

資料 1－1－2

泊発電所 3 号炉審査資料	
資料番号	DB05 r. 3. 64
提出年月日	令和6年6月27日

泊発電所 3 号炉

設置許可基準規則等への適合状況について
(設計基準対象施設等)

第5条 津波による損傷の防止

令和 6 年 6 月
北海道電力株式会社

☐ 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

泊発電所 3 号炉 耐津波設計方針について

I. はじめに

II. 耐津波設計方針

1. 基本事項

- 1.1 津波防護対象の選定
- 1.2 敷地及び敷地周辺における地形及び施設の配置等
- 1.3 基準津波による敷地周辺の遡上・浸水域
- 1.4 入力津波の設定
- 1.5 水位変動・地殻変動の考慮
- 1.6 設計又は評価に用いる入力津波

2. 設計基準対象施設の津波防護方針

- 2.1 敷地の特性に応じた津波防護の基本方針
- 2.2 敷地への流入防止（外郭防護１）
- 2.3 漏水による重要な安全機能への影響防止（外郭防護２）
- 2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）
- 2.5 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響防止
- 2.6 津波監視

3. 重大事故等対処施設の津波防護方針

- 3.1 敷地の特性に応じた津波防護の基本方針
- 3.2 敷地への流入防止（外郭防護１）
- 3.3 漏水による重大事故等に対処するために必要な機能への影響防止（外郭防護２）
- 3.4 重大事故等に対処するために必要な機能を有する施設の隔離（内郭防護）
- 3.5 水位変動に伴う取水性低下による重大事故等に対処するために必要な機能への影響防止
- 3.6 津波監視

4. 施設・設備の設計・評価の方針及び条件

- 4.1 津波防護施設の設計
- 4.2 浸水防止設備の設計
- 4.3 津波監視設備の設計
- 4.4 施設・設