅を考え、これを均一材料と考えたときの通水流量はダルシーの法則に基づき、次の式で表される。

$$Q = k_{eq} \frac{s_w}{W/2} aD \tag{5.10.5}$$

ここに、k<sub>eq</sub>:均一材料としたときの等価透水係数、W:凍土壁(遮断構造物)の厚さである。 式(5.10.1)と式(5.10.5)を等値なものとおくと、等価透水係数は次の式で表される。

$$k_{eq} = \frac{\eta \pi k W}{2a \ln(R'/r_{eq})}$$
(5.10.6)

式(5.10.6)より、等価透水係数は設置間隔 a の増加に伴い累乗的に小さくなり、開口幅 Bwの 違いによる大きな変化はない。図 5-37 に等価透水係数の概要を、図 5-38 に施設設置間隔と透 水係数の関係例を示す。



図 5-37 等価透水係数の概要[17]



不圧帯水層において、式(5.10.2)及び式(5.10.3)が成立すると仮定した場合、不圧帯水層中の定 常井戸理論式(被圧帯水層の式(5.10.1)に相当する式)や均一材料と考えたときの通水流量の式 (被圧帯水層の式(5.10.5)に相当する式)に置き換えたとしても、式(5.10.4)や式(5.10.6)は同様にな る。これらより、本節での検討は、被圧帯水層・不圧帯水層ともに、開口部の等価透水係数は 式(5.10.6)により表すものとする。

b) 通水流量·壁間水位差

被圧帯水層の

図 5-39 に示すような均質な帯水層中に遮水壁を設置した場合の通水流量は、次の式で算定される。

場合※ 
$$Q = \frac{ak_{ave}D(H_0 - h_0)}{L}$$
 (5.10.7)

不圧帯水層の場合 
$$Q = \frac{ak_{ave} \left(H_0^2 - h_0^2\right)}{2L}$$
(5.10.8)

※ 等流状態(水深が一定)の傾斜した不圧帯水層中の通水流量は式(5.10.5)で示される。

ここに、k<sub>ave</sub>: 遮水壁を含む帯水層全体の等価透水係数、H<sub>0</sub>: 上流側の定水位境界の地下水位、 h<sub>0</sub>: 下流側の定水位境界の地下水位、D: 帯水層厚さ(等流水深)、L: 帯水層延長(上流側境 界から下流側境界までの距離)、a: 開口部(施設)設置間隔(間隔 a で設けた1ユニットの開 口部(施設)の分担幅)である。

図 5-39 の場合、遮水壁を含む帯水層全体の等価透水係数 kave は、次式で表される。

$$k_{ave} = \frac{L}{\frac{L_u}{k} + \frac{W}{k_{rq}} + \frac{L_l}{k}}$$
(5.10.9)

式(5.10.9)で求められた帯水層全体の等価透水係数を式(5.10.7)、式(5.10.8)にそれぞれ代入し、通水流量が算定される。なお、遮水壁を含まない場合は、kaveに帯水層の透水係数kを代入する。



図 5-39 均質な帯水層中に遮水壁を設置した場合の通水流量の算定モデル

壁間水位差は、式(5.10.7)、式(5.10.8)のLをそれぞれL<sub>u</sub>、L<sub>l</sub>、k<sub>ave</sub>をkとし、式(5.10.7)、式(5.10.8) より求められた通水流量Qを代入して、上流側はh0をh1に、下流側はH0をh2に置き換えて これらを未知数としてそれぞれ求めた上で、この差分値を壁間水位差として算定する。

参考として、[16]における被圧帯水層を対象とした数値実験等によると、図 5-40 に示すとおり、開口幅が一定の場合、通水流量は施設設置間隔 a を大きくしても通水流量 Q は大きく変化せず、開口幅 Bwの違いによる大きな変化はない。また、壁間水位差は等価透水係数を用いた解析式に基づく結果と施設を模擬した数値解析結果とがよく一致している。





(2) 数值解析手法

数値解析は、本節の検討のみ、次に示す有限要素法による飽和・不飽和浸透流解析コードを 用いた。

解析プログラム: AC-UNSAF3D ver.2013

- 著作権 : 岡山大学
- URL : http://www.igeol.co.jp/okayama/kaiseki\_pro.htm http://gw.civil.okayama-u.ac.jp/gel\_home/download/

AC-UNSAF3Dは、1977年に発表された有限要素法による飽和・不飽和浸透流解析プログラ ムであるUNSAF[26]の公開されている最新版である。なお、他節で用いている3D-SEEPも有 限要素法による浸透流解析プログラムであるが、AC-UNSAF3Dで用いられている解析手法や取 り扱える条件が同一ではないため、3D-SEEPを用いて本節の内容と同様の解析を行った場合、 両者の結果が一致することは必ずしも保証されない。しかしながら、AC-UNSAF3Dは、河川堤 防・ダム・道路建設など様々な分野で広く使われており、同プログラムを用いた日本国内にお ける報告・論文等も非常に多い(プログラムを改良して活用された報告・論文等も含む)。さら に、解析プログラムやその使用方法が無償で公開されている※1。これらより、同プログラムの 解析手法・実績ともに明確であるため、本節の検討においては、国立研究開発法人日本原子力 研究開発機構安全研究センターとして3D-SEEPに変わる数値解析手法として採用することを 認めるものである※2。

- ※1. AC-UNSAF3Dの解析プログラム等のダウンロードならびに使用は無料である。ただし、 プログラムの使用にあたっては、著作権(許可無く内容の全て又は一部を他へ転載・配 布・販売などをすること)、免責事項(明示、黙示を問わず本ソフトウェアについて品質 上・権利上の何等の保証責任を負わないものとこと、本ソフトウェアの使用の過程およ び結果において本ソフトウェアに起因または関連して生じた損害および第三者に生じた 障害に対する責任を含めいかなる責任も負わないものとすること)を承認されたものと する。
- ※ 2. 本節以外の検討で用いた 3D-SEEP の著作権は、国立研究開発法人日本原子力研究開発機 構安全研究センターに帰属する。1986 年に同プログラムの初期バージョンのユーザーマ ニュアルが公開されている(URL: http://dx.doi.org/10.11484/jaeri-m- 86-091)。ただし、現 在も開発中の解析プログラムであるため、解析プログラム・実行ファイルやユーザーマ ニュアルの更新版などはすべて非公開である。

# 5.10.3 検討モデル・条件

### (1) 解析式による感度分析

図 5-41 に解析式による感度分析の検討モデルを示す。検討モデルは、遮水壁(凍土壁)の設置延長に対して開口部を設ける方法として次の2種類を想定して設定した。

CaseA:開口部幅 B<sub>w</sub>を固定し、設置箇所数を変化させた場合(以下、幅固定) CaseB:1箇所のみ開口部を設け、その幅 B<sub>w</sub>を変化させた場合(以下、数固定)

CaseAは、解析領域の幅Lを100m、開口部幅Bwを0.2mとし、開口部1箇所当たりの受け 持ち幅である1ユニットの長さaを0.2~100mまで変化させた。一方、CaseBは、開口部1箇 所当たりの受け持ち幅である1ユニットの長さaを解析領域の幅Lである100mで固定し、開 口部幅Bwを0.2~100mまで変化させた。そして、それぞれ、次の式により、閉合率くを算定 した。

CaseA 
$$\xi = \frac{L - \sum_{i=1}^{n} B_{w}}{L} = 1 - \sum_{i=1}^{n} \frac{B_{w}}{a}$$
 (5.10.10)

(n: ユニット数。Bw は固定。L=Σa)

CaseB

不圧帯水層の場合

$$\xi = \frac{L - B_w}{L} = \frac{a - B_w}{a}$$
(5.10.11)

(ユニット数は1 (n=1)。Bw は長さ変更。L=a)

通水率 Q/Q₀は、式(5.10.7)、式(5.10.8)にそれぞれ遮水壁を含む帯水層全体の等価透水係数と 帯水層の透水係数を代入して求めた通水流量の比とした。また、開口部における見掛けの流速 及び図 5-40(c)に示した各地点の水位は、次の式により算定した。

被圧帯水層の場合 
$$v = \frac{Q}{Bw \cdot D}$$
 (5.10.12)

$$v = \frac{Q}{Bw \cdot h_B} \tag{5.10.13}$$

$$h_B = \frac{h_u - h_l}{2} \tag{5.10.14}$$

$$h_{u} = \sqrt{H_{0}^{2} - \frac{2 \cdot R \cdot Q}{k \cdot a}}$$
(5.10.15)

$$h_l = \sqrt{h_u^2 - \frac{2 \cdot W \cdot Q}{k_{eq} \cdot a}}$$
(5.10.16)

表 5-18 にその他の計算に用いた条件を示す。



図 5-41 解析式による感度分析の検討モデル

区分	項目	記号	単位	値	備考
	透水係数	k	m/s	3.0E-05	
	厚さ	D	m	8	
帯水層	動水勾配	I	-	0.035	この値を基準に側方境界の固定水位を決定
	影響圏	R	m	100	
	上下流水位差	ΔН	m	14.14	
十空め辟	幅	W	m	2	
工用的主	延長	Σa	m	100	
構造物	構造物幅	В	m	200	遮水壁間の距離を想定(山・海側の概略離隔)
	透水係数	kf	m/s	3.0E-05	帯水層と同じ値(フィルター材なし)
開口部	設置間隔	а	m	0.2 - 100	ジョー
	幅	Bw	m	0.2~100	

表 5-18 解析式による感度分析の検討条件一覧

(2) 数値解析による感度分析

図 5-42 に数値解析による感度分析の検討モデルを示す。

検討モデルの形状は、図 5-36 の凍土壁厚さ、東西・南北の投影長さ、遮水壁(凍土壁)の平 面位置、開口部の配置・幅を参考に、簡略化させたモデルとした。図 5-43 に、凍土壁・建屋付 近の拡大図を示す。また、図 5-44 及び図 5-45 に解析メッシュ図を、表 5-19 に地盤特性などの 計算条件を示す。総節点数は 196404、総要素数は 180312 である。

解析地盤モデルは、建屋へ流入する地下水の主たる帯水層と想定されている中粒砂岩層をイ メージし、平面の大きさ1000m×1000m、深さ45mの不圧状態の均質等方性地盤とした。遮水 壁(凍土壁)は、通水部以外の対象要素を不透水として表現した。遮水壁(凍土壁)の開口部 は、地盤要素のままとした。遮水壁(凍土壁)の開口部幅と閉合率の関係は、表 5-20 に示すと おりである。なお、[14]を参考にして、地下水流向と平行する南北側線における開口幅は、東 西側線の半分程度(最小幅のみ東西側線と同じ幅)とした。

境界条件は、現地の地下水の流れが概ね凍土壁に直交する方向であることを鑑み、図 5-42 の モデル南北(東西面)に水位固定条件を設定し、底面・上面は不透水境界とした。また、現地 では建屋内へ地下水流入が生じていることを鑑み、建屋内水位と陸側遮水壁海側付近の地下水 位高さの差を参考にして、建屋側壁の内側(建屋内側)に下流側境界水位より 2m 低い高さで 水位固定条件を設定するとともに、建屋側壁の内側の固定水位以浅に浸出点条件を設定した。

初期条件は、地下水位の状況を確認することを目的として、次のステップで実施した。

Step1:建屋・遮水壁なしで解析(図 5-44(a))

Step2: 建屋を考慮して解析(図 5-44(b))

これらの条件に基づき、遮水壁(凍土壁)の開口部幅を変化させた定常計算を行い、閉合率に対して通水率がどの程度変化するのかを推察した。

閉合率	97.6%	95.0%	91.6%	88.8%	82.7%
(東西のみ)	97.0%	93.0%	88.0%	84.0%	75.0%
東西側線	3m	7m	12m	16m	25m

表 5-20 数値解析モデルにおける遮水壁の閉合率と開口部幅の関係



図 5-43 凍土壁・建屋付近の拡大図

	区分	項目	記号	単位	値	備考
		透水係数	k	m/s	1.0E-05	
		有効間隙率	ne	-	0.3	※定常計算のため、飽和度の算定時のみ参照
		不飽和浸透特性	$ heta - \psi$ heta -kr	m -	付図1・付表1	[27]の砂質土(SF)を参照
	単七四	厚さ	D	m	45	
	带小眉	モデル平面 の大きさ	R	m	1000	1000m四方
		上流境界の水位	HO	m	40	
		下流境界の水位	h0	m	5	
		見掛けの動水勾配	Ι	-	0.035	(H0-h0)/R
	十のよ時	幅	W	m	2	
	工田の空	東西壁の延長	Lw1	m	250	地下水流向と直交方向の延長、半断面(500m/2)
		南北壁の延長	Lw2	m	200	地下水流向と平行方向の延長
		透水係数	kf	m/s	1.0E-05	帯水層と同じ値(フィルター材なし)
	開口部	設置間隔	а	m	100 ※目安	東西壁には500mに5箇所設置、南北壁は隅角部に2箇所設 定(半断面のためモデル上では東西壁に3箇所、南北壁に1 箇所)。
		幅	Wb	m	3 <b>~</b> 25m	※組合せを変化させた感度分析
		建屋の東西延長	Lb1	m	210	は民のすみな見してきた会社に記字
		建屋の南北延長	Lb2	m	90	) 生産の米四処支C国債を参考に設定
		厚さ	Bb	m	1	
	建屋	透水係数	kb	m/s	5.0E-08	[14]を参考に設定
		有効間隙率	ne	-	0.1	※定常計算のため、飽和度の算定時のみ参照
		不飽和浸透特性	$\theta - \psi$ $\theta - kr$	m -	付図1・付表1	[27]の粘性土(M,C)を参照

表 5-19 地盤特性などの計算条件



付図1 不飽和浸透特性(土の保水性曲線) θ-ψ[27]

# 付表1 不飽和浸透特性の入力値[27]

a)見かけの体積含水率8と比透水係数Krの関係

体積含水率8	比透水係数Ki
0.000	0.000
0.010	0.010
0.020	0.020
0.030	0.030
0.040	0.040
0.050	0.050
0,060	0.060
0.070	0.080
0.080	0.090
0.090	0.110
0.100	0.130
0.110	0,160
0.120	0.190
0.130	0.230
0.140	0.290
0.150	0.360
0.160	0.450
0.170	0.550
0.180	0.650
0.190	0.800
0.200	1.000

粘性土; [M], [C]		
体積含水率8	比透水係数和	
0.000	0.000	
0.005	0.003	
0.010	0.006	
0.015	0.010	
0.020	0.015	
0.025	0.020	
0.030	0.030	
0.035	0.040	
0.040	0.050	
0.045	0.070	
0.050	0.090	
0.055	0.100	
0.060	0.140	
0.065	0.180	
0.070	0.230	
0.075	0.290	
0.080	0.360	
0.085	0.450	
0.090	0.590	
0.095	0.750	
0.100	1.000	

b)見かけの体積含水率θと負の圧力水頭ψの関係

砂質土:[S].[S-F]					
体稽合水率日	圧力水頭 ψ				
0.049	12.00				
0.050	1.90				
0.056	1.50				
0.068	1.00				
0.078	0.80				
0,084	0.70				
0.090	0.60				
0.100	0.50				
0.112	0.40				
0.126	0.30				
0.136	0.25				
0.150	0.20				
0.164	0.15				
0.178	0,10				
0.190	0.05				
0.200	0.00				

体積含水率的	<b>庄力水</b> 固 ψ
0.119	12.00
0.120	1.90
0.123	1.50
0.129	1.00
0.135	0.80
0.138	0.70
0.141	0.60
0.145	0.50
0.153	0.40
0.160	0.30
0.166	0.25
0,173	0.20
0.181	0.15
0.188	0.10
0.195	0.05
0.200	0.00

体脑含水和	<b>庄力水頭</b> ψ
0.059	12.00
0.060	1,90
0.062	1.50
0.065	1.00
0.068	0.80
0.070	0.70
0.072	0.60
0.074	0.50
0.076	0.40
0.081	0.30
0.084	0.25
0.088	0.20
0.092	0.15
0.095	0.10
0.098	0.05
0.100	0.00



図 5-44 解析メッシュ図 (a) 建屋がない場合



図 5-44 解析メッシュ図 (b) 建屋がある場合



図 5-45 遮水壁の開口部付近の解析メッシュ図

5.10.4 検討結果

(1) 解析式による感度分析

解析式による感度分析結果として、図 5-46 に閉合率と通水率の関係、図 5-47 に閉合率と遮水壁上流側の水位上昇量の関係を示す。

図 5-46 より、閉合率が 90%程度を上回ると、閉合率の低下に従い、通水率は徐々に低下し、 その低下割合は徐々に大きくなる。また、CaseA の幅固定(閉合部の幅を固定し、多数設置す る)の方が、CaseB の数固定(閉合部は一箇所のみに設け、幅を変化させる)よりも同じ閉合 率に対する通水率は大きくなる。参考までに、閉合率 5%に対する通水率は、CaseA で約 70%、 CaseB で約 44%である。

図 5-47 より、1 ユニットあたりの端部(開口部中心から a/2 離れた箇所;開口部から最も離れたところ)における遮水壁上流側の水位上昇量は、CaseBの方が大きくなる。

なお、解析式では、開口部を等価な半径 r<sub>eq</sub>を有する井戸に見立てた定常井戸理論式に基づき、 等価透水係数(通水流量)を算定しているため、閉合率の大きな範囲は、この解析式の適用範 囲外となることに留意されたい※。

※ 例えば、閉合部に対する見掛けの影響圏半径 R'は、式(5.10.2)より1ユニット長 a の 20% (R'=0.2a) であることより、閉合率 80%で開口部幅が見掛けの影響圏半径と同じ値とな る(R'=Bw)。また、CaseB では、閉合率が 80%で開口幅 Bw が遮水壁幅 W の 10 倍に なる。


(参考:閉合率を0~1で表した場合※)



※ 解析式では、開口部を等価な半径 req を有する井戸に見立てた定常井戸理論式に基づき、等価 透水係数(通水流量)を算定しているため、閉合率の大きな範囲は、この解析式の適用範囲外 となることに留意されたい。

図 5-46 閉合率と通水率の関係(解析式モデル)



(参考:閉合率を0~1で表した場合※)





図 5-47 閉合率と遮水壁上流側の水位上昇量の関係(不圧)(解析式モデル)

(2) 数値解析による感度分析

数値解析による感度分析結果として、図 5-48 に閉合率と通水率の関係、図 5-49 に閉合率と 遮水壁上流側の水位上昇量の関係を示す。また、図 5-50 に図 5-48 における開口部毎の通水率 の割合を示す。ここで、通水率は、遮水壁設置前後の開口部における飽和領域における通水流 量の比で表した。

図 5-48 に示すとおり、[14] を参考に簡略化した数値解析モデル(図 5-42 及び図 5-43)に基づくと、閉合率が90%程度で通水率は90%程度となり、閉合率が90%以上大きくなると、通水率は徐々に低下し、その低下割合は徐々に大きくなる。また、流向直交方向のみを対象とした場合、全体に比較して通水率の低下割合は大きくなる。これは、図 5-50 に示すとおり、遮水壁設置前の地下水流向と平行に設置された南北側面の隅角部の開口部幅が狭くなるに従い、井戸のような集水効果が働き、通水流量が多くなるにつれて、その近くにある東西側面の通水効率が低下することに起因する。図 5-49 に示すとおり、開口部間の遮水壁上流側の水位上昇量は、閉合率が90%以上大きくなると、通水率の低下と連動して、徐々に上昇する。

数値解析モデルにおける地下水流動状況を示すため、図 5-51 に全水頭コンター図及び遮水壁 横断面における地下水位面形状の例、図 5-52 に遮水壁側面における地下水位の分布図を示す。 なお、地下水流向は、図 5-51 の全水頭コンター(等高線)を直交する方向である。

遮水壁設置前の地下水流動状況は、図 5-51(a)・(b)に示すとおり、建屋側壁により上流側の地下水位が全体的に上昇し、建屋を迂回する流れを呈している。ただし、遮水壁設置側線の地下水位は、図 5-52(a)に示すとおり、遮水壁の東西側線の中間付近が若干上昇しているものの、概ね同様の高さであり、南北側線の壁の両側における地下水位に違いはない。

遮水壁設置後の地下水流動状況は、図 5-51(c)~(g)及び図 5-52(b)~(f)に示すとおり、開口部 へ地下水流が集中する様相を呈し、開口部幅が狭くなる程、遮水壁上流側の地下水位は上昇し、 下流側・建屋側は低下する傾向を示す。また、遮水壁の上流側と下流側・建屋側の地下水位の 差は、閉合率が 90%程度を越えたケースから開口部において水位差が拡大し始め、開口部幅が 狭まるほど大きくなる。





(参考:閉合率を0~1で表した場合※)



(参考:閉合率を0~1で表した場合※)



図 5-48 閉合率と通水率の関係(数値解析モデル)

図 5-49 閉合率と遮水壁上流側の水位上昇量の関係(数値解析モデル)



(a) 遮水壁を設置する前の通水流量を 100%とした場合の各開口部の通水流量の割合



各開口部の通水流量の低下の程度

図 5-50 図 5-48 における開口部毎の通水率の割合



図 5-51 全水頭コンター図及び遮水壁横断面における地下水位面形状の例 (a) 遮水壁設置前その1: 建屋なし



図 5-51 全水頭コンター図及び遮水壁横断面における地下水位面形状の例 (b) 遮水壁設置前その2: 建屋あり





図 5-51 全水頭コンター図及び遮水壁横断面における地下水位面形状の例 (d) 閉合率 88.8% 東西側線:開口部幅 16m 南北側線:開口部幅 8m



図 5-51 全水頭コンター図及び遮水壁横断面における地下水位面形状の例 (e) 閉合率 91.6% 東西側線:開口部幅 12m 南北側線:開口部幅 6m





図 5-51 全水頭コンター図及び遮水壁横断面における地下水位面形状の例 (f) 閉合率 95.0% 東西側線:開口部幅 7m 南北側線:開口部幅 4m





図 5-51 全水頭コンター図及び遮水壁横断面における地下水位面形状の例 (g) 閉合率 97.6% 東西側線:開口部幅 3m 南北側線:開口部幅 3m





880

・平行・内側(vn)

900 920

距離y(m)

平行・壁なし

880

距離y(m)

・平行・内側(vn)

900 920

距離y(m)

ー ー 平行・壁なし

880

840

840

840

860

860

860

図 5-52 遮水壁側面における地下水位の分布図





(b-2) 開口部幅 12m (閉合率 82.7%): 南北側線







(f-2) 開口部幅 3m (閉合率 97.6%): 南北側線

ー ー 平行・壁なし

■平行・内側(vn)

880 900 920

距離(m)

図 5-52 遮水壁側面における地下水位の分布図







(d-2) 開口部幅 6m (閉合率 91.6%): 南北側線

・平行・内側(vn)

距離(m)

• 平行 • 内側(vn)

900 920

距離(m)

— — 平行・壁なし

880

- - 平行・壁なし

880 900 920



## (参考:図 5-51 の地下水位の抽出ライン)



### 5.10.5 検討結果に対する考察

解析式による感度分析結果より、1箇所に幅の広い開口部を設けるよりも、幅の狭い開口部 を多数設ける場合の方が、通水流量が確保されるとともに、遮水壁近傍の地下水位に与える変 化の程度も相対的に小さく押さられるものと考えられる。ただし、1ユニット当たりの長さが 狭い場合は、開口部に対する見掛けの影響圏半径が小さくなることより、通水流量を効率的に 確保するためには、1ユニット長にばらつきが少なくなるように開口部の設置間隔を一律で配 置することが望ましい。

数値解析による感度分析結果より、解析式による感度分析結果と同様に、閉合率が90%以上 大きくなると、通水率は徐々に低下し、その低下割合は徐々に大きくなる。解析式による感度 分析結果と比較すると、数値解析モデルによる通水率や遮水壁上流側の水位上昇量は、対象と する検討モデルが異なるため、通水率の値は必ずしも一致しないものの、閉合箇所を多数設け た CaseA の傾向に近い傾向を示した。また、閉合部の地下水位差に着目すると、閉合率が90% 程度を越えたケースから開口部において水位差が拡大し始めることより、開口部における損失 水頭が大きくなり、通水率が低下するものと考えられる。

以上より、遮水壁の開口部を設置することに伴う通水流量の変化には、地下水流向や流速に 加えて、遮水壁近傍の地下水の水位差に影響を受ける。そのため、遮水壁下流側の範囲内;建 屋周辺において、例えば、サブドレンによる人為的なくみ上げ(揚水)により地下水位を低く 維持した場合、揚水による水位低下を行わない状態に比較して通水流量は多くなることが推察 される。

[参考 1]

参考として、[14] に示された閉合率と遮断率(通水率)の関係と本節で得られた結果の傾向 を比較した。

[14]では、閉合率が 80%程度から地下水流動の下流側に位置する建屋周辺のサブドレンのく み上げ量(いわゆる通水流量に相当する)に影響を及ぼし始め、閉合率 95%程度における遮断 率(通水率)は 50%程度という見通しが示されている。

これに対して、本節で示した解析式及び数値解析モデルの両者とも、閉合率が90%程度から 上回ると、通水流量に影響を及ぼし始め、閉合率が95%程度の場合、通水率は数値解析モデル で80%程度、解析式モデルで損失水頭が大きい開口部を一箇所にのみ設けた CaseB でも45%程 度となる結果を示した。

ただし、これらは、対象とする検討モデルが異なるため、通水率の値は必ずしも一致しない ことに留意されたい。

[参考2]

5.8節では、表 5-10に示した解析ケースに基づき、凍土壁の透水係数を変化させた感度分析 を実施した。ここで設定した凍土壁の透水係数は、Case4が1×10<sup>-8</sup>m/s、Case3が1×10<sup>-9</sup>m/s、 それ以外は1×10<sup>-12</sup>m/sである。これらを式(5.10.6)に示した等価透水係数keqと同等とみなして、 1ユニット長 a=100m 当たり([14]に示された遮水壁の東西側線における開口部の概ねの間隔) に対する開口部の幅は0.072m 未満、閉合率としては99.9%以上に相当する。すなわち、<u>表 5-10</u> で示した解析ケースにおける凍土壁の透水係数の設定は、閉合率として表すことができない程 度の微少な通水箇所を想定したモデル化であるといえる。

また、5.8節で設定されている解析地盤モデルでは、図 5-10、図 5-16、図 5-17 に示されるとおり、凍土壁から建屋付近及び護岸域に至るまでの範囲(10m 盤~4m 盤に相当する範囲)は、

凍土壁が設定される前の自然状態で、全体的にモデル深部からの鉛直上向きの流動場となって いる。これは、解析モデルにおける側面・底面の境界条件の影響によるものと想定され、本節 で想定したような自然状態で水平流が卓越するようなモデル化と異なる※。そのため、5.8節と 本節では、遮水壁付近の地下水流動状況の設定状態が大きく異なることより、通水流量(5.8 節では建屋内流入量に相当)の変化の傾向は同等でないことに留意されたい。

なお、参考までに、実地盤においては、主な帯水層である中粒砂岩層と互層部の間に難透水 層である泥質層が厚く分布しており、建屋底部は主にその泥質層中に設置されている。そのた め、4号機原子炉建屋といった建屋底面が互層部まで到達している一部の建屋周囲を除き、建 屋周囲の地下水である中粒砂岩層中の地下水は、地下水位観測結果もふまえると、概ね西から 東に向かって水平方向の動水勾配が 0.02~0.05 程度で流動しているものと推察される。 5.11 まとめ

本章においては凍土壁等の各種汚染水対策の影響に関する感度解析を実施した。この感度解 析の目的は、それら影響について知見及び課題を整理することである。本章での検討を取りま とめると以下の様に記述できる。

- 平成26年度成果報告書[1]における検討を基に、課題であった地下水流動解析モデルの 改良、メッシュサイズの適切化、陸側遮水壁(海側)における海水配管トレンチ非凍結 部の取り入れ、キャリブレーションを含めた地下水流動解析モデルの改良等を進めた。 その後、改良したモデルによる地下水流動解析を実施した結果、解析結果は観測孔にお ける地下水位など概ね良好に再現することができ、震災後の汚染水対策前の状態である 地下水流動状況を把握することができた。
- 凍土壁等の各種汚染水対策を考慮した感度解析を実施し、各種対策への影響について知見及び課題を整理した。現実的な汚染水の流出シナリオを検討し、水理コントロール機能である、サブドレン・地下水ドレンは機能しないとした汚染水の流出可能性が生じやすい解析条件下での解析を行った。その結果、事業者の計画形状のケースにおいても、降雨量が少ないケースにおいても建屋側壁内外における水位は逆転せず、水位差に起因する汚染水の地盤への流出の可能性は少ないと考えられる。
- 各種対策に対する水位の変化と建屋流入量への影響を把握するため、凍土壁遮水性と建 屋近傍でのフェーシングの有無による影響の評価を行った。この結果、凍土壁の遮水性 に対する水位への影響と建屋流入量の変化量を定量的に把握できた。
- 一連の感度解析では地下水ドレン・サブドレンの機能が働かない場合を想定したが、その状況下においても、凍土壁の遮水性が維持され、建屋近傍フェーシング対策等が適切に機能すれば、汚染水対策の「水を近づけない」対策として有効に機能することがわかった。
- 凍土壁の一部を人為的に開口させた場合を想定した地下水流動量の変化の割合に関する 感度分析を実施した。解析式による感度分析結果より、1箇所に幅の広い開口部を配置 するよりも同じ閉合率でも幅の狭い開口部を複数配置する方が通水率が大きくなること がわかった。また、敷地内における地下水の動水勾配や凍土壁とその開口箇所、建屋等 をふまえた簡易モデルに基づく数値解析による感度分析結果より、解析式の感度分析結 果と同様に、閉合率が90%以上大きくなると、通水率は徐々に低下し、その低下割合は 徐々に大きくなる傾向が認められた。この要因として、閉合部の地下水位差に着目する と、閉合率が90%程度を越えたケースから開口部において水位差が拡大し始めることよ り、開口部における損失水頭が大きくなり、通水率が低下するものと考えられる。

参考文献

- [1]日本原子力研究開発機構、平成26年度東京電力福島第一原子力発電所を対象とした核種移 行評価手法の整備報告書、平成27年3月
- [2] Karlheinz Spitz and Joanna Moreno, 岡山地下水研究会訳、実務者のための地下水環境モデリング、技報堂出版
- [3] 日本原子力研究所、平成15年度放射性廃棄物の長期的評価手法の調査報告書(1/2)[確率論的アプローチによる長期的評価手法の調査]、平成16年3月
- [4] 原子力規制委員会、特定原子力施設監視·評価検討会(第41回)H28年3月3日、資料3
- [5] 東京電力株式会社、地下水バイパス稼働に伴う地下水の状況について(2014年9月18日 掲載)
- [6] 経済産業省、廃炉・汚染水対策現地調整会議(第16回)資料1-1
- [7] 経済産業省、汚染水処理対策委員会(第 11 回)H25 年 12 月 10 日、資料 1-1
- [8] H. Saegusa, et. al., Groundwater flow modeling focused on the Fukushima daiichi nuclear power plant site, Proceeding of ICONE-23, May 17-21, 2015, Chiba, Japan
- [9] 日本原子力研究開発機構、平成 19 年度広域地下水流動に関するガイドライン作成のための 解析的検討調査報告書、平成 20 年 8 月
- [10] 経済産業省、汚染水処理対策委員会(第9回)H25年11月15日、資料2-1
- [11] 梅田浩司、柳澤孝一、米田茂夫、日本の地盤を対象とした透水係数データベースの作成、 地下水学会誌、第37巻、第1号、1995
- [12] 原子力規制委員会、特定原子力施設監視・評価検討会(第31回)資料3「陸側遮水壁閉合後の水位管理について」、平成27年2月9日
- [13] 経済産業省、廃炉・汚染水対策現地調整会議(第27回) 平成27年11月25日、資料2 「汚染水対策の進捗管理表」
- ※ 5.10節の参考文献
- [14] 東京電力株式会社、福島第一原子力発電所 特定原子力施設に係る実施計画 変更認可申 請書、運総発官 27 第 591 号、平成 28 年 2 月 22 日
- [15] 例えば、社団法人地盤工学会 地下水流動保全のための環境影響評価と対策、丸善、375p、 2004.
- [16] 高坂信章、櫟原昇、江頭正州、新坂孝志、地下水流動保全工法設計のための等価透水係数、 土木学会第 63 回年次学術講演会概要集、pp.725-726、2008.
- [17] 高坂信章、江頭正州、等価透水係数を用いた地下水流動保全工法の設計、第46回地盤工 学研究発表会講演概要集、E-07、pp.967-968、2011.
- [18] 高坂信章、江頭正州、平林岳樹、山野泰弘、等価透水係数を用いた地下水流動保全工法設計の現場適用、土木学会第66回年次学術講演会概要集、pp.423-424、2011.
- [19] 前揭[15]、pp.162.
- [20] 高坂信章、地下水流動保全対策としての集水施設・涵養施設の設計用影響圏半径、第42 回地盤工学研究発表会講演概要集、E-07、pp.1005-1006、2007.
- [21] 江頭正州、櫟原昇、高坂信章、新坂孝志、土留め壁に設置する井戸構造の等価井戸半径、 土木学会第 63 回年次学術講演会概要集、pp.729-730、2008.
- [22] 櫟原昇、高坂信章、江頭正州、新坂孝志、土留め壁に設置する井戸構造の井戸効率、土木 学会第 63 回年次学術講演会概要集、pp.727-728、2008.

- [23] 松尾新一郎、河野伊一郎、地下水位低下工法、鹿島出版会、pp.39-45、1970.
- [24] 高坂信章、石川明、地下水流動阻害現象の三次元影響評価式の提案、第 36 回地盤工学研 究発表会講演概要集、E-07、pp.1257-1258、2001.
- [25] 高坂信章、地下水流動阻害現象の影響評価手法、第38回地盤工学研究発表会講演概要集、 E-07、pp.1223-1224、2003.
- [26] 赤井浩一、大西有三、西垣誠、有限要素法による飽和・不飽和浸透流の解析、土木学会論 文報告集、No.264、pp.87-96、1977.
- [27] 一般財団法人国土技術研究センター、河川堤防の構造検討の手引き(平成24年2月改訂)、 p.51-56、2012.

# 6. タンクエリアにおける漏えいした 放射性物質の移行に関する感度解析

6. タンクエリアにおける漏えいした放射性物質の移行に関する感度解析

### 6.1 目的

IFの原子炉建屋及び汚染水タンクから漏えいした放射性核種は、敷地内の地盤に浸透・拡散し、地下水と共に移行しており、海への影響等が懸念されるため、これらに関しては凍土壁、地下水バイパス等の汚染水対策が検討・実施されてきている。これら対策に潜在するリスクを評価することでその妥当性等を確認するため、地下水流動・核種移行解析を実施する必要がある。

本章では汚染水タンクエリア付近の地質構造等を詳細に模擬した三次元場での地下水流動解 析とそれに伴う核種移行解析を行うため、核種移行解析モデルの改良を行うとともに、4章に おいて検討したシナリオを基礎とした地下水流動・核種移行に関する感度解析を行い、各種対 策への影響について知見及び課題を整理することが目的である。

### 6.2 実施方法

IF タンクエリア内で生じた地層中での核種移行現象に関しては、どのくらいの期間、どの 位置で、どれくらいの量が漏えいしたのかといった基本的情報が不確かな状況である。また、 地層の核種移行に係わるパラメータに関しても変動幅が大きく、降雨状況など地下水流動の変 化にも強く依存するため、実際に生じた汚染現象の再現計算は困難である。

そこで、予め想定できる範囲内でのパラメータ、流動状況、境界条件等を設定し、核種移行 計算によって、事故的な核種漏えいに対して、特定の位置の観測孔において早期に観測できる 可能性があるのか、などの技術情報を整備しておくことが、その後の事故的事象把握において 重要な情報となる可能性がある。

平成26年度報告書[1]において、タンクエリアでの核種移行解析に関する技術的課題として、

- 核種移行に係わる漏えい量、漏えい時間、地下水流速等の影響が大きいため、パラメー タ取得を含めた評価手法の開発が必要
- 感度解析等による、シナリオ・パラメータの絞り込み、最新知見を導入して詳細に検証 する手順を検討する必要

● 漏えい位置や漏えい時間を推定するための評価手法の開発

等が挙げられている。

上記を踏まえ、本章では、解析精度向上のためのメッシュ詳細化、地下水流動・核種移行解 析モデルの改良、4章で検討したシナリオを基礎とした核種移行解析に関する感度解析を実施 した。また、既存の逆解析法の適用に関する調査、手法等の検討を進めた。

6.3 地下水流動・核種移行解析モデルの改良

6.3.1 タンク領域部分の詳細メッシュの作成

1Fに設置された汚染水タンク周辺からの放射性物質の移行挙動の評価を行うため、タンク

エリアの領域から原子炉建屋領域に至る範囲における解析モデルの改良を行った。タンク領域 から漏出した放射性物質は地下水の流れに沿って移行することが想定されるが、タンクエリア 周辺から原子炉建屋領域での地形形状を考慮しつつメッシュの詳細化を図った。作成した詳細 化メッシュデータについては、境界条件等の解析条件の変更を容易にするため、メッシュデー タを汎用メッシュ作成ソフト:FEMAP で取扱可能なニュートラルファイルに変換した。以下に 詳細を示す。

具体的作業としては、タンク領域部分のメッシュ分割を行った。現状の解析モデルにおいて タンクエリア領域のメッシュサイズが約10~20mと他の領域に比べて大きいので、地下水流 動評価に伴う流動経路をより精密に把握するために、当該領域の詳細メッシュ化を図った。

1F 近傍の解析モデルは、節点数約 300 万、要素数約 600 万であり、データは三次元地下水 流動・核種移行解析コード 3D-SEEP の入力データフォーマットとして作成されている。詳細 化する領域は、タンクエリア領域での地下水流動方向・流動距離を考慮して図 6-1 に示したタ ンクエリア領域等を対象とした。

タンクエリア領域等の詳細化に伴い、詳細化前後の節点及び要素数の変化を表 6-1 に示す。 また、詳細化前後のメッシュ図を図 6-2 に示す。



図 6-1 タンクエリア等の詳細化領域

	節点数	要素数	メッシュ幅[m]
詳細化前	7,948	11,520	約 10~20
詳細化後	286,942	278,994	約 4


図 6-2 タンクエリア領域等のメッシュ詳細化前後の比較

3D-SEEPは、広域モデルの地下水流動解析結果を、1F近傍モデルの境界条件として、解析 条件を連携して設定する機能を有している。この機能が詳細化したメッシュモデルにおいても 有効に機能していることを確認するため、テスト計算を実施した。広域モデルとの計算結果と 詳細化した連携計算による1F近傍モデルによる解析結果の全水頭分布図を重ね合わせて図6-3に示す。図は広域モデルの北側半分と、中央部分に詳細化した1F近傍モデルを重ねて表示 している。中央部分の拡大図(水平面図)を図6-4に示す。これら解析結果の図から、解析結 果が境界部分で一致し、広域モデルの解析結果から詳細モデルへの解析条件を設定し、詳細モ デルを解析する機能が適切に処理されていることを確認した。



図 6-3 広域モデル解析結果と詳細化した 1F 近傍モデル解析結果の重ね合わせ表示 (全水頭分布:水平面、単位は m)



図 6-4 広域モデル解析結果と詳細化した 1F 近傍モデル解析結果の重ね合わせ表示 (全水頭分布:水平面、1F 周辺を拡大、単位はm、赤太線は後述するタンクエリアモデル)

6.3.2 地下水流動・核種移行モデル

(1) H4 エリアタンクでの汚染水漏えい事象

タンクエリアにおいて生じた H4 エリアタンクでの汚染水漏えい事象の概況を調査した。平 成 25 年 8 月に、1F 敷地内汚染水貯蔵タンク H4 エリアにおけるタンクからの汚染水漏えい事 象が生じた。これは、H25 年 8 月 19 日に前日には確認されていなかった汚染水の漏えいが発 覚した事象である。漏えいは施設西側、汚染水貯蔵タンク H4 エリアの1 タンクで発生し、エ リア内下部の堰に水たまりの生成、並びに北東方向への堰外への流出が確認された。21 日に かけて漏えいしたタンク内に残る汚染水の移送、堰内の漏えい水の回収が行われ漏えいを止め ることができたが、タンク内の汚染水約 300m<sup>3</sup>が堰外へ流出、土壌内に流れ込んだと推定さ れた。その後、漏えいタンクに対して東側に設けた観測孔から有意な H-3 の濃度上昇が確認 された。

漏えいタンク位置、並びに追加観測のための観測孔の位置図を図 6-5 に、観測孔における H-3 の濃度変化を図 6-6 に示す。

また、近年の漏えい事象としては、H27年9月9日にH5タンクエリア及びCタンクエリア、9月11日にH4北タンクエリア、9月14日にH6タンクエリアで、エリア内における漏えい拡大防止の目的で設置している堰から、降雨により堰内に溜まっていた水の漏えいが発生している[2]。

(2) 地下水流動の感度解析を踏まえた核種移行解析の実施に向けた課題

上記のような漏えい事象の把握のため、核種移行評価手法の整備における技術的課題の一つ として、地下水流動の正確な評価手法の整備が挙げられる。観測孔で観測される放射性核種の 濃度は、漏えい期間及び地層パラメータに大きく依存するが、地下水流動状況が複雑であれ ば、より複雑な挙動を示すことになる。現在、地下水流動・核種移行パラメータの取得につい ては、現地での試験とともに、室内試験等が進められている[3]。本事業においても、1F タン クエリアでの地下水流動の変動を考慮しつつ、核種移行に係わるパラメータの変動範囲を考慮 しつつ解析を実施する必要がある。加えて、1F 敷地内での地下水流動、核種移行に関するパ ラメータ取得試験等の原位置でのパラメータ取得を検討する必要がある。



図 6-5 漏えいタンクと主な観測孔(E-3、E-4、E-5)位置



図 6-6 観測孔 E-3,4,5 における H-3 濃度の時間変化(経済産業省資料[4]より抜粋)

(3) 核種移行解析モデルの検討

(2)の今後の課題を考慮し、核種移行解析モデルの検討においては、地下水流動解析の結果がある程度正しく評価できているものとして、核種移行パラメータの変動による影響に着目する。

地下水流速の変動や漏えい地点から観測孔までの移行距離の違いを考慮するため、三次元地 下水流動解析コード 3D-SEEP、流跡線解析コード PASS\_TRAC と流動経路に沿った一次元核 種移行解析コード PASS CLD を用いた解析モデルを図 6-7 に示す。

地下水流速の変動については 3D-SEEP による解析結果を参照する。その後、漏えい地点から観測孔までの流動経路については、流跡線解析コード PASS\_TRAC を用いて、その流動経路 を計算する。得られた流動経路を1次元要素に分割し、流動経路に沿った1次元核種移行解析 コード PASS CLD によって、観測孔での濃度の時間変化を解析するものとした。



図 6-7 核種移行解析モデル

(4) 地下水流路解析コード PASS TRAC

PASS\_TRAC は三次元地下水流動・核種移行解析コード:3D-SEEP の解析結果を基に、節点 における圧力水頭計算結果およびその位置の透水係数テンソルと間隙率を用いて各位置におけ る実流速ベクトルを計算して流路を求める粒子移行計算による解析コードである。計算アルゴ リズムは以下の様になる。

想定した漏えい地点情報を基に、流路の始点の存在する要素を探す

- 1. その点の全体座標系における座標値(x, y)を要素座標系(ξ, η)に変換する。
- 2. 要素構成節点における圧力水頭値とその点の要素座標を用いて、その点おける動水勾配 を計算する。
- 3. 次式によりその点における流速ベクトルを求める。

$$\mathbf{u} = -\mathbf{K} (\nabla \mathbf{h} - \gamma \cdot \mathbf{c} \cdot \mathbf{e}_{\mathbf{z}}) / \mathbf{n} \qquad \cdots (6-1)$$

4. 流速ベクトルの方向に微小時間における移動量を求め、その点から流路を延長する。微

小時間間隔は、移動距離がその要素の平均的な幅の数分の1程度となるよう自動的に調整される。

$$\Delta T = \mathbf{a} \cdot \sqrt{\mathbf{s}} |\mathbf{u}|$$
 ...(6-2)

∠L=u・∠T
∠T : 微小時間
∠L :移動量ベクトル

- a :係数 (入力データ、デフォルト値 0.05)
- s :要素面積
- 5. ∠Lだけ進めた位置を次の点として1)に戻り流路解析を繰り返し、流路がメッシュモ デルの外に出るまで計算する。

(5) 流動経路に沿った一次元核種移行解析コード PASS CLD

PASS\_CLD では PATH\_TRAC によって得られた流動経路に沿って一次元核種移行解析を行う。本コードは、移流-分散、吸着脱着による遅延効果及び放射性壊変を考慮し、5 核種まで 取り扱える。

PASS\_CLD で取り扱う地層要素は 3D-SEEP で用いた要素を参照しており、 $P_1$ は地下水流路 解析コードで入力した出発地点、 $P_2 \sim P_8$ は求められた移動地点である(図 6-8)。特に図中の  $P_8$ は流出点の例であり、本コードではこの流出点における核種の濃度時刻歴を計算結果とし て出力する。

核種移行経路は本来三次元的経路となるが、核種移行解析においては移行距離のみが必要で あり、移行距離をパラメータとする一次元モデルを作成した(図 6-8)。



図 6-8 一次元移行経路モデル

ー次元移行経路モデルにおいて、各移動地点間( $\overline{P_1P_2}$ ,  $\overline{P_2P_3}$ ,  $\overline{P_3P_4}$ ,  $\cdots$ ,  $\overline{P_1P_8}$ )の物性値 (遅延係数、間隙率、分散長等)は、その移動地点間の始点( $\overline{P_1P_{i+1}}$ は $P_i$ )の存在する地層要 素の値を用いる。また、数値解の不安定を避けるために流速、空間ステップ及び時間ステップ について、以下の考慮をしている。

1) 流速

流速については、各移動地点間の始点における流速が得られているが、同一の地層要素に始 点を持つものについて平均の流速を用いる。

$$\mathbf{V}_{i} = \frac{\sum_{j}^{n} \mathbf{V}_{Pj}}{n} \cdots (6-3)$$

*V*, : 地層要素 i 内に始点を持つ移動地点間の平均流速

**P**<sub>i</sub> : 地層要素 i 内の始点

 $V_{P_i}$ : P<sub>i</sub>における流速絶対値

2) 空間ステップ

各移動地点間をさらに細分割して一次元要素を作成する。細分割の手法は二種類選択できる。

① テーブル入力による細分割

目安となる距離および分割数を定義する。

 $\Delta \ell = P_e \cdot D \neq V$ 

ここで、x は移動地点間距離、Li は目安となる距離、ni は分割数である。 ② 局所ペクレ数を用いた細分割

...(6-5)

ここで、 $\Delta \ell$  は最大要素長さ、Pe は局所ペクレ数、D は分散係数、V は流速である。要素 長さが $\Delta \ell$  を超えない様に細分割する。

3)時間ステップ

時間ステップに関しても次の二種類の手法が選択できる。 ① テーブル入力による定義

入力データにより、時刻とその間の時間分割を入力する。

② 局所クーラン数を用いた定義

$$\Delta t = C_r \cdot \Delta \ell / V \qquad \cdots (6-6)$$

ここで、 $\Delta t$ は時間ステップ幅、Cr は局所クーラン数、 $\Delta \ell$ は要素長さ、V は流速である。

6.4 タンクエリア等における汚染水流出シナリオの設定

第4章で取りまとめた現実的シナリオの設定を基にすれば、主要な汚染水流出シナリオとして以下の4例が想定された。

- 1. 人的要因(開閉操作ミス等)によって漏えいした汚染水が地盤に浸透
- 2. 降雨によりタンク付着の汚染物が流出し、側溝周辺部の亀裂等から地盤に汚染水が浸透
- 3. 降雨によりタンクエリア外汚染土を起源とする汚染水がタンクエリアに流入し、側溝周 辺部から地盤に汚染水が浸透

4. 地震によりタンクが損傷し処理水が漏出し損傷を受けたタンク基礎より地盤へ漏えい

本設定では、タンクエリア周辺等での地下水流動解析事例を踏まえ、初期条件や境界条件が 設定しやすい最も単純な想定事象である1.の例を参考に汚染水流出シナリオを設定して、核種 移行の解析的検討を進める。その際、観測点と漏えい地点の距離が観測点の濃度変化やピーク 値等に与える影響を整理することとした。



図 6-9 現実的なシナリオの設定

# 6.5 影響把握のための核種移行に関する感度解析

平成26年度報告書[2]において、タンクエリア等での漏えい事象を検討した結果、放射性物 質の地中での拡散状況を把握するための重要なパラメータは、地下水流速、拡散に関わる分散 長、拡散係数等に加えて、漏えい地点からの距離(移行距離)、漏えい期間等であることが明 らかとなった。本節では、現実的シナリオに基づいた感度解析のための参考情報とするため、 タンクエリアの地質・地下水流動状況下での、移行距離や分散長の変化に対する影響を把握す るための解析を行った。

### 6.5.1 核種移行解析のためのパラメータ

タンクエリアでの汚染水漏えい事象の解析のため、核種移行に対する基本パラメータを平成 26年度報告書で得られた成果[2]等を基に設定した。

(1)分配係数

平成26年度報告書[2]においては、IF敷地周辺の帯水層砂岩に対して、適用性が高いと判断

された JAEA 収着データベース[5]に基づいて、砂岩に対するデータから淡水環境のデータの みを抽出し、そのデータの対数平均値をまるめて代表値としている。また、対数標準偏差を変 動幅として考慮し、対数平均値-対数標準偏差の値をまるめ、平均値の 1/10 を保守的な値とし て設定した。非吸着性である H-3 に関しては、分配係数は 0cm<sup>3</sup>/g とした。表 6-2 に核種移行 解析に用いる分配係数を示す。

				過去の設定事例	
元素/設定内容		乳中店	地層処分研究開	特定原子力施設	特定原子力施設
		設定値	発·評価委員会	監視·評価検討会	監視·評価検討会
			(JAEA)[6]	(JAEA)[7]	(TEPCO)[8]
<u>Su</u>	代表値	30	1	13	10
Sr	保守的設定値	3		1	2.5
	代表値	400	10		
Cs	保守的設定値	40	_	_	-
	<b>+日 +</b> 加	JAEA-SDB		1AEA TES-264[0]	JAEA-SDB
根拠		(砂岩、淡水)[5]		IAEA 110-304[9]	(砂岩)[5]

表 6-2 核種移行解析に用いる分配係数 (cm³/g)

(2) 拡散係数

平成 26 年度報告書[2]では、砂岩に対する実効拡散係数については JAEA 収着データベース [10]等を参考に、代表値と保守的な設定値を表 6-3 ように取りまとめている。

			過去の設定事例		
	空内容	設定値	地層処分研究開	特定原子力施設監	
		改定直	発·評価委員会	視·評価検討会	
			(JAEA)[6]	(JAEA)[7]	
11.2	代表値	6.0E-10			
H-3	保守的設定値	1.0E-9	1.0E-9	2.1E-9	
S.	代表値	2.0E-10	1.05-0	0.15 0	
Sr	保守的設定値	1.2E-9	1.02-9	2.12-9	
Co.	代表値	6.0E-10	1.05-0		
Cs	保守的設定値	1.2E-9	1.0E-3	_	

表 6-3 核種移行解析に用いる実効拡散係数(m<sup>2</sup>/sec)

## (3) 分散長

核種移行パラメータのうち放射性物質の拡散を評価する上で重要なパラメータとなる分散長 に関して、汚染源位置から観測ポイントまでの移行距離と分散長(縦方向、横方向)との関 係、地質媒体と分散長の関係等が整理されている[11]。分散長と移行距離についてまとめた主 な研究の Gelhar et al.[12]と Schulze-Makuch[13]に示された分散長のデータに追加調査のデータ を加えて、岩種別に色分けして図 6-10 のように示す。地質媒体によりデータ数に差異がある ため地質媒体別の移行距離-分散長の関係を統計的に明らかにするには、データの更なる収集 が必要ではあるが、移行距離の増加に伴い分散長が増大している傾向が認められる。しかし、 分布幅においては2桁以上の幅があること等に留意する必要がある。



図 6-10 岩種別の移行距離と縦方向分散長の関係[11]

# 6.5.2 地下水流路解析

第5章で示した震災直後の各種の対策が実施前の状態として、平成25年8月のタンクエリアからの汚染水漏えい事象の発生時点での状況に近いCase0を基本と考えた。この地下水流動解析ケースを基に、PASS\_TRACによる地下水流路解析を実施した。図6-11にタンクエリ

アでの Case 0 での地下水流動解析結果(全水頭、水平面図)とともに、地下水流路解析結果 を示す。図 6-11 の解析エリアは、3D-SEEP の連携機能を利用し、1F 近傍モデルでの解析結果 を境界条件として、タンクエリアでの小領域モデルでの流動解析を実施している。この地下水 流路解析において、観測孔 E-5 に到達する粒子の流動経路をそれぞれの井戸深度内に到達する 位置ごと(T.P. 32, 30, 28, 27m)に解析を行った。この解析は、到達地点から上流方向に流れと 逆向きに粒子の移動経路を解析する方法(逆方向解析)で粒子の出発地点を求める方法を用い ている。表 6-4 に粒子の観測孔での到達深度毎の移動距離を示す。

図 6-11 の解析結果からは、全水頭の分布に従い、高い方から低い方へ移動し、観測孔 E-3、 E-4、E-5 に到達する水粒子の流動経路が示されている。表 6-4 に移行経路解析の結果からの E-5 孔における移行距離を示した。観測孔における到達深度によって移行距離が約 10~80m と 変動していることがわかる。



図 6-11 Case 0 における観測孔 E-3~E-5 に向かう流路解析結果例

観測孔	到達深度(m)	移行距離(m)
	32	10.6
F_5	30	33.0
E-3	28	57.0
	27	81.9

表 6-4 観測孔 E-5 の各深度に到達する粒子の移行距離

### 6.5.3 流路に沿った1次元核種移行の感度解析

前項の流動経路解析を踏まえ、定性的な核種移行挙動の把握を行うため、PASS\_CLDによる地下水流動経路に沿った1次元核種移行解析を行った。解析対象として観測孔 E-5 を例とした。境界条件・初期条件を以下に示す。

境界条件

・流入地点において正規化濃度 C=1.0 (濃度条件による一定値での拘束)

・流出地点(観測孔での到達位置)において濃度勾配=0

初期条件

・流入地点において正規化濃度 C=1.0、その他では0

まず、タンクエリア地質状況下での地下水流動状況を踏まえた、観測点と漏えい源の距離に よる分散の影響を検討した。図 6-12 に移行距離、分散長を変化させた場合の核種濃度の時間 変化を示す。核種は H-3 である。分散長以外の拡散パラメータは 6.5.1 項で示した保守的設定 値として分配係数: 0cm<sup>3</sup>/g、分子拡散係数: 1E-9m<sup>2</sup>/sec を用いた。本領域での地下水流速は比 較的早いため、移流支配の分散現象と予想される。そのため、効果の小さい分子拡散係数の影 響は小さいと考え、保守的値のみで実施した。

移行距離は PASS\_TRAC の結果から、10.6m(黒)、33.0m(青)、57.0m(赤)、81.9m(緑) で示している。観測孔 E-5 で確認された放射性物質の濃度の増加傾向が急であること(図 6-6)から、分散長は比較的短い傾向と判断し、それぞれの移行距離に対し、縦方向分散長を 0.5, 1.0, 2.0, 3.0 4.0, 5.0m として変化させてそのピークまでの到達時間を整理した。横方向分散 長については縦方向分散長の 1/10 とした。

図 6-12 からは、分散長の影響は移行距離が長くなるにつれ大きくなる傾向が示されてい る。移行距離 10.6m(黒)の場合、分散長の違いは顕著では無く、核種の観測孔への到達は地 下水流速の違いによる影響が支配的であると考えられ、観測孔等における核種の検知からピー ク値の到達までの時間は短くなると予想され、濃度曲線の立ち上がりがシャープな形状をとる ものと思われる。他方、81.9m(緑)と移行距離が長い場合には、分散長の違いが影響してき ており、核種の観測からピーク値までの立ち上がりは比較的長くなり、ゆっくりとした立ち上 がりの曲線を描く傾向が見られる。

表 6-4 にピーク値とピーク値から 1/10 の値、また、1/10 ピーク値からピーク値に至るまでの日数(T-day)を整理した。分散長(Dl)が 0.5mの場合において、移行距離の短い 10.6m (黒)のケースでは、T-day は約 37 日、移行距離の比較的長い 57.0 m(赤)のケースでは約 124 日、最も長い 81.9m(緑)のケースでは約 143 日を要すると考えられる。



図 6-12 H-3 における移行距離、分散長を変化させた場合の濃度の時間変化 (移行距離 m: 10.6(黒)、33.0(青)、57.0(赤)、81.9(緑)、凡例は分散長(m))

				斱	] 測孔 E5 (	L:移	行距離)		
	DI 縦方向分散長(m)	P1	L=10.6m	P2	L=33.0m	P3	L=57.0m	P4	L=81.9m
			day		day		day		day
DI=0.5	Peak 1/10		110		350		650		926
	Peak		146		431		774		1069
	T−day		37		80		124		143
DI=1.0	Peak 1/10		102		343		621		913
	Peak		161		460		788		1132
	T−day		58		117		168		219
DI=2.0	Peak 1/10		95		329		609		887
	Peak		183		511		880		1219
	T−day		88		183		271		332
DI=3.0	Peak 1/10		84		314		581		869
	Peak		220		562		926		1270
	T−day		136		248		345		402
DI=4.0	Peak 1/10		76		302		577		854
	Peak		241		595		964		1307
	T−day		165		293		387		453
DI=5.0	Peak 1/10		70		282		545		832
	Peak		260		632		976		1343
	T−day		190		350		431		511

表 6-5 ピーク値(Peak)とピーク値から 1/10 の値(Peak 1/10)、1/10 ピーク値から ピーク値に至るまでの日数(T-day)の整理

\*DI:縱方向分散長(m)、L:移行距離(m)

次に、観測点と漏えい源の距離による分散の影響として、吸着性核種(Sr-90, Cs-137)の場合を検討した。図 6-13 に Sr-90 について移行距離、分散長を変化させた場合の核種濃度の時間変化を示す。同様に図 6-14 に Cs-137 について核種濃度の時間変化を示す。移行パラメータについては、6.5.1 項で示した保守的設定値として、Sr-90 では分配係数: 3cm<sup>3</sup>/g、分子拡散係数: 1.2E-9 m<sup>2</sup>/sec を用いた。Cs-137 では、40cm<sup>3</sup>/g、分子拡散係数: 1.2E-9 m<sup>2</sup>/sec を用いた。

図 6-13、図 6-14の横軸は共に時間単位を year で示してある。対象とした観測孔は、同じく E-5、移行距離も H-3 のケースと同じとして解析している。核種の吸着がある場合には、移行 時間が増大するため、核種の減衰が影響してくる。Sr-90 の場合、減衰の影響により、移行距 離が長い 81.9m(緑)のケースでは、ピーク値に到達するまで 30 年以上を要することになる とともに、ピーク値の濃度は 0.5 程度まで低下する。移行距離の短いケース: 10.6m(黒)の 場合でも、ピーク値に到達するまで 20 年程度が見込まれる。また、より吸着しやすい核種で ある Cs-137 の場合、移行距離が 57.0m(赤)のケースの場合においても、ピーク到達時間は 250 年以上となり、そのピーク値は 0.002 程度にとどまる。移行距離の短いケース: 10.6m (黒)の場合でも、ピーク値に到達するまで 50 年以上が見込まれる。



図 6-13 Sr-90 における移行距離、分散長を変化させた場合の濃度の時間変化 (移行距離 m: 10.6(黒)、33.0(青)、57.0(赤)、81.9(緑)、凡例は分散長(m))



図 6-14 Cs-137 における移行距離、分散長を変化させた場合の濃度の時間変化 (移行距離 m: 10.6(黒)、33.0(青)、57.0(赤)、81.9(緑)、凡例は分散長(m))

以上の解析では、境界条件として流出地点での濃度が一定である条件での解析結果を示した。しかしながら、現実的に汚染が発生した場合、比較的短時間の内に地中への流入が起こり、その後の環境修復対策が図られると考えられることから、一定時間での濃度拘束条件(パルス条件:1年間濃度 C=1 で漏えいし、1年経過後には濃度=0となる)とした境界条件での解析結果の比較を試みた。対象核種はH-3とした。解析に関わる境界条件、初期条件は以下の様になる。

境界条件

・流入地点において正規化濃度 C=1.0 (0<t<1)

・流出地点(観測孔での到達位置)において濃度勾配=0

初期条件

・初期条件: 全地点において正規化濃度 C=0

図 6-15 にパルス条件において移行距離、分散長を変化させた場合の核種濃度の時間変化を 示す。核種は H-3 である。6.5.1 項で示した保守的設定値として示した分配係数:0cm<sup>3</sup>/g、分 子拡散係数:1E-9m<sup>2</sup>/sec を用いた。移行距離は PASS\_TRAC の結果から、10.6m(黒)、33.0m (青)、57.0m(赤)、81.9m(緑)で示しており、図 6-12 と比較して、曲線の形状が多様な形 を示している。図 6-12 の場合と同様に、移行距離が比較的短い 10.6m(黒)のケースでは縦 方向分散長の違いはあまり顕著ではない。しかしながら、移行距離が 33.0m(青)のケースか ら長くなるにつれ、縦方向分散長の違いによる、濃度の立ち上がり時期や、ピーク値に変化が 見られる。当然ながら、ピーク値とピーク値から 1/10 の値、また、1/10 ピーク値からピーク 値に至るまでの日数(T-day)に関して大きなバリエーションを持つことになる。



図 6-15 H-3 におけるパルス条件での移行距離、分散長を変化させた場合の濃度の時間変化 (移行距離 m: 10.6(黒)、33.0(青)、57.0(赤)、81.9(緑)、凡例は分散長(m))

#### 6.5.4 観測孔でのデータと感度解析からの考察

上述したように、核種移行の漏えいの仕方により、観測孔で観測される濃度の時間推移は特 徴的な形状を示す可能性があり、それらデータを対象地盤や対象核種を限定することで、ある 程度推定することができる可能性について考察を行った。

観測孔 E-5 において観測された H-3 濃度の経時変化データ(図 6-6)から整理すると表 6-6 のように取りまとめられる。

表 6-6 観測孔 (E-3, E-4, E-5) におけるピーク値 (Peak) とピーク値から 1/10 の値 (Peak 1/10)、1/10 ピーク値からピーク値に至るまでの日数 (T-day)

観測孔	E-3	E-4	E-5
Peak 1/10(到達日)	2013/11/17	2013/10/22	2013/9/26
Peak(到達日)	2014/5/16	2013/12/18	2013/10/17
T-day (日)	180	57	21

観測孔での濃度変化データは複雑に変化しているため、表中のデータは概算値となる。E-5 に関してその1/10ピーク値からピーク値に至るまでのおおよその日数(T-day)に着目すれば、およそ21日程度である。また、ピーク値の立ち上がりが急であることなどから、近い距離での汚染水の地盤への漏えいが生じたものと考えることができる。

このように、対象地盤での核種移行解析の感度解析結果と観測データの特性を比較検討する ことにより、汚染水漏えい位置等についてのある程度の推定を示すことが可能であり、このこ とは何らかの逆解析的手法をもって汚染源を特定できる可能性を示唆している。しかしなが ら、ここでの検討は、地下水流動解析が現状をよく表現できている事を仮定した上での検討で あり、地下水流動解析による現状の地下水流動を把握すること自体もまた、大きな技術的課題 を含んでいる。

今後の課題としては、本検討で示した、観測データの形状データをもとにより効率的に再現 するための技術的課題は何かを抽出することであり、土木地質分野での逆問題の応用事例等の 研究事例を広範に調査する必要がある。その上で、数学的検証をかねた数値実験等を繰り返 し、核種移行解析手法の整備を進めると共に、逆問題への適用の可能性をより詳細に検討すべ きであると考える。

6.6 検討したシナリオを基礎とした地下水流動・核種移行に関する感度解析

本節では、現実的なシナリオを想定の下、異なる地下水流動条件下である、移行経路、地下 水流速の違いを考慮し、タンクエリアにおいて核種移行パラメータの感度解析を行い、各種汚 染水対策への影響等について知見を取りまとめることを目的として実施した。

6.6.1 地下水流動・核種移行に関する感度解析ケース

第4章で取りまとめた核種移行シナリオの整理結果から、主立った想定シナリオのうち、タンクエリア周辺での地下水流動解析事例を踏まえ、最も単純な想定事象である、

「1. タンクの人的要因から生じた汚染水等が地盤へ漏えい」

を対象として現実的パラメータを用いた核種移行解析を実施した。解析手順は感度解析で示したように、3D-SEEPによる地下水流動解析、流跡線解析、1次元核種移行解析の手順で実施した。

想定ではタンクから汚染水の漏えいが生じた場合、まずは、内堰、外堰によってエリア内に とどまる事になる。よって、汚染の起こる可能性としては、ある程度の期間、汚染水が大量に 漏えいしたまま存在し、内堰、外堰の間隙や亀裂を通して漏えいすることが考えられる。各種 汚染水対策前の状態でのタンクエリアでの漏えい事象においては、堰外のエリアに汚染水のた まり水が発見されるなど過去の事例もあるため、図 6-11 の Case 0 での地下水流動解析結果の ような例において示される流跡線と外堰位置との交点位置が汚染開始位置になるとみなし、そ こから観測孔までの経路が最も単純な経路と考えられる。地下水流動経路に関して大きく影響 のある汚染水対策の例としては、地下水バイパスの稼働の有無があげられる。タンクエリアか ら東側には原子炉建屋への地下水流入量を減少するための地下水バイパスが 12 本設置されて おり、H4 タンクエリア近辺には No.10~12 の地下水バイパスが稼働している。

以上のような状況を踏まえ、地下水流動・核種移行に関する感度解析は表 6-7 に示すように 2 ケースを実施した。表中の Case A は、地下水流動状況が震災後の各種汚染水対策の前の状 態である Case 0 の状態をベースとした核種移行解析であり、Case B は地下水流動状況が事業 者の計画形状を参考とした各種汚染水対策が実施された状態である Case 1 の状態をベースと した核種移行解析である。タンクエリア近辺での地下水流動状況の影響要因としては、敷地フ ェーシングの有無、地下水バイパスの稼働状況があげられる。

核種移行解析では、対象核種を H-3、Sr-90 の 2 核種とした。Sr-90 に関しては、表 6-2、6-3 に示すように分配係数等に変動幅があることから、代表値、保守的設定値による解析を行った。核種移行のための移行距離、分散長は分配係数等の分散長代表値、保守的設定値とともにそれぞれの解析ケースの項で記述する。境界条件は、漏えい開始地点においてパルス条件(漏えい期間を7日間とし、その間正規化濃度 C=1 で拘束)、到達地点(観測孔 E-3、E-4、E-5)で濃度勾配を0とした。

	ベースとなる	地下水流動解	<b>驿</b> 析	核種移行解析核種移行解析						
ケース		フェーシング	地下水	拉话	パラメータ	境	界条件	漏えい		
		[敷地]	バイパス	化文作里	設定	漏えい開始地点	到達地点(観測孔)	期間		
				H-3	代表値					
Coss	Case 0	~	~		代表値	パルフタル				
Case A	(汚染水対策前)	^	^	Sr-90	保守的					
					設定値	(得えい問始後7	濃度勾配=0	고ㅁ睭		
	0 1			H-3	代表値	() 個んい    知1夜/	(E-3, E-4, E-5)	/口间		
Casa P	Uase T (車業者の計画形	0	0		代表値	ロ间、正況11歳 産1で均古)				
Case Б	(争未有の計画形	0	0	Sr-90	保守的	反して拘束				
	17.)				設定値					

表 6-7 地下水流動・核種移行の感度解析ケース

6.6.2 汚染水対策前の地下水流動・核種移行に関する感度解析(Case A)

本項では震災後の汚染水対策前の地下水流動状態での核種移行の感度解析結果である Case A の結果を示す。

図 6-16 に Case 0 における外堰位置から観測孔 E-3~E-5 までの移行経路解析結果を示す。この解析は、外堰位置を漏えい開始地点とみなし、到達地点である観測孔まで、下流方向に粒子の移動経路を解析する方法(順方向解析)で粒子の移行経路を求めている。地下水流動条件は 震災後の各種汚染水対策前の状態である Case 0 であり、図中のコンターは全水頭分布を表 す。粒子は全水頭圧の高い領域から低い領域に向かって流れている。核種移行解析の情報とな る漏えい開始地点から各観測孔までの座標と移行距離を表 6-8 に示す。表中示した座標値はタ ンクエリアモデルでの局所座標値である。

Case 0 に対する流路解析結果から、震災後の汚染水対策前の地下水流動場の状態では、西側 に位置する比較的標高の高い領域からタンクエリアを経て、東側に位置する海側の護岸域方面 への大局的な流動場となっている。E-3~E-5の移行距離は約20~65m程度と観測孔毎に異な り、粒子の平均的な速度も約14~18cm/dayといった値を示している。

上記の情報を基に、Case A の各観測孔に対する核種移行解析結果を示す。核種移行解析に 用いたパラメータを表 6-9 に示す。地下水流動は Case 0 の結果を用い、解析対象核種を H-3、 Sr-90 とした。縦方向分散長は流路解析結果の移行距離の 1/10 の 2.0~6.3 を用いた。H-3 に対 しては、地下水流動場が移流支配であると考えられることから、代表値のみでの解析を実施 し、Sr-90 に対しては、分配係数に対する代表値と保守的設定値での解析を行った。



図 6-16 汚染水対策前の状態(Case 0) でのタンクエリア外堰位置から観測孔までの流路解析

細調了	ž	属えい開始位置		観測子	记位置	Distance(m)	Time(year)	Average Velocity
電力/只J 丁L	Х	Y	Z	Х	Y	Distance(m)	Time(year)	(cm∕day)
E3	9.64E+01	-1.22E+03	3.20E+01	151.295	-1198.365	6.53E+01	9.88E-01	1.81E+01
E4	1.37E+02	-1.26E+03	3.20E+01	155.925	-1256.359	2.07E+01	3.47E-01	1.63E+01
E5	1.36E+02	-1.30E+03	3.20E+01	158.833	-1297.169	2.53E+01	4.90E-01	1.42E+01

表 6-8 Case A における核種移行解析に関わる位置、移行距離、平均流速

表 6-9 Case A における核種移行解析パラメータ

地下水流動來	象ケース		C	ase 0(震災後の汚菜	*水対策前)		
解析	対象核種		H-3	Sr	-90		
半	減期(y)		12.3	28	8.8		
分散長(m)	縦方向	E-3	6.3				
		E-4	2.0				
		E-5	2.5				
	横方向		縦方向分散長の 1/10				
			代表値	代表値	保守的設定値		
分配係数(cm³/g)			0 30 3		3		
拡散係数(m²/	ísec)		6.0E-10	2.0E-10	1.2E-09		

図 6-17 に震災後の汚染水対策前の状態(Case 0)での流動状況を前提とした、各観測孔での H-3 濃度の経時変化の結果を示す。同様に図 6-18 に Sr-90 の濃度の経時変化を示す。Sr-90 に関しては、核種移行パラメータを代表値とした場合と、保守的設定値に設定した場合の結果を合わせて示した。

H-3 濃度の経時変化の結果から、移行距離が約 20m と短く、比較的流速の早い観測孔 E-4 で経過時間が約 120 日程度のところにピーク値が表れているのがわかる。約 65m と移行距離 が最も長い観測孔 E-3 の場合では、ピーク値の出現に約 1 年程度の時間を要している。観測孔 E-4 の曲線の形状に関しては、ピーク値の 1/10 からピーク値に達するまでの日数が約 25 日程 度と急な立ち上がり傾向を示す。一方、移行距離の長い観測孔 E-3 の場合では、ピーク値の 1/10 からピーク値に達するまでの日数が約 1 年程度を要し、拡散の影響により曲線の広がり が顕著に表れている。また、7 日間の一定濃度での漏えい条件における、各観測孔ピーク濃度 の初期濃度からの低下は、比較的移行距離の短い場合である観測孔 E-3、E-4 で約 1 割、移行 距離の長い観測孔 E-5 で約 1/30 となっている。



図 6-17 汚染水対策前の状態(Case 0) での各観測孔での H-3 濃度の経時変化(Case A)

分配係数を有する Sr-90 の結果を図 6-18 に示す。図中の実線は核種移行パラメータに代表 値を用いて解析した結果であり、破線は保守的設定値を用いて解析した結果である。

核種移行パラメータに関する保守的設定値の場合、代表値設定の場合に比べて観測孔 E-3 の ピーク到達時期は約100年から約11年へ、観測孔 E-4 では約36年から約4年に、観測孔 E-5 では約51年から約5年へと1桁以上短縮しているのがわかる。このことから、観測孔のいず れについても分配係数の影響が大きいといえる。また、分配係数と移行距離との比較から、移 行距離が65mの観測孔 E-3 の場合は、移行距離が20.7mと短い観測孔 E-4 に比べて曲線のピ ーク値への立ち上がりが緩やかになっている。

初期濃度からの低下は H-3 の場合に比べて顕著な傾向があり、最もピーク値到達の早い観 測孔 E-4 の保守的設定値の場合でも 1/100 以上の低下が見られる。最もピーク値到達の遅い観 測孔 E-3 の代表値での場合は、初期濃度に比べ約1万分の1程度まで濃度が低下している。

以上のことから、汚染水対策前の状態での地下水流動状況を踏まえ、このタンクエリアでの 核種移行状況は、地下水流動方向と流速に依存した移流支配の環境であり、遅延の無い H-3 では、漏えい位置や漏えい期間の影響が観測結果に大きく影響したものと考えられる。仮に、 Case 0 の地下水流動状況下において、H-3 を含む汚染水の漏えいが 7 日間発生した場合、20m 程度の移行距離となる観測孔においてさえも濃度上昇が有意に観測されるのは、数十日以上の 時間を要すると考えられる。



図 6-18 汚染水対策前の状態(Case 0) での各観測孔での Sr-90 濃度の経時変化(Case A)

6.6.3 汚染水対策後の地下水流動・核種移行に関する感度解析(Case B)

前項との比較として、震災後の各種汚染水対策が実施された地下水流動状態(Case 1)での 核種移行の解析として Case B を行った。

地下水流動状況の大きな違いは表 6-7 に示すように敷地フェーシングの有無、地下水バイパ スの稼働状況があげられる。敷地フェーシングによって、IF敷地内などにおいて降雨の浸透 量が抑制されていると共に、地下水バイパスの稼働によって、地下水のくみ上げの影響がタン クエリアにも及んでいると考えられる。それら対策の影響をうけた核種移行に関する感度解析 結果を以下に示す。

図 6-19 に Case 1 における外堰位置から観測孔 E-3~E-5 までの移行経路解析結果を示す。この解析は、外堰位置を漏えい開始地点とみなし、到達地点である観測孔まで、下流方向に粒子の移動経路を解析する方法(順方向解析)で粒子の移行経路を求めている。地下水流動条件は事業者の計画形状の状態である Case 1 であり、図中のコンターは全水頭分布を表す。粒子は全水頭圧の高い領域から低い領域に向かって流れている。Case 0 での地下水流動状況との大きな違いは、地下水バイパスでの地下水のくみ上げの影響が考えられる。観測孔 E-4、E-5 の東方向の約 70m 離れた付近に地下水バイパス(No.11 及び No.12)が存在し、稼働した状態を想定している。その結果、図中の全水頭圧分布が Case 0 の様子とは異なり、南北方向に平行な直線状の等値線を示す状態となり、タンクエリアから観測孔を経由して地下水バイパスに向かう粒子の経路が示されている。そのため、流跡線と外堰位置との交点は観測孔 E-3 において、Case 0 の場合が異なる結果となり、観測孔 E-3 での解析は Case 0 での核種移行解析にくらべ、移行距離が大きくなる条件となる。他の観測孔については、わずかに位置が変動するものの、

移行距離自体は大きく異なる結果とはなっていない。表 6-10 に Case B における核種移行解析 に関わる位置座標、移行距離、平均流速の結果を示す。表中示した座標値はタンクエリアモデ ルでの局所座標値である。観測孔 E-3 では移行距離が約 93m と大きくなり、最短は観測孔 E-4 における約 19m である。粒子の平均流速は、地下水バイパスの影響等により増大傾向を示 し、約 29~35cm/day となった。これは Case 0 の状態に比べおよそ 2 倍の値である。但し、 Case 1 の解析条件においては、12 本ごとに詳細な地下水バイパスの揚水量を与えてはおら ず、全体の揚水量から算出した均等な揚水量を 12 本に与えている。そのため、現実的な揚水 量の変動条件を考慮した場合、流速についても変動する可能性がある点に留意する必要があ る。このタンクエリアでの地下水流速の変動幅については、今後の情報等を分析しつつ検討す べき課題の一つである。



図 6-19 事業者の計画形状の状態(Case 1) でのタンクエリア外堰位置から 観測孔までの流路解析

$\Delta 0^{-10}$ Case D (CAS() S (X E)) (C R)	表 6-10	Case B における	る核植移行解析に関わ	る位置、	移行距離、	半均流退
---	--------	-------------	------------	------	-------	------

毎日 3日1 71		扇えい開始位置		観測子	记位置	Distance(m)	Time(year)	Average Velocity
<b>崔兄 /只丁 L</b>	Х	Y	Z	Х	Y	Distance(m)	Time(year)	(cm∕day)
E3	5.98E+01	-1.19E+03	3.20E+01	151.295	-1198.365	9.32E+01	8.79E-01	2.90E+01
E4	1.38E+02	-1.25E+03	3.20E+01	155.925	-1256.359	1.89E+01	1.48E-01	3.50E+01
E5	1.37E+02	-1.30E+03	3.20E+01	158.833	-1297.169	2.40E+01	1.89E-01	3.49E+01

上記の地下水流動の解析情報を基に、Case B の各観測孔に対する核種移行解析パラメータ を示す。核種移行解析に用いたパラメータを表 6-11 に示す。地下水流動については事業者の 計画形状である Case 1 の結果を用い、解析対象核種は Case A と同様に H-3、Sr-90 とした。縦 方向分散長は流路解析結果の移行距離の 1/10 の 1.9~9.3 を用いた。観測孔 E-3 に関しては、 Case A の場合と漏えい開始位置が異なるため、移行距離が大きくなることから、分散長も大 きく設定した。H-3 に対しては、Case A と同様に地下水流動場が移流支配であると考えられる ことから、代表値のみでの解析を実施し、Sr-90 に対しては、分配係数に対する代表値と保守 的設定値での解析を行った。

地下水流動対	す象ケース		Case 1(事業者の計画形状)				
解析	対象核種		H-3	H-3 Sr-90			
半流	咸期(y)		12.3	28	3.8		
分散長(m)	縦方向	E-3	9.3				
		E-4		1.9			
		E-5		2.4			
	横方向			0			
		-	代表値	代表値	保守的設定値		
分配係数(cm	<sup>3</sup> /g)		0	30	3		
拡散係数(m²/	/sec)		6.0E-10	2.0E-10	1.2E-09		

表 6-11 Case B における核種移行解析パラメータ

図 6-20 に事業者の計画形状の状態(Case 1)での流動状況を考慮した、各観測孔での H-3 濃度の経時変化の結果を示す。同様に図 6-21 に Sr-90 の濃度の経時変化を示す。Sr-90 に関し ては、核種移行パラメータを代表値とした場合と、保守的設定値に設定した場合の結果を合わ せて示した。

H-3 濃度の経時変化の結果から、移行距離が約 19m と短く、比較的流速の早い観測孔 E-4 で経過時間が約 60 日程度のところにピーク値が表れているのがわかる。これは、地下水流速 が増大した影響によると考えられる。約 93m と移行距離が最も長い観測孔 E-3 の場合では、 ピーク値の出現に約1年近くの時間を要する結果となった。これは Case A に比べて地下水流 速が大きくなっているものの移行距離も長くなっている影響による。観測孔 E-4 の曲線の形状 に関しては、ピーク値の 1/10 からピーク値に達するまでの日数が約 20 日程度と急な立ち上が り傾向を示している。一方、移行距離の長い観測孔 E-3 の場合では、ピーク値の 1/10 からピ ーク値に達するまでの日数が約 100 日程度を要し、移行距離の影響により曲線の広がりの影響 を捉えている。境界条件である 7 日間一定濃度での漏えい条件における、各観測孔ピーク濃度 の初期濃度からの低下は、比較的移行距離の短い場合である観測孔 E-3、E-4 で約1割、移行 距離の長い観測孔 E-5 で約 1/30 となっている。



図 6-20 事業者の計画形状の状態(Case 1) での各観測孔での H-3 濃度の経時変化(Case B)

Case Bにおける分配係数を有する Sr-90 の結果を図 6-21 に示す。図中の実線は核種移行パ ラメータに代表値を用いて解析した結果であり、破線は保守的設定値を用いて解析した結果で ある。分配係数による違いは、最も移行距離の短い観測孔 E-4 においても顕著に表れており、 ピーク値への到達は代表値の場合は約 1.7 年、保守的設定値の場合は約 16 年を要する結果と なった。最も移行距離の長い観測孔 E-3 の場合は、保守的設定値ではピークの到達時期が約 10 年であるのに対し、代表値ではピークの到達時期が約 90 年と大きく変動している。初期濃 度からの低下は H-3 の場合に比べて顕著な低下傾向を示し、最もピーク値到達の早い観測孔 E-4 の保守的設定値の場合でも 1/100 程度の低下が見られる。最もピーク値到達の遅い観測孔 E-3 の代表値での場合は、初期濃度に比べほぼ 1 万分の 1 程度まで濃度が低下している。

以上のことから、事業者の計画形状の状態での地下水流動状況を踏まえ、このタンクエリア での核種移行状況は、地下水流動方向と流速に依存した移流支配の環境であるとともに、地下 水バイパス等のくみ上げの影響を受け、地下水流速の増加が影響していることがわかった。遅 延効果の無い H-3 では、漏えい位置や漏えい期間の影響が観測結果にその影響がよく表れて いると考えられる。仮に、Case 1 の地下水流動状況下において、H-3 を含む汚染水の漏えいが 発生した場合、20m 程度の移行距離となる観測孔においてさえも濃度上昇が有意に観測され るのは、数 10 日以上の時間を要すると考えられる。また、Sr-90 に関しては、濃度上昇が有意 に観測されるのは1 年以上経過後となっている。また、Sr-90 の場合では、距離の離れた観測 孔での、初期濃度からの濃度低下の影響が考えられ、例えば 90m 程度離れた観測孔では、初 期濃度に対して1 万分の1 程度の濃度が観測されると考えられる。



図 6-21 事業者の計画形状の状態(Case 1)での 各観測孔での Sr-90 濃度の経時変化(Case B)

# 6.7 各種対策への影響について知見及び課題

現実的シナリオ(外堰位置からのパルス濃度条件)における E-3~E-5 観測孔での H-3 の濃 度経時変化から、Case B のケースでは地下水バイパスが稼働しており、各孔を通過した水粒 子は、地下水バイパスに向かって流れていく影響があることが示された。仮に E-4 の流路上の 外堰位置で100,000Bq/m<sup>3</sup>の濃度の H-3 が漏えいした場合、約 60 日後に 10,000Bq/m<sup>3</sup>の観測値 として表れる可能性を示している。H-3 の検出限度等を考慮して、有意な濃度の上昇を検知で きるレベルを 10Bq/L (10,000Bq/m<sup>3</sup>) 程度と仮定すると、汚染水の濃度が 100,000Bq/m<sup>3</sup>以上 で7日間連続して漏えいする事象でないと、下流側に位置する 20m 程度離れた観測孔におい て検知できない可能性を示している。この時、汚染水の量を単純に推計すれば、解析は 1 次元 で実施しているため保守的に考え、1m<sup>2</sup>×地下水流速(0.35m/day)×7day=2.45m<sup>3</sup>となる。つ まり、濃度が 100,000Bq/m<sup>3</sup>で量が約 2.5m<sup>3</sup>の汚染水(核種インベントリは 250,000Bq)が 7 日 間連続して漏えいするとした場合、下流の観測孔で検知できることになる。同時に Sr-90 の場 合では、E-4 の流路上の外堰位置で 10,000Bq/m<sup>3</sup>の濃度の汚染水が漏えいした場合、約 90 年以 上経過後に 100Bq/m<sup>3</sup>の観測値として表れる可能性を示している。いずれも、これら値は 1F タンクエリアでの核種移行の状況を把握するための目安値となる事ができ、漏えいした汚染水 の濃度等の推定のための参考情報となり得る。

地下水バイパス等の汚染水対策は、原子炉建屋内への地下水の流入量を減らし、汚染水の発 生量を減ずる目的で行われており、これまでの地下水流動解析結果から、その対策は有効に機 能するものと推察される。一方、タンクエリアにおいては地下水流速が増加するため、核種の 移行現象が促進されるものの、その影響は局所的である。地盤への汚染水の漏えい等の不測事 態が生じた場合には、タンクエリア下流部に位置する観測孔における検知時間が早まる等、核 種の移行状況への把握に有用な情報が早期に得られるとも想定できる。

今後の課題としては、流動状況が地下水バイパスの影響により大きく変化しており、地下水 流動の精度良い評価が核種移行解析の上で重要であることが改めて認識される。また、漏えい 期間、漏えい時間の変化も観測孔での観測値に大きく影響するため、1地点の漏えい箇所での 漏えい事象ではある程度現象の把握が可能となる場合もあるが、面的、あるいは多数の場所か らの汚染問題の場合では、複数の解析結果の重ね合わせや重み付けなどの処理が必要となる複 雑な問題となり、今後の課題として、これら面的なあるいは多数の汚染源を把握するための逆 解析法の開発を検討することが必要と考える。

## 6.8 既存の逆解析法の適用に関する調査、手法の検討

#### 6.8.1 目的

IF 事故による環境への長期的な影響を解明するためには、環境中へ放出された放射性物質 の移行挙動の評価が重要である。中でも、タンクエリアにおける汚染水漏えい事故のように地 層中に核種が漏えいした場合には、敷地外への核種の拡散・放出に対する定量的評価が必要で ある。核種の拡散・放出に対する定量的評価を行うためには核種の漏えい地点の情報が必要で あるが、前節の感度解析の検討で示したとおり、入手されている漏えいに関する情報として は、観測点における核種濃度の時刻歴情報であり、漏えい場所、漏えい濃度、漏えい時刻など の漏えい地点における詳細な情報は確認されず、パラメータが不確かな中での解析的検討によ る推定とならざるを得ない。

そのため、本節では、環境中での放射性物質の移行挙動を把握する核種移行解析手法の整備 に資するため、観測点における核種濃度時刻歴から漏えい地点の情報を得るために、観測点に おける核種濃度時刻歴を用いた逆解析の手法について調査・検討を実施した。この問題は、核 種移行解析に対する逆解析問題、最適化問題の適用とも考えられることから、逆解析問題と最 適化手法の調査等を進めた。ここでは、種々ある逆解析問題と最適化手法について、その概要 を調査した。次に、調査した最適化手法を用いて1次元核種移行解析について試解析を行 い、核種移行解析に適した最適化手法について検討した。その後、遺伝的アルゴリズムを用い た逆解析手法の試適用を試みた結果を述べる。

### 6.8.2 逆解析問題と最適化手法等の調査

逆解析の手法としては大きく分けて、通常の核種移行解析の時間進展を逆転することによる 純粋な逆解析を用いて漏えい情報を求める手法と、最適化手法を用いて漏えい情報を推測する 最適化手法の2種類の方法が考えられる。前者は逆問題として解く場合であり、後者は最適 化問題として解く場合である。これら逆解析問題は応答(出力)から物性値や条件(モデルや 入力)を逆推定する問題の総称であり、観測応答と整合する地盤モデルの推定や物理探査によ る地盤構造推定など、各分野において広く取り組まれている問題であり、学会等での研究[14] も進められている。しかし、純粋な逆解析手法は解の安定性に問題があり計算が困難であるな ど今後の課題も挙げられている。 (1) 逆問題解析の方法

測定された濃度時刻歴を基にして、放出源の位置、放出開始時刻、放出濃度を推定すること を目的とした逆解析の場合には、上述した2つの計算方法が考えられる。

① 逆問題として解く

この場合は、通常の移流拡散解析を時間反転(負の拡散と同義)計算として扱う。逆問題の 計算は1回の計算で済むため高速ではあるが、安定性の問題があるため、限定された状況でな いと計算することが困難である。

ここでの安定性の問題とは、拡散問題の逆解析においては、周辺より濃度が高い領域がある とその領域の濃度が変化するため、振動した分布になりやすく、誤差の影響も受けやすいとい う問題である。

② 最適化問題として解く

この場合は、入力パラメータを変動させて移流拡散解析を行うことで、入力パラメータと解 析結果の関係を推定し、目的とした濃度時刻歴を再現するための入力パラメータを探索する。 このため、多数回の移流拡散解析の計算が必要になり、全計算時間が長時間となる。

上記の2つの解法でのそれぞれの利点を考慮すれば、より現実的な汚染源等の推定に対応で きることが望ましいため、最適化問題として解く方法に関する解法の調査を行った。

(2) 最適化問題の解法

最適化問題は目的関数と呼ばれる関数値を最小値にするための変数値を決定するものであ る。また、その際に制約条件が与えられる場合がある。ここでの目的関数は、移流拡散解析コ ードの計算結果と測定された濃度時刻歴の差(距離)を評価する関数となる。最適化問題は目 的関数と制約条件性質により次の2つの種類に分けられ、それぞれに適した解法がある。

① 線形最適化問題

目的関数、制約条件が線形の場合である。

② 非線形最適化問題

目的関数あるいは制約条件が非線形の場合である。

ここでの目的関数は、移流拡散解析コードの計算結果を基にした関数であるので、非線形である。目的関数 $f(\vec{x})$ が作る多次元空間中の曲面を解空間と呼ぶ。解空間の形状は図 6-22 のように極小値が1つである単峰性解空間と極小値が複数ある多峰性解空間の2種類に分けられる。



図 6-22 1 変数の場合の解空間例

これらに対する最適化問題の解法は、決定論的手法と確率論的手法の2つに分けられる。

① 決定論的手法

探索地点の勾配や、複数点の目的関数値の情報から、大域的最小解の解空間上の位置を推定 する方法である。非線形問題に対してはいくつかの非線形計画法がある。手法の性質上、目的 関数の評価回数は一定の回数に抑えることができるが、多峰性解空間の場合には初期値依存性 (探索開始位置により選択される最小値が異なってくる)がある。

標準的な応答曲面法(RSM)は決定論的な手法に分類されるが、解空間上で大域的最小解 を探索するのではなく、解空間の近似曲面を作成し、その近似曲面における大域的最小解を得 るものであり、多峰性解空間にも対応している。

② 確率論的手法

多峰性解空間であっても、局所的最小値に捉われることなく大域的最小解に到達するために 確率的な搖動を加える方法である。手法としてはシミュレーテド・アニーリング法(焼きなま し法、SA)、遺伝的アルゴリズム(GA)等の多数の手法があり、その手法名の通りに自然界 を模倣した手法が多い。

確率論的な手法は、目的関数の評価回数が多数になるため、最適化対象に対する既知の情報 を有効利用する等の工夫が重要である。

以上のことから、応答曲面法 (RSM)、遺伝的アルゴリズム (GA) に着目して、その手法 の特徴等を調査した。

(3) 応答曲面法

前述した多峰性解空間で目的関数の評価において一般に使用されている応答曲面法について 調査した。この方法は、有限要素法による構造物の最適設計など、構造モデルに広く応用され ている手法である。

応答曲面法(RSM: Response Surface Methodology)は、解空間(多次元曲面)を近似曲面で 表し、その近似曲面における大域的最小解を得るものである。本手法は決定論的手法であると ともに、多峰性解空間であっても目的関数の評価回数一定以下にできる手法であるため、目的 関数の計算時間が長い場合に有効である。RMS は次の3 ステップに分かれている。

1)目的関数の評価

最も単純化すると、変数範囲を等分割した多次元グリッド面を作成し、この各格子点で目的

関数を評価し、それを基にして近似曲面モデルを作成すればよい。この場合の2変数の例として、格子点間を1次式で内挿した近似曲面の例を図 6-23 に示した。



図 6-23 2 変数の場合の近似曲面例

目的関数の評価点を減らすためには実験計画法が用いられる。なお、さらに評価回数を減少 させることができるD最適基準等もある。

2) 近似曲面モデル作成

近似曲面モデルとしては、2次多項式が用いられることが多い。評価点における目的関数の 評価値を用いた最小二乗法により、2次多項式の係数を決定する。

3) 大域的最小解の探索

近似曲面モデルを用いて大域的最小解を探索する。

このように応答曲面法は、構造モデル分野での最適化手法等に利用されている実績もあり、 汎用の解析ソフトなどにも組み込まれている(例えば、構造解析ソフトLS-DYNAに付属する 最適化ソフトLS-OPT)。単純な構造モデルの最適化では、高速に計算可能であり、再現性も 良好である。したがって、複雑な設定をせずに容易に核種移行解析問題の最適化に使用するこ とは可能ではある。しかしながら、核種移行解析の精度の問題もあり、パラメータ初期値や探 索範囲の設定、反復計算回数などの種々の最適化パラメータによる感度解析等と合わせて計算 精度の比較検討を行う必要があると考えられる。

(4) 遺伝的アルゴリズム

遺伝的アルゴリズム(GA: Genetic Algorithms)は、生物界の進化の仕組みを模倣する解探 素手法として、1975年にミシガン大学のJohn Hollandが提案したものである。生物の進化と 同様に、GAには非常に多くの繰返し計算が必要であり、1990年代に入るとコンピュータの計 算速度の飛躍的向上とともに、人工知能分野等多くの分野で活用され、世界中で研究が行なわ れている。GAは確率論的な手法であり、多峰性解空間であっても大域的最小解を探索するこ とができる。ただし、目的関数の評価回数は多数となる。 GAの概要は以下の様になる。

- ・ 変数値の1つのセットを1つの「個体」として扱う。
- このとき、1つの変数値は1つの「遺伝子」であり、変数値のセットは「染色体」である。
- ・ 多数の個体からなる「集団」を生成し、その集団に対して「選択」、「繁殖(交叉)」、 「突然変異」、「適合度評価」の操作を繰り返す。
- 1) 適合度評価

適者生存の考え方に基づいており、目的関数を最小値探索用から最大値探索用に変換したものを適合度評価関数として用いる。つまり、適合度が高くなる遺伝子(変数値)を探索する問題とする。

2) 選択

集団の中から、次世代の両親となる個体を選択する(雌雄の区別はない)。選択にあたって は適合度の高い個体ほど選択される確率が高くなるようにする。もっとも単純方法としては、 適合度をそのまま選択確率に変換して利用するルーレット方式がある。

3)繁殖(交叉)

両親の染色体を混ぜ合わせて子となる個体を生成する。染色体を混ぜ合わせる最も単純な方法としては、図 6-24 のような染色体の1点交叉がある。

この操作は、局所的最適解の探索に対応する。



図 6-24 遺伝子が6 種類ある場合の1 点交叉の例

ただし、ここでの遺伝子は実数値となるが、実数値の交叉方法としては、両親の染色体に対応する解空間中の2点を対角とした平面を生成し、その平面をベースとした部分空間内にランダムに子個体を生成する方法(BLX-α法)等の多数の方法が考案されている。

4) 突然変異

繁殖により生成された子個体の遺伝子を、設定された突然変異確率にしたがって変化させる。これにより、大局的最適解を検索することができる。実数値の場合は、一様乱数を基にして変数定義域内の数値を選択する方法等の多数の方法がある。

このような遺伝的アルゴリズムの特徴としては、近年の計算機能力の向上と共に研究が進展 している。その長所をまとめると、アルゴリズムの研究が進展し実用時間内に比較的優れた解 を求めることができる点、様々な分野において活用が検討され、さまざまな問題に適応の可能 性が検討されている点、多点探索アルゴリズムのため、関数の連続性の影響を受けにくい点が 特徴といえる。一方、短所としては、パラメータやコーディングに対する一般的な規範が確立 していない点、問題の種類に応じた一般的な方法が存在しない点など、いまだ研究開発が必要 であることなどがあげられる。

## 6.8.3 核種移行解析での最適化手法の検討

前項で調査した最適化手法を核種移行解析に適用するための手法の検討を行った。

より現実的な汚染源等の推定に対応できることが望ましいため、最適化問題での解法として 遺伝アルゴリズム(GA)手法を用いた方法についてその手順を検討した。

汚染水中に含まれる放射性物質は本来、3次元地盤内を地下水の流動に沿って分散するが、 地下水の流速や流向、地質媒体の特性によって、その移行状況は様々に影響を受ける。ここで は、1地点から一時的に漏えいした単純な漏えい事象での、地層媒体中での核種移行現象を対 象として検討を進める。

核種移行状況を把握し、その結果から漏えい地点等を推定する場合には、以下のような手順 が考えられる。

- ・ 3次元地盤モデルを使用して地下水流動場を計算する。
- ・ 求められた 3 次元地下水流動場に対して、3 次元核種移行解析を行う。
- 観測孔等で得られた濃度時間変化等のデータに対して、解析結果を用いた最適化手法により漏えい点等の情報を求める。

以上は、地下水流動・核種移行解析を 3D-SEEP を用いて数値解析を行う場合を想定したもの である。しかしながら、実際の地盤を模擬した場合、3次元の地下水流動解析・核種移行解析 は、使用するパラメータ数も増加し、不確かな観測データ等の情報しか得られない場合も多い ことから計算時間が増大することが予想される。そこで、核種移行解析部分については、地下 水の流れに沿った1次元移流拡散解析とすることで核種移行解析部分を簡便化した手法も考え られる。

その場合、手順は以下の様になる。

- ・ 3次元地盤モデルを使用して地下水流動場を計算する。
- ・ 求められた3次元地下水流動場において、パーティクルトラッキングにより流路を求める。
- 求められた流路上において1次元核種移行解析を行う。
- 最適化手法により漏えい点情報を求める。

この手順について、現状の解析コードの適用等を考慮して具体的に記述すると以下の様になる。

1) 地下水流動解析

地下水流動解析はサイトにおける3次元地盤モデルを用いて行う。3次元地下水流動解析コード:3D-SEEPにより、定常地下水流動解析を行う。

2) 流路解析

3D-SEEP により計算された地下水流動場において、パーティクルトラッキングにより流路 を求める。流路は、観測点を基準として後退流路解析を行い、観測点に至る流路を求める。流 路解析には地下水流路解析コード:PASS TRAC を使用する。

## 3) 核種移行解析

PASS\_TRAC により求められた流路沿いに核種移行解析を行う。核種の漏えい点、漏えい濃度、漏えい時刻を仮定して核種移行解析を行い、観測点における核種濃度時刻歴を求める。 核種移行解析は1次元核種移行解析コード:PASS CLD を使用する。

# 4) 最適化計算

PASS\_CLDにより求められた観測点における核種濃度時刻歴と、観測点において観測され た核種濃度時刻歴の時刻歴パターンの差を数値化する。数値化された時刻歴パターンの差が最 小となるような核種の漏えい点、漏えい濃度、漏えい時刻を、各最適化手法を用いて求めて、 核種移行解析に適した最適化手法を求める。

検討した解析手順を図 6-25 に示す。

# • 地下水流動解析



図 6-25 核種移行解析の最適化のフロー

## 6.8.4 遺伝的アルゴリズムを用いた逆解析手法の検討

前項での検討を踏まえ、放射性核種の地層中での移行挙動に関する観測データを基にした、 漏えい点、漏えい量について Grey Model[15, 16]を用いた逆解析手法の予察的検討を行った。 Grey Model は埼玉大学渡邊邦夫先生が開発した遺伝的アルゴリズムによる地質問題解決のた めの逆解析ソフトウェアである。

具体的には以下の2項目実施した。

・Grey Model ソフト改良

・Grey Model による漏えい点・漏えい量解析

Grey Model は、対象地盤の透水性分布などに不確実性が多い場合の解析に適用の可能性が高いと考えられている。しかしながら、

・1Fのような場所での汚染水広がり予測や汚染源推定に、どの程度適用しうるのか、

・地質構造モデルの不確実性までを考慮した最適化を行うのか

など、検討すべき課題が多い。そのため、本検討ではこの試適用により、漏えい地点等の推定 につながる特性を有しているのか、核種移行解析に対する本手法の適用性の有無に着目して検 討した。以下に、Grey Modelの考え方、解析モデルへの適用方法、試適用の結果等を述べ る。

(1) Grey Model の考え方

図 6-26 に、Grey Model による解析の模式図を示す。今、図 6-26 (a)に示される3つの位置に モニタリング井戸があると考える。地盤の透水性分布などの性質が既知であり、核種の放出点 (漏えい点)がわかっていれば、モニタリング井戸での核種濃度分布はある程度解析する事が できる。しかし、一般には図 6-26 (b)のように、地盤の透水係数分布に不確実性が大きく、漏 えい地点の捕捉や観測結果からの解釈が容易ではない。また、漏えい点がわからないことがあ る。この場合は、モニタリング井戸の観測値から、地盤の状況や、漏えい点を推定してゆく事 が必要となる。その方法の1つは、図 6-27 に示すように、あらかじめ、漏えい点や簡単な地 盤の性質を想定して、各場合のモニタリング井戸での濃度変化を解析しておく。それらの解析 された変化から、実測値に合わせて再現計算を行う方法である。

この再現計算の、最も簡単な方法が、図 6-28 に示すような、線形結合を用いる方法である。各解析値と実測値の類似度は、図 6-28 式中の重み a で表現できる。形式上は、この a 値の大きい解析解ほど、実際の漏えい点や地盤の性質に類似していると考える事ができる。

ここでは、まず簡単なモデルについて仮想的なモニタリング井戸の核種濃度分布を求めるこ とを考える。そのデータを用い、線形結合モデルを行うソフトによって解析を実行する。この モデルによれば、たとえ、地盤の性質に不確実性が大きくとも、実測値を再現する解析が容易 となる。問題はどの程度良好に現象を再現する事ができるかである。



図 6-26 Grey Model による解析模式図



図 6-27 解析値の組み合わせによる、実測値の再現模式図


図 6-28 線形結合モデル

(2) 試適用に用いた核種移行解析モデル

図 6-29 に、平成 26 年度報告書[1]で試計算を行った際の解析モデルを示す。この解析モデル では地質構造や流動条件を単純化した解析モデルによって 3D-SEEP を用いた 3 次元地下水流 動・核種移行解析を実施した。6.8.3 項で検討した手法のように、現実的な漏えい期間、漏え い位置の推定には、核種移行解析に要する計算時間を考慮して、1 次元の移行解析結果を用い た検討を行った。現実的には、汚染水中に含まれる放射性物質は 3 次元的な流動場の中を移行 しており、場所の異なるいくつかの観測孔からの観測データが得られることになる。よって、 このような状況を想定し、仮想的に設けた 3 つの観測孔での濃度時間変化の解析値を仮のモニ タリングデータと見なして、漏えい期間、漏えい箇所等が不明な条件下において、数カ所にお いて放射性物質の濃度が観測された場合を検討する事とした。つまり、この試適用において は、現実的に得られる観測データの濃度時間変化のデータ等からの、遺伝的アルゴリズムによ り最適化が可能であるかの検討を進めたものである。





(b) 地盤のバラメーター表

透水	係鉄。	ENert.	病療定数 (N)	antisidat.	7
(a/year) -	(e/sec) +	1034/4-1		WHEN MARLY	
3.15E+01-	1.005-06-	0.41	0.058+	1.0+	1
2		×	1		
藏方向。	横方向-	分配活動。	紅穀係	· 微刊-	
分数县(a)	分数長[s]-	$\Re(u^2/k_B) +$	{a²/xear}~	(s <sup>2</sup> /sec)~	1
5.80	8-5+	0.0-	7.征-前4-	2,4-11+	
	3.07.				

図 6-29 平成 26 年度報告書[1]で試計算に用いた核種移行解析モデル

図 6-29 中、左上から右下に向けての地下水の流れを設定している。地下水流動解析は定常 解析とし、核種移行解析の対処核種はH-3とした。図 6-29 中に地下水流動解析でのパラメー タである透水係数、間隙率とともに、核種移行解析でのパラメータを同時に示した。地下水流 動・核種移行解析に関する境界条件を以下に示す。

地下水流動解析

- ・上流側側面:地下水流入量 14.5m<sup>3</sup>/y
- ·下流側側面:地下水位一定
- ・側面及び底面:不透水

核種移行解析

- 上流側側面の任意地点:漏えい箇所を任意に設定
- ・地表面及び下流側側面:濃度勾配 0

モデル中には3つのモニタリング井戸が設けられている。この仮想の観測孔における濃度の 時間変化を最適化の対象とした。

図 6-30 には、漏えいを仮定した物質の放出点(漏えい点)であり、3 点を仮定している。 漏えい時間については、図 6-30 中に示すように 3 パターン(0~0.1 年間、0~0.5 年間、0~1 年間)を設定した。



図 6-30 上流側の側面において仮定した漏えい点

これらの解析条件の組み合わせにより、

- ・3 箇所の漏えい点(要素に対する濃度生成率: 1.0Bq/m<sup>3</sup>/year を設定)
- ・3 ケースの漏えい時間
- ・3か所の仮想井戸でのモニタリング値

ごとに、27個の異なる濃度時間変化のデータが得られる。核種移行解析では、モニタリング 井戸内での最大濃度の変化曲線と平均濃度の変化曲線が得られているが、今回は、最大値の変 化曲線について最適化の適用を試みた。

(3) Grey Model による解析の近似度評価

1)線形結合解析ソフトの改良

前述した線形結合モデルを用いて、実測値(教師値)と Grey Model による再現値との合致 度を調べた。ここでは、前述の 27 ケースの解析値の一つを仮想的な実測値として、他の解析 値(入力値)の線形結合により、どの程度再現されるのかについて調査した。

図 6-31 は、開発したソフト TdanAlgo044 の最初の画面を示している。線形結合では、各入 力値の係数 α を求める事が必要となる。その求め方として、解の安定性が大きい遺伝的アル ゴリズムを用いている。解析にあたっては、データ読み込みボタンをクリックして、CSV で 表現されたデータセットを読み込む。次いで、実測値に合わせる期間(学習期間)を設定す る。今回は、データの合致度を調べるため、学習期間として全期間を対象とした。

TidenAlgo ver B.A.4	AT 100	F	
	CASE IS	-	
7-9452 vp.m	GA ±11	正施让考验1.1~1.11 +	
	R.Blast 1	press II	lose/i
PM95985406 2014/3/01	38(5)(\$1) 100	mutation() 18	debugLabel
	10p/H 29	18038UN 188	Bertingenterm auf
結果データ書出.	Turt Turz Turk Turk Turk		

学習期間の設定。 今回は、全データを用いた。

図 6-31 改良したソフトの最初の画面

2) データ処理

解析を行うに当たって、データ処理を行った。解析された濃度変化は、通常、大きな変動幅 を持つため指数で表される。しかし、解析された濃度のデータでは変化が大きく、また解析で のオーバー・シュート、アンダー・シュートなど、計算誤差と考えられるデータも含んでお り、直接利用した場合には、ソフト側でエラーが発生する。そのため、10<sup>-15</sup>Bqより小さい値 を仮想的に 10<sup>-15</sup>Bq と置く等のデータ前処理を行った。その上で、濃度の値を対数で表現し た。さらに、各データの最大値を 1.0、最小値を 0.0 とするように正規化して表現した。解析 では、この正規化されたデータを用いている。このソフトを使用して解析するために、エクセ ルデータから CSV のデータセットを作る事になる。左端のデータ欄に時間を示すとともに、 その右のデータ欄には、合わせたいデータ(ターゲットデータ)を用意し、3 番目のデータ欄 からは、入力解析値を入れる仕様となっている。

3)解析例

図 6-32 は、改良ソフトを使用した時の出力画面例である。結果として、画面に3 つのグラ フが出力される。図中上段のグラフは、ターゲットデータと入力データを示している。ターゲ ットデータは太い青線で示しており、他のデータは入力データとして用いた 26 個の解析値で ある。全体的にかなりばらついていることがわかる。中央の段の図は、学習期間内の全データ を示している。ここでは全期間を学習期間としているため、上段の図と同じ図となる。下段の 図は、ターゲットデータがどの程度再現できたかを示している。

図 6-33 は、図 6-32 と同じケースであり、結果のグラフを取り出している。図中、合致度 を、RMSE(自乗誤差の平方根)と R<sup>2</sup>値で示している。R<sup>2</sup>値の値から、ターゲットデータ (青線:A0.1 MAX)が 26 個のデータ(ターゲットデータ以外のデータ)から良く再現され ていることがわかる。図中右上に、ターゲットとした解析値の特徴を付記している。この図の 例では、

- ・漏えい点が、図 6-30 ケース I
- ・ターゲットデータが、図 6-29 に示される仮想観測井戸の A
- ・漏えい時間が Step 0~0.1 年
- である事を示している。



図 6-32 改良したソフト (TdanAlgo044) による解析例

図 6-34~図 6-38 は、異なった点の濃度変化をターゲットとした場合の結果である。図 6-33 と同様、高い合致度を示していることがわかる。

この検討の目的の一つは、各ターゲットの変動を良く再現するために、どのケースの影響が 大きいかを把握する事であった。例えば、核種漏えい時間が0.1年までに対応したデータは、 他のモニタリング井戸の同じ放出時間のデータと類似していることが想定される。

それらの関係を表したものが図 6-39 である。図中、空白欄は、ターゲットを示す。黄色で 示した欄は、特にα値が大きい(類似度の高い)解析値を示す。これらの相関を見ると、漏 えい時間が同じほどパターンも類似する傾向があることがわかる。これらのことから、核種の 漏えい時間がかなり大きな影響を持つことが推測される。

この核種移行解析への遺伝的アルゴリズムによる最適化手法の結果から、今後の課題として は、放出場所や放出時間との関係に着目して試検討を重ねた検討を進めたが、さらに、様々な 濃度変化のパターンを想定する必要があるとともに、多くの仮想モニタリングデータを用いた 場合など、最適化問題への適用性をより詳細に調べる必要があると考える。特に核種の漏えい のパターンは単純なパルス的漏えいを想定している事から今回は合致度が比較的良好であった と考えられるため、今後は種々の漏えいパターンを試す必要がある。 合致度パラメーター RMSE:0.026698 R\*\*2: 0.99648 解析結果(1) Release point: Elem ID: 22421(ケースI), Target: Point: A MAX Release period: 0-0.1 (Year)



図 6-33 解析結果(1)

合致度パラメーター RMSE:0.008326 R\*\*2: 0.999579

解析結果(2) Release point: Elem ID: 22421 (ケースI), Target: Point: A MAX Release period: 0-0.5 (Year)



図 6-34 解析結果(2)

解析結果(3)



図 6-35 解析結果(3)

合致度パラメーター RMSE:0.021044 R\*\*2: 0.997984

解析結果(4) Release point: Elem ID: 82016(ケースIII), Target: Point: C MAX Release period: 0-0.1 (Year)



図 6-36 解析結果(4)



図 6-37 解析結果(5)

合数度パラメーター RMSE:0.024143 R\*\*2: 0.998557 解析結果(6) Release point: Elem ID: 58026 (ケースII), Target: Point: A MAX Release period: 0-0.1 (Year)



図 6-38 解析結果(6)

漏えい地点、観測井戸、漏えい時間	解析結果(1)	解析結果(2)	解析結果(3)	解析結果(4)	解析結果(5)	解析結果(6)
A 0.1		0.18712444	0.087058826	0.036246711	0.003879433	1.13E-08
A 0.5MAX	0.023601944		0.000191738	0.000876444	6.67E-09	2.19E-07
A 1.0MAX	0.000863472	0.41580517		0.000662774	2.81E-08	0.003149553
B 0.1MAX	0.411293508	0.1693621	0.000879928	0.000348336	4.65E-08	0.00124761
B 0.5MAX	0.000471227	7.09E-08	5.64E-05	0.071104651	0.007921641	5.42E-08
B 1.0MAX	0.000338513	0.03971202	0.41726469	0.000691857	0.205651036	0.005272816
IC 0.1	0.122976563	0.10474845	0.000610465	0.000219093	2.13E-08	8.84E-07
IC 0.5	0.304479777	0.02758310	0.000700554	0.000602648	0.025158681	0.038238457
IC 1.0	0.000312591	1.56E-07	0.219053918	0.002860301	5.79E-05	0.000180595
IIA 0.1MAX	0.001000167	4.17E-07	0.012884317	0.020923393	4.11E-05	
IIA 0.5MAX	0.010438231	0.00445563	0.000795713	0.000254332	0.012171637	0.015633877
IIA 1MAX	0.000490284	4.08E-07	0.000268454	0.000313008	1.49E-08	0.10124093
IIB 0.1MAX	0.000165457	0.02393344	0.000912962	0.000563788	0.001493248	0.473420911
IIB 0.5MAX	0.000891713	0.00290446	0.023213563	0.00091025	9.50E-06	0.131605294
IIB 1.0MAX	0.000689648	1.20E-05	0.000159897	0.001084006	7.10E-07	0.160573645
IIC 0.1MAX	0.039566512	0.00034619	0.000213812	8.29E-05	2.03E-05	0.001285817
IIC 0.5MAX	0.000744162	0.00367535	0.000697447	0.017995886	0.000523868	0.029619606
IIC 1.0MAX	0.000166018	0.00237911	0.045995184	0.000142064	0.000116288	0.000742944
IIIA 0.1 MAX	0.000339299	0.00063554	0.000238782	0.12548868		0.000224403
IIIA 0.5MAX	0.008528776	0.00093544	0.000290529	0.501501238	4.24E-08	0.028103957
IIIA 1.0MAX	0.000813394	0.00056232	0.000672651	0.000663734	2.36E-06	0.005552814
IIIB 0.1MAX	0.000187028	0.01418244	0.000920765	0.001011908	0.498993113	1.17E-06
IIIB 0.5MAX	0.008992627	3.93E-07	0.00408682	0.000142508	0.036492442	0.003682176
IIIB 1.0MAX	6.06E-05	4.09E-05	0.092555161	0.192019378	0.122521377	0.000127485
IIIC 0.1MAX	0.008861418	6.90E-05	0.036934034		0.084592159	9.31E-05
IIIC 0.5MAX	0.053185211	0.00153126	0.047222384	0.001079453	0.000353121	1.23E-06
IIIC 1.0MAX	0.000541815	1.99E-07	0.006121034	0.022210633	1.02E-08	4.24E-07

青色:ターゲットデータ

黄色:最大類似度が高いケース

図 6-39 各解析結果に影響の大きい要因

(漏えい地点:I、II、III、観測井戸A、B、C、漏えい時間 0.0~0.1、0.0~0.5、0.0~1.0)

6.8.5 既存の逆解析法の適用に関する調査、手法の検討に対する考察

以上のように、核種の拡散・放出に対する定量的評価手法を検討するためには核種の漏えい 地点の情報が必要であるが、入手されている漏えいに関する情報としては、観測点における核 種濃度の時刻歴情報であり、漏えい場所、漏えい濃度、漏えい時刻などの漏えい地点における 詳細な情報は確認されていない場合が多いと考えられる。そのため、観測点における核種濃度 時刻歴を用いた逆解析の手法について調査・検討を進めた。

一般的に構造モデルの最適化などの際に用いられる応答曲面法(RSM)や今般の人工知能 等の分野において活用されている遺伝的アルゴリズム(GA)を用いた手法の概要と適用性を 調査し、核種移行問題で用いる際の解析の流れを検討した。その後、平成26年度での核種移 行解析モデルを例とした遺伝的アルゴリズムによるGrey Modelによる試適用を試みたとこ ろ、核種の観測データが非常に限定された条件内での検討ではあるものの、入力データの調整 等を適切に実施することで同様な漏えいパターンの観測結果を類推できる可能性を見いだすこ とが出来た。

今後の課題としては、様々な濃度変化のパターンや仮想の観測データの量等を変化させて適応性を検討するとともに、地下水流動状況を変えた場合などについて、最適化問題への適用性をより詳細に調べる必要があると考える。特に試適用では核種の漏えいのパターンが単純なパルス的漏えいのみを想定していたため、今回は合致度が比較的良好であったと考えられ、今後は種々の漏えいパターンを試す必要がある。

6.9 まとめ

平成26年度の事業で実施した核種移行解析に関する技術的課題を踏まえ、地下水流動・核 種移行解析モデルの改良を行った。また、平成26年度の事業で整理したSr-90等の核種移行 パラメータを用いて、4章にて検討したシナリオを基礎とした地下水流動・核種移行に関する 感度解析を行い、各種対策への影響について知見及び課題を整理した。その結果、以下の様に 取りまとめることが出来た。

- IF タンクエリア内で生じた地層中での核種移行現象に関しては、どのくらいの期間、 どの位置で、どれくらいの量が漏えいしたのかといった基本的情報が不確かな状況であ る。また、地層の核種移行に係わるパラメータに関しても変動幅が大きく、降雨状況な ど地下水流動の変化にも強く依存するため、実際に生じた汚染現象の再現計算は困難で ある。そこで、予め想定できる範囲内でのパラメータ、流動状況、境界条件等を設定 し、核種移行計算によって、どのくらいの量が漏えいした場合には、特定の位置の観測 孔において早期に観測できる可能性があるのか、などの技術情報を整備しておくことが 重要となる。
- 核種の漏えいの仕方により、観測孔で観測される濃度の時間推移は特徴的な形状を示す 可能性があり、それらデータを対象地盤や対象核種を限定することで、ある程度推定す ることができる可能性がある。
- 汚染水対策に関わる地下水流動状況の変化に対応した、現実的シナリオに基づく核種移行解析を実施した。タンクエリアからの漏えいとして外堰地点からの漏えいを想定した場合、観測孔でのH-3 濃度の上昇には数10日程度の時間を要すると共に、初期濃度からのある程度の低下が見られるため、これら解析結果を参考情報とし、観測結果などと比較検討することで、核種移行状況をより詳細に捉えることが可能となると考えられる。
- 対象地盤での核種移行の感度解析結果から観測データの諸特性に着目し、比較検討あるいは何らかの逆解析的手法をもって汚染源を特定できる可能性が示された。しかしながら、ここでの検討は、地下水流動解析が現状をよく表現できている事を仮定した上での検討であり、地下水流動解析による現状の地下水流動を把握すること自体もまた、大きな技術的課題を含んでいる。
- 今後の課題としては、本検討で示した、観測データの形状データをもとに、より効率的 に再現するための課題は何かを抽出することであり、土木地質分野での逆問題の応用事 例等の研究事例を広範に調査する必要がある。その上で、数学的検証をかねた数値実験 等を繰り返し、核種移行解析手法の整備を進めると共に、逆問題への適用の可能性を検 討すべきであると考える。
- 核種の拡散・放出に対する定量的評価手法を検討するためには核種の漏えい地点の情報 が必要であるが、漏えい事故後に入手される情報としては、観測孔における核種濃度の 時刻歴情報であり、漏えい場所、漏えい濃度、漏えい時刻などの漏えい地点における詳 細な情報は不明の場合が多い。そのため、観測孔における核種濃度時刻歴を用いた逆解 析の手法について調査・検討を行った。応答曲面法(RSM)や遺伝的アルゴリズムを 用いた手法の適用性を調査し、解析の流れを検討した。また、遺伝的アルゴリズムによ る Grey Model による試適用を試みたところ、入力データの調整等を実施した上で、同 様な放出パターンの観測結果を類推できる可能性は示唆された。

参考文献

- [1] 日本原子力研究開発機構、平成26年度東京電力福島第一原子力発電所を対象とした核種移 行評価手法の整備報告書、平成27年3月.
- [2] 原子力規制庁、東京電力株式会社福島第一原子力発電所における汚染水タンクエリアの堰 内水の漏えいについて、平成27年9月16日.
- [3] 三木崇史、鈴木泰博、石沢昇、清水健、石川仁科、安松拓洋、根本浩、濱尾誠、秋元友寿 (2014):東京電力福島第一原子力発電所の海側土壌の分配係数の測定、日本原子力学会 「2014 年秋の大会」、F32.
- [4] 経済産業省廃炉・汚染水対策チーム会合/事務局会議(第27回)資料3-1.
- [5] 日本原子力研究開発機構:収着データベース (Sorption DataBase: SDB; JAEA-SDB)、 https://migrationdb.jaea.go.jp/.
- [6] 日本原子力研究開発機構、第13回地層処分研究開発・評価委員会(平成23年11月9日)、 資料13-2.
- [7] 原子力規制庁、特定原子力施設監視·評価検討会(平成 25 年 4 月 19 日)、資料 1-4.
- [8] 原子力規制庁、特定原子力施設監視·評価検討会(平成 25 年 6 月 14 日)、資料 4.
- [9] IAEA, Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Terrestrial and Freshwater Environments, TRS No. 364, (最新版は TRS-472).
- [10] 日本原子力研究開発機構:拡散データベース (Diffusion DataBase: DDB; JAEA-DDB)、 https://migrationdb.jaea.go.jp/.
- [11] 日本原子力研究開発機構、平成19年度放射性廃棄物の長期的評価手法の調査研究報告書、 平成20年3月.
- [12] Gelhar, L. W., Welty, C., Rehfeldt, K. R. (1992): A critical review of data on field-scale dispersion in aquifers. Water Resources Research, vol.28, no.7, pp.1955-1974.
- [13] Schulze-Makuch, D. (2005): Longitudinal dispersivity data and implications for scaling behavior. Ground Water, vol.43, no.3, pp.443-456.
- [14] 土木学会·応用力学委員会·逆問題小委員会、http://tcu-yoshida-lab.org/Inverse\_HP/index.html.
- [15] A. M. Abdelgawad, K. Watanabe, et. al., The origin of fluoroid-rich groundwater in Mizunami area, Japan – Mineralogy and geochemistry implications, Engineering Geology, 108, 76-85 (2009).
- [16] A. M. Abdelgawad, K. Watanabe, et. al., Estimating groundwater residence time using multiple regression model based on fluoride dessolution: exploration of possibilities, Environ Earth Sci., 60, 449-462 (2010).

# 7. まとめ

7. まとめ

本事業で得られた成果を以下に取りまとめる。

平成 27 年度事業においては、平成 26 年度の成果において課題となった解析結果の検証及び 数値解析に伴う技術的課題に対する検討を行った。また、平成 26 年度に構築した水理地質構 造モデルを用いて、各種対策に対して想定され得る範囲での感度解析を実施し、各種対策の効 果等を把握するための知見及び課題の整理を行った。

① タンクエリア等において起こり得る現実的なシナリオの検討

原子炉建屋等の滞留水及び汚染水タンクの管理並びに漏えいに関する対策が進められている ことから、これら汚染水対策の情報収集を進めた。また、護岸域等における諸対策が実施され ている状況を踏まえ、原子炉建屋周辺、タンクエリア等において発生の可能性のある事象やこ れら事象により起きる現象(シナリオ)を抽出し、各種対策への影響等について検討を行っ た。その結果、以下のことがわかった。

- 原因別のシナリオ伝搬図を統合して作成した総合シナリオ伝搬図から、全ての事象の連鎖 は地下水位コントロールに集約される結果となり、地下水位コントロールという対策項目 は漏えいを防止する「機能」の役割となっていることが明示された。
- 進捗しつつある各種汚染水対策について、最新の情報を踏まえて検討し、サブドレン、地下水ドレン等の揚水ポンプの長期間の故障や降雨等外部の水の大量の流入などの事象以外では、建屋内地下水と凍土壁内地下水との水位逆転現象が起こりにくいことが想定された。そのため、汚染水漏えいに対する現実的シナリオの整理を行い、感度解析においては、水収支の観点から、陸側遮水壁および海側遮水壁で囲われた範囲(壁内側)の最も水位が低くなる条件を想定し、どのような水位(および流量)バランスになるのかを検討すること及び水位逆転の可能性について考察することとした。
- タンクエリアでの汚染水の漏えいに対するシナリオの検討では、過去の漏えい事象を分析し、起因事象別に、汚染水発生起源としてのタンクからの汚染水漏えいとタンクエリア外における汚染水の発生事象をまとめた。また、地盤への汚染水漏えいの防護の役割を果たすタンクエリアにおける汚染水漏えい事象についても同様に取りまとめた。
- タンクエリアでの汚染水漏えいのシナリオとして、汚染物質がタンク等から漏えいし、フェーシングや側溝、堰堤などの汚染拡大を食い止めるための対策の機能欠損を受けて、地盤中へ漏えいするシナリオとしてとりまとめた。
- ② 凍土壁等の各種対策の影響に関する感度解析

凍土壁等の各種対策の影響に関する感度解析を検討した。平成26年度事業における検討を 基に、課題であった地下水流動解析モデルの改良、メッシュサイズの適切化、陸側遮水壁(海 側)における海水配管トレンチ非凍結部の取り入れ、キャリブレーションを含めた地下水流動 解析モデルの改良等を進めた。また、現実的シナリオの設定で検討した感度解析に関し、凍土 壁の運用により、地下水位が低下し、建屋内の汚染水が建屋周囲に漏えいする可能性に着目 し、いくつかの解析ケースでの建屋側壁での水位、建屋側壁内外での水位差を取りまとめた。 その結果、以下のことがわかった。

● 事業者による汚染水対策全般の地下水流動への影響を把握するため、事業者の計画形状

に対する解析を実施した。汚染水の流出可能性となる建屋内外の地下水位の水位差に着 目するため、水理コントロール機能である、サブドレン、地下水ドレンは機能しないと 仮定して解析を実施した。その結果、事業者の計画形状のケースでは、水位差は1~4 号機において 0.29~0.40m の値を示し、その平均値は 0.33m と評価できた。これによ り、想定したシナリオ内での水位の逆転による汚染水の地盤への流出の可能性は少ない ことがわかった。

- 建屋側壁内外の水位がより逆転しやすくなる条件として、過去40年間の最少降雨量となった場合のケースにおいて解析を実施した。その結果、水位差は1~4号機において0.11~0.30mの値を示し、その平均値は0.22mと評価できた。また、最小の水位差は3号機原子炉建屋側壁において約0.11mとなると評価され、より厳しい条件下においても建屋側壁内外の水位の逆転が生じる可能性は少ないことがわかった。
- 各種汚染水対策に対する水位の変化と建屋流入量への影響を把握するため、凍土壁遮水
   性と建屋近傍でのフェーシングの有無による影響を定量的に評価した。
- 一連の感度解析の結果では地下水ドレン・サブドレンの機能が働かない場合を想定したが、その状況下においても、凍土壁の遮水性が維持され、建屋近傍フェーシング対策等が適切に機能すれば、汚染水対策の「水を近づけない」対策として有効に機能することがわかった。
- 今後の課題として、地下水流動モデルの更新に関しては、透水係数等の重要パラメータ に関する情報収集を継続しつつ、各種汚染水対策が実施されていくことを踏まえて非定 常解析を視野に入れた解析モデルの更新を行う必要があること、事業者からの公表情報 を収集・分析し、計画の変更に伴う、これまで検討していないあるいは想定していない ケース等についてチェックをしていく必要があることなどが抽出できた。

#### ③ タンクエリアにおける漏えいした放射性物質の移行に関する感度解析

平成26年度事業で実施した核種移行解析に関する技術的課題を踏まえ、地下水流動・核種 移行解析モデルの改良を行った。また、平成26年度事業で整理したSr-90等の核種移行パラ メータを用いて、①にて検討したシナリオを基礎とした地下水流動・核種移行に関する感度解 析を行い、各種対策への影響について知見及び課題を整理した。その結果、以下の様に取りま とめることができた。

- IF タンクエリア内で生じた地層中での核種移行現象に関しては、どのくらいの期間、 どの位置で、どれくらいの量が漏えいしたのかといった基本的情報が不確かな状況であ る。また、地層の核種移行に係わるパラメータに関しても変動幅が大きく、降雨状況な ど地下水流動の変化にも強く依存するため、実際に生じた汚染現象の再現計算は困難で ある。そこで、予め想定できる範囲内でのパラメータ、流動状況、境界条件等を設定 し、核種移行計算によって、どのくらいの量が漏えいした場合には、特定の位置の観測 孔において早期に観測できる可能性があるのか、などの技術情報を整備しておくことが 重要となる。
- 核種移行の漏えいの仕方により、観測孔で観測される濃度の時間推移は特徴的な形状を 示す可能性があり、それらデータを対象地盤や対象核種を限定することで、ある程度推 定することができる可能性がある。しかしながら、ここでの検討は、地下水流動解析が 現状をよく表現できている事を仮定した上での検討であり、地下水流動解析による現状 の地下水流動を把握すること自体もまた、大きな技術的課題を含んでいる。

- 汚染水対策に関わる地下水流動状況の変化に対応した、現実的シナリオに基づく核種移行解析を実施した。タンクエリアからの漏えいとして外堰地点からの漏えいを想定した場合、観測孔でのH-3 濃度の上昇には数10日程度の時間を要すると共に、初期濃度からのある程度の低下が見られるため、これら解析結果を参考情報とし、観測結果などと比較検討することで、核種移行状況をより詳細に捉えることが可能となると考えられる。
- 核種の拡散・放出に対する定量的評価手法を検討するためには核種の漏えい地点の情報 が必要であるが、入手される漏えいに関する情報としては、観測孔における核種濃度の 時刻歴情報であり、漏えい場所、漏えい濃度、漏えい時刻などの漏えい地点における詳 細な情報は不明である場合が多い。そのため、観測点における核種濃度時刻歴を用いた 逆解析の手法について調査・検討を行った。応答曲面法(RSM)や遺伝的アルゴリズ ムを用いた手法の適用性を調査し、解析の流れを検討した。また、遺伝的アルゴリズム による Grey Model による試適用を試みたところ、入力データの調整等を実施した上 で、同様な放出パターンの観測結果を類推できる可能性は示唆された。
- 今後の課題としては、本検討で示した、観測データの濃度変化の形状をもとにより効率 的に再現するための技術的課題を抽出することであり、土木地質分野での逆問題の応用 事例等の研究事例を広範に調査する必要がある。その上で、数学的検証をかねた数値実 験等を繰り返し、核種移行解析手法の整備を進めると共に、逆問題への適用の可能性を 検討すべきであると考える。

# 添付資料集 (Appendix)

- Appendix A 検討委員会委員名簿および検討委員会開催日
- Appendix B 事象分析結果・事象シナリオ取り纏め表
- Appendix C 全水頭鳥瞰図および全水頭水平断面図(標高 0m、標高-10m)
- Appendix D 水位図 垂直断面(1号機~4号機)
- Appendix E 各建屋断面における水位値について
- Appendix F Case0 および Case1 に対する地下水流路解析結果

Appendix A 検討委員会委員名簿および検討委員会開催日

「東京電力福島第一原子力発電所を対象とした核種移行評価手法に関する検討委員会」

1. 委員名簿

	氏 名	所属・職位
委員長	登坂博行	東京大学大学院工学系研究科 教授
委員	長田 昌彦	埼玉大学大学院理工学研究科 准教授
,,,	塚本 斉	国立研究開発法人産業技術総合研究所 地質調査総合センター 活断層・火山研究部門水文地質研究グループ長

#### 2. 開催日

- (1) 平成27年度第1回「東京電力福島第一原子力発電所を対象とした核種移行評価手法に 関する検討委員会」
  - 1. 日時:平成27年10月5日(月) 13:30~15:30
  - 2. 場所: 航空会館 203会議室
- (2) 平成27年度第2回「東京電力福島第一原子力発電所を対象とした核種移行評価手法に 関する検討委員会」
  - 1. 日時:平成28年1月7日(木) 10:00~12:00
  - 2. 場所:航空会館 801会議室
- (3) 平成27年度第3回「東京電力福島第一原子力発電所を対象とした核種移行評価手法に 関する検討委員会」
  - 1. 日時:平成28年3月7日(月) 10:00~12:00
  - 2. 場所:航空会館 204会議室

Appendix B 事象分析結果・事象シナリオ取り纏め表

- B-1 事象分析結果 取り纏め表-1
- B-2 事象分析結果 取り纏め表-2 タンクエリア箇所
- B-3 事象シナリオ 取り纏め表-1
- B-4 事象シナリオ 取り纏め表-2 タンクエリア箇所

# B-1 事象分析結果 取り纏め表-1

事象番号	-	発生個所		起因事象	結果事象	発生状況	影響を与える先
T – 1	· 対象 ▼		内部/外	詳細 王 三 三 三 三 三 三 三 三 三 三 三 三 三 三 三 三 三 三	☆ 控 朝	▼	マンクエリア
I _ 2	527 57,5	<u>  </u>	内部重免	<u>松牛労</u> 化		<u>运</u> 市	かっクエリア
	<u> </u>		内如主务	松牛労化	行な叩吹   肉皮  ころの) 調えい	运击 [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] [	タンクエリア
I - 3 I - 4	タンク	鋼製角形タンク(溶接)	内部事象	経年劣化	溶接部隙間腐食による漏えい 溶接部隙間腐食による漏えい	通常	タンクエリア
<u>I – 5</u> I – 6	タンク タンク	鋼製角形タンク(溶接+フランジ接合) 雨水受けタンク	<u>内部事象</u> 内部事象	経年劣化 経年劣化	溶接部隙間腐食による漏えい  溶接部隙間腐食による漏えい	<u>通常</u> 通常	タンクエリア タンクエリア
<u>I - 7</u>	タンク	鋼製円筒型タンク(フランジ接合)	内部事象	経年劣化	タンク腐食による漏えい	通常	タンクエリア
I – 8	タンク	鋼製円筒型タンク(溶接)	内部事象	経年劣化	タンク腐食による漏えい	通常	タンクエリア
<u>I - 9</u>	タンク	鋼製横置きタンク(溶接) 細制色形ないの(溶接)	内部事象	経年劣化 経年少化	タンク腐食による漏えい	通常	タンクエリア
I – 10 I – 11	タンクタンク	鋼製角形タンク(溶接) 鋼製角形タンク(溶接+フランジ接合)	内部事象	経年劣化	タンク腐良による漏えい	通常	タンクエリア
<u>I – 12</u> I – 13	タンク タンク	雨水受けタンク 鋼製円筒型タンク(フランジ接合)	<u>内部事象</u> 内部事象	<u>経年劣化</u> 経年劣化	タンク腐食による漏えい 配管接続部差し込み型フランジ腐食による漏えい	<u>通常</u> 通常	タンクエリア タンクエリア
I – 14	タンク	鋼製円筒型タンク(溶接)	内部事象	経年劣化	配管接続部差し込み型フランジ腐食による漏えい	诵常	タンクエリア
I - 15	タンク	鋼製構置きタンク(溶接)	内部事象	经年尘化	配管接続部業」込み型フランジ度食による漏えい	~~~~ 诵堂	タンクエリア
<u>I - 16</u>	タンク	鋼製角形タンク(溶接) 鋼制角形タンク(溶接)	内部事象	経年劣化	配管接続部差し込み型フランジ腐食による漏えい	通常	タンクエリア
<u>I</u> – 17 I – 18	タンク	調要用形タンク(浴接+フランシ接合) 雨水受けタンク	内部事象	経年劣化	配管接続部差し込み型フランジ旗食による漏えい 配管接続部差し込み型フランジ旗食による漏えい	通常	タンクエリア
<u>I</u> – 19 I – 20	タンク タンク	鋼製横置きタンク(溶接) 鋼製円筒型タンク(フランジ接合)	<u>内部事象</u> 内部事象	経年劣化 経年劣化	タンク間接続ホースからの漏えい 円筒形タンク(フランジ型)フランジ部パッキンの劣化	通常 通常	タンクエリア タンクエリア
<u>I – 21</u> I – 22	タンクタンク	<u>鋼製円筒型タンク(フランジ接合)</u> 鋼製角形タンク(溶接+フランジ接合)	<u>内部事象</u> 内部事象	<u>経年劣化</u> 経年劣化	円筒形タンク(フランジ型)フランジ部パッキンの劣化 円筒形タンク(フランジ型)フランジ部パッキンの劣化	<u>通常</u> 通常	タンクエリア タンクエリア
I – 23	タンク	鋼製円筒型タンク(フランジ接合)	内部事象	ヒューマンエラー	開閉操作ミスによるタンクからの汚染水の溢れだし	通常	タンクエリア
I – 24	タンク	鋼製円筒型タンク(溶接)	内部事象	ヒューマンエラー	開閉操作ミスによるタンクからの汚染水の溢れだし	通常	タンクエリア
I - 25	タンク	鋼製横置きタンク(溶接)	内部事象	ヒューマンエラー	開閉操作ミスによるタンクからの汚染水の溢れだし	通常	タンクエリア
<u>I – 26</u> I – 27	タンク タンク	鋼製角形タンク(溶接)  鋼製角形タンク(溶接+フランジ接合)	<u>内部事家</u> 内部事象	ビューマンエラー ビューマンエラー	開閉操作ミスによるタンクからの汚染水の溢れたし  開閉操作ミスによるタンクからの汚染水の溢れだし	通常 通常	タンクエリア タンクエリア
I – 28 I – 29	タンク タンク	雨水受けタンク 鋼製円筒型タンク(フランジ接合)	<u>内部事象</u> 内部事象	ヒューマンエラー ヒューマンエラー	開閉操作ミスによるタンクからの汚染水の溢れだし 配管接続ミスによるタンクからの汚染水の溢れだし	<u>通常</u> 工事	タンクエリア タンクエリア
I - 30	タンク	鋼製円筒型タンク(溶接)	内部事象	- ヒューマンエラー	配管接続ミスによるタンクからの汚染水の溢れだし	工事	タンクエリア
I - 21	メニック タンク	ala ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) (	··デ ∽ 内部主免		記憶接続ミスによるタンクからの汚染水の沿れた!	  	メニ / ー / / タンクエリア
<u>I</u> - <u>32</u>	タンク	鋼製角形タンク(溶接) 鋼制角形タンク(溶接)	内部事象	・ ヒューマンエラー	記管接続ミスによるタンクからの汚染水の海10にし 配管接続ミスによるタンクからの汚染水の海れだし	 工事 	タンクエリア
1 - 33 I - 34	タンク	調器円加タンク(浴抜+ノフンン送合) 鋼製円筒型タンク(フランジ接合)	17] <b></b> 可 可 可 可 予 予 家	<u> ニュー × ノエフー</u> 運用上の要因	ILLEは称にへによるマンソンからの万米水の溢れたし タンク容量を超える汚染水の移送による溢れだし	<del>上世</del> 緊急時	ランクエリア タンクエリア
I – 35	タンク	鋼製円筒型タンク(溶接)	内部事象	運用上の要因	タンク容量を超える汚染水の移送による溢れだし	緊急時	タンクエリア
I – 36	タンク	鋼製横置きタンク(溶接)	内部事象	運用上の要因	タンク容量を超える汚染水の移送による溢れだし	緊急時	タンクエリア
<u>I - 37</u> I - 38	タンクタンク	鋼製角形タンク(溶接) 鋼製角形タンク(溶接+フランジ接合)	<u>内部事象</u> 内部事象	運用上の要因 運用上の要因	タンク容量を超える汚染水の移送による溢れだし タンク容量を超える汚染水の移送による溢れだし。	緊急時 緊急時	タンクエリア タンクエリア
I - 39	タンク	水抜きタンク	内部事象	リプレース工事	タンク解体に伴う汚染水の流出	工事	タンクエリア
I - 40 I - 41	タンク	鋼製円筒型タンク(フランジ接合)	外部事象	雨	ランク解体に除して生した廃村に <u>対着した汚染物が時水により流出</u> 雨によりタンク付着の汚染物の洗い流しによる流出	降雨時	タンクエリア
I – 42	タンク	鋼製円筒型タンク(溶接)	外部事象	雨	雨によりタンク付着の汚染物の洗い流しによる流出	降雨時	タンクエリア
I – 43	タンク	鋼製横置きタンク(溶接)	外部事象	雨	雨によりタンク付着の汚染物の洗い流しによる流出	降雨時	タンクエリア
<u>I - 44</u> I - 45	タンク タンク	鋼製角形タンク(溶接) 鋼製角形タンク(溶接+フランジ接合)	<u>外部事象</u> 外部事象	雨 雨	雨によりタンク付着の汚染物の洗い流しによる流出 雨によりタンク付着の汚染物の洗い流しによる流出	<u>降雨時</u> 隆雨時	タンクエリア タンクエリア
I – 46	<i>b</i> > <i>b</i>	*#**				84	かっクエリア
<u> </u>	ダンク	小扱さダンク あ水 受けない力	<u>外部事家</u> <u> </u>	雨	雨によりタンク付着の汚染物の洗い流しによる流出	降雨時	タンクエリア
<u>I - 47</u> <u>I - 48</u>	タンク タンク タンク	小板さメンソ 雨水受けタンク 鋼製円筒型タンク(フランジ接合)	<u>外部事象</u> <u>外部事象</u> 外部事象	<ul> <li>雨</li> <li>台風・竜巻</li> </ul>	雨によりタンク付着の汚染物の洗い流しによる流出 タンク容量を超える堰内汲上水の移送による溢れだし 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい	降雨時 降雨時 台風·竜巻	タンクエリア タンクエリア タンクエリア
<u>I - 47</u> <u>I - 48</u> <u>I - 49</u>	タンク タンク タンク タンク	小板さシンク 雨水受けタンク 鋼製円筒型タンク(フランジ接合) 鋼製円筒型タンク(溶接)	<u>外部事象</u> <u>外部事象</u> <u>外部事象</u> 外部事象	雨 一 合風・竜巻 台風・竜巻	雨によりタンク付着の汚染物の洗い流しによる流出 タンク容量を超える堰内波上水の移送による溢れだし 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい	降雨時 	タンクエリア タンクエリア タンクエリア タンクエリア
$ \begin{array}{rrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrr$	タンク タンク タンク タンク タンク タンク	小板さシンク 雨水受けタンク 鋼製円筒型タンク(フランジ接合) 鋼製円筒型タンク(溶接) 鋼製横置きタンク(溶接)	<u>外部事象</u> <u>外部事象</u> <u>外部事象</u> 外部事象 外部事象 <u>外部事象</u>	雨 雨 台風・竜巻 台風・竜巻 台風・竜巻	雨によりタンク付着の汚染物の洗い流しによる流出 タンク容量を超える堰内汲上水の移送による溢れだし 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい	峰雨時             降雨時             台風・竜巻             台風・竜巻             台風・竜巻	タンクエリア タンクエリア タンクエリア タンクエリア タンクエリア
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$		小板さシンク 雨水受けタンク 鋼製円筒型タンク(フランジ接合) 鋼製円筒型タンク(溶接) 鋼製機置きタンク(溶接) 鋼製機置きタンク(溶接) 鋼製角形タンク(溶接+フランジ接合) 水抜きタンク	外部事象	<ul> <li>雨</li> <li></li></ul>	雨によりタンク付着の汚染物の洗い流しによる流出 タンク容量を超える堰内波上水の移送による溢れだし 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい	<u>降雨時</u> 降雨時 台風・竜巻 台風・竜巻 台風・竜巻 台風・竜巻 台風・竜巻	タンクエリア タンクエリア タンクエリア タンクエリア タンクエリア タンクエリア タンクエリア
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	\$20           \$20	小板さシンク 雨水受けタンク 鋼製円筒型タンク(フランジ接合) 鋼製円筒型タンク(溶接) 鋼製横置きタンク(溶接) 鋼製横置きタンク(溶接+フランジ接合) 水抜きタンク 鋼製円筒型タンク(フランジ接合)	外部事象           外部事象           外部事象           外部事象           外部部事象           外部部事象           外部部事象           外部部事象           外部部事象           外部部事事象           外部部事事象           外部部事事象           外部部事事象           外部部事事象           外部部事事象           外部部事事象           外部部事事象	<ul> <li>雨</li> <li>一台風・竜巻</li> <li>台風・竜巻</li> <li>台風・竜巻</li> <li>台風・竜巻</li> <li>台風・竜巻</li> <li>台風・竜巻</li> <li>地震</li> </ul>	<ul> <li>雨によりタンク付着の汚染物の洗い流しによる流出</li> <li>タンク容量を超える堰内波上水の移送による溢れだし</li> <li>飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい</li> <li>飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい</li> <li>飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい</li> <li>飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい</li> <li>飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい</li> <li>ペンク損傷に伴う漏えい</li> <li>ペンク損傷に伴う漏えい</li> </ul>	<u>降</u> 雨時 降雨。時 台風・竜巻 台風・竜巻 台風・竜巻 台風・竜巻 台風・竜巻 台風・竜巻 台風・竜巻 台風・竜巻 台風・竜巻	タンクエリア タンクエリア タンクエリア タンクエリア タンクエリア タンクエリア タンクエリア タンクエリア
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	320           \$20	<ul> <li>小抜さシンク 雨水受けタンク 鋼製円筒型タンク(フランジ接合)</li> <li>鋼製円筒型タンク(溶接)</li> <li>鋼製横置きタンク(溶接)</li> <li>鋼製備置きタンク(溶接)</li> <li>鋼製角形タンク(溶接+フランジ接合)</li> <li>小抜きタンク</li> <li>鋼製円筒型タンク(フランジ接合)</li> <li>鋼製円筒型タンク(溶接)</li> </ul>	<u>外部事象</u> <u>外部事象</u> <u>外部事象</u> <u>外部事象</u> <u>外部事象象</u> <u>外部事象象</u> <u>外部事象象</u> <u>外部事象象</u>	雨       一       台風・竜巻       台風・竜巻       台風・竜巻       台風・竜巻       台風・竜巻       台風・竜巻       地震       地震	<ul> <li>雨によりタンク付着の汚染物の洗い流しによる流出</li> <li>タンク容量を超える堰内返上水の移送による溢れだし</li> <li>飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい</li> <li>ペス・物によるタンク損傷に伴う漏えい</li> <li>ペス・物によるタンク損傷に伴う漏えい</li> <li>ペス・物によるタンク損傷に伴う漏えい</li> <li>ペス・物によるタンク損傷に伴う漏えい</li> <li>ペス・物によるタンク損傷に伴う漏えい</li> <li>ペンク付属機器損傷に伴う漏えい</li> </ul>	<u>降</u> 雨時 谷風・竜巻 台風・竜巻 台風・竜巻 台風・竜巻 台風・竜巻 台風・竜巻 地震 地震	
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	320       320	<ul> <li>小板さマシワ 雨水受けタンク</li> <li>鋼製円筒型タンク(フランジ接合)</li> <li>鋼製円筒型タンク(溶接)</li> <li>鋼製横置きタンク(溶接)</li> <li>鋼製角形タンク(溶接+フランジ接合)</li> <li>水抜きタンク</li> <li>鋼製円筒型タンク(フランジ接合)</li> <li>鋼製円筒型タンク(フランジ接合)</li> <li>鋼製円筒型タンク(溶接)</li> <li>鋼製横置きタンク(溶接)</li> </ul>	外部事象           外部事象           外部事事象           外部事事事象           外部事事事象           外部事事事象           外部事事事事事事事事事事事事事事事事事事事事事事事事事事事事事事事事事事事事	肉       南       台風·竜巻       台風·竜巻       台風·竜巻       台風·竜巻       地震       地震	<ul> <li>雨によりタンク付着の汚染物の洗い流しによる流出</li> <li>タンク容量を超える堰内波上水の移送による溢れだし</li> <li>飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい</li> <li>飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい</li> <li>飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい</li> <li>飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい</li> <li>飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい</li> <li>タンク付属機器損傷に伴う漏えい</li> <li>タンク付属機器損傷に伴う漏えい</li> <li>タンク付属機器損傷に伴う漏えい</li> </ul>	<u>降</u> 降風・ ・ 竜 巻 台 一 血 、 竜 巻 - 台 一 血 、 竜 巻 - 台 一 血 ・ 竜 巻 - 台 一 血 ・ 竜 巻 - - - - 竜 巻 - - - - - - - - 竜 巻 - - - - - - - - - - - - -	
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	920       920	<ul> <li>小板さマンワ 南水受けタンク </li> <li>鋼製円筒型タンク(フランジ接合) </li> <li>鋼製円筒型タンク(溶接) </li> <li>鋼製角形タンク(溶接) </li> <li>鋼製角形タンク(溶接)</li> <li>鋼製円筒型タンク(フランジ接合) </li> <li>鋼製円筒型タンク(フランジ接合) </li> <li>鋼製円筒型タンク(フランジ接合) </li> <li>鋼製用筒型タンク(溶接) </li> <li>鋼製角形タンク(溶接) </li> <li>鋼製角形タンク(溶接) </li> <li>鋼製角形タンク(溶接) </li> </ul>	外部事象           外部事象           外部事象           外部事象           外部部事象           外部部事象           外部部事象           外部部事象           外部部事象           外部部事象           外部部事象           外部部事事象           外部部事事象           外部部事事象           外部部事事象           外部部事事象           外部部事事事象           外部部事事事象           外部部事事事象           外部部事事事象           外部部事事事象           外部部事事事事事事事事事事事事事事事事事事事事事事事事事事事事事事事事事事事	<ul> <li>雨</li> <li>一台風・竜巻</li> <li>台風・竜巻</li> <li>台風・竜巻</li> <li>台風・竜巻</li> <li>台風・竜巻</li> <li>台風・竜巻</li> <li>地震</li> <li>地震</li> <li>地震</li> <li>地震</li> </ul>	雨によりタンク付着の汚染物の洗い流しによる流出 タンク容量を超える堰内返上水の移送による溢れだし 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい ペネ物によるタンク損傷に伴う漏えい ペネ物によるタンク損傷に伴う漏えい ペネ物によるタンク損傷に伴う漏えい ペネ物によるタンク損傷に伴う漏えい ペネ物によるタンク損傷に伴う漏えい ペネ物によるタンク損傷に伴う漏えい ペネ物によるタンク損傷に伴う漏えい ペンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい	<u>降降</u> 雨雨 ・ 竜 巻 合 点 ・ 竜 巻 き 巻 - 合 二 点 ・ 竜 巻 - 合 二 合 二 点 ・ 竜 巻 - 合 二 合 二 点 ・ 竜 巻 - - - - - - - - - - - - -	シンクエリア           タンクエリア
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	320       320	<ul> <li>小技さクシワ 雨水受けタンク</li> <li>鋼製円筒型タンク(フランジ接合)</li> <li>鋼製円筒型タンク(溶接)</li> <li>鋼製債置きタンク(溶接)</li> <li>鋼製用筒型タンク(溶接+フランジ接合)</li> <li>水抜きタンク</li> <li>鋼製円筒型タンク(フランジ接合)</li> <li>鋼製用筒型タンク(溶接)</li> <li>鋼製角形タンク(溶接)</li> <li>鋼製角形タンク(溶接)</li> <li>鋼製角形タンク(溶接)</li> <li>鋼製角形タンク(溶接)</li> <li>鋼製角形タンク(溶接)</li> <li>鋼製角形タンク(溶接)</li> <li>鋼製用筒型タンク(溶接)</li> <li>鋼製用の筒型タンク(溶接)</li> <li>鋼製用の筒型タンク(溶接)</li> <li>鋼製用の筒型タンク(溶接)</li> <li>鋼製用の筒型タンク(溶接)</li> <li>鋼製用の筒型タンク(溶接)</li> </ul>	外部事事         条           外部部         部部           外部部         部           新部         部           小         外部部           外部部         部           外部部         第           小         小           小         小           小         小           小         小           小         小           小         小           小         小           小         小           小         小           小         新           小         小           小         小           小         小           小         小           小         小           小         小           小         新           小         新           小         新           小         新           小         新           小         新	肉       雨       台風·竜巻       台風·竜巻       台風·竜巻       台風·竜巻       台風·竜巻       台風·竜巻       地震       地震       地震       地震	<ul> <li>雨によりタンク付着の汚染物の洗い流しによる流出</li> <li>タンク容量を超える堰内返上水の移送による溢れだし</li> <li>飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい</li> <li>飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい</li> <li>飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい</li> <li>飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい</li> <li>ペンク付属機器損傷に伴う漏えい</li> <li>タンク付属機器損傷に伴う漏えい</li> <li>タンク付属機器損傷に伴う漏えい</li> <li>タンク付属機器損傷に伴う漏えい</li> <li>タンク付属機器損傷に伴う漏えい</li> <li>タンク付属機器損傷に伴う漏えい</li> <li>タンク付属機器損傷に伴う漏えい</li> <li>タンク付属機器損傷に伴う漏えい</li> <li>タンク付属機器損傷に伴う漏えい</li> <li>タンク付属機器損傷に伴う漏えい</li> <li>メンク付属機器損傷に伴う漏えい</li> <li>メンク付属機器損傷に伴う漏えい</li> <li>メンク付属機器損傷に伴う漏えい</li> <li>メンク付属機器損傷に伴う漏えい</li> <li>メンク付属機器損傷に伴う漏えい</li> </ul>	<u>降降</u> 時 時 時 時 時 時 着 着 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台	タンクエリア
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	320       320	小板さマンワ 南水受けタンク 鋼製円筒型タンク(フランジ接合) 鋼製円筒型タンク(溶接) 鋼製構置きタンク(溶接) 鋼製角形タンク(溶接) 鋼製円筒型タンク(フランジ接合) 鋼製円筒型タンク(フランジ接合) 鋼製機置きタンク(溶接) 鋼製機置きタンク(溶接) 鋼製角形タンク(溶接) 鋼製角形タンク(溶接) 鋼製用筒型タンク(溶接) 鋼製用筒型タンク(溶接) 鋼製用筒型タンク(溶接) 鋼製用筒型タンク(溶接) 鋼製用筒型タンク(フランジ接合) 鋼製円筒型タンク(フランジ接合) 鋼製円筒型タンク(容接)	外部事象           外部部           外部部           新部           小部部           新部           小部部           新部           小部部           新           小部部           小部           小部 <td>雨       古風・竜巻       台風・竜巻       台風・竜巻       台風・竜巻       台風・竜巻       台風・竜巻       地震       地震</td> <td>雨によりタンク付着の汚染物の洗い流しによる流出           タンク容量を超える堰内返上水の移送による溢れだし           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク損傷に伴う漏えい           タンク損傷に伴う漏えい           タンク対し属機器損傷に伴う漏えい</td> <td><u>降降</u> 時 時 時 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台</td> <td>タンクエリア           タンクエリア           タンクエリア</td>	雨       古風・竜巻       台風・竜巻       台風・竜巻       台風・竜巻       台風・竜巻       台風・竜巻       地震	雨によりタンク付着の汚染物の洗い流しによる流出           タンク容量を超える堰内返上水の移送による溢れだし           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク損傷に伴う漏えい           タンク損傷に伴う漏えい           タンク対し属機器損傷に伴う漏えい	<u>降降</u> 時 時 時 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台	タンクエリア
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	820       820	小板さマンク 調製円筒型タンク(フランジ接合) 鋼製円筒型タンク(フランジ接合) 鋼製用筒型タンク(溶接) 鋼製角形タンク(溶接) 鋼製用筒型タンク(溶接) 鋼製用筒型タンク(フランジ接合) 鋼製用筒型タンク(フランジ接合) 鋼製用筒型タンク(溶接) 鋼製角形タンク(溶接) 鋼製用筒型タンク(溶接) 鋼製用筒型タンク(溶接) 鋼製用筒型タンク(溶接) 鋼製用筒型タンク(溶接) 鋼製用筒型タンク(溶接) 鋼製用筒型タンク(溶接) 鋼製用筒型タンク(溶接) 鋼製用筒型タンク(溶接) 鋼製用筒型タンク(溶接)	外         外         外         外         外         外         部         3	雨         台風·竜巻         台風·竜巻         台風·竜巻         台風·竜巻         台風·竜巻         台風·竜巻         地震	<ul> <li>雨によりタンク付着の汚染物の洗い流しによる流出</li> <li>タンク容量を超える堰内返上水の移送による溢れだし</li> <li>飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい</li> <li>飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい</li> <li>飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい</li> <li>飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい</li> <li>ペンク付属機器損傷に伴う漏えい</li> <li>タンク付属機器損傷に伴う漏えい</li> <li>タンク付属機器損傷に伴う漏えい</li> <li>タンク付属機器損傷に伴う漏えい</li> <li>タンク付属機器損傷に伴う漏えい</li> <li>タンク付属機器損傷に伴う漏えい</li> <li>シンク付属機器損傷に伴う漏えい</li> <li>シンク付属機器損傷に伴う漏えい</li> <li>シンク付属機器損傷に伴う漏えい</li> <li>シンク付属機器損傷に伴う漏えい</li> <li>地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい</li> <li>地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい</li> <li>地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい</li> </ul>	<u>降降</u> 時 時 時 時 時 市 竜 巻 巻 二 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台	シンクエリア           タンクエリア
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	320       320	小板さマンク 雨水受けタンク 鋼製円筒型タンク(フランジ接合) 鋼製円筒型タンク(溶接) 鋼製石筒型タンク(溶接) 鋼製石筒型タンク(溶接) 鋼製用筒型タンク(フランジ接合) 網製円筒型タンク(フランジ接合) 鋼製債置きタンク(溶接) 鋼製債置きタンク(溶接) 鋼製用筒型タンク(溶接) 鋼製用筒型タンク(フランジ接合) 水抜きタンク 鋼製用筒型タンク(溶接) 鋼製用筒シク(溶接)	外         外         外         外         外         外         新         部         해	雨         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         地震	<ul> <li>雨によりタンク付着の汚染物の洗い流しによる流出</li> <li>タンク容量を超える堰内波上水の移送による溢れだし</li> <li>飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい</li> <li>飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい</li> <li>飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい</li> <li>飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい</li> <li>飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい</li> <li>タンク付属機器損傷に伴う漏えい</li> <li>タンク付属機器損傷に伴う漏えい</li> <li>タンク付属機器損傷に伴う漏えい</li> <li>タンク付属機器損傷に伴う漏えい</li> <li>タンク付属機器損傷に伴う漏えい</li> <li>タンク付属機器損傷に伴う漏えい</li> <li>タンク付属機器損傷に伴う漏えい</li> <li>タンク付属機器損傷に伴う漏えい</li> <li>タンク付属機器損傷に伴う漏えい</li> <li>地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい</li> <li>地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい</li> <li>地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい</li> <li>地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい</li> <li>地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい</li> <li>地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい</li> <li>地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい</li> </ul>	降降     台       台     台       市     竜       台     台       市     竜       竜     竜       音     竜       台     台       地     地       地<	タンクエリア
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	×ンク	ハ(はマシク)     「 南水受けタンク     銅製円筒型タンク(フランジ接合)     鋼製円筒型タンク(溶接)     鋼製価置きタンク(溶接)     鋼製角形タンク(溶接)     鋼製円筒型タンク(フランジ接合)     鋼製円筒型タンク(フランジ接合)     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     鋼製価置きタンク(溶接)     鋼製角形タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     水抜きタンク     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製角形タンク(溶接)	外         小         加         加         加         加         加         加         加         加         加         加         加         加	雨          台風・竜巻          台風・竜巻          台風・竜巻          台風・竜巻          台風・竜巻          地震	雨によりタンク付着の汚染物の洗い流しによる流出           タンク容量を超える堰内返上水の移送による溢れだし           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい	<u>降降合</u> 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台	タンクエリア
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	×シク     ×シ	小板さマンク     「商水受けタンク     鋼製円筒型タンク(フランジ接合)     鋼製円筒型タンク(溶接)     鋼製角形タンク(溶接)     鋼製角形タンク(溶接+フランジ接合)     鋼製用筒型タンク(溶接+フランジ接合)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製角形タンク(溶接)     鋼製角形タンク(溶接)     鋼製角形タンク(溶接)     鋼製角形タンク(溶接)     鋼製角形タンク(溶接)	外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外	雨         台風·竜巻         台風·竜巻         台風·竜巻         台風·竜巻         台風·竜巻         地震         経年劣化         経年劣化	<ul> <li>雨によりタンク付着の汚染物の洗い流しによる流出</li> <li>タンク容量を超える堰内返上水の移送による溢れだし</li> <li>飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい</li> <li>飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい</li> <li>飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい</li> <li>飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい</li> <li>飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい</li> <li>ペンク付属機器損傷に伴う漏えい</li> <li>タンク付属機器損傷に伴う漏えい</li> <li>タンク付属機器損傷に伴う漏えい</li> <li>タンク付属機器損傷に伴う漏えい</li> <li>タンク付属機器損傷に伴う漏えい</li> <li>タンク付属機器損傷に伴う漏えい</li> <li>タンク付属機器損傷に伴う漏えい</li> <li>タンク付属機器損傷に伴う漏えい</li> <li>タンク付属機器損傷に伴う漏えい</li> <li>シク付属機器損傷に伴う漏えい</li> <li>地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい</li> </ul>	降降台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 地 地 地 地	タンクエリア
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$		ハ (法マシク)     「商水受けタンク     銅製円筒型タンク(フランジ接合)     鋼製円筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     鋼製債置きタンク(溶接)     鋼製債置きタンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     水抜きタンク     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     鋼製債置きタンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     鋼製用筒型タンク(アランジ接合)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製角形タンク(溶接)     鋼製角形タンク(溶接)     鋼製角形タンク(溶接)     鋼製角形タンク(溶接)     鋼製角形タンク(溶接)     鋼製角形タンク(溶接)     鋼製角形タンク(溶接)     雪製	外         外	雨         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         地震         とコーマンエラー         ヒューマンエラー         ヒューマンエラー	雨によりタンク付着の汚染物の洗い流しによる流出           タンク容量を超える堰内返上水の移送による溢れだし           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい           配合を続きえによるホースの破裂に伴う漏えい           配合           配合           配合           水           の場によるホースの破裂に伴う漏えい	降降台 台 台台台台地 地地地地地 地地地地地地 地地地地地地 地地地地地 地地地地地 地地地地地 地地地地地 地地地地地 地地地 地地地地 地地地 地地地 地地地 地地地 地地地 地地地 地地地 地地地 地地 地地地 地地 <td>&gt;&gt;&gt;&gt;&gt;&gt;&gt;           &gt;&gt;&gt;&gt;           &gt;&gt;&gt;&gt;           &gt;&gt;&gt;           &gt;&gt;&gt;           &gt;&gt;&gt;           &gt;&gt;&gt;           &gt;&gt;&gt;           &gt;&gt;&gt;           &gt;&gt;&gt;           &gt;&gt;&gt;           &gt;&gt;&gt;           &gt;&gt;           &gt;&gt;&gt;           &gt;&gt;&gt;           &gt;&gt;&gt;           &gt;&gt;&gt;           &gt;&gt;&gt;           &gt;&gt;           &gt;&gt;</td>	>>>>>>>           >>>>           >>>>           >>>           >>>           >>>           >>>           >>>           >>>           >>>           >>>           >>>           >>           >>>           >>>           >>>           >>>           >>>           >>
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	×クク     ×シク     ×シ     ×シ     ×	ハ (法さシンク)     「商水受けタンク     銅製円筒型タンク(フランジ接合)     鋼製円筒型タンク(溶接)     鋼製債置きタンク(溶接)     鋼製角形タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用高型タンク(溶接)     鋼製用高型タンク(溶接)     鋼製用高型タンク(溶接)     雪製人がなる。	<u>外外外</u> <u>外外外外</u> <u>外外外外外</u> <u>外外外外外外</u> <u>外外外外外外外外外外</u>	雨         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         地震         世震         世	雨によりタンク付着の汚染物の洗い流しによる流出           タンク容量を超える堰内返上水の移送による溢れだし           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           ペンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい           配管の劣化に伴う漏えい           配管を続部緩み・劣化に伴う漏えい           配管の劣したくるホースの破裂に伴う漏えい           配管を続きえによるホースの破裂に伴う漏えい           配管内着の汚染物の洗い流しによる流出	<u>降降白</u> 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台	タンクエリア
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$		ハ (法さシンク)     「商水受けタンク     鋼製円筒型タンク(フランジ接合)     鋼製円筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     鋼製債置きタンク(溶接)     鋼製角形タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     水抜きタンク     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     小抜きタンク     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用影タンク(溶接)     鋼製用影タンク(溶接)     鋼製人形なシク(溶接)     鋼製用影タンク(溶接)	<u>外外外</u> 外 <u>外外外外</u> 外 <u>外外外外</u> 外 <u>外外外外外</u> 外 <u>外外外外</u> 外 <u>小外外外</u> 外 <u>小外外外</u> 外 <u>小外外外</u> 小 <u>小小</u> 小 <u>小</u> 小 <u>小</u> 小 小 小 小 小 小 小 小 小 小 小 小 小	肉       古風・竜巻       台風・竜巻       台風・竜巻       台風・竜巻       台風・竜巻       台風・竜巻       地震       とこーマンエラー       ヒューマンエラー       国       異常低温による凍結による破損       紫外線による劣化	雨によりタンク付着の汚染物の洗い流しによる流出 タンク容量を超える堰内波上水の移送による溢れだし 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい ペクシク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい シクク付属機器損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい この 部でのまたによるホースの破裂に伴う漏えい 配管接続認経み・劣化に伴う漏えい 配管接続記による配管の破損に伴う漏えい	<u>降降台</u> 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 七 世 地 地 地 地 地 地 地 地 地 地 地 地 地 地 地 地 地 地	タンクエリア
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	タンク       夏夏       夏電管       配管       配管       配管	ハ (法さシンク)     「 南水受けタンク     銅製円筒型タンク(フランジ接合)     鋼製円筒型タンク(溶接)     鋼製価置きタンク(溶接)     鋼製角形タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     鋼製債置きタンク(溶接)     鋼製角形タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     郷製角形タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     郷製用筒型タンク(フランジ接合)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製角形タンク(溶接)     鋼製角形タンク(溶接)     鋼製角形タンク(溶接)	<u>外外外</u> 外 <u>外外外外</u> 外 <u>外外外外外</u> 外 <u>外外外外外</u> 外 <u>外外外外外外</u> 外 <u>外外外外外外</u> 外 <u>外外外外外外</u> 外 <u>外外外外外外</u> 外 <u>外外外外外外外</u> 外 <u>外外外外外外外</u> 外 <u>外外外外外外</u> 外 <u>外外外外外外</u> 外 <u>外外外外外外</u> 外 <u>外外外外外外</u> 外 <u>外外外外外</u> 外 <u>外外外外外</u> 外 <u>外外外外外</u> 外 <u>外外外外外</u> 外 <u>外外外外外</u> 外 <u>外外外外外</u> 外 <u>外外外外外</u> 外 <u>外外外外外</u> 外 <u>外外外外外</u> 外 <u>小外外外外</u> 外 <u>小外外外外</u> 外 <u>小外外外</u> 外 <u>小外外外</u> 外 <u>小外外外</u> 外 <u>小外外外</u> 外 <u>小外外外</u> 外 <u>小外外外</u> 外 <u>小外外外</u> 外 <u>小外外外</u> 小 <u>小小外</u> 小 <u>小小</u> 小 <u>小小</u> 小 <u>小小</u> 小 <u>小小</u> 小 <u>小</u> 小小小 小小小	雨         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         地震         建         経年劣化         経年劣化         経年劣化         経年劣化         上ューマンエラー         東常低温による凍結による破損         火災         小型	雨によりタンク付着の汚染物の洗い流しによる流出           タンク容量を超える堰内波上水の移送による溢れだし           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           アンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい           地盤破壊によるホースの破裂に伴う漏えい           配管接続部えいとるむ           配管接続部えいよるむ           配管の部によるむ           配管接続きない           地震したる配管の損傷に伴う漏えい           地震したる配管の損傷に伴う漏えい	降降台 台 台台台地 地 地地地地地地地地通通通降冬通地聚会雨雨風 風 風風震 震 震震震震震 震震震震震 常常常雨季常震急回時時時竜 竜 養養養養	>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	タンク           夏夏           夏管           配管           日           アク<	小板さマンク     「 南水受けタンク     鋼製円筒型タンク(フランジ接合)     鋼製円筒型タンク(溶接)     鋼製債置きタンク(溶接)     鋼製角形タンク(溶接+フランジ接合)     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製角形タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(溶接)     ゴー	外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外	雨         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         地震         台	雨によりタンク付着の汚染物の洗い流しによる流出 タンク容量を超える堰内波上水の移送による溢れだし 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい ペクンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい シンク付属機器損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 配管接続部緩み・劣化に伴う漏えい 配管接続部緩み・劣化に伴う漏えい 配管接続部緩み・劣化に伴う漏えい 配管接続部緩み・劣化に伴う漏えい 配管接続部緩み・劣化に伴う漏えい 配管接続部緩み・劣化に伴う漏えい 配管接続部緩み・劣化に伴う漏えい 和金酸による配管の洗い流しによる流出 配合の劣化に伴う漏えい 水利能による配管の水い流したる流出 和の水の水の水の水の水の水の水の水の水の水の水の水の水の水の水の水の水の水の水	<u>降降白</u> 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台	タンクエリア
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	タンク       マンク       マンク       マンク       マンク       マンク       マンク       タンク       マンク	ハ	外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外	雨         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         地震         地震 <t< td=""><td>雨によりタンク付着の汚染物の洗い流しによる流出           タンク容量を超える堰内波上水の移送による溢れだし           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい           地盤破壊によるシンク損傷に伴う漏えい           地盤破壊による配管の汚り汚したる売すのの破裂に伴う漏えい           配管接続部の洗いよる配管の残化に伴う漏えい           地盤酸しよる配管の汚したる配管の破裂に伴う漏えい           大り配管の汚したる配管の損傷に伴う漏えい           大りに伴う漏えい           <t< td=""><td><u>降降合</u> 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台</td><td>&gt;&gt;&gt;1&gt;&gt;&gt;           &gt;&gt;&gt;           &gt;&gt;           &gt;&gt;</td></t<></td></t<>	雨によりタンク付着の汚染物の洗い流しによる流出           タンク容量を超える堰内波上水の移送による溢れだし           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい           地盤破壊によるシンク損傷に伴う漏えい           地盤破壊による配管の汚り汚したる売すのの破裂に伴う漏えい           配管接続部の洗いよる配管の残化に伴う漏えい           地盤酸しよる配管の汚したる配管の破裂に伴う漏えい           大り配管の汚したる配管の損傷に伴う漏えい           大りに伴う漏えい <t< td=""><td><u>降降合</u> 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台</td><td>&gt;&gt;&gt;1&gt;&gt;&gt;           &gt;&gt;&gt;           &gt;&gt;           &gt;&gt;</td></t<>	<u>降降合</u> 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台	>>>1>>>           >>>           >>>           >>>           >>>           >>>           >>>           >>>           >>>           >>>           >>>           >>>           >>>           >>>           >>>           >>>           >>>           >>>           >>>           >>
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	タンク         夏空         配管         空       タンクエリア外部         タンクエリアア	ハ(なさシンク)     「 南水受けタンク     銅製円筒型タンク(フランジ接合)     銅製円筒型タンク(溶接)     銅製価置きタンク(溶接)     銅製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     鋼製価置きタンク(溶接)     鋼製価置きタンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     鋼製価置きタンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     鋼製価置きタンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     鋼製用筒型タンク(溶接)     雪製価置きタンク(溶接)     雪製用筒型タンク(マランジ接合)     水抜きタンク     雪製価置きタンク(溶接)     雪製価量を分(溶接)     雪製価量を分(溶接)     雪製価置きタンク(溶接)     雪製価量を分(溶接)     雪製価量を分(溶接)     雪製価置きタンク(溶接)     雪製価量を分(溶接)     雪製価量を分(溶接)     雪製価量を分(溶接)     雪製価量を分(溶接)     電	<u>外外外</u> 外 <u>外外外外</u> 外 <u>外外外外外</u> 外 <u>外外外外外</u> 外 <u>外外外外外外</u> 外 <u>外外外外外外</u> 外 <u>外外外外外外</u> 外 <u>外外外外外外外</u> 外 <u>外外外外外外外外外</u> 外 <u>外外外外外外外外外外</u>	雨         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         地震         規震         地震         塩(1)         経年劣化         経年劣化         経年劣化         基次         線による実施による実施による破損         火災         台風・竜巻         雨         雨         雨         雨         雨         容         雨         容         雨         経年生化	雨によりタンク付着の汚染物の洗い流しによる流出 タンク容量を超える堰内返上水の移送による溢れだし 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい パストリームの タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい クンク付属機器損傷に伴う漏えい クンク付属機器損傷に伴う漏えい クンク付属機器損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 配管接続部緩み、劣化に伴う漏えい 配管接続きスによるホースの破裂に伴う漏えい 配管接続きたよる配管の多化に伴う漏えい 素外続による配管の多化に伴う漏えい 素外続による配管の見傷に伴う漏えい 素水物による配管の割傷に伴う漏えい 素水物による配管の割傷に伴う漏えい 素水物による配管の割傷に伴う漏えい 素水物による配管の割傷に伴う漏えい 大り配管付着の汚染物の洗い流した雨水が 少つエッシング部案や化による当該箇所かたの注意水。	<u>降降合</u> 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台	タンクエリア
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	タンク         夏ンク         タンク         夏空	ハ坂さマンク     「南水受けタンク     銅製円筒型タンク(フランジ接合)     鋼製円筒型タンク(溶接)     鋼製角形タンク(溶接)     鋼製角形タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     鋼製用筒型タンク(溶接)     ゴー     「読を残土・汚染された廃材     アンク基礎     「非染残土・汚染された廃材     アンク基礎     四述     四述    回述    四述    四述    回述    回述    四述    四述    四述    四述    回述    四述    回述    四述    四述    回述    回述    回述    回述    □	外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外外	雨         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         地震         火災         とューマンエラー         三、コマンエラー         東常低温による凍結による破損         火災         台風・竜巻         雨         経年劣化         経年劣化         経年劣化         経年劣化         経年劣化         経年 劣化         経年 劣化	<ul> <li>雨によりタンク付着の汚染物の洗い流しによる流出</li> <li>タンク容量を超える堰内波上水の移送による溢れだし</li> <li>飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい</li> <li>飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい</li> <li>飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい</li> <li>飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい</li> <li>飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい</li> <li>飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい</li> <li>タンク付属機器損傷に伴う漏えい</li> <li>タンク付属機器損傷に伴う漏えい</li> <li>タンク付属機器損傷に伴う漏えい</li> <li>タンク付属機器損傷に伴う漏えい</li> <li>タンク付属機器損傷に伴う漏えい</li> <li>タンク付属機器損傷に伴う漏えい</li> <li>タンク付属機器損傷に伴う漏えい</li> <li>タンク付属機器損傷に伴う漏えい</li> <li>タンク付属機器損傷に伴う漏えい</li> <li>地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい</li> <li>地盤破壊によるホースの破裂に伴う漏えい</li> <li>配管技統部緩み・劣化に伴う漏えい</li> <li>取割したる配管の破損に伴う漏えい</li> <li>水(ル)ブ開閉操作をスによるホースの破裂に伴う漏えい</li> <li>取割したる配管のするした汚染物を洗い流した雨水が タンクエリアを超えてタンクエリア内に流入</li> <li>アニシング部よによる当該箇所からの汚染水浸透・漏えい</li> <li>アンク基礎に生じたクラックからの汚染水浸透・漏えい</li> </ul>	<u>降降白</u> 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台	タンクエリア           タ
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	タンク         夏夏         配管         配管         配管         配管         配管         配管         アンクエリア         タンクエリア         タンクエリア         タンクエリア         タンクエリア	ハ坂さシンク     「 南水受けタンク     銅製円筒型タンク(フランジ接合)     銅製円筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     郷製用筒型タンク(フランジ接合)     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     郷製積置きタンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製構置きタンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(溶接)     雪製表積置きタンク(溶接)     雪製表積置きタンク(溶接)     雪製表積置きタンク(溶接)     雪製表積置きタンク(溶接)     雪製表積置きタンク(溶接)     雪製表積置きタンク(溶接)     雪製表積置きタンク(溶接)     雪製有形タンク(溶接)     雪製表積置きタンク(溶接)     雪製表積置きタンク(溶接)     雪製和ジャンク(溶接)     雪製有形タンク(溶接)     雪製表積置きタンク(溶接)     雪製高量素を加速した	<u>外外外</u> 外 <u>外外外外</u> 外 <u>外外外外外</u> 外 <u>外外外外外外</u> 外 <u>小外外外外外</u> 外 <u>小外外外外外</u> 小 <u>小小外外外外外</u> 小 <u>小小外外外外外</u> 小 <u>小小外外外外外</u> 小小小 <u>小外外外外</u> 小小小 <u>小外外外外</u> 小小小 <u>小外外外外外</u> 小小 <u>小小小外外外外</u> 小小小 <u>小小外外外外</u> 小小 <u>小小小小小小小小小</u> 小小 <u>小小小小小小小小小小小小小小小小小小小</u>	雨         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         地震         火災         台風・竜巻         雨         経年劣化         経年劣化	雨によりタンク付着の汚染物の洗い流しによる流出           タンク容量を超える堰内波上水の移送による溢れだし           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい           地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい           地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい           地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい           地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい           地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい           地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい           地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい           たい           地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい           地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい           たいごしたる流し           レビータの振しによるかっの破裂に伴う漏えい           地盤破壊しによるホースの破裂に伴う漏えい           配管接続部緩から次にはるいためたい、           取りによる配管の損傷に伴う漏えい           大り配管の方気やたた廃村等に付着した汚染物を洗い流した雨水が ケンクェリア属したる配管の損傷に伴う漏えい           大災による配管の損傷に伴う漏えい           大災による配管の損傷に伴う漏えい           大災	<u>降降台</u> 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台	クシクエリア           タンクエリア           タ
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	タンク         夏夏         夏夏         夏夏         夏夏         夏夏         夏夏         夏夏         夏夏         夏夏	ハ(彼さタンク)     「南水受けタンク     銅製円筒型タンク(フランジ接合)     銅製円筒型タンク(フランジ接合)     銅製荷置きタンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製作     雪々ないク(溶接)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製作     雪々ないク(溶接)     鋼製用     雪々ないク(溶接)     鋼製用     雪裂     香屋ないク(溶接)     電製     電気	M $M$	雨         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         地震         火災         台風・竜巻         雨         尾         経年劣化         経年劣化         経年劣化         経年劣化         経年劣化 <t< td=""><td>雨によりタンク付着の汚染物の洗い流しによる流出           タンク容量を超える堰内返上水の移送による溢れだし           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい           地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい           地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい           地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい           地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい           地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい           地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい           地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい           地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい           配管接続部緩み・劣化に伴う漏えい           配管接続部緩み・劣化によるホースの破裂に伴う漏えい           配管を持ちの汚えい           配管内部での速結による配管の破損に伴う漏えい           取営たら配管の残損傷に伴う漏えい           支援を認定したしたたためずにのした           大線による配管の残損傷に伴う漏えい           大り消費した           東大 おっれた廃村等に付着した汚染物を洗い流した雨水が           地震による配管の損傷に伴う漏えい           大りな たたみがたたん者がまに付着し</td><td><u>降降白</u> 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台</td><td><ul> <li>クシクエリア</li> <li>タンクエリア</li> <li>タンクロエリア</li> <li></li></ul></td></t<>	雨によりタンク付着の汚染物の洗い流しによる流出           タンク容量を超える堰内返上水の移送による溢れだし           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい           地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい           地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい           地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい           地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい           地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい           地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい           地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい           地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい           配管接続部緩み・劣化に伴う漏えい           配管接続部緩み・劣化によるホースの破裂に伴う漏えい           配管を持ちの汚えい           配管内部での速結による配管の破損に伴う漏えい           取営たら配管の残損傷に伴う漏えい           支援を認定したしたたためずにのした           大線による配管の残損傷に伴う漏えい           大り消費した           東大 おっれた廃村等に付着した汚染物を洗い流した雨水が           地震による配管の損傷に伴う漏えい           大りな たたみがたたん者がまに付着し	<u>降降白</u> 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台	<ul> <li>クシクエリア</li> <li>タンクエリア</li> <li>タンクロエリア</li> <li></li></ul>
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	タンク         夏ンク         タンク         夏ンク         タンク         夏ンク         タンク         夏ンク         タンク         夏ンク         タンク         夏夏	ハ坂さマシク     「南水受けタンク     銅製円筒型タンク(フランジ接合)     銅製円筒型タンク(溶接)     銅製角形タンク(溶接)     鋼製角形タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     鋼製用筒型タンク(溶接)     ゴー     「読を残土・汚染された廃材     汚染残土・汚染された廃材     汚染残土・汚染された廃材     アンク基礎     個溝周辺部     外周堰     収集ビット     外周堰	外外外外外外外外外外外外外外外外外外内内内内外外外外外外外外外外外外外外外外	雨         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         地震         火災         台風・竜巻         雨         雨         経年劣化         経年劣化 <t< td=""><td>雨によりタンク付着の汚染物の洗い流しによる流出           タンク容量を超える堰内返上水の移送による溢れだし           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           アスキ物によるタンク損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい           地盤破壊した伴う漏えい           火災による記           アクリアの洗しに伴う漏えい           火災に伴う漏えい           たくるホースの破裂に伴う漏えい           たい間したそうためたの付ちの汚したのたちかったの           水り配したるれたの           水り配したみれたの           水災による配管の引着した汚染物を洗い流した雨水が           火災による配管の損傷に伴う漏えい</td><td><u>降降合</u> 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 七 七 地 地 地 地 地 地 地 地</td><td><ul> <li>クシクエリア</li> <li>タンクエリア</li> <li>タンクエリア</li></ul></td></t<>	雨によりタンク付着の汚染物の洗い流しによる流出           タンク容量を超える堰内返上水の移送による溢れだし           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい           アスキ物によるタンク損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           タンク付属機器損傷に伴う漏えい           地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい           地盤破壊した伴う漏えい           火災による記           アクリアの洗しに伴う漏えい           火災に伴う漏えい           たくるホースの破裂に伴う漏えい           たい間したそうためたの付ちの汚したのたちかったの           水り配したるれたの           水り配したみれたの           水災による配管の引着した汚染物を洗い流した雨水が           火災による配管の損傷に伴う漏えい	<u>降降合</u> 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 七 七 地 地 地 地 地 地 地 地	<ul> <li>クシクエリア</li> <li>タンクエリア</li> <li>タンクエリア</li></ul>
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	タンク         夏ンク         タンク         夏ンク         タンク         夏ンク         夏ンク         夏夏	ハ(坂さシンク)     「南水受けタンク     銅製円筒型タンク(フランジ接合)     銅製円筒型タンク(溶接)     銅製価置きタンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     鋼製用筒型タンク(溶接)     鋼製用高型タンク(溶接)     鋼製用高型タンク(溶接)      鋼製用高型タンク(溶接)      電	外外外 外 外外外外外外 外 外外外外外内内内内外外外外外外 外 内内内内内内内	雨         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         地震         東常化         経年劣化         経年劣化         とューマンエラー         国、低温による凍結による破損         紫外線による劣化         地震         火災         台風・竜巻         雨         経年劣化         経年劣化         経年劣化         経年劣化         経年劣化         経年劣化         経年劣化         運用上の要因         運用上の要因         リプレース工事	雨によりタンク付着の汚染物の洗い流しによる流出 タンク容量を超える堰内返上水の移送による溢れだし 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい パートロングは属機器損傷に伴う漏えい アンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい クンク付属機器損傷に伴う漏えい クンク付属機器損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるなアンク損傷に伴う漏えい たる空の損傷に伴う漏えい たる空のす損傷に伴う漏えい 和室を見たるたースの破裂に伴う漏えい 地震を見る配管の損傷に伴う漏えい 地震による配管の損傷に伴う漏えい 地震を見る配管の損傷に伴う漏えい 地震を見る配管の損傷に伴う漏えい 地震を引着したる流出 和国による配管の損傷に伴う漏えい 地震、ないう楽された廃材等に付着した汚染物を洗い流した雨水が タンクエリア堰を超えてタンクエリア内に流入 汚染残土及び汚染された廃材等に付着した汚染物を洗い流した雨水が タンクエリア堰を超えてタンクエリア内に流入 汚染残土ない汚染された廃材等に付着した汚染物を洗い流した雨水が タンクエリア堰を超えてタンクエリア内に流入 アーシング部分化による当該箇所からの汚染水浸透・漏えい 大雨時ないしタンク等の破損により、タンクエリア程内に波出用ポンプの 容量を超える水が流入、汚染水が外周堰水へ流出 工事作業において、基礎及び埋を損傷になった。	<u>降降台</u> 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台	<ul> <li>クシクエリア</li> <li>タンクエリア</li> <li>タンクロー</li> <li>タンクロー</li> <li>タンクロー</li> <li>タンクロー</li></ul>
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	タンク         マク         マク         マク         マク         マク         マク         マク         マク <td>小板さマシワ           雨水受けタンク           鋼製円筒型タンク(フランジ接合)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用           鋼製モンク(溶接)           鋼製電音をないた溶技           鋼製電力           「会なンク(溶接)           鋼製商形タンク(溶接)           鋼製商形ないた溶t           「会なンク」           「           「           「           「           「           「           「           「           「           「           「           「           「           「</td> <td>外外外 外 外外外外外外 外 外外外外外内内内内外外外外外外 外 内内内内内内 内 内内 外部部部 部 部部部部部部 部 部部部部部部 部 部部部部部部 部 部部部部部部</td> <td>雨         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         地震         火災         台風・竜巻         雨         経年劣化         経年劣化         遅用上の要因         運用上の要因         運用上の要因</td> <td>雨によりタンク付着の汚染物の洗い流しによる流出 タンク容量を超える堰内汲上水の移送による溢れだし 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい パルネ物によるタンク損傷に伴う漏えい ペック付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい クンク付属機器損傷に伴う漏えい クンク付属機器損傷に伴う漏えい クンク付属機器損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい たる留をの劣化に伴う漏えい 配管接続部緩み・劣化に伴う漏えい 配管接続部緩み・劣化に伴う漏えい 配管接続部緩み・劣化に伴う漏えい 雨により配管の劣化に伴う漏えい 和気にくる配管の損傷に伴う漏えい 本物による配管の損傷に伴う漏えい 大がレブ閉閉操作をえによるホースの破裂に伴う漏えい 和気をした肉、 素したのでの凍結による配管の扱しに伴う漏えい 水グ部分とた肉、 素した肉、 たた肉、 本の防発をれた肉、 本物による配管の損傷に伴う漏えい 大災による配管の損傷に伴う漏えい 本分解による配管の強しによる流出 配管を動を洗い流した雨水が タンクエリア塩を超えてタンクエリア内に流入 汚染残土及び汚染された肉材等に付着した汚染物を洗い流した雨水が タンクエリア塩を超えてタンクエリア内に流入 汚染水浸透・漏えい スペング部分化による当該箇所からの汚染水浸透・漏えい スペング部分化による当該箇所からの汚染水浸透・漏えい スペング部分化による当該箇所からの汚染水浸透・漏えい 本分配とたっ、 本人のの汚染水浸透・漏えい 本人、 本人のの汚染水浸透・漏えい 本人のの洗えい たんの一般、 なんの一般、 なんのの汚染水浸透・漏えい 本人の洗したっ、 本人のの汚染水浸透・漏えい 本人の、 本人のの、 本人のの汚染水浸透・漏えい 本人の、 本人の、 本人のの、 本人のの汚染水浸透・漏えい 本人浸透・水浸透・漏えい たた肉、 本人浸透・水浸透・漏えい たた肉、 本人の</td> <td>降降山 件降山 台 <p< td=""><td><ul> <li>クシクエリア</li> <li>タンクエリア</li> <li>タンクロー</li> <li>タンクロ</li></ul></td></p<></td>	小板さマシワ           雨水受けタンク           鋼製円筒型タンク(フランジ接合)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用           鋼製モンク(溶接)           鋼製電音をないた溶技           鋼製電力           「会なンク(溶接)           鋼製商形タンク(溶接)           鋼製商形ないた溶t           「会なンク」           「           「           「           「           「           「           「           「           「           「           「           「           「           「	外外外 外 外外外外外外 外 外外外外外内内内内外外外外外外 外 内内内内内内 内 内内 外部部部 部 部部部部部部 部 部部部部部部 部 部部部部部部 部 部部部部部部	雨         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         地震         火災         台風・竜巻         雨         経年劣化         経年劣化         遅用上の要因         運用上の要因         運用上の要因	雨によりタンク付着の汚染物の洗い流しによる流出 タンク容量を超える堰内汲上水の移送による溢れだし 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい パルネ物によるタンク損傷に伴う漏えい ペック付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい クンク付属機器損傷に伴う漏えい クンク付属機器損傷に伴う漏えい クンク付属機器損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい たる留をの劣化に伴う漏えい 配管接続部緩み・劣化に伴う漏えい 配管接続部緩み・劣化に伴う漏えい 配管接続部緩み・劣化に伴う漏えい 雨により配管の劣化に伴う漏えい 和気にくる配管の損傷に伴う漏えい 本物による配管の損傷に伴う漏えい 大がレブ閉閉操作をえによるホースの破裂に伴う漏えい 和気をした肉、 素したのでの凍結による配管の扱しに伴う漏えい 水グ部分とた肉、 素した肉、 たた肉、 本の防発をれた肉、 本物による配管の損傷に伴う漏えい 大災による配管の損傷に伴う漏えい 本分解による配管の強しによる流出 配管を動を洗い流した雨水が タンクエリア塩を超えてタンクエリア内に流入 汚染残土及び汚染された肉材等に付着した汚染物を洗い流した雨水が タンクエリア塩を超えてタンクエリア内に流入 汚染水浸透・漏えい スペング部分化による当該箇所からの汚染水浸透・漏えい スペング部分化による当該箇所からの汚染水浸透・漏えい スペング部分化による当該箇所からの汚染水浸透・漏えい 本分配とたっ、 本人のの汚染水浸透・漏えい 本人、 本人のの汚染水浸透・漏えい 本人のの洗えい たんの一般、 なんの一般、 なんのの汚染水浸透・漏えい 本人の洗したっ、 本人のの汚染水浸透・漏えい 本人の、 本人のの、 本人のの汚染水浸透・漏えい 本人の、 本人の、 本人のの、 本人のの汚染水浸透・漏えい 本人浸透・水浸透・漏えい たた肉、 本人浸透・水浸透・漏えい たた肉、 本人の	降降山 件降山 台 <p< td=""><td><ul> <li>クシクエリア</li> <li>タンクエリア</li> <li>タンクロー</li> <li>タンクロ</li></ul></td></p<>	<ul> <li>クシクエリア</li> <li>タンクエリア</li> <li>タンクロー</li> <li>タンクロ</li></ul>
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	タンク         夏ンク         タンク         タンク         夏ンク         タンク         夏ンク         タンク         夏ン         夏空         夏空         夏空         夏夏         夏夏         夏夏         夏夏         夏夏         夏夏         夏夏         夏夏	ハ(彼さシンク)     「商水受けタンク     鋼製円筒型タンク(フランジ接合)     鋼製円筒型タンク(溶接)     鋼製角形タンク(溶接)     鋼製角形タンク(溶接)     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     鋼製用筒型タンク(フランジ接合)     鋼製用筒型タンク(溶接)     雪製造置きタンク(溶接)     雪製造置きタンク(溶接)     雪製造置きタンク(溶接)     雪製加修型タンク(溶接)     雪製加修型タンク(溶接)     雪製加修型タンク(溶接)     雪製加修型タンク(溶接)     雪製加修型タンク(溶接)     雪製加修型タンク(溶接)     雪製加修型タンク(溶接)     雪製和修理タンク(溶接)     雪製加修型タンク(溶接)     雪製和修理タンク(溶接)     電	外外外外外外外外外外外外外外外外外内内内内外外外外外外外外外外外外外外外外外	雨         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         地震         火災         台風・竜巻         雨         経年劣化         経年劣化         経年劣化         経年劣化	雨によりタンク付着の汚染物の洗い流しによる流出 タンク容量を超える堰内汲上水の移送による溢れだし 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい パストットングは属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい クンク付属機器損傷に伴う漏えい クンク付属機器損傷に伴う漏えい シンク付属機器損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 配管の多化に伴う漏えい 配管を続部緩み・劣化に伴う漏えい 配管接続部緩み・劣化に伴う漏えい 配管接続部緩み・劣化に伴う漏えい 配管接続部緩み・劣化に伴う漏えい 配管たが部後、たるホースの破裂に伴う漏えい 同により配管付着の汚染物の洗い流しによる流出 配管内部での凍結による配管の破損に伴う漏えい 地震による配管の損傷に伴う漏えい 地震による配管の損傷に伴う漏えい 地震を見たるたースの破裂に伴う漏えい たい 火災による配管の汚染物の洗い流したる流出 配管内部での凍結による配管の破損に伴う漏えい 地震を見る空がなりたいたりたい 大災による配管の損傷に伴う漏えい 大災による配管の損傷に伴う漏えい 地震を見るとなシクエリア内に流入 汚染残土及び汚染された廃材等に付着した汚染物を洗い流した雨水が タンクエリア堰を超えてタンクエリア内に流入 フェーシング部劣化による当該箇所からの汚染水浸透・漏えい メク想使に生したうつかからの汚染水浸透・漏えい スパースの強者による、小 大雨時ないしタンク等の破損により、タンクエリア堰内に汲出用ポンプの容量を超える水が流入、汚染水が溶したむことで、周辺部 の積電に汚染物が伝搬し、堰外へ流出	降降山 件降山 台 着 着 着 着 着 着 巻 巻 巻 巻 巻 巻 巻 着 唐 時 ・ <td>クシクエリア         タンクエリア         タンクエ</td>	クシクエリア         タンクエリア         タンクエ
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	タンク         夏ンク         タンク         夏ンク         タンク         夏ンク         夏ンク <td< td=""><td>小板さマシワ           雨水受けタンク           鋼製円筒型タンク(フランジ接合)           鋼製円筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(フランジ接合)           水抜きタンク           鋼製用筒型タンク(フランジ接合)           水抜きタンク           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(マランジ接合)           水抜きタンク           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用高型タンク(溶接)           鋼製用高型タンク(溶接)           鋼製用高型タンク(溶接)           鋼製用高型タンク(溶接)           鋼製電商形タンク(溶接)           鋼製電商形タンク(溶接)           鋼製面影型タンク(溶接)           鋼製面影型タンク(溶接)           鋼製面影型タンク(溶接)           鋼製電商影型タンク(溶接)           鋼製電商影型タンク(溶量)           水振電型           内調製           小国電</td><td>外外外外外外外外外外外外外外外外外外内内内内外外外外外外外外外外内内内内内内内</td><td>雨         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         地震         火災         台風・竜巻         雨         経年劣化         遅用上の要因         リプレース工事         雨         雪         地震</td><td>雨によりタンク付着の汚染物の洗い流しによる流出 タンク容量を超える堰内汲上水の移送による溢れだし 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい パートーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーー</td><td><u>降降合</u> 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台</td><td>クシクエリア           タンクエリア           タンクシンクエリア           タンクロア           タンクエリア           タンクエリア           タンクロア           タンクエリア           タンク           タンク           タンク           タンク           タン           タン           タン</td></td<>	小板さマシワ           雨水受けタンク           鋼製円筒型タンク(フランジ接合)           鋼製円筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(フランジ接合)           水抜きタンク           鋼製用筒型タンク(フランジ接合)           水抜きタンク           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(マランジ接合)           水抜きタンク           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用高型タンク(溶接)           鋼製用高型タンク(溶接)           鋼製用高型タンク(溶接)           鋼製用高型タンク(溶接)           鋼製電商形タンク(溶接)           鋼製電商形タンク(溶接)           鋼製面影型タンク(溶接)           鋼製面影型タンク(溶接)           鋼製面影型タンク(溶接)           鋼製電商影型タンク(溶接)           鋼製電商影型タンク(溶量)           水振電型           内調製           小国電	外外外外外外外外外外外外外外外外外外内内内内外外外外外外外外外外内内内内内内内	雨         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         地震         火災         台風・竜巻         雨         経年劣化         遅用上の要因         リプレース工事         雨         雪         地震	雨によりタンク付着の汚染物の洗い流しによる流出 タンク容量を超える堰内汲上水の移送による溢れだし 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい パートーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーー	<u>降降合</u> 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台	クシクエリア           タンクエリア           タンクシンクエリア           タンクロア           タンクエリア           タンクエリア           タンクロア           タンクエリア           タンク           タンク           タンク           タンク           タン           タン           タン
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	タンク         タンク <td< td=""><td>小板さマシワ           雨水受けタンク           鋼製円筒型タンク(フランジ接合)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用高加タンク(溶接)           鋼製用電型タンク(溶接)           鋼製用電型タンク(溶接)           鋼製用電型タンク(溶接)           鋼製電形空マンク(溶接)           鋼製電形空マンク(溶接)           鋼製電形空マンク(溶接)           「           「           「           「           「           「           「           「           「           「           「           「           「<td>外外外外外外外外外外外外外外外外外外的内内内内外外外外外外外外外内内内内内内内内</td><td>雨         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         地震         火災         台風・竜巻         雨         異常低温による凍結による凍結による破損         紫外線による劣化         経年劣化         経年劣化         経年劣化         経年劣化         経年劣化         遅 用上の要因         運用上の要因         運用         週         地震         地震         地震         地震         地震</td><td>雨によりタンク付着の汚染物の洗い流しによる流出 タンク容量を超える堰内汲上水の移送による溢れだし 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい パンプ付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい クンク付属機器損傷に伴う漏えい クンク付属機器損傷に伴う漏えい クンク付属機器損傷に伴う漏えい クンク付属機器損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 配管接続部緩み・劣化に伴う漏えい 配管接続部緩み・劣化に伴う漏えい 配管接続記をふたっスの破裂に伴う漏えい 両により配管付着の汚染物の洗い流しによる流出 配管力部での凍結による配合の破損に伴う漏えい 地震による配音のの損傷に伴う漏えい 水グ則閉操作された廃材等に付着した汚染物を洗い流した雨水が タンクエリア堰を超えてタンクエリア内に流入 万染残土及び汚染された廃材等に付着した汚染物を洗い流した雨水が タンクエリア堰を超えてタンクエリア内に流入 フェーシング部劣化による当該箇所からの汚染水浸透・漏えい 入周堤止水弁劣化による当該箇所からの汚染水浸透・漏えい 基礎部と側満の継ぎ目に生じた隙間からの汚染水浸透・漏えい メポポンプの容量を超える水が流入、汚染水が加 レキャパンパンプの 客を超える水が流入、汚染水が加 地震により見振して、当該箇所からの汚染水浸透・漏えい シクエリア堰内に添出日ポンプの容量を超える水が流入、汚染水が 加 マーシング部の破損になり、泉ンクエリア堰内に添出 本弁然による一致し、タンクエリア堰内に添出 アンクェリア堰内に添し、水弁水が加 国本が完全した。当該箇所からの汚染水添流し、汚染水が流出 地震により見振し、当該箇所より汚染水が流出 地震により見振し、当該箇所より汚染水が流出</td><td>峰降白 台</td><td><ul> <li>シンクエリア</li> <li>タンクエリア</li> <li>タンクロー</li> <li>タンクロー</li></ul></td></td></td<>	小板さマシワ           雨水受けタンク           鋼製円筒型タンク(フランジ接合)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用高加タンク(溶接)           鋼製用電型タンク(溶接)           鋼製用電型タンク(溶接)           鋼製用電型タンク(溶接)           鋼製電形空マンク(溶接)           鋼製電形空マンク(溶接)           鋼製電形空マンク(溶接)           「           「           「           「           「           「           「           「           「           「           「           「           「 <td>外外外外外外外外外外外外外外外外外外的内内内内外外外外外外外外外内内内内内内内内</td> <td>雨         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         地震         火災         台風・竜巻         雨         異常低温による凍結による凍結による破損         紫外線による劣化         経年劣化         経年劣化         経年劣化         経年劣化         経年劣化         遅 用上の要因         運用上の要因         運用         週         地震         地震         地震         地震         地震</td> <td>雨によりタンク付着の汚染物の洗い流しによる流出 タンク容量を超える堰内汲上水の移送による溢れだし 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい パンプ付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい クンク付属機器損傷に伴う漏えい クンク付属機器損傷に伴う漏えい クンク付属機器損傷に伴う漏えい クンク付属機器損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 配管接続部緩み・劣化に伴う漏えい 配管接続部緩み・劣化に伴う漏えい 配管接続記をふたっスの破裂に伴う漏えい 両により配管付着の汚染物の洗い流しによる流出 配管力部での凍結による配合の破損に伴う漏えい 地震による配音のの損傷に伴う漏えい 水グ則閉操作された廃材等に付着した汚染物を洗い流した雨水が タンクエリア堰を超えてタンクエリア内に流入 万染残土及び汚染された廃材等に付着した汚染物を洗い流した雨水が タンクエリア堰を超えてタンクエリア内に流入 フェーシング部劣化による当該箇所からの汚染水浸透・漏えい 入周堤止水弁劣化による当該箇所からの汚染水浸透・漏えい 基礎部と側満の継ぎ目に生じた隙間からの汚染水浸透・漏えい メポポンプの容量を超える水が流入、汚染水が加 レキャパンパンプの 客を超える水が流入、汚染水が加 地震により見振して、当該箇所からの汚染水浸透・漏えい シクエリア堰内に添出日ポンプの容量を超える水が流入、汚染水が 加 マーシング部の破損になり、泉ンクエリア堰内に添出 本弁然による一致し、タンクエリア堰内に添出 アンクェリア堰内に添し、水弁水が加 国本が完全した。当該箇所からの汚染水添流し、汚染水が流出 地震により見振し、当該箇所より汚染水が流出 地震により見振し、当該箇所より汚染水が流出</td> <td>峰降白 台</td> <td><ul> <li>シンクエリア</li> <li>タンクエリア</li> <li>タンクロー</li> <li>タンクロー</li></ul></td>	外外外外外外外外外外外外外外外外外外的内内内内外外外外外外外外外内内内内内内内内	雨         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         地震         火災         台風・竜巻         雨         異常低温による凍結による凍結による破損         紫外線による劣化         経年劣化         経年劣化         経年劣化         経年劣化         経年劣化         遅 用上の要因         運用上の要因         運用         週         地震         地震         地震         地震         地震	雨によりタンク付着の汚染物の洗い流しによる流出 タンク容量を超える堰内汲上水の移送による溢れだし 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい パンプ付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい クンク付属機器損傷に伴う漏えい クンク付属機器損傷に伴う漏えい クンク付属機器損傷に伴う漏えい クンク付属機器損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 配管接続部緩み・劣化に伴う漏えい 配管接続部緩み・劣化に伴う漏えい 配管接続記をふたっスの破裂に伴う漏えい 両により配管付着の汚染物の洗い流しによる流出 配管力部での凍結による配合の破損に伴う漏えい 地震による配音のの損傷に伴う漏えい 水グ則閉操作された廃材等に付着した汚染物を洗い流した雨水が タンクエリア堰を超えてタンクエリア内に流入 万染残土及び汚染された廃材等に付着した汚染物を洗い流した雨水が タンクエリア堰を超えてタンクエリア内に流入 フェーシング部劣化による当該箇所からの汚染水浸透・漏えい 入周堤止水弁劣化による当該箇所からの汚染水浸透・漏えい 基礎部と側満の継ぎ目に生じた隙間からの汚染水浸透・漏えい メポポンプの容量を超える水が流入、汚染水が加 レキャパンパンプの 客を超える水が流入、汚染水が加 地震により見振して、当該箇所からの汚染水浸透・漏えい シクエリア堰内に添出日ポンプの容量を超える水が流入、汚染水が 加 マーシング部の破損になり、泉ンクエリア堰内に添出 本弁然による一致し、タンクエリア堰内に添出 アンクェリア堰内に添し、水弁水が加 国本が完全した。当該箇所からの汚染水添流し、汚染水が流出 地震により見振し、当該箇所より汚染水が流出 地震により見振し、当該箇所より汚染水が流出	峰降白 台	<ul> <li>シンクエリア</li> <li>タンクエリア</li> <li>タンクロー</li> <li>タンクロー</li></ul>
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	タンク         夏空         夏空         夏空         夏空         夏夏         夏夏     <	小板さマシワ           雨水受けタンク           鋼製円筒型タンク(フランジ接合)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用           「新製           「「「」」」」」           「「」」」」」」」」           「「」」」」」」」」」           「」」」」」」           「」」」」」」」」」」」           「」」」」」」」」」」」」           「」」」」」」」」」」」」」           「」」」」」」」」」」」」」」」」」」」」」」」」」          「」」」」」」」」」」」」」」」」」」」」」」」           「」」」」」」」」」」」」」」」」」」」」」」」」」           「」」」」」」」」」」」」」」」	外外外外外外外外外外外外外外外外外外内内内内外外外外外外外外外内内内内内内内内	雨         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         地震         火災         台風・竜巻         雨         経年劣化         遅         リーレの要因         運用上の要因         運用しの要因         運用         地震         地震         地震         地震         地震         地震	雨によりタンク付着の汚染物の洗い流しによる流出 タンク容量を超える堰内汲上水の移送による溢れだし 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい パスキ物によるタンク損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい クンク付属機器損傷に伴う漏えい クンク付属機器損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい たて、たるタンク損傷に伴う漏えい たびり激わい 配管技続部緩み・劣化に伴う漏えい バルブ開開操作にまスによるホースの破裂に伴う漏えい 同により配管付着の汚染物の洗い流しによる流出 配管の劣化に伴う漏えい 水グジスによる記して、 和目により記を竹着の汚染物の洗い流しにする流出 たちの部での凍結による配管の破損に伴う漏えい 火災による配管の損傷に伴う漏えい 火災による配管の損傷に伴う漏えい 水災による配管の損傷に伴う漏えい 水災による配管の損傷に伴う漏えい 水災による配管の損傷に伴う漏えい 水災による配管の損傷に伴う漏えい 水災による配管の損傷に伴う漏えい 水災による配管の損傷に伴う漏えい 水災による配管の損したう漏えい 水災による配管の損した汚染物を洗い流した雨水が カノクェリア堰を超えてタンクェリア内に流入 汚染残土及び汚染された廃材等に付着した汚染物を洗い流した雨水が 地震によりるシクェリア内に流入 汚染残土及び汚染された廃材等に付着した汚染物を洗い流した雨水が 地震による記 ため汚染水漏えい 水の洗出 大雨時ないしタンク等の破損により、タンクェリアにない 素水ビットに生じたクラックからの汚染水浸透・漏えい クンクェリア堰内に添出用ポンプの容量を超える水が流入、汚染水が 加 地震によりて、基礎及び塩を損傷させ、汚染水が溶出 地震によりて、主体したの活出 た素化が溶い、「洗染水が水浴」 本水がかに、水水が、水の汚染水浸透・漏えい 水の洗出 た気にしたっ、二、汚染水が水の「水水が液」 地震によりて、二、手に、汚染水が液出 地震によりて、二、一、一、一、一、一、一、一、一、一、一、一、一、一、一、一、一、一、一、	降降台 台 台台 台台 台台 台台 台台 台台 台台 台台 台 台台 台台 台台 台 台台 台台 台 台台 台 台台 台 台台 台 台台 台 台台 台	クエリア         タンクエリア
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	タンク         夏夏         配管         配管         配管         配管         夏ンクエリア         タンクエリア         タンクエリア         タンクエリア         タンクエリア         タンクエリア         タンクエリア	小板さマシワ           雨水受けタンク           鋼製円筒型タンク(フランジ接合)           鋼製円筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(フランジ接合)           パ抜きタンク           鋼製用筒型タンク(フランジ接合)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製	外外外 外 外外外外外外 外 外外外外外内内内内外外外外外外 外 内内内内内内内	南         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         地震         火災         台風・竜巻         雨         降年劣化         経年劣化         経年劣化         経年劣化         遅用上の要因         リプレース工事         雨         雪         地震         地震         地震         地震         山<	雨によりタンク付着の汚染物の洗い流しによる流出 タンク容量を超える堰内汲上水の移送による溢れだし 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい アンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい オンク付属機器損傷に伴う漏えい カンクは属機器損傷に伴う漏えい オンクは属機器損傷に伴う漏えい オンクは属機器損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい アンクロノ損傷に伴う漏えい アンクロノ目傷に伴う漏えい アンクロノロノ目傷に伴う漏えい アンクロノロノ目傷に伴う漏えい アンクロノロノ目傷に伴う漏えい アンクロノロノロノ目傷に伴う漏えい アンクロノロノロノロノロノロノロノロノロノロノロノロノロノロノロノロノロノロノロノ	降降台 台	アンクエリア         タンクエリア         タンククエリア         タンクシンカ         国面面面         国面         国面         国面         国面         国面 <td< td=""></td<>
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	タンク         マク         夏         タンク         タンク         タンク         タンク         タンク         タンク         タンク         タン	小板さマシワ           調製円筒型タンク(フランジ接合)           鋼製円筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型マク(溶接)           鋼製用筒型マク(溶接)           鋼製用筒型マク(溶接)           鋼製用筒型マク(溶接)           鋼製電音型マンク(溶接)           鋼製電音型マンク(溶接)           鋼製電音型マンク(溶接)           「           「           「           「           「           「           「           「           「           「           「           「           「 </td <td>外外外 外 外外外外外 外 外外外外外内内内内内外外外外外 外 外 内内内内内 内 内内 外 外 外外外外外 外 同 同部部部 部 部部部部部 部 部部部部部 部 部部部部部部部部</td> <td>肉         古風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         地震         24年劣化         経年劣化         24年劣化         経年劣化         経年劣化         経年劣化         経年劣化         経年劣化         経年劣化         経年劣化         運用上の要因         運用上の要因         運用上の要因         運用しの要因         運用しの要因         運用         地震         地震         地震         地震         中電</td> <td>雨によりタンク付着の汚染物の洗い流しによる流出 タンク容量を超える埋内返上水の移送による溢れだし 洗米物によるタンク損傷に伴う漏えい  飛米物によるタンク損傷に伴う漏えい  飛米物によるタンク損傷に伴う漏えい  飛米物によるタンク損傷に伴う漏えい  パネッ物によるタンク損傷に伴う漏えい  タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい シンク付属機器損傷に伴う漏えい シンク付属機器損傷に伴う漏えい シンク付属機器損傷に伴う漏えい シンク付属機器損傷に伴う漏えい シンク付属機器損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい た酸酸壊によるタンク損傷に伴う漏えい た酸酸壊によるタンク損傷に伴う漏えい こを管弦続割扱い こので またによるホースの破裂に伴う漏えい この、たいたいによる流出 配管の増しに伴う漏えい 水火災による配管の増損に伴う漏えい 水災による配管の増損に伴う漏えい 、 大阪時ないしタンク等の破損に伴う漏えい 、 たび汚染された廃材等に付着した汚染物を洗い流した雨水が タンクエリア埋たに蒸し、汚染水浸透・漏えい うクンクエリア埋を起えてタンクエリア内に流入 フェーシング部に損傷を与え、当該箇所より汚染水が遮出 地震により基礎に退出用ポンプの容量を超える水が流入、汚染水が流出 地震により基礎に見傷を与え、当該箇所より汚染水が流出 地震により基礎に損傷を与え、当該箇所より汚染水が流出 地震により駆じっに損傷を与え、当該箇所より汚染水が流出 地震により基礎に損傷を与え、当該箇所より汚染水が流出 地震により基礎に損傷を与え、当該箇所より汚染水が流出 地震により収集ビットに損傷を与え、当該箇所より汚染水が流出 地震にようしな、た彼れ、なっれ、水がな少な、一日本時がな少なエリア埋内に気と明れ、ない、流出 オ雨時、泉出用ポンプが故障することで、汚染水が湿外へ流出 大雨時、泉ンク病にあいた。赤州</td> <td>降降山 峰降山 台<td>クシクエリア         タンクエリア         タンクエ</td></td>	外外外 外 外外外外外 外 外外外外外内内内内内外外外外外 外 外 内内内内内 内 内内 外 外 外外外外外 外 同 同部部部 部 部部部部部 部 部部部部部 部 部部部部部部部部	肉         古風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         台風・竜巻         地震         24年劣化         経年劣化         24年劣化         経年劣化         経年劣化         経年劣化         経年劣化         経年劣化         経年劣化         経年劣化         運用上の要因         運用上の要因         運用上の要因         運用しの要因         運用しの要因         運用         地震         地震         地震         地震         中電	雨によりタンク付着の汚染物の洗い流しによる流出 タンク容量を超える埋内返上水の移送による溢れだし 洗米物によるタンク損傷に伴う漏えい  飛米物によるタンク損傷に伴う漏えい  飛米物によるタンク損傷に伴う漏えい  飛米物によるタンク損傷に伴う漏えい  パネッ物によるタンク損傷に伴う漏えい  タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい シンク付属機器損傷に伴う漏えい シンク付属機器損傷に伴う漏えい シンク付属機器損傷に伴う漏えい シンク付属機器損傷に伴う漏えい シンク付属機器損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい た酸酸壊によるタンク損傷に伴う漏えい た酸酸壊によるタンク損傷に伴う漏えい こを管弦続割扱い こので またによるホースの破裂に伴う漏えい この、たいたいによる流出 配管の増しに伴う漏えい 水火災による配管の増損に伴う漏えい 水災による配管の増損に伴う漏えい 、 大阪時ないしタンク等の破損に伴う漏えい 、 たび汚染された廃材等に付着した汚染物を洗い流した雨水が タンクエリア埋たに蒸し、汚染水浸透・漏えい うクンクエリア埋を起えてタンクエリア内に流入 フェーシング部に損傷を与え、当該箇所より汚染水が遮出 地震により基礎に退出用ポンプの容量を超える水が流入、汚染水が流出 地震により基礎に見傷を与え、当該箇所より汚染水が流出 地震により基礎に損傷を与え、当該箇所より汚染水が流出 地震により駆じっに損傷を与え、当該箇所より汚染水が流出 地震により基礎に損傷を与え、当該箇所より汚染水が流出 地震により基礎に損傷を与え、当該箇所より汚染水が流出 地震により収集ビットに損傷を与え、当該箇所より汚染水が流出 地震にようしな、た彼れ、なっれ、水がな少な、一日本時がな少なエリア埋内に気と明れ、ない、流出 オ雨時、泉出用ポンプが故障することで、汚染水が湿外へ流出 大雨時、泉ンク病にあいた。赤州	降降山 峰降山 台 <td>クシクエリア         タンクエリア         タンクエ</td>	クシクエリア         タンクエリア         タンクエ
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	タンク         夏空         夏空         夏空         夏空         夏空         タンクエリア	小板さマシワ           雨水受けタンク           鋼製円筒型タンク(フランジ接合)           鋼製円筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(フランジ接合)           鋼製用筒型タンク(フランジ接合)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(フランジ接合)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(フランジ接合)           パ抜きタンク           鋼製用筒型タンク(フランジ接合)           水抜きタンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(フランジ接合)           水抜きタンク           鋼製用筒型タンク(マランジ接合)           水抜きタンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製用高型タンク(溶接)           鋼製用高型タンク(溶接)           鋼製用高型タンク(溶接)           鋼製用高型タンク(溶接)           鋼製用高型なり(溶接)           鋼製電商形タンク(溶接)           鋼製電商形タンク(溶接)           鋼製電商形タンク(溶接)           鋼製電商形タンク(溶接)           鋼製電商形タンク(溶接)           鋼製電商形タンク(溶量の)           水振電           ケンク基礎フェーシング部           外周堰           外周堰           外周堰	外外外外外外外外外外外外外外外外外外外内内内内外外外外外外外外内内内内内内内内	雨           台風・竜巻           台風・竜巻           台風・竜巻           台風・竜巻           台風・竜巻           台風・竜巻           地震           火災           台風・竜巻           雨           経年劣化           建           週           10 更因           リプレース工事           雨           雪           地震           地震           地震	雨によりタンクイ着の汚染物の洗い流しによる流出 タンク容量を超える堰内返上水の移送による溢れだし 飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい ペートーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーー	降降山 南雨風。 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台 台	アンクエリア         タンクエリア         タンクエ
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	タンク         タンク <td< td=""><td>小板さマシワ           雨水受けタンク           鋼製円筒型タンク(フランジ接合)           鋼製円筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製石影タンク(溶接)           鋼製石影型タンク(溶接)           鋼製石影型タンク(溶接)           鋼製石影型タンク(溶接)           鋼製石影型タンク(溶接)           鋼製石影型タンク(溶接)           鋼製石影型タンク(溶接)           鋼製石影型タンク(溶接)           調製面影型タンク(溶接)           「「「」」」」」           「」」」」           「」」」」」」           「」」」」」」」」           「」」」」           「」」」」」」           「」」」」           「」」」」」           「」」」」」」           「」」」」」」」」」」           「」」」」」」」」」」」</td><td>外外外 外 外外外外外外 外 外外外外外内内内内内外外外外外外 外 内内内内内内</td><td>肉           南           台風・竜巻           台風・竜巻           台風・竜巻           台風・竜巻           台風・竜巻           台風・竜巻           地震           とューマンエラー           国           夏 雪           火災           台風・竜巻           雨           経年 劣化           経年 劣化           経年 劣化           経年 劣化           経年 劣化           運用 上の 要因           運用           山 要           地震           地震           地震           地震           地震      <tr< td=""><td>雨によりタンク付着の汚染物の洗い流しによる流出 タンク容量を超える埋内返し水の移送による盗社れじし 洗米物によるタンク損傷に伴う漏えい 飛米物によるタンク損傷に伴う漏えい パ米水物によるタンク損傷に伴う漏えい パホ水物によるタンク損傷に伴う漏えい パホ水物によるタンク損傷に伴う漏えい パンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい シンク付属機器損傷に伴う漏えい シンク付属機器損傷に伴う漏えい シンク付属機器損傷に伴う漏えい シンク付属機器損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい たいして、 たいして、 たいして、 たいして、 たいして、 たいし、 たいし、 たいし、 たいし、 たいし、 たいし、 たいし、 たいし</td><td>降降山 南雨風風。 ▲ 一個一個人的一個人的一個人的一個人的一個人的一個人的一個人的一個人的一個人的一個</td><td>アンクエリア         タンクエリア         タンククエエリア         タンク         タン         タン         タン         タン         タン         タン         タン</td></tr<></td></td<>	小板さマシワ           雨水受けタンク           鋼製円筒型タンク(フランジ接合)           鋼製円筒型タンク(溶接)           鋼製用筒型タンク(溶接)           鋼製石影タンク(溶接)           鋼製石影型タンク(溶接)           鋼製石影型タンク(溶接)           鋼製石影型タンク(溶接)           鋼製石影型タンク(溶接)           鋼製石影型タンク(溶接)           鋼製石影型タンク(溶接)           鋼製石影型タンク(溶接)           調製面影型タンク(溶接)           「「「」」」」」           「」」」」           「」」」」」」           「」」」」」」」」           「」」」」           「」」」」」」           「」」」」           「」」」」」           「」」」」」」           「」」」」」」」」」」           「」」」」」」」」」」」	外外外 外 外外外外外外 外 外外外外外内内内内内外外外外外外 外 内内内内内内	肉           南           台風・竜巻           台風・竜巻           台風・竜巻           台風・竜巻           台風・竜巻           台風・竜巻           地震           とューマンエラー           国           夏 雪           火災           台風・竜巻           雨           経年 劣化           経年 劣化           経年 劣化           経年 劣化           経年 劣化           運用 上の 要因           運用           山 要           地震           地震           地震           地震           地震 <tr< td=""><td>雨によりタンク付着の汚染物の洗い流しによる流出 タンク容量を超える埋内返し水の移送による盗社れじし 洗米物によるタンク損傷に伴う漏えい 飛米物によるタンク損傷に伴う漏えい パ米水物によるタンク損傷に伴う漏えい パホ水物によるタンク損傷に伴う漏えい パホ水物によるタンク損傷に伴う漏えい パンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい シンク付属機器損傷に伴う漏えい シンク付属機器損傷に伴う漏えい シンク付属機器損傷に伴う漏えい シンク付属機器損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい たいして、 たいして、 たいして、 たいして、 たいして、 たいし、 たいし、 たいし、 たいし、 たいし、 たいし、 たいし、 たいし</td><td>降降山 南雨風風。 ▲ 一個一個人的一個人的一個人的一個人的一個人的一個人的一個人的一個人的一個人的一個</td><td>アンクエリア         タンクエリア         タンククエエリア         タンク         タン         タン         タン         タン         タン         タン         タン</td></tr<>	雨によりタンク付着の汚染物の洗い流しによる流出 タンク容量を超える埋内返し水の移送による盗社れじし 洗米物によるタンク損傷に伴う漏えい 飛米物によるタンク損傷に伴う漏えい パ米水物によるタンク損傷に伴う漏えい パホ水物によるタンク損傷に伴う漏えい パホ水物によるタンク損傷に伴う漏えい パンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい タンク付属機器損傷に伴う漏えい シンク付属機器損傷に伴う漏えい シンク付属機器損傷に伴う漏えい シンク付属機器損傷に伴う漏えい シンク付属機器損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい 地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい たいして、 たいして、 たいして、 たいして、 たいして、 たいし、 たいし、 たいし、 たいし、 たいし、 たいし、 たいし、 たいし	降降山 南雨風風。 ▲ 一個一個人的一個人的一個人的一個人的一個人的一個人的一個人的一個人的一個人的一個	アンクエリア         タンクエリア         タンククエエリア         タンク         タン         タン         タン         タン         タン         タン         タン

# B-2 事象分析結果 取り纏め表-2 タンクエリア箇所(1/4)

															1~4号機用	]汚染水貯 <b>蕭</b>	タンク														
	B南 →	B北↓	C -	C東 -	C西 -	D -	E -	G1 🖵	G3東 -	G3西 -	G3北 -	G4南 -	G4北,	G5 -	G6北,	G6南 -	G7 -	H1 -	H1東 -	H2北,	H2南 -	НЗ 🖵	H4 🖵	H4東 -	H4北-	H5 🖵	H6 -	н8北 -	H8南 -	H9 🗸	H9西 🗸
I – 1	淡水	淡水		Sr処理水等 (M)	Sr処理水等 (M)		Sr処理水等 (C)/濃縮塩 水		,			Sr処理水等 (M)/濃縮塩 水	ALPS処理水 (既設)	ALPS処理水 (既設)	Sr処理水等 (M)	Sr処理水等 (M)			濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	Sr処理水等 (M)/濃縮塩 水	濃縮塩水			淡水	淡水
I – 2						Sr処理水等 (C)/濃縮塩 水			ALPS処理水 (既設)	Sr処理水等 (C、R)/濃縮 塩水	Sr処理水等 (C)						ALPS処理水 (既設)	ALPS処理水 (既設・高性 能・増設)										Sr処理水等 (C,R)	Sr処理水等 (R)		
I - 3 I - 4			濃縮塩水/淡					淡水																							
I – 5			水																												
I – 6							Sr伽理水等					Sr伽珊水箅														Sr肌珊水等					
I – 7	淡水	淡水		Sr処理水等 (M)	Sr処理水等 (M)		(C)/濃縮塩 水					(M)/濃縮塩 水	ALPS処理水 (既設)	ALPS処理水 (既設)	Sr処理水等 (M)	Sr処理水等 (M)			濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	(M)/濃縮塩 水	濃縮塩水			淡水	淡水
I – 8						Sr処理水等 (C)/濃縮塩 水			ALPS処理水 (既設)	Sr処理水等 (C、R)/濃縮 塩水	Sr処理水等 (C)						ALPS処理水 (既設)	ALPS処理水 (既設・高性 能・増設)										Sr処理水等 (C,R)	Sr処理水等 (R)		
I – 9 I – 10			濃縮塩水/淡 水					淡水																							
I – 11																															
I – 12 I – 13	淡水	淡水		Sr処理水等 (M)	Sr処理水等 (M)		Sr処理水等 (C)/濃縮塩 水					Sr処理水等 (M)/濃縮塩 水	ALPS処理水 (既設)	ALPS処理水 (既設)	Sr処理水等 (M)	Sr処理水等 (M)			濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	Sr処理水等 (M)/濃縮塩 水	濃縮塩水			淡水	淡水
I – 14						Sr処理水等 (C)/濃縮塩 水			ALPS処理水 (既設)	Sr処理水等 (C、R)/濃縮 塩水	Sr処理水等 (C)						ALPS処理水 (既設)	ALPS処理水 (既設·高性 能·増設)										Sr処理水等 (C,R)	Sr処理水等 (R)		
I – 15 I – 16			濃縮塩水/淡					淡水																							
I – 17			X																												
I – 18 I – 19								淡水																							
I – 20	淡水	淡水		Sr処理水等 (M)	Sr処理水等 (M)		Sr処理水等 (C)/濃縮塩 水					Sr処理水等 (M)/濃縮塩 水	ALPS処理水 (既設)	ALPS処理水 (既設)	Sr処理水等 (M)	Sr処理水等 (M)			濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	Sr処理水等 (M)/濃縮塩 水	濃縮塩水			淡水	淡水
I – 21	淡水	淡水		Sr処理水等 (M)	Sr処理水等 (M)		Sr処理水等 (C)/濃縮塩 水					Sr処理水等 (M)/濃縮塩 水	ALPS処理水 (既設)	ALPS処理水 (既設)	Sr処理水等 (M)	Sr処理水等 (M)			濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	Sr処理水等 (M)/濃縮塩 水	濃縮塩水			淡水	淡水
I – 22				Sr伽理水等	Sr肌钾水等		Sr処理水等					Sr処理水等	山口の加田水	△IPS処理水	Sr加理水等	Sr肌理水等										Sr処理水等					
I – 23 I – 24	淡水	淡水		(M)	(M)	Sr処理水等 (C)/濃縮塩	(C)/濃縮塩 水		ALPS処理水	Sr処理水等 (C、R)/濃縮	Sr処理水等	(M)/濃縮塩 水	(既設)	(既設)	(M)	(M)	ALPS処理水	ALPS処理水 (既設・高性	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	(M)/濃縮塩 水	濃縮塩水	Sr処理水等	Sr処理水等	淡水	淡水
						水			(Max)	塩水	(0)						(Max)	能·増設)										(0,1)			
I - 25			濃縮塩水/淡					淡水																							
I – 27			水																												
I – 28 I – 29	淡水	淡水		Sr処理水等	Sr処理水等		Sr処理水等 (C)/濃縮塩					Sr処理水等 (M)/濃縮塩	ALPS処理水	ALPS処理水	Sr処理水等	Sr処理水等			濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	Sr処理水等 (M)/濃縮塩	濃縮塩水			淡水	淡水
I – 30				(11)	(10)	Sr処理水等 (C)/濃縮塩 水	<u>水</u>		ALPS処理水 (既設)	Sr処理水等 (C、R)/濃縮 塩水	Sr処理水等 (C)	<u></u>	(Max)	(Max)	(10)	(11)	ALPS処理水 (既設)	ALPS処理水 (既設・高性 能・増設)								<u>水</u>		Sr処理水等 (C,R)	Sr処理水等 (R)		
I - 31			濃縮塩水/淡					淡水																							
I - 32																															
I – 33 I – 34	淡水	淡水		Sr処理水等 (M)	Sr処理水等 (M)		Sr処理水等 (C)/濃縮塩					Sr処理水等 (M)/濃縮塩	ALPS処理水 (既設)	ALPS処理水 (既設)	Sr処理水等 (M)	Sr処理水等 (M)			濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	Sr処理水等 (M)/濃縮塩	濃縮塩水			淡水	淡水
I – 35						Sr処理水等 (C)/濃縮塩 水	<u>м</u>		ALPS処理水 (既設)	Sr処理水等 (C、R)/濃縮 塩水	Sr処理水等 (C)	<u>ж</u>					ALPS処理水 (既設)	ALPS処理水 (既設·高性 能·増設)										Sr処理水等 (C,R)	Sr処理水等 (R)		
I – 36			進続たようが		<u> </u>			淡水										<u> </u>							<u> </u>			<u> </u>			
I – 37			水水																												
I – 38 I – 39																															
I – 40					1	1	1												1												

1	2
3	4

※4 分割中の位置

### B-2 事象分析結果 取り纏め表-2 タンクエリア箇所(2/4)

					1~4	号機用污夠	と水貯蔵タ	ンク				濃箱	廃液	高濃度滞留	5,64	機用	地下水パイパス
J1 🖵	J2 🖵	J3 🖵	J4 🖵	J5 🗸	J6 🗸	К1北/, -	K1南 -	K2 🖵	多核種 除去装置 ▼	高性能多核種 险土共居 🔻	増設多核種 除去結果 ▼	Dv	H2 🖵	G1 -	F2 -	F1 -	НЗ
											林田 (1995)				5,6号機滞	5,6号機滞	***
									ALPS処理小(成設)						留水	留水	地下水
_PS処理水																	
お設・増設・ 高性能)	ALPS処理水	ALPS処理水	ALPS処理水	ALPS処理水	ALPS処理水	ALPS処理水	Sr処理水等	Sr処理水等		AIDS加田水(喜姓能)	ALPS処理水(増	進續南流				5,6号機滞	
·処理水等 (.C)、濃縮	(既設・増設)	高性能)	高性能)	(既設)	(既設・増設)	(高性能)	(R)	(R)		入口-3/23主小(同圧能)	設)	/85:418 /96 /DK				留水	
塩水																	
													濃縮廃液	高濃度滞留水			
															5,6号機滞留 水		
															5.6号機滞留 水		
									ALPS処理水(既設)						5,6号機滞 留水	5,6号機滞 留水	地下水
LPS処理水 既設・増設・		いたの理学															
高性能) r処理水等	ALPS処理水 (既設・増設)	(既設・増設・	ALPS処理水 (既設・増設・	ALPS処理水 (既設)	ALPS処理水 (既設・増設)	ALPS処理水 (高性能)	Sr処理水等 (R)	Sr処理水等 (R)		ALPS処理水(高性能)	ALPS処理水(増 設)	濃縮廃液				5,6号機滞 留水	
(,C)、濃縮	Contact - Dates	高性能)	高性能)	(1111)													
<u>"</u> "																	
								-					濃縮廃液	高濃度滞留水	5,6号機滞留		
															水 5.6号機滞留		
														<b> </b>	水		
										1					E 0	E 6	
									ALPS処理水(既設)						3,0亏機滞 留水	5,0亏機滞 留水	地下水
PS処理水								1					1	1			
t設・増設・ 高性能)	ALPS処理水	ALPS処理水 (既設・増設・	ALPS処理水 (既設・増設・	ALPS処理水	ALPS処理水	ALPS処理水	Sr処理水等	Sr処理水等		ALPS饥理水(高性能)	ALPS処理水(増	濃縮塵液					
処理水等 (,C)、濃縮	(既設・増設)	高性能)	高性能)	(既設)	(既設・増設)	(高性能)	(R)	(R)		ALL CALLENCED LED	設)	ALCOHO DO TAX					
塩水													濃縮廃液	高濃度滞留水			
															5,6号機滞留		
															5.6号機滞留		
															<u></u>		
													濃縮廃液	高濃度滞留水			
									ALPS処理水(既設)						5,6号機滞 留水	5,6号機滞 留水	地下水
									ALDC加田水(町売)						5,6号機滞	5,6号機滞	***
									ALPS処理小(成設)						留水	留水	地下水
															5,6号機滞留 水		
									ALPS処理水(既設)						5,6号機滞	5,6号機滞	地下水
PS処理水															面示	围小	
記:100-100-100-100-100-100-100-100-100-100	ALPS饥理水	ALPS処理水	ALPS処理水	ALPS饥理水	ALPS饥理水	ALPS饥理水	Sr饥理水等	Sr饥理水等			ALPS饥理水(增					5.6号楼滞	
r処理水等	(既設・増設)	(既設・増設・ 高性能)	(既設・増設・ 高性能)	(既設)	(既設·增設)	(高性能)	(R)	(R)		ALPS処埋水(高性能)	設)	濃稲廃液				留水	
塩水													alle deta este ante	古遗典学校业			
													/辰和1996/仪	同辰反席由小	5.6号機滞留		
															<u>水</u> 5,6号機滞留		
															水		
								1	AIPS航神水(野和)				1		5,6号機滞	5,6号機滞	ま しょうしょう きょうしょう まんしょう まんしょう きょう きょう きょう きょう きょう きょう きょう きょう きょう き
DC/m III -1-									いこうだき生小(既該)						留水	留水	地工小
LPS処理水 既設・増設・		ALPS処理水	ALPS処理水														
高性能) r処理水等	ALPS処理水 (既設・増設)	<ul><li>(既設・増設・</li><li>(既設・増設・</li></ul>	(既設・増設・	ALPS処理水 (既設)	ALPS処理水 (既設・増設)	ALPS処理水 (高性能)	Sr処理水等 (R)	Sr処理水等 (R)		ALPS処理水(高性能)	ALPS処理水(増 設)	濃縮廃液				5,6号機滞 留水	
.(C)、濃縮 <u>塩水</u>		IN IL NE/	HILINE/														
								+					濃縮廃液	高濃度滞留水	56号雌湾网		
															水		
															5,0亏惯滞留 水		
									ALPS処理水(既設)						5,6号機滞 留水	5,6号機滞 留水	地下水
PS処理水								<u> </u>					<u> </u>		田小	圓小	
既設・増設・ 高性能)	ALPS処理水	ALPS処理水	ALPS処理水	ALPS処理水	ALPS処理水	ALPS処理水	Sr処理水等	Sr処理水等			ALPS処理水(逆					5,6号楼滞	
r処理水等	(既設・増設)	<ul><li>(既設・増設・</li><li>高性能)</li></ul>	<ul><li>(既設・増設・</li><li>高性能)</li></ul>	(既設)	<ul><li>(既設・増設)</li></ul>	(高性能)	(R)	(R)		ALPS処理水(高性能)	設)	濃縮廃液				留水	
塩水													and the state of the	the same care same control of			
													<b></b> 漏廃液	局濃度滞留水	5.6号機滞留		<u> </u>
								<u> </u>		}			<u> </u>		水 5,6号機滞留		
															<u>ж</u>		
						-										-	
			1	1				1			1		1				

1	2	
3	4	
※4 分割	中の位置	

- App-B-4 -

### B-2 事象分析結果 取り纏め表-2 タンクエリア箇所 (3/4)

****															1~4号機)	用污染水貯蔵	リタンク														
<b>주</b> 余言寸 ▼	B南 ⊸	B北 -	C -	C東 →	C西 🗸	D 🚽	E	G1 🚽	G3東 -	G3西 -	G3北, -	G4南 -	G4北,	G5 -	G6北,	G6南 -	G7 -	H1 🖵	H1東 -	H2:北-	H2南 -	НЗ 🖵	H4 🖵	H4東 -	H4北 🚽	H5 🚽	H6 🖵	н8北, -	H8南 -	H9 🖵	H9西 -
I – 41	淡水	淡水		Sr処理水等	Sr処理水等		Sr処理水等 (C)/濃縮塩					Sr処理水等 (M)/濃縮塩	ALPS処理水	ALPS処理水	Sr処理水等	Sr処理水等			濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	澧綩塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	Sr処理水等 (M)/濃縮塩	澧綋塩水			淡水	淡水
				(M)	(M)		(0)//加e/ma-mai 水					水	(既設)	(既設)	(M)	(M)			NOCOLE-ME - 1 -	NEC 4912 - 112 - 5 X	ADC (10 - 2007) 1	100-110-110-11	ABCOMP - ME / 1 V	AUC-110-200-23 V	ABC/10-382/11	水 水	ADDOUGH THE PICK		⊢		
						Sr処理水等				Sr処理水等	0.加油水油						4100加田水	ALPS処理水						i <sup> </sup>	'			0.加田水笛	0.加田水油		1
I – 42						(C)/濃縮塩 水			(既設)	(C、R)/濃縮 塩水	(C)						(既設)	<ul> <li>(既設・高性 能・増設)</li> </ul>						i <sup> </sup>	'			Sr処理水等 (C,R)	SF処理水等 (R)		1
																								ا ا	ļ'						L
<u>I - 43</u>			濃縮塩水/淡					淡水																<sup> </sup>	'			$\vdash$	┝───┤		
1 - 44			水																					<sup> </sup>	'				<b>├───</b> ┤		
I - 45										-															'				┝───┦		
I - 47																															
I – 48	淡水	淡水		Sr処理水等	Sr処理水等		Sr処理水等 (C)/濃縮塩					Sr処理水等 (M)/濃縮塩	ALPS処理水	ALPS処理水	Sr処理水等	Sr処理水等			濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	Sr処理水等 (M)/濃縮塩	濃縮塩水			淡水	淡水
				(11)	(111)		水					水	(MABX)	(MBK)	(111)	(11)								[]	'	水		┝──┤	┝───┦		
						Sr処理水等			ALPS処理水	Sr処理水等	Sr処理水等						ALPS処理水	ALPS処理水						i <sup> </sup>	'			Sr処理水等	Sr処理水等		1
1 - 49						(C)/濃縮瑥 水			(既設)	(C、R)/濃縮 塩水	(C)						(既設)	(既設・高性 能・増設)						l I	'			(C,R)	(R)		1
1 50								Ne ale																<sup> </sup>	'				ļļ		
I - 51								成小																 				+			
I – 52																															
I – 53	淡水	淡水		Sr処理水等	Sr処理水等		Sr処理水等 (C)/濃縮塩					Sr処理水等 (M)/濃縮塩	ALPS処理水	ALPS処理水	Sr処理水等	Sr処理水等			濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	Sr処理水等 (M)/濃縮塩	濃縮塩水			淡水	淡水
				(101)	(M)		水		-			水		(54.52)	(111)	(M)								[]	'	水	-	$\vdash$	┝───┦		1
						Sr処理水等			AIPS机理水	Sr処理水等	Sr饥理水等						AIPS机理水	ALPS処理水						i <sup> </sup>	'			Sr饥理水等	Sr机理水等		1
I – 54						(C)/濃縮塩 水			(既設)	(C、R)/濃縮 塩水	(C)						(既設)	<ul> <li>(既設・高性 能・増設)</li> </ul>						i <sup> </sup>	'			(C,R)	(R)		1
T FF								isk ak																ا ا	'				ļļ		
I - 56			濃縮塩水/淡					汲水																 				++			[
I - 57			水						1			1												i	<u> </u>		1	<u>├</u> ──┤			
I - 58																								[]	<u> </u>			$\vdash$	<b>⊢</b> −−− <b> </b>		
I - 59	淡水	淡水		Sr処理水等	Sr処理水等		Sr処理水等 (C)/濃縮塩					Sr処理水等 (M)/濃縮塩	ALPS処理水	ALPS処理水	Sr処理水等	Sr処理水等			濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	澧綩塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	Sr処理水等 (M)/濃縮塩	澧綋塩水			淡水	淡水
1 00	1001	100.10		(M)	(M)		7K					水	(既設)	(既設)	(M)	(M)				加速中国中国	波动的道力					水 水	2000年1月11日	$\square$	<b>└───</b> ┤	12 M	
						Sr処理水等				Sr処理水等	0 加油水油							ALPS処理水						i <sup> </sup>	'			。如理水策	0 加田水谷		1
I – 60						(C)/濃縮塩 水			ALPS処理水 (既設)	(C、R)/濃縮 塩水	Sr処理水寺 (C)						ALPS処理水 (既設)	<ul> <li>(既設・高性 能・増設)</li> </ul>						i <sup> </sup>	'			Sr処理水寺 (C,R)	Sr処理水寺 (R)		1
																									ļ'						<b> </b>
I - 61			濃縮塩水/淡					淡水																J	'			╞───┤	<b>├──</b> ┥		
I - 02			水																					[]	'			┝──┤	┝───┦		
I - 64																								l	'			<u>                                     </u>	├───┤		
I – 65																															
I - 66																								<sup> </sup>	'			$\square$	<b>├───</b> ┤		
I - 68																															
I - 69																									'				<b>⊢</b>	-	
I - 70 I - 71																								í	<u> </u>			<u>├</u> ──┤			[
I – 72																															
<u>I - 73</u> I - 74																								[]	'			┝──┤	┝───┦		
<u>I</u> – 1																								ا <del>ر ا</del>							
<u>II</u> – 2 III – 1																								<sup> </sup>	<u> </u> '			<u> </u>	<b>├───</b> ┦		
<u>III</u> – 2																															ĺ
<u>III – 3</u>																								<sup> </sup>	'				ļļ		
<u> </u>									1			1												i	<u> </u>		1	<u>├</u> ──┤			
Ш – 6																															
<u>III</u> – 7 III – 8																								[]	'			┝──┤	┝───┦		
<u> </u>						1	1					1				1								 			1				í
<u>Π</u> – 10							ł									ł	ł			+				اــــــــــــــــــــــــــــــــــــ	¦'			$\vdash$	<b>├───</b> ┤		}
<u> </u>																								 							Í
<u>III</u> – 13																								 					I		
<u>III</u> – 14 III – 15									<u> </u>			<u> </u>								1				[]	'		<u> </u>	$\vdash$	<b>├──</b> ┤		
<u> </u>			l I				1								1	1	l							 							ļ
<u>Π</u> – 17 Π – 10																									'			$\vdash$	<u>⊢</u>		
<u> </u>										L														l	<u> </u>						
Ш – 20												[															[				
III – 21		L				L	ļ		L			L					1		L					ا <b></b> ا	L		L				ı

1	2
3	4

※4 分割中の位置

# B-2 事象分析結果 取り纏め表-2 タンクエリア箇所(4/4)

					1~4	号機用汚夠	な水貯蔵タ	ンク				濃縮	廃液	高濃度滞留 水母けタンク	5,6号機用 汚染水貯蔵タンク	地下水パイパス 用なンク
J1 🗸	J2 🖵	J3 -	J4 🖵	J5 🗸	J6 -	К1北/, -	K1南 -	K2 -	多核種 除去裝置 ▼	高性能多核種 除去装置 ▼	増設多核種 除去装置 ▼	D 👻	H2 -	G1 -	F2 - F1 -	Н3 –
															5,6号機滞 5,6号機滞	***
									ALPS処理小(成設)						留水 留水	地下水
ALPS処理水 (既設・増設・		ALPS処理水	ALPS処理水													
高性能) Sr処理水等	ALPS処理水 (既設・増設)	<ul><li>(既設・増設・</li><li>三性能)</li></ul>	<ul><li>(既設・増設・</li><li></li></ul>	ALPS処理水 (既設)	ALPS処理水 (既設・増設)	ALPS処理水 (高性能)	Sr処理水等 (R)	Sr処理水等 (R)		ALPS処理水(高性能)	ALPS処理水(増 設)	濃縮廃液			5,6号機滞 留水	
(A,C)、濃縮 塩水		間11月6/	間11月127													
													濃縮廃液	高濃度滞留水	50日 播送 80	
															5,0亏破滞留 水	
															5,6号機滞留 水	
									4105加田水(野殻)						5,6号機滞 5,6号機滞	the Tark
									ALI GABAEN (M.BC)						留水 留水	AB 1 7A
ALPS処理水 (既設・増設・		ALPS処理水	ALPS処理水													
高性能) Sr処理水等	ALPS処理水 (既設・増設)	<ul><li>(既設・増設・</li><li>三性部)</li></ul>	<ul><li>(既設・増設・</li><li></li></ul>	ALPS処理水 (既設)	ALPS処理水 (既設・増設)	ALPS処理水 (高性能)	Sr処理水等 (R)	Sr処理水等 (R)		ALPS処理水(高性能)	ALPS処理水(増 設)	濃縮廃液			5,6号機滞 留水	
(A,C)、濃縮 塩水		間11月6/	間11月127													
													濃縮廃液	高濃度滞留水	5.6只描述97	
															3.05100/#1日 水	
			<u> </u>			<u> </u>			<u> </u>						5 6号機準 5 6号操進	
									ALPS処理水(既設)						3,051度/m 3,051废/m 留水 留水	地下水
ALPS処理水 (既設・増設・																
高性能)	ALPS処理水	ALPS処理水 (既設・増設・	ALPS処理水 (既設・増設・	ALPS処理水	ALPS処理水	ALPS処理水	Sr処理水等	Sr処理水等		ALPS処理水(高性能)	ALPS処理水(増	濃縮廃液			5,6号機滞	
Sr処埋水寺 (A,C)、濃縮	(既設・増設)	高性能)	高性能)	(既設)	(既設・増設)	(高性能)	(R)	(R)			59) 59				留水	
塩水			1			1							濃縮廃液	高濃度滞留水		
															5.6号機滞留 水	
															5,6号機滞留	
															小 一	
									ALPS処理水(既設)						5,6号機滞 5,6号機滞 空水 空水	地下水
ALPS処理水															山小山小	
<ul><li>(既設・増設・ 高性能)</li></ul>	ALPS饥理水	ALPS処理水	ALPS処理水	ALPS饥理水	ALPS処理水	ALPS饥理水	Sr卯理水等	Sr卯理水等			ALPS 処理水(増				5.6号機滞	
Sr処理水等	(既設・増設)	<ul><li>(既設・増設・</li><li>高性能)</li></ul>	<ul><li>(既設・増設・</li><li>高性能)</li></ul>	(既設)	(既設・増設)	(高性能)	(R)	(R)		ALPS処理水(高性能)	設)	濃縮廃液			留水	
塩水													a la seburbe a ter	古道佐津のよ		
													辰相兇攸	高濃度滞留水	5,6号機滞留	
															水 5,6号機滞留	
															水	
			-			-										
					1											
			ļ		<u> </u>	ļ										
			<u> </u>			<u> </u>		+	+							
			<u> </u>		1	<u> </u>		+	+							
			<u> </u>		1	<u> </u>		+	+							
															<u>                                      </u>	
										<u> </u>						
			1		1	1	1	1	1		l					

 1
 2

 3
 4

 ※4 分割中の位置

# B-3 事象シナリオ 取り纏め表-1

シナ	リオ番号					起因事象(Ⅰ・Ⅱ)
12	T	-	起因物	内部/外部	詳細	発生事象
2	1 I	1 タンク	鋼製円筒型タンク(フランジ接合)	内部事象	経年劣化	溶接部隙間腐食による漏えい
2	1 I	2 タンク	鋼製円筒型タンク(溶接)	内部事象	経年劣化	溶接部隙間腐食による漏えい
2	1 I	3 タンク	鋼製横置きタンク(溶接)	内部事象	経年劣化	溶接部隙間腐食による漏えい
2	1 I	4 タンク	鋼製角形タンク(溶接)	内部事象	経年劣化	溶接部隙間腐食による漏えい
2	1 I		鋼製角形タンク(溶接+フランジ接合)	内部事象	経年劣化	溶接部隙間腐食による漏えい かはない 開度のとしる Reconstructure
2	1 1	6 タンク	雨水受げタンク 綱制四等刑内、カ(コニンが焼み)	<u>内部</u> 事家	<u>絵牛劣化</u> 经在少化	溶液部原目属良による漏えい かったなのにたえます。
2	1 I 1 I	0 ALA		内部事象	<u>程年为11</u> 経年少化	メンジ )   良いよる @ 浦 んい うちょう ( ) しょう ( ) しょ) ( ) ( ) ( ) しょ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) (
2	1 I	<u>8 メンフ</u> 9 タンク	鋼製 構置きタンク(溶接)	内部事象	経年労化	
2	1 I	10 タンク	鋼製角形タンク(溶接)	内部事象	経年劣化	デン・加点(
2	1 I	11 タンク	鋼製角形タンク(溶接+フランジ接合)	内部事象	経年劣化	タンク腐食による漏えい
2	1 I	12 タンク	雨水受けタンク	内部事象	経年劣化	タンク腐食による漏えい
2	1 I	13 タンク	鋼製円筒型タンク(フランジ接合)	内部事象	経年劣化	配管接続部差し込み型フランジ腐食による漏えい
2		14 タンク	鋼製円筒型タンク(溶接)	内部事家	<u>経年劣化</u>	配管接続部差し込み型フランジ旗度による漏えい
2	1 I 1 I	16 220		内部事象	<u>程年为11</u> 経年少化	配官技統部定と込み坐フランノ属良による調査い
2	1 T	17 タンク	鋼製角形タンク(溶接+フランジ接合)	内部事象	経年劣化	出自てのの中国としなりエンノンンの度による漏えい。 部管接続部差に入み利フランジ度食による漏えい。
2	1 I	18 タンク	雨水受けタンク	内部事象	経年劣化	回告はないまでというと、かれていていた。 記管接続部差し込み型フランジ席食による漏えい
2	1 I	19 タンク	鋼製横置きタンク(溶接)	内部事象	経年劣化	タンク間接続ホースからの漏えい
2	1 I	20 タンク	鋼製円筒型タンク(フランジ接合)	内部事象	経年劣化	円筒形タンク(フランジ型)フランジ部パッキンの劣化
2	1 I	21 タンク	鋼製円筒型タンク(フランジ接合)	内部事象	経年劣化	円筒形タンク(フランジ型)フランジ部パッキンの劣化
2		22 タンク	鋼製角形タンク(溶接+フランジ接合)   鋼制田筒町タンク(フニンジ接合)	内部事象	<u>栓牛劣化</u> ト	円同形ダンク(ノフンン型)フランジ部ハッキンの劣化 期間場体ミュニトをかったかこの汚染水の泣れだ!
2		<u>23 ダンク</u> 24 タンク	<u>調表市同空アノア(ノフノン接音)</u> 鋼制田筒型ないク(涼培)	内部事象	<u> ビューマンエフー</u> ドューマンエラー	IBIIIIがTESへによるアンクからの汚染水の溢れたし 関関爆作らスによるタンクからの汚染水の溢れだし
2	1 I	25 タンク	鋼製構置きタンク(溶接)	内部事象	ヒューマンエラー	開閉操作ミスによるタンクからの汚染水の溢れだし
2	1 I	26 タンク	鋼製角形タンク(溶接)	内部事象	ヒューマンエラー	開閉操作ミスによるタンクからの汚染水の溢れだし
2	1 I	27 タンク	鋼製角形タンク(溶接+フランジ接合)	内部事象	ヒューマンエラー	開閉操作ミスによるタンクからの汚染水の溢れだし
2	1 I	28 タンク	雨水受けタンク	内部事象	ヒューマンエラー	開閉操作ミスによるタンクからの汚染水の溢れだし
2		29 タンク	鋼製円筒型タンク(フランシ接合) 綱制四等刑タンク(次接)	内部事家		配管接続えたによるタンクからの方米水の溢れたし
2	1 I	31 5 2 2		内部事象	ヒューマンエラー	<u>配音技統にくによるメンクからのカ末小の溢れにし</u> 動管法続にによるメンクからの汚染水の溢れだ!
2	1 I	32 タンク	鋼製角形タンク(溶接)	内部事象	ヒューマンエラー	記録はないには、シンシンタンシンタンシンストンシート・シート・シート・シート・シート・シート・シート・シート・シート・シート・
2	1 I	33 タンク	鋼製角形タンク(溶接+フランジ接合)	内部事象	ヒューマンエラー	配管接続ミスによるタンクからの汚染水の溢れだし
2	1 I	34 タンク	鋼製円筒型タンク(フランジ接合)	内部事象	運用上の要因	タンク容量を超える汚染水の移送による溢れだし
2	1 I	35 タンク	鋼製円筒型タンク(溶接)	内部事象	運用上の要因	タンク容量を超える汚染水の移送による溢れたし
2	1 I 1 T	36 タンク 37 タンク	<u> 鋼製 傾直さタンク( 浴 接)</u> 鋼制 色 形 ない ク( 溶 接)	内部事家	運用上の要因	ダンク容量を超える方架水の移法による溢れたし かった容量をおさえて注め水の移送による溢れたし
2	1 T	38 タンク	鋼製角形タンク(溶接+フランジ接合)	内部事象	運用上の要因	プンプロ・ロールへのパス・ハッジャントのの通知による。 マンク変量を招きるごを決水の移送による溢れだ」。
2	1 I	39 タンク	水抜きタンク	内部事象	リプレース工事	タンク解体に伴う汚染水の流出
2	1 I	40 タンク	水抜きタンク	内部事象	リプレース工事	タンク解体に際して生じた廃材に付着した汚染物が雨水により流出
2	1 I	41 タンク	鋼製円筒型タンク(フランジ接合)	外部事象	雨	雨によりタンク付着の汚染物の洗い流しによる流出
2		42 タンク	鋼製円筒型タンク(溶接) 綱制株業もかった(溶接)	外部事家	雨	雨によりタンク付着の汚染物の洗い流しによる流出
2	1 I 1 I	43 タンク		<u>21印尹家</u> 外部事象		間によりタンプリオのジェネ 初ジルズレッルしによる流出 画によりタンク付着の汚染物の洗い流しによる流出
2	1 I	45 タンク	鋼製角形タンク(溶接+フランジ接合)	外部事象	雨	11-1-3-フレーノーはないので、加しによった出し、一方での「ないない」では、11-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1
2	1 I	46 タンク	水抜きタンク	外部事象	<b></b>	雨によりタンク付着の汚染物の洗い流しによる流出
2	1 I	47 タンク	雨水受けタンク	外部事象	雨	タンク容量を超える堰内汲上水の移送による溢れだし
2	1 I	48 タンク	鋼製円筒型タンク(フランジ接合) 綱制四等副タンク(次接)	外部事象	台風・竜巻	<u>飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい</u> 変ま物によるクンク損傷に伴う漏えい
2		<u>+ッランフ</u> 50 タンク	剄表11回空ライフ(溶接)   鋼製構置きタンク(溶接)	21 <sup>-11尹豕 外部事象</sup>	白風・竜巻	パペ 1%によるタンク 1県 第一下ナノ通んで、 飛 来 物によるタンク 損傷に伴う漏えい
2	1 I	51 タンク	鋼製角形タンク(溶接+フランジ接合)	外部事象	台風・竜巻	飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい
2	1 I	52 タンク	水抜きタンク	外部事象	台風·竜巻	飛来物によるタンク損傷に伴う漏えい
2	1 I	53 タンク	鋼製円筒型タンク(フランジ接合)	外部事象	地震	タンク付属機器損傷に伴う漏えい
2	1 I	54 タンク	鋼製円筒型タンク(溶接)	外部事象	地震	
2		55 タンク	鋼製荷置きタンク(溶接)	外部事象	地震	タンク付属機器預傷に伴う漏えい
2		50 ウンク 57 タンク	<u>調殺内形タンク()浴抜)</u>  鋼製角形タンク(溶接+フランジ接合)	<u>21司●豕</u> 外部事象	地震	マンクリ風波命決場に仕つ通んい。 タンク付屋機器損傷に伴う漏えい
2	1 I	58 タンク	水抜きタンク	外部事象	地震	タンク付属機器損傷に伴う漏えい
2	1 I	59 タンク	鋼製円筒型タンク(フランジ接合)	外部事象	地震	地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい
2	1 I	60 タンク	鋼製円筒型タンク(溶接)	外部事象	地震	地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい
2	1 I	61 タンク	鋼製横置きタンク(溶接)	外部事象	地震	地盤破壊によるタンク損傷に伴う漏えい
2		<u>62 タンク</u>	鋼製角形タンク(溶接)	外部事家	地震	地盤被壊によるタンク損傷に行っ痛えい
2	1 I 1 I	03 ダンク 64 タンク		71印 <b>争</b> 豕 从部 <b></b> 国象	地震	地盤破壊によるダング環境に伴う漏えい。
2	1 I	65 配管		内部事象	経年劣化	記管の劣化に伴う漏えい
2	1 I	66 配管		内部事象	経年劣化	配管接続部緩み・劣化に伴う漏えい
2	1 I	67 配管		内部事象	ヒューマンエラー	バルブ開閉操作ミスによるホースの破裂に伴う漏えい
2	1 I	68 配管		内部事象	ヒューマンエラー	配管接続ミスによるホースの破裂に伴う漏えい
2		<u>69 配管</u>	1	外部事象	限当にはにている。	IRICより配官付着の方染物の洗い流しによる流出 副節の前でのままによる副節の時間に伴ら浸えい
2		71 配管		21 <sup>-11尹豕 外部事象</sup>	<u> 表市 内価による水市による吸損</u> 紫外線による劣化	<u>きしまで3月でいれたによる時間の1枚使に行う通えい。</u> 歩外線による配管の劣化に伴う漏えい。
2	1 I	72 配管		外部事象	地震	地震による配管の損傷に伴う漏えい
2	1 I	73 配管		外部事象	火災	火災による配管の損傷に伴う漏えい
2	1 I	74 配管		外部事象	台風・竜巻	飛来物による配管損傷に伴う漏えい
2		1 タンクエリア外音	汚染残土・汚染された廃材    汚染残土・汚染された 度せ	外部事象	雨	)方梁残土及ひ方梁された廃材等に付着した汚染物を洗い流した雨水がタンクエリア堰を超えてタンクエリア内に流入 ) 、たゆみまのが汚めされた。応せ等には美した汚染物をだいました。これが少して見ていた。たていったがあった。 たっいったがあった。
2	цщ	メンクエリア 外音	1/5末7戊上・/5末されに廃村	71印手豕	193	<u>1/5米7%エス・いっ米でれに焼や寺に竹宿した汚米物で元い流した雨水が地面に皮透、タンクエリア堰を超えてタンクエリア内に流入</u>

- App-B-7 -

# B-4 事象シナリオ 取り纏め表-2 タンクエリア箇所(1/4)

シ	ナリオキ	<b>新</b> 号												1~4号機用	月汚染水貯蔵タン	ク											
		в	3南	В北	с	С東	C西	D	E	G1	G3東	G3西	G3北	G4南	G4北	G5	G6北	G6南	G7	H1	H1東	H2北	H2南	НЗ	Н4	H4東	H4北
21	I	1 淡水	i	淡水		Sr処理水等 (M)	Sr処理水等 (M)		Sr処理水等(C)/ 濃縮塩水					Sr処理水等(M)/濃縮 塩水	ALPS処理水(既設)	ALPS処理水 (既設)	Sr処理水等 (M)	Sr処理水等 (M)			濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水
21	I	2						Sr処理水等 (C)/濃縮塩水	- 000-1102 - 000- 2 -		ALPS処理水 (既設)	Sr処理水等 (C、R)/濃縮 塩水	Sr処理水等 (C)				1		ALPS処理水 (既設)	ALPS処理水 (既設・高性 能・増設)							
21	I	3								淡水																	
21	I	4			濃縮塩水/淡 水																						
21	I	5																									
21	I	6		NH I.		Sr処理水等	Sr処理水等		Sr処理水等(C)/	1				Sr処理水等(M)/濃縮		ALPS処理水	Sr処理水等	Sr処理水等			with data idea 1.	with data take 1.	100 Aug. 1	with data lifes 1.	Netter data data data data	with data tau 1.	with data time 1.
21	1	7 淡水	2	淡水		(M)	(M)		濃縮塩水					塩水	ALPS処理水(既設)	(既設)	(M)	(M)			<b>凄</b> 縮''''''''''	<b>减</b> 縮	濃縮塭水	<b>减</b> 縮	<b>减</b> 缩	<b>凄</b> 縮''''''''	<b>减</b> 椭 <b>温</b> 水
21	I	8						Sr処理水等 (C)/濃縮塩水		Set 1.	ALPS処理水 (既設)	Sr処理水等 (C、R)/濃縮 塩水	Sr処理水等 (C)						ALPS処理水 (既設)	ALPS処理水 (既設・高性 能・増設)							
21	T	9			濃縮塩水/淡					淡水																	
21	T	11			水					ł – –																	
21	I	12																									
21	I	13 淡水	i	淡水		Sr処理水等 (M)	Sr処理水等 (M)		Sr処理水等(C)/ 濃縮塩水					Sr処理水等(M)/濃縮 塩水	ALPS処理水(既設)	ALPS処理水 (既設)	Sr処理水等 (M)	Sr処理水等 (M)			濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水
21	I	14						Sr処理水等 (C)/濃縮塩水			ALPS処理水 (既設)	Sr処理水等 (C、R)/濃縮 塩水	Sr処理水等 (C)						ALPS処理水 (既設)	ALPS処理水 (既設・高性 能・増設)							
21	Ι	15			saite data Line Line sula					淡水																	-
21	Ι	16			濃縮塩水/淡 水																						
21	Ι	17																									
21	I	18								淡水	+													-		+	
21	I	20 淡水	j	淡水		Sr処理水等 (M)	Sr処理水等 (M)		Sr処理水等(C)/ 濃縮塩水					Sr処理水等(M)/濃縮 塩水	ALPS処理水(既設)	ALPS処理水 (既验)	Sr処理水等 (M)	Sr処理水等 (M)			濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水
21	I	21 淡水	į	淡水		Sr処理水等	Sr処理水等 (M)		Sr処理水等(C)/ 濃縮塩水					Sr処理水等(M)/濃縮 塩水	ALPS処理水(既設)	ALPS処理水 (既验)	Sr処理水等 (M)	Sr処理水等 (M)			濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水
21	I	22				(11)	(11)		ADD THE PILL PILL							(muc)	(11)	(117									
21	I	23 淡水	i	淡水		Sr処理水等 (M)	Sr処理水等 (M)		Sr処理水等(C)/ 濃縮塩水					Sr処理水等(M)/濃縮 塩水	ALPS処理水(既設)	ALPS処理水 (既验)	Sr処理水等 (M)	Sr処理水等 (M)			濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水
21	I	24						Sr処理水等 (C)/濃縮塩水			ALPS処理水 (既設)	Sr処理水等 (C、R)/濃縮 塩水	Sr処理水等 (C)			(Pabz/			ALPS処理水 (既設)	ALPS処理水 (既設・高性 能・増設)							
21	Ι	25			濃縮塩水/淡					淡水										-			_			-	
21	I	26			水																						
21	I	27									-									-						-	
21	I	 29 淡水	i	淡水		Sr処理水等	Sr処理水等		Sr処理水等(C)/					Sr処理水等(M)/濃縮	ALPS処理水(既設)	ALPS処理水	Sr処理水等	Sr処理水等			濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水
21	I	30				(M)		Sr処理水等 (C)/濃縮塩水	<u>滚轴-盖小</u>		ALPS処理水 (既設)	Sr処理水等 (C、R)/濃縮 塩水	Sr処理水等 (C)	<u>温</u> 水		(RT az)		(M)	ALPS処理水 (既設)	ALPS処理水 (既設・高性 能・増設)							
21	Ι	31								淡水																	-
21	Ι	32			濃縮塩水/淡 水																						
21	I	33																									
21	Ι	34 淡水	į	淡水		Sr処理水等 (M)	Sr処理水等 (M)		Sr処理水等(C)/ 濃縮塩水					Sr処理水等(M)/濃縮 塩水	ALPS処理水(既設)	ALPS処理水 (既設)	Sr処理水等 (M)	Sr処理水等 (M)			濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水	濃縮塩水
21	I	35						Sr処理水等 (C)/濃縮塩水			ALPS処理水 (既設)	Sr処理水等 (C、R)/濃縮 塩水	Sr処理水等 (C)						ALPS処理水 (既設)	ALPS処理水 (既設・高性 能・増設)							
21	Ι	36			澧縮 <b>塩</b> 水/淡					淡水																	
21	I	37			水																						
21	I	38																									
2	T	39			-		+				+			<u> </u>				+	+		+	+		<u> </u>	+	+	+

1	2
3	4
※4 分割	中の位置

# B-4 事象シナリオ 取り纏め表-2 タンクエリア箇所(2/4)

シナリオ番	诗							1	~4号機用:	汚染水貯蔵ら	マンク								濃純	廃液	高濃度	5,6+	機用	地下水パイパス用
	H5	Н6	Hadt	няв	ня	нод	.11	.12	.13	.14	15	.16	K1#	К1亩	К2	多核種	高性能多核種	増設多核種	р	H2	61	- 万来小队 - F2	F1	нз
	Sr 処理水等(M)/		11046	nom		пед		02				00		NTm	112	<b>除去装置</b> ALPS処理水	除去装置	除去装置	-	112	ui -	5.6号機滞留	5.6号楼滞留	110
21 1	温縮塩水	濃縮塩水			淡水	淡水	ALDS 加田水									(既設)					-	水	水	地下水
							ALPS処理水 (既設・増設・		AIPS机理水	AIPS机理水														
21 I	2		Sr処理水等 (C.R)	Sr処理水等 (R)			高性能) Sr処理水等	ALPS処理水 (既設・増設)	(既設・増設・	(既設・増設・	ALPS処理水 (既設)	ALPS処理水 (既設・増設)	ALPS処理水 (高性能)	Sr処理水等 (R)	Sr処理水等 (R)		ALPS処理水(高 性能)	ALPS処理水 (増設)	濃縮廃液				5,6号機滞留 水	
							(A,C)、濃縮塩		高性能)	高性能)														
21 I	3						75													濃縮廃液	高濃度滞留水			
21 I	4																					5,6号機滞留 水		
21 T	5																					小 5,6号機滞留		
21 I	6																					水		
21 I	7 Sr処理水等(M)/	濃縮塩水			淡水	淡水										ALPS処理水						5,6号機滞留	5,6号機滞留	地下水
	一濃縮塩水	NIC (NIC-111/) *				12.15	ALPS処理水									(既設)						水	水	
			0.加理水体	0.加田水笠			<ul><li>(既設・増設・</li><li>(既設・増設・</li></ul>		ALPS処理水	ALPS処理水	いた物理水	いたり加速す	ムロの御田水	0.加田水笠	6.加油水生		41.000加速水(支	ムロの加速す					F 6 日 博 进 网	
21 I	8		(C,R)	SF短连示寺 (R)			高住呢) Sr処理水等	ALPS処理水 (既設・増設)	<ul><li>(既設・増設・</li><li>高性能)</li></ul>	<ul><li>(既設・増設・</li><li>高性能)</li></ul>	ALPS処理小 (既設)	(既設・増設)	(高性能)	SF短连示寺 (R)	SF処理水寺 (R)		ALPS远连尔(高 性能)	(増設)	濃縮廃液				5,0号破滞面 水	
							(A,C)、濃縮塩 水			10111167														
21 I	9																			濃縮廃液	高濃度滞留水			
21 I	10																					5.6号機滞留 水		
21 I	11																					5,6号機滞留		
21 I	12																					水		
21 I	13 Sr処理水等(M)/	濃縮塩水			淡水	淡水										ALPS処理水						5,6号機滞留	5,6号機滞留	地下水
	濃縮塩水						ALPS処理水									(既設)						水	水	
			o-加理水笙	or mm 水笙			<ul><li>(既設・増設・</li><li>(既設・増設・</li></ul>	ハロの加田水	ALPS処理水	ALPS処理水	いりの加油水	いりの加田水	ハロの加田水	c-加珊水笙	≤ 加田水笙		AIDS加珊水(京	100加田水						
21 I	14		(C,R)	(R)			BILE Sr処理水等	(既設·增設)	<ul><li>(既設・増設・</li><li>高性能)</li></ul>	<ul><li>(既設・増設・</li><li>高性能)</li></ul>	(既設)	(既設・増設)	(高性能)	(R)	(R)		性能)	(増設)	濃縮廃液					
							(A,C)、濃縮塩 水		ion in the /	101121027														
21 I	15																			濃縮廃液	高濃度滞留水			
21 I	16																					5,6号機滞留 水		
21 I	17																					5,6号機滞留		
21 I	18																					水		
21 I	19																			濃縮廃液	高濃度滞留水			
21 I	20 Sr処理水等(M)/ 濃縮塩水	濃縮塩水			淡水	淡水										ALPS処理水 (既設)						5,6号機滞留 水	5,6号機滞留 水	地下水
21 I	21 Sr処理水等(M)/	濃縮塩水			淡水	淡水										ALPS処理水						5,6号機滞留	5,6号機滞留	地下水
21 T	辰船逼水 22															(既設)						水 5,6号機滞留	75	
21 1				-										-		ALPS机理水					-	水 5 6号機滞留	5 6号機滞留	
21 I	23 濃縮塩水	濃縮塩水			淡水	淡水									_	(既設)						水	水	地下水
							ALPS処理水 (既設・増設・		いいの加速す	いいの御神を														
21 I	24		Sr処理水等	Sr処理水等			高性能) Sr伽理水等	ALPS処理水	ALPS処理水 (既設・増設・	ALPS処理水 (既設・増設・	ALPS処理水 (既設)	ALPS処理水 (既設・増設)	ALPS処理水 (高性能)	Sr処理水等	Sr処理水等		ALPS処理水(高 性能)	ALPS処理水	濃縮廃液				5,6号機滞留 水	
			(0,1)	(10			(A,C)、濃縮塩		高性能)	高性能)	(MLEX)		(IDI ITHE)	(10)	(10)		11.1167							
21 I	25						<i>7</i> K													濃縮廃液	高濃度滞留水			
21 I	26																					5,6号機滞留		
21 T	07																					水 5,6号機滞留		
21 1	20																					水		
21 I 21 T	20 20 Sr処理水等(M)/	漕綋作业		1	<b>淡水</b>	淡水	1	1			1		1	1	1	ALPS処理水		1	1			5,6号機滞留	5,6号機滞留	地下水
21 1	25 濃縮塩水	/成中国-/重/八	+		192.17	·灰小	ALPS机理ォ			-						(既設)						水	水	-D 1 - M
			o ha mai i det	0.00700.1.4			(既設·增設·		ALPS処理水	ALPS処理水				o harm list	0.007771.04									
21 I	30		Sr処埋水等 (C,R)	Sr処埋水等 (R)			高性能) Sr処理水等	ALPS処理水 (既設・増設)	(既設・増設・	(既設・増設・	ALPS処埋水 (既設)	ALPS処理水 (既設・増設)	ALPS処理水 (高性能)	Sr処埋水等 (R)	Sr処埋水等 (R)		ALPS処理水(高 性能)	ALPS処埋水 (増設)	濃縮廃液				5,6号磯滞留 水	
							(A,C)、濃縮塩		尚1111能)	尚1生能)														
21 I	31						75													濃縮廃液	高濃度滞留水			
21 I	32						1															5.6号機滞留 水		
21 T	33	1		1				1			1		1			1				1	1	小 5,6号機滞留		
	。。 Sr処理水等(M)/	with data 17 - 1	+	+	No. 1.	Mr. L.	+	+	+	+	+	1	+		+	ALPS処理水	<u> </u>	ł	-	+	+	水 5,6号機滞留	5,6号機滞留	
21 I	34 濃縮塩水	濃縮塩水			淡水	淡水										(既設)						水	水	地下水
							ALPS処埋水 (既設・増設・		∆∣реллт⊪⊸⊔	∆ID¢ лл лн -⊮														
21 I	35		Sr処理水等	Sr処理水等			高性能) Sr伽理水笙	ALPS処理水	(既設・増設・	(既設・増設・	ALPS処理水	ALPS処理水	ALPS処理水	Sr処理水等	Sr処理水等		ALPS処理水(高 性能)	ALPS処理水	濃縮廃液				5,6号機滞留 水	
			(0,0)	div.			(A,C)、濃縮塩	(Max Hall)	高性能)	高性能)	(MLEX/	(Max Hall)	(DILNE/				11 867	(*BBX/						
21 I	36						水													濃縮庵液	高濃度滞留水		1	
21 I	37	1		1			1	1			1		1	1				I	I		and a second state part of 2 h	5,6号機滞留		
	20	1		+		1	+		1			1		1	-	+					1	水 5.6号機滞留		
21 1	38	<u> </u>																<u> </u>	<u> </u>		+	水		
21 I 21 I	39	-	+	+		1	+			+	-		-	+		+					+	<u> </u>		

1	2
3	4
※4 分割	中の位置

#### B-4 事象シナリオ 取り纏め表-2 タンクエリア箇所 (3/4)

シナリオ	番号											1~4号機用	汚染水貯蔵タン	<b>ク</b>											
	B南	В北	С	C東	C西	D	E	G1	G3東	G3西	G3北	G4南	G4北	G5	G6北	G6南	G7	H1	H1東	H2北	H2南	НЗ	H4	H4東	H4北
21 I	41 淡水	淡水		Sr処理水等	Sr処理水等		Sr処理水等(C)/ 連続指水					Sr処理水等(M)/濃縮	ALPS処理水(既設)	ALPS処理水	Sr処理水等	Sr処理水等			濃縮塩水						
				(M)	(M)	0. 即田水笠	<u>辰粕墙</u> 小		いりの知識さ	Sr処理水等	。如理大学	墙水			(M)	(M)		ALPS処理水							
21 I	42					SP処理水寺 (C)/濃縮塩水	,		ALPS処理水 (既設)	(C、R)/濃縮 塩水	SP処理水寺 (C)						ALPS処理水 (既設)	<ul><li>(既設・高性 能・増設)</li></ul>							
21 I	43							淡水																	
21 I	44		濃縮塩水/淡																						
21 I	45		<u>ж</u>																						
21 I	46																								
21 I	47			or-加珊水笙	o-加珊水笙	-	≤					Cr/m m ★ 笙 (M)/連続		ALDS加田水	℃""如油水炭	c₂/加理水笙									-
21 I	48 淡水	淡水		(M)	(M)		濃縮塩水					塩水	ALPS処理水(既設)	(既設)	(M)	(M)			濃縮塩水						
21 I	49					Sr処理水等 (C)/濃縮塩水	c .		ALPS処理水 (既設)	Sr処理水等 (C、R)/濃縮 塩水	Sr処理水等 (C)						ALPS処理水 (既設)	ALPS処理水 (既設・高性 能・増設)							
21 I	50							淡水																	
21 I	51																								
21 I	52																								
21 I	53 淡水	淡水		Sr処理水等 (M)	Sr処理水等 (M)		Sr処理水等(C)/ 連線塩水					Sr処理水等(M)/濃縮 塩水	ALPS処理水(既設)	ALPS処理水 (既验)	Sr処理水等 (M)	Sr処理水等 (M)			濃縮塩水						
21 I	54					Sr処理水等 (C)/濃縮塩水			ALPS処理水 (既設)	Sr処理水等 (C、R)/濃縮 塩水	Sr処理水等 (C)	<u>747</u>		(MEDZ/	(11)		ALPS処理水 (既設)	ALPS処理水 (既設・高性 能・増設)							
21 I	55							淡水																	
21 I	56		濃縮塩水/淡 水																						
21 I	57																								
21 I	58																								
21 I	59 淡水	淡水		Sr処理水等 (M)	Sr処理水等		Sr処理水等(C)/ 漕線塩水					Sr処理水等(M)/濃縮 塩水	ALPS処理水(既設)	ALPS処理水 (既验)	Sr処理水等 (M)	Sr処理水等 (M)			濃縮塩水						
21 I	60					Sr処理水等 (C)/濃縮塩水			ALPS処理水 (既設)	Sr処理水等 (C、R)/濃縮 塩水	Sr処理水等 (C)			(MEDZ)			ALPS処理水 (既設)	ALPS処理水 (既設・高性 能・増設)							
21 I	61		an en			-		淡水								-		-							
21 I	62		展船塭小/次 水																						
21 I	63																								
21 I	64																								
21 I	65					-																			-
21 I 21 I	67																								
21 I	68											_													
21 I	69																								
21 I	70															<u> </u>									
21 I 21 T	71		+			+										<u> </u>		<u> </u>							
21 I	73					1									1				1						
21 I	74																								
21 II	1		<u> </u>			<u> </u>												L							
21 II	2		1	1	1	1															1	1		1	

1	2
3	4

※4 分割中の位置

### B-4 事象シナリオ 取り纏め表-2 タンクエリア箇所(4/4)

<u>ې</u>	ナリオ	書号		1~4号機用汚染水貯蔵タンク														濃箱	曉液	高濃度 5,6 滞留水受けタンク 汚染水		- 機用 - 蔵タンク	地下水バイパス用 タンク			
			H5	H6	н8北	H8南	НЭ	H9西	J1	J2	J3	J4	J5	J6	К1 <b>北</b>	K1南	K2	多核種除去裝置	高性能多核種 除去裝置	増設多核種 除去装置	D	H2	G1	F2	F1	НЗ
21	I	41	Sr処理水等(M)/ 濃縮塩水	濃縮塩水			淡水	淡水										ALPS処理水						5,6号機滞留 *	5,6号機滞留	地下水
21	I	42	<u> 展 釉 墙</u> 水		Sr処理水等 (C,R)	Sr処理水等 (R)			ALPS処理水 (既設・増設・ 高性能) Sr処理水等 (A,C)、濃縮塩 水	ALPS処理水 (既設・増設)	ALPS処理水 (既設・増設・ 高性能)	ALPS処理水 (既設・増設・ 高性能)	ALPS処理水 (既設)	ALPS処理水 (既設・増設)	ALPS処理水 (高性能)	Sr処理水等 (R)	Sr処理水等 (R)	(BLaz)	ALPS処理水(高 性能)	ALPS処理水 (増設)	濃縮廃液			л.	<u>小</u> 5,6号機滞留 水	
21	Ι	43																				濃縮廃液	高濃度滞留水			
21	Ι	44																						5,6号機滞留 水		
21	Ι	45																						5,6号機滞留 水		
21	Ι	46																								
21	I	47	Sr															ALPS饥理水						5.6号機滞留	5.6号機滞留	
21	I	48	濃縮塩水	濃縮塩水			淡水	淡水	AL DOM THE									(既設)					-	水	水	地下水
21	I	49			Sr処理水等 (C,R)	Sr処理水等 (R)			ALPS処理水 (既設・増設・ 高性能) Sr処理水等 (A,C)、濃縮塩 水	ALPS処理水 (既設・増設)	ALPS処理水 (既設・増設・ 高性能)	ALPS処理水 (既設・増設・ 高性能)	ALPS処理水 (既設)	ALPS処理水 (既設・増設)	ALPS処理水 (高性能)	Sr処理水等 (R)	Sr処理水等 (R)		ALPS処理水(高 性能)	ALPS処理水 (増設)	濃縮廃液				5,6号機滞留 水	
21	Ι	50																				濃縮廃液	高濃度滞留水			
21	I	51																						5,6号機滞留 水		
21	Ι	52	- to m 1.445 ()																							
21	I	53	Sr処理水等(M)/ 濃縮塩水	濃縮塩水			淡水	淡水										ALPS処理水 (既設)						5,6号機滞留 水	5,6号磯滞留 水	地下水
21	I	54			Sr処理水等 (C,R)	Sr処理水等 (R)			ALPS処理水 (既設・増設・ 高性能) Sr処理水等 (A,C)、濃縮塩 水	ALPS処理水 (既設・増設)	ALPS処理水 (既設・増設・ 高性能)	ALPS処理水 (既設・増設・ 高性能)	ALPS処理水 (既設)	ALPS処理水 (既設・増設)	ALPS処理水 (高性能)	Sr処理水等 (R)	Sr処理水等 (R)		ALPS処理水(高 性能)	ALPS処理水 (増設)	濃縮廃液				5,6号機滞留 水	
21	Ι	55																				濃縮廃液	高濃度滞留水			
21	I	56																						5,6号磯滞留 水		
21	Ι	57																						5,6号機滞留 水		
21	Ι	58																								
21	I	59	Sr処理水等(M)/ 濃縮塩水	濃縮塩水			淡水	淡水										ALPS処理水 (既設)						5,6号機滞留 水	5,6号機滞留 水	地下水
21	I	60			Sr処理水等 (C,R)	Sr処理水等 (R)			ALPS処理水 (既設・増設・ 高性能) Sr処理水等 (A,C)、濃縮塩 水	ALPS処理水 (既設・増設)	ALPS処理水 (既設・増設・ 高性能)	ALPS処理水 (既設・増設・ 高性能)	ALPS処理水 (既設)	ALPS処理水 (既設・増設)	ALPS処理水 (高性能)	Sr処理水等 (R)	Sr処理水等 (R)		ALPS処理水(高 性能)	ALPS処理水 (増設)	濃縮廃液				5,6号機滞留 水	
21	Ι	61																				濃縮廃液	高濃度滞留水			
21	I	62																						5.6号機滞留 水		
21	Ι	63																						5,6号機滞留 水		
21	Ι	64																								
21	I	65																								
21	I	67	1	1	1		1			1	ł		†								1		1	1		
21	Ι	68																								
21	I	69		<u> </u>	<u> </u>																		+	<u> </u>		
21	T	70		+	+					<u> </u>	<u> </u>		<u> </u>										1	l		
21	I	72																								
21	Ι	73																								
21	I π	74		+	+																					
21	П	2	1	1	1		1			ł	ł		†								1		1	1		

1	2
3	4

※4 分割中の位置
# Appendix C

C-1 全水頭鳥瞰図



# 図 App-C-1 Case0 全水頭鳥瞰図 (Z 軸×3)



図 App-C-2 Case1 全水頭鳥瞰図 (Z 軸×3)







図 App-C-4 Case3 全水頭鳥瞰図 (Z 軸×3)



図 App-C-5 Case4 全水頭鳥瞰図 (Z 軸×3)



図 App-C-6 Case5 全水頭鳥瞰図 (Z 軸×3)







図 C-8 Case1 全水頭鳥瞰図:2 号機建屋での断面図(Z 軸×3)







図 C-10 Case3 全水頭鳥瞰図:2 号機建屋での断面図(Z 軸×3)







図 C-12 Case5 全水頭鳥瞰図:2 号機建屋での断面図(Z 軸×3)







1号機~4号機の建屋断面における水位図・垂直断面について、以下に整理した。

		広域=	Eデル			近傍モデル				
解析 Case	モデル 概要	降雨 浸透量 (mm/y)	フェーシンク <sup>゙</sup> [敷地]	降雨 浸透量 (mm/y)	フェーシンク [建屋周辺]	陸側 遮水壁 [凍土壁]	凍土壁 [透水係数] (m/sec)	海水配管トレン チ下部非凍結 領域を考慮	地下水 バイパス (*3)	海側 遮水壁
Case0	震災後の汚染水対 策前	850(*1)	×	850	×	×	×	×	×	×
Case1	事業者の計画形状	850	0	×	0	0	1.0E-12	0	0	0
Case2	年平均降雨量の最 小値	487(*2)	0	×	0	0	1.0E-12	0	0	0
Case3	凍土壁透水係数	850	0	×	0	0	1.0E-09	0	0	0
Case4	× 1,000	850	0	×	0	0	1.0E-08	0	0	0
Case5	凍土壁透水係数	850	0	850	×	0	1.0E-12	0	0	0

表 D-1 水位図 垂直断面(1号機~4号機)

(\*1) 降雨浸透量[平年]について

気象庁 HP 公開データから富岡エリアに関する過去 40 年間の年平均降雨量[1,545mm/y]から、蒸発 散量 700mm/y を仮定すれば、降雨浸透量[平年]845mm/y(浸透率 0.55)となることから、850mm/y を設定値とした(第 11 回汚染水処理対策委員会資料-5 章参考資料[7])。

(\*2) 降雨浸透量[最小値]について

気象庁 HP 公開データから富岡エリアに関する過去 40 年間の最少降雨量[885mm/y]から、浸透率 [0.55]を乗じた値[487mm/y]を降雨浸透量[最小値]の設定値とした。

(\*3) 地下水バイパスの設定について

地下水バイパスの総数は12基、下記参考資料からくみ上げ量[300m3/day]とし地下水バイパス総数 で割り、その値を各12基の該当位置節点での湧水条件の設定値とした(東京電力株式会社、地下水 バイパス稼働に伴う地下水の状況について(2014年9月18日掲載)-5章参考資料[5])。

(\*4) 海水位設定について

気象庁 HP 公開データの小名浜年平均潮位(2014 年)から得た [(T.P.)-0.11m]を海水位とした。但し、 Case 0 のみ、T.P.0m とした。

(\*5) 建屋内管理水位について

1~4 号機建屋内管理水位[T.P.+1.573m =(O.P.+3.0m)]を得て、水位条件の設定値とした(特定原子力施設監視・評価検討会(第 31 回)資料 3「陸側遮水壁閉合後の水位管理について」-5 章参考資料[12])。 Case 0 についても、同資料及び既存解析例-5 章参考資料[7]を参考に設定した(1号機 T/B: T.P.+2.573m、その他: T.P.+1.573m)。

(\*6) 凍土壁の透水係数について

凍土壁の透水係数の基本設定は1E-12m/sec(健全な花崗岩での透水係数値-5 章参考資料[2]やベント ナイト系材料の透水係数データ-5 章参考資料[3]を参考に設定)とした。間隙率は0.1とした。 (\*7) フェ=シング[敷地]、フェ=シング[建屋周辺]について

公開資料(廃炉・汚染水対策現地調整会議(第27回) 平成27年11月25日、資料2、39頁-5章 参考資料[13]を図5-14に引用)を参照し、広域モデル、1F近傍モデルにおいて対象領域を設定した。

## <1F広域・近傍モデルの解析パラメータ>

表 D-2 1F 広域・近傍モデルの解析パラメーター覧

# 1F広域モデル

# 1F近傍モデル

地質区分	記号	Proprety ID	透水係数 <sub>(m/sec</sub> )	間隙率	備考	
地下第一層	Soil	38	2.80E-05	0.679	表土(盛土と同じ)	
基盤岩	Base	21	1.00E-07	0.05	花崗岩の透水係数、1E-6~1E-7m/s (新鮮部は、1E-7m/s)間隙率2%	
富岡層T3砂岩	T3SU	22	3.00E-05	0.41	東電モデルパラメータ:中粒砂岩	
富岡層T3泥岩	T3MU	23	1.10E-08	0.54		
宣岡 <b>岡T2</b> 万岡	T2AI	24	1.00E-05	0.41	数cm <sup>~</sup> 数10cm厚の泥岩・砂岩から構成 されている為、砂点方向と水平方向の	
国间暦13 <u>5</u> 盾	1 JAI	24	1.10E-08	0.41	されている為、昭直万回と水平万回の 透水異方性がある。	
富岡層T3泥岩砂岩	T3SM	25	1.00E-06	0.41	東電モデルパラメータ:中粒砂岩	
富岡層T3泥岩	Т3	26	1.10E-08	0.54		
宣岡 <b>岡T2</b> 30岡	T2	27	2.30E-05	0.41	シルト岩・砂岩	
富岡層T2部層					東電モデルパラメータ:細粒砂岩	
宣岡届T1部属	T1	28	2.00E-05	0.41	細粒砂岩・シルト岩	
		20			東電モデルパラメータ:粗粒砂岩	
多賀層群	Tg	29	1.10E-08	0.54		
双葉断層破砕帯	CZF	30	2.89E-08	0.05		
盛土	Morid	31	2.80E-05	0.46		
沖積砂礫層	ALsnd	32	9.20E-06	0.15		
沖積粘土層	ALcly	33	1.02E-08	0.2		
段丘堆積物	TL	34	3.00E-05	0.41		
敷地範囲	Shili	35	2.80E-05	0.697		
海域表層格子	-	39	2.80E-05	0.679		

地屋区八	震災	後	右动即购卖	
地唐区方		透水係数	(m/sec)	有別间原平
地層名	記号	水平	鉛直	(実流速換算時)
盛土	bk	2.80E-05	2.80E-05	0.46
段丘堆積物	tm	3.00E-05	3.00E-05	0.41
沖積層	al	1.00E-05	1.00E-05	0.41
中粒砂岩	ss1	3.00E-05	3.00E-05	0.41
中粒砂岩(南側、上部)	ss3	3.33E-07	3.33E-07	0.41
泥岩	m0	1.10E-08	1.10E-08	0.54
中粒砂岩(南側、下部)	ss2	3.33E-07	3.33E-07	0.41
泥岩	m1	1.10E-08	1.10E-08	0.54
互層	alt	1.00E-05	1.10E-08	0.41
泥岩	m2	1.10E-08	1.10E-08	0.54
細粒砂岩	fs	2.30E-05	2.30E-05	0.41
泥岩	m3	1.10E-08	1.10E-08	0.54
粗粒砂岩	cs	2.00E-05	2.00E-05	0.41
泥岩	m4	1.10E-08	1.10E-08	0.54
建 屋 基 礎 お よ び MMR	-	1.00E-08	1.00E-08	0.3
建屋側壁	-	8.00E-08	8.00E-08	0.3
既設矢板	-	1.00E-06	1.00E-06	0.3
ポンプ室およびピット	-	1.00E-08	1.00E-08	0.3
4m盤グラウチング	-	3.00E-07	3.00E-07	0.3
砕石	-	1.00E-03	1.00E-03	0.41
鋼管矢板	-	1.00E-08	1.00E-08	0.3

<水位図の各建屋東西断面について>



図 D-1 各建屋の東西断面位置

- ・1号機建屋東西断面は、上図の[A-A']断面となる。
- ・2号機建屋東西断面は、上図の[B·B']断面となる。
- ・3号機建屋東西断面は、上図の[C-C]断面となる。
- ・4号機建屋東西断面は、上図の[D-D']断面となる。

<建屋東西断面における水位図 [Case0] >



図 D-2 Case0 1 号機建屋東西断面 (Z 軸×3)



図 D-3 Case0 2 号機建屋東西断面 (Z 軸×3)



図 D-4 Case0 3 号機建屋東西断面 (Z 軸×3)



図 D-5 Case0 4 号機建屋東西断面 (Z 軸×3)

<建屋東西断面における水位図 [Case1] >



図 D-6 Case1 1 号機建屋東西断面 (Z 軸×3)



図 D-7 Case1 2 号機建屋東西断面 (Z 軸×3)



図 D-8 Case1 3 号機建屋東西断面 (Z 軸×3)



図 D-9 Case1 4 号機建屋東西断面 (Z 軸×3)

<建屋東西断面における水位図 [Case2]>



図 D-10 Case2 1 号機建屋東西断面 (Z 軸×3)



図 D-11 Case2 2 号機建屋東西断面 (Z 軸×3)



図 D-12 Case2 3 号機建屋東西断面 (Z 軸×3)



図 D-13 Case2 4 号機建屋東西断面 (Z 軸×3)

<建屋東西断面における水位図 [Case3]>



図 D-14 Case3 1 号機建屋東西断面 (Z 軸×3)



図 D-15 Case3 2 号機建屋東西断面 (Z 軸×3)



図 D-16 Case3 3 号機建屋東西断面 (Z 軸×3)



図 D-17 Case3 4 号機建屋東西断面 (Z 軸×3)

<建屋東西断面における水位図 [Case4]>



図 D-18 Case4 1 号機建屋東西断面 (Z 軸×3)



図 D-19 Case4 2 号機建屋東西断面 (Z 軸×3)



図 D-20 Case4 3 号機建屋東西断面 (Z 軸×3)



図 D-21 Case4 4 号機建屋東西断面 (Z 軸×3)

<建屋東西断面における水位図 [Case5] >



図 D-22 Case5 1 号機建屋東西断面 (Z 軸×3)



図 D-23 Case5 2 号機建屋東西断面 (Z 軸×3)



図 D-24 Case5 3 号機建屋東西断面 (Z 軸×3)



図 D-25 Case5 4 号機建屋東西断面 (Z 軸×3)

Appendix E

各建屋断面における水位値について

- 1号機~4号機の各建屋断面に対して、下の参照点(4ヶ所)について水位値を整理した。
  - ① 原子炉建屋側壁 [外側]
  - ② 原子炉建屋側壁 [内側]
  - ③ タービン建屋側壁 [内側]
  - ④ タービン建屋側壁 [外側]

各断面内での参照点の位置については、以下の通り。

■建屋断面における水位参照点位置■

建屋断面における水位参照点位置は下図の通り。



図 G-1 建屋断面における水位参照点位置

次頁以降に、各断面内の参照点における水位情報詳細を示す。

## Case0

			単位([T.P.]m)			
	原子炉建屋	側壁水位	タービン建し	タービン建屋側壁水位		
建屋断面	① [外側]	② [内側]	③ [内側]	④ [外側]		
1号機	9.34	2.57	1.57	3.57		
2号機	9.34	1.57	1.57	2.33		
3号機	9.34	1.57	1.57	1.77		
4号機	7.48	1.57	1.57	1.19		

※境界条件 ※境界条件

(管理設定値)(管理設定値)

				単位(m)	_
建屋断面	No.	Х	Y	Z	
	1	477.04	-870.09	9.34	1
	2	477.54	-870.09	2.57	※境界条件(管理設定値)
「丂饭」	3	576.10	-870.09	1.57	※境界条件(管理設定値)
	4	576.60	-870.09	3.57	1
	1	452.35	-983.09	9.34	1
0 11 14	2	452.85	-983.09	1.57	※境界条件(管理設定値)
2亏愤	3	576.60	-983.09	1.57	※境界条件(管理設定値)
	4	577.10	-983.09	2.33	
	1	451.55	-1113.09	9.34	
0 日 ##	2	452.05	-1113.09	1.57	※境界条件(管理設定値)
うち饭	3	576.10	-1113.09	1.57	※境界条件(管理設定値)
	4	576.60	-1113.09	1.77	
	1	451.55	-1233.09	7.48	
	2	452.05	-1233.09	1.57	※境界条件(管理設定値)
4亏愤	3	576.10	-1233.09	1.57	※境界条件(管理設定値)
	4	576.60	-1233.09	1.19	

#### ■Case1

					単	位([T.P.]m)
	原子炉建屋	側壁水位	タービン建し	量側壁水位	建屋側壁水位差 (最小値)	
建屋断面 	① [外側]	② [内側]	③ [内側]	④ [外側]	場所	水位差
1号機	2.06	1.57	1.57	1.97	3-4	0.40
2号機	1.86	1.57	1.57	1.88	1-2	0.29
3号機	1.86	1.57	1.57	1.99	1-2	0.29
4号機	1.92	1.57	1.57	2.32	1-2	0.35
		※境界条件	※境界条件		水位差(平均)	0.33

※境界条件 ※境界条件

```
水位差(平均)
```

(管理設定値)(管理設定値)

				単位(m)	
建屋断面	No.	Х	Y	Z	
	1	477.04	-870.09	2.06	
4 13 148	2	477.54	-870.09	1.57	※境界条件(管理設定値)
「方饭」	3	576.10	-870.09	1.57	※境界条件(管理設定値)
	4	576.60	-870.09	1.97	
	1	452.35	-983.09	1.86	
	2	452.85	-983.09	1.57	※境界条件(管理設定値)
2亏慌	3	576.60	-983.09	1.57	※境界条件(管理設定値)
	4	577.10	-983.09	1.88	
	1	451.55	-1113.09	1.86	
	2	452.05	-1113.09	1.57	※境界条件(管理設定値)
ふち懐	3	576.10	-1113.09	1.57	※境界条件(管理設定値)
	4	576.60	-1113.09	1.99	
	1	451.55	-1233.09	1.92	
	2	452.05	-1233.09	1.57	※境界条件(管理設定値)
4亏愤	3	576.10	-1233.09	1.57	※境界条件(管理設定値)
	4	576.60	-1233.09	2.32	

#### Case2

					単	位([T.P.]m)
	原子炉建屋	側壁水位	タービン建し	量側壁水位	建屋側壁水位差 (最小値)	
建屋断面 	① [外側]	② [内側]	③ [内側]	④ [外側]	場所	水位差
1号機	1.90	1.57	1.57	1.87	3-4	0.30
2号機	1.76	1.57	1.57	1.84	1-2	0.19
3号機	1.69	1.57	1.57	1.99	1-2	0.11
4号機	1.85	1.57	1.57	2.17	1-2	0.28
		※境界条件	※境界条件		水位差(平均)	0.22

```
水位差(平均)
```

(管理設定値)(管理設定値)

				単位(m)	
建屋断面	No.	Х	Y	Z	
	1	477.04	-870.09	1.90	
	2	477.54	-870.09	1.57	※境界条件(管理設定値)
「方饭	3	576.10	-870.09	1.57	※境界条件(管理設定値)
	4	576.60	-870.09	1.87	
	1	452.35	-983.09	1.76	
	2	452.85	-983.09	1.57	※境界条件(管理設定値)
2亏饿	3	576.60	-983.09	1.57	※境界条件(管理設定値)
	4	577.10	-983.09	1.84	
	1	451.55	-1113.09	1.69	
の日間	2	452.05	-1113.09	1.57	※境界条件(管理設定値)
うち懐	3	576.10	-1113.09	1.57	※境界条件(管理設定値)
	4	576.60	-1113.09	1.99	
	1	451.55	-1233.09	1.85	
4 旦 推	2	452.05	-1233.09	1.57	※境界条件(管理設定値)
4亏饭	3	576.10	-1233.09	1.57	※境界条件(管理設定値)
	4	576.60	-1233.09	2.17	

※境界条件 ※境界条件

### ■Case3

					単	位([T.P.]m)
建屋断面	原子炉建屋	側壁水位	タービン建力	量側壁水位	建屋側壁水位差 (最小値)	
	① [外側]	② [内側]	③ [内側]	④ [外側]	場所	水位差
1号機	2.14	1.57	1.57	2.15	1-2	0.56
2号機	1.81	1.57	1.57	2.03	1-2	0.23
3号機	1.82	1.57	1.57	2.03	1-2	0.25
4号機	1.97	1.57	1.57	2.31	1-2	0.39

※境界条件 ※境界条件

```
水位差(平均) 0.36
```

```
(管理設定値)(管理設定値)
```

				<b>単位(m)</b>	
建屋断面	No.	Х	Y	Z	
	1	477.04	-870.09	2.14	
1.2.144	2	477.54	-870.09	1.57	※境界条件(管理設定値)
「方版	3	576.10	-870.09	1.57	※境界条件(管理設定値)
	4	576.60	-870.09	2.15	
	1	452.35	-983.09	1.81	
	2	452.85	-983.09	1.57	※境界条件(管理設定値)
2亏慌	3	576.60	-983.09	1.57	※境界条件(管理設定値)
	4	577.10	-983.09	2.03	
	1	451.55	-1113.09	1.82	
の日間	2	452.05	-1113.09	1.57	※境界条件(管理設定値)
3万懐	3	576.10	-1113.09	1.57	※境界条件(管理設定値)
	4	576.60	-1113.09	2.03	
	1	451.55	-1233.09	1.97	
	2	452.05	-1233.09	1.57	※境界条件(管理設定値)
4亏饭	3	576.10	-1233.09	1.57	※境界条件(管理設定値)
	4	576.60	-1233.09	2.31	

#### Case4

	-				単	位([T.P.]m)
建屋断面	原子炉建屋	側壁水位	タービン建し	量側壁水位	建屋側壁水位差 (最小値)	
	① [外側]	② [内側]	③ [内側]	④ [外側]	場所	水位差
1号機	2.75	1.57	1.57	2.38	3-4	0.81
2号機	2.25	1.57	1.57	2.55	1-2	0.68
3号機	2.11	1.57	1.57	2.48	1-2	0.54
4号機	2.35	1.57	1.57	2.49	1-2	0.78
	-	※境界条件	※境界条件		水位差(平均)	0.70

※境界条件 ※境界条件

```
(管理設定値)(管理設定値)
```

単位(m) 建屋断面 Ζ Х Υ No. 1 477.04 -870.09 2.75 2 477.54 -870.09 1.57 ※境界条件(管理設定値) 1号機 3 576.10 -870.09 1.57 ※境界条件(管理設定値) 4 576.60 -870.09 2.38 1 452.35 -983.09 2.25 2 -983.09 452.85 1.57 ※境界条件(管理設定値) 2号機 3 576.60 -983.09 1.57 ※境界条件(管理設定値) 4 577.10 -983.09 2.55 (1) 451.55 -1113.09 2.11 2 452.05 -1113.09 1.57 ※境界条件(管理設定値) 3号機 3 1.57 576.10 -1113.09 ※境界条件(管理設定値) **(4**) 576.60 -1113.09 2.48 1 -1233.09 451.55 2.35 2 452.05 -1233.09 1.57 ※境界条件(管理設定値) 4号機 3 576.10 -1233.09 1.57 ※境界条件(管理設定値) **(4**) 576.60 -1233.09 2.49

## Case5

					単	位([T.P.]m)
建屋断面	原子炉建屋側壁水位		タービン建屋側壁水位		建屋側壁水位差 (最小値)	
	① [外側]	② [内側]	③ [内側]	④ [外側]	場所	水位差
1号機	4.17	1.57	1.57	4.21	1-2	2.60
2号機	3.34	1.57	1.57	3.57	1-2	1.76
3号機	2.98	1.57	1.57	3.35	1-2	1.41
4号機	2.91	1.57	1.57 3.41		1-2	1.34
		※境界条件	※境界条件		水位差(平均)	1.78

※境界条件 ※境界条件

(管理設定値)(管理設定値)

				単位(m)	
建屋断面	No.	Х	Y	Z	
- 1号機 -	1	477.04	-870.09	4.17	
	2	477.54	-870.09	1.57	※境界条件(管理設定値)
	3	576.10	-870.09	1.57	※境界条件(管理設定値)
	4	576.60	-870.09	4.21	
_ 2号機 -	1	452.35	-983.09	3.34	
	2	452.85	-983.09	1.57	※境界条件(管理設定値)
	3	576.60	-983.09	1.57	※境界条件(管理設定値)
	4	577.10	-983.09	3.57	
	1	451.55	-1113.09	2.98	
	2	452.05	-1113.09	1.57	※境界条件(管理設定値)
	3	576.10	-1113.09	1.57	※境界条件(管理設定値)
	4	576.60	-1113.09	3.35	
- 4号機 -	1	451.55	-1233.09	2.91	
	2	452.05	-1233.09	1.57	※境界条件(管理設定値)
	3	576.10	-1233.09	1.57	※境界条件(管理設定値)
	4	576.60	-1233.09	3.41	

Appendix F Case0 および Case1 に対する地下水流路解析結果

## F-1 本解析における参照座標点について

本解析で使用した 1F 近傍モデルと緯度・経度・座標の関係は下記の通り。

<b></b>	<b>始</b> 由	级	1F近傍モデル座標		
<b>参</b> 照员	祥 皮	和及	Х	Y	
E-1	37.419821	141.028706	125.723	-1,234.320	
No12	37.419277	141.029899	232.089	-1,293.354	
F1	37.419659	141.027613	29.2020	-1,253.525	
E5	37.419251	141.029071	158.833	-1,297.169	
E4	37.419619	141.029044	155.925	-1,256.359	
漏えいタンク	37.419626	141.028407	99.531	-1,256.297	
E3	37.420142	141.029000	151.295	-1,198.365	

次頁以降に、Case0 及び Case1 に対する地下水流路解析の詳細結果を示す。

### PassTrac 開始位置

凍土壁の山側(X:320.0)の南北7箇所(Y:-1350.0~-750.0\_100m間隔)位置に標高5.0 ~-25.0\_5m間隔の合計49Pointから実行。

	漏えい開始位置			Distance (m)	Time(day)	Average Velocity
Case 0	Х	Y	Z	Distance(m)	Time(day)	(m∕day)
Position No.1	320.0	-1,350.0	5.0	4.36E+00	2.50E+03	1.74E-03
Position No.2	320.0	-1,250.0	5.0	4.53E+00	1.57E+03	2.88E-03
Position No.3	320.0	-1,150.0	5.0	3.88E+01	4.13E+02	9.38E-02
Position No.4	320.0	-1,050.0	5.0	7.47E+01	5.18E+02	1.44E-01
Position No.5	320.0	-950.0	5.0	1.38E+02	5.57E+03	2.48E-02
Position No.6	320.0	-850.0	5.0	1.12E+02	1.46E+03	7.71E-02
Position No.7	320.0	-750.0	5.0	5.07E+01	1.13E+04	4.47E-03
Position No.8	320.0	-1,350.0	0.0	9.37E+00	6.28E+03	1.49E-03
Position No.9	320.0	-1,250.0	0.0	9.99E+00	4.73E+03	2.11E-03
Position No.10	320.0	-1,150.0	0.0	4.62E+01	5.59E+03	8.26E-03
Position No.11	320.0	-1,050.0	0.0	8.49E+01	2.57E+04	3.30E-03
Position No.12	320.0	-950.0	0.0	1.41E+02	4.97E+04	2.84E-03
Position No.13	320.0	-850.0	0.0	1.25E+02	4.25E+04	2.93E-03
Position No.14	320.0	-750.0	0.0	5.35E+01	4.79E+04	1.12E-03
Position No.15	320.0	-1.350.0	-5.0	2.71E+02	8.64E+03	3.14E-02
Position No.16	320.0	-1250.0	-5.0	2 29E+02	2 95E+04	7.78E-03
Position No 17	320.0	-11500	-5.0	1.55E+02	5 40F+03	2 88E-02
Position No 18	320.0	-1.050.0	-5.0	1 80F+02	5 21F+03	3 46F-02
Desition No.19	320.0	-950.0	-5.0	1 79E+02	6 11E+03	2 94E-02
Position No 20	320.0	-850.0	-5.0	1 88F+02	8 85E+03	2.04E 02
Desition No 21	320.0	-750.0	-5.0	3.46E+02	5.69E+04	6.08E-03
Position No 22	320.0	-1 350.0	-10.0	2 93E+02	1 34E+04	2 1 9 E - 0 2
Position No.22	220.0	-1 250.0	-10.0	2.33L-02	1.346+04	1/6E-02
Position No 24	320.0	-1 150.0	-10.0	2.300+02	2 06E+04	1.40E 02
Position No 25	220.0	-1.050.0	-10.0	2.23L-02	1 50E+04	1.30L 02
Position No 26	220.0	-050.0	-10.0	2.27L-02	5.03E+04	1.43L 02
	320.0	-950.0	-10.0	2.42E+02	1 765+04	4.02E 03
Position No.27	320.0	-750.0	-10.0	4./2E+02		2.000-02
Position No.20	320.0	-1.250.0	-15.0	3./00+02		2.400-02
Position No.25	320.0	1 250.0	-15.0	4.000-02		2.10E-02
	320.0	-1,250.0	-15.0	4.10E+02	2.335+04	1.01E-02
Position No.31	320.0	-1,150.0	-15.0	5./IE+UZ	4.0/E+04	1.220-02
Position No.32	320.0	-1,050.0	-15.0	4.42070		1.34E-02
Position No.33	320.0	-950.0	-15.0	4.076+02	2.185+04	1.8/E-UZ
Position No.34	320.0	-830.0	-15.0	4.185+02	2.320+04	1.8UE-UZ
Position No.35	320.0	-/50.0	-15.0	4.07E+02	2.03E+04	1.54E-UZ
Position No.36	320.0	-1,350.0	-20.0	4.01E+02	3.42E+04	1.1/E-UZ
Position No.37	320.0	-1,250.0	-20.0	4.14E+02	4.3/E+04	9.48E-U3
Position No.38	320.0	-1,150.0	-20.0	5.08E+02	5.06E+04	1.00E-02
Position No.39	320.0	-1,050.0	-20.0	4.36E+02	/.39E+U4	5.90E-03
Position No.40	320.0	-950.0	-20.0	4.12E+02	3.6/E+04	1.12E-02
Position No.41	320.0	-850.0	-20.0	4.20E+02	4.53E+04	9.28E-03
Position No.42	320.0	-750.0	-20.0	4.12E+02	4.70E+04	8.76E-03
Position No.43	320.0	-1,350.0	-25.0	4.12E+02	4.89E+04	8.44E-03
Position No.44	320.0	-1,250.0	-25.0	4.10E+02	6.17E+04	6.64E-03
Position No.45	320.0	-1,150.0	-25.0	5.11E+02	6.87E+04	7.43E-03
Position No.46	320.0	-1,050.0	-25.0	4.22E+02	8.55E+04	4.94E-03
Position No.47	320.0	-950.0	-25.0	4.19E+02	5.49E+04	7.64E-03
Position No.48	320.0	-850.0	-25.0	4.25E+02	6.53E+04	6.51E-03
Position No.49	320.0	-750.0	-25.0	4.21E+02	6.69E+04	6.29E-03
	最大値			5.71E+02	8.55E+04	1.44E-01
最小値				4.36E+00	4.13E+02	1.12E-03
	幾何平均	値		1 85E+02	1 76E+04	1 05E-02

表 F-1 流速表 (Case0\_P49)
<b>a</b> <i>i</i>	漏えい開始位置				<b>—</b> , (, )	Average Velocity
Case 1	X	Y	_ <u></u> Z	Distance(m)	lime(day)	(m∕day)
Position No.1	320.0	-1,350.0	5.0	5.10E+01	9.31E+02	5.48E-02
Position No.2	320.0	-1,250.0	5.0	3.42E+02	4.16E+03	8.21E-02
Position No.3	320.0	-1.150.0	5.0	9.07E+01	3.70E+02	2.45E-01
Position No.4	320.0	-1.050.0	5.0	8.95E+02	2.24E+05	3.99E-03
Position No.5	320.0	-950.0	5.0	2.72E+02	2.75E+03	9.90E-02
Position No.6	320.0	-850.0	5.0	9.07E+02	3.47E+05	2.62E-03
Position No.7	320.0	-750.0	5.0	9.60E+02	4.15E+05	2.31E-03
Position No.8	320.0	-1.350.0	0.0	4.84E+01	3.81E+03	1.27E-02
Position No.9	320.0	-1.250.0	0.0	3.45E+02	6.18E+03	5.59E-02
Position No 10	320.0	-11500	0.0	1 01F+02	2 20E+03	4.61E-02
Position No 11	320.0	-1.050.0	0.0	8 96F+02	2 26E+05	3 96E-03
Position No 12	320.0	-950.0	0.0	2 89F+02	8 51F+03	3 40F-02
Position No.13	320.0	-850.0	0.0	9 24F+02	3 61E+05	2.56E-03
Position No 14	320.0	-750.0	0.0	9.62F+02	4 28E+05	2.00E 00
Position No.15	320.0	-1 350.0	-5.0	1 13E+02	1 93E+03	5 86E-02
Position No.16	320.0	-1 250 0	-5.0	1.10E+02	1.80E+03	5 76E-02
Position No.17	320.0	-1.150.0	-5.0	3 79E+02	6.63E+03	5.70E 02
Position No.18	320.0	-1.050.0	-5.0	2 41E+02	7.02E+03	3.44E-02
Position No.10	320.0	-950.0	-5.0	2.41C+02	1.04E+04	3 1/E-02
Position No.19	220.0	-950.0	-5.0	4 29E±02	1.040+04	2.14L 02
Position No.20	220.0	-750.0	-5.0	4.38E+02	1.92E+04	2.20E-02
Position No.21	320.0	1 250.0	-5.0	4.00E+02	1./UE+04	2.395-02
Position No.22	320.0	-1.250.0	-10.0	1.94E+02	0.07E+03	2.24E=02
Position No.23	320.0	1 1 5 0 0	-10.0	2.435+02	1.20E+03	3.30E-02
Position No.24	320.0	1 050 0	10.0	3.70E+02	1.19E+04	3.10E-02
Position No.20	320.0	-1,050.0	10.0	4.07E+02	1.03E+04	2.83E-02
Position No.26	320.0	-950.0	-10.0	5.96E+02	2.70E+04	2.21E-02
Position No.27	320.0	-850.0	-10.0	4.40E+02	2.31E+04	1.93E-02
Position No.28	320.0	-/50.0	-10.0	4.50E+02	2.21E+04	2.03E-02
Position No.29	320.0	-1,350.0	-15.0	4.11E+02	1.84E+04	2.23E-02
Position No.30	320.0	-1,250.0	-15.0	4.55E+02	2.02E+04	2.25E-02
Position No.31	320.0	-1,150.0	-15.0	4.86E+02	2.35E+04	2.0/E-02
Position No.32	320.0	-1,050.0	-15.0	5.05E+02	2.64E+04	1.91E-02
Position No.33	320.0	-950.0	-15.0	5.89E+02	4.33E+04	1.36E-02
Position No.34	320.0	-850.0	-15.0	5.08E+02	3.20E+04	1.59E-02
Position No.35	320.0	-/50.0	-15.0	4.93E+02	3.31E+04	1.49E-02
Position No.36	320.0	-1,350.0	-20.0	4.10E+02	3.44E+04	1.19E-02
Position No.37	320.0	-1,250.0	-20.0	4.58E+02	4.2/E+04	1.0/E-02
Position No.38	320.0	-1,150.0	-20.0	4.91E+02	5.08E+04	9.66E-03
Position No.39	320.0	-1,050.0	-20.0	5.09E+02	6.15E+04	8.29E-03
Position No.40	320.0	-950.0	-20.0	5.94E+02	8.60E+04	6.91E-03
Position No.41	320.0	-850.0	-20.0	5.14E+02	7.88E+04	6.52E-03
Position No.42	320.0	-750.0	-20.0	4.96E+02	7.74E+04	6.41E-03
Position No.43	320.0	-1,350.0	-25.0	4.29E+02	4.97E+04	8.64E-03
Position No.44	320.0	-1,250.0	-25.0	4.62E+02	6.51E+04	7.10E-03
Position No.45	320.0	-1,150.0	-25.0	4.95E+02	7.81E+04	6.34E-03
Position No.46	320.0	-1,050.0	-25.0	5.14E+02	9.66E+04	5.32E-03
Position No.47	320.0	-950.0	-25.0	5.99E+02	1.28E+05	4.67E-03
Position No.48	320.0	-850.0	-25.0	5.20E+02	1.26E+05	4.11E-03
Position No.49	320.0	-750.0	-25.0	4.98E+02	1.22E+05	4.09E-03
最大值				9.62E+02	4.28E+05	8.21E-02
最小值			4.84E+01	9.31E+02	2.24E-03	
幾何平均値				4.18E+02	3.33E+04	1.26E-02

表 F-2 流速表 (Case1\_P49)

※灰色(背景):地下水バイパスに流出したため、最大・最小・幾何平均からは除外



図 F-1 Case0 地下水流路解析\_XY 図 49 Position



図 F-2 Case0 地下水流路解析\_XY 図 49 Position (拡大)



図 F-3 Case0 地下水流路解析\_鳥瞰図 49 Position



図 F-4 Case0 地下水流路解析\_鳥瞰図 49 Position (拡大)



図 F-5 Case0 地下水流路解析\_東西方向断面図 49 Position (南方向からの投影)



図 F-6 Case1 地下水流路解析\_XY 図 49 Position



図 F-7 Case1 地下水流路解析\_XY 図 49 Position (拡大)



図 F-8 Case1 地下水流路解析\_鳥瞰図 49 Position



図 F-9 Case1 地下水流路解析\_鳥瞰図 49 Position (拡大)



図 F-10 Casel 地下水流路解析\_東西方向断面図 49 Position (南方向からの投影)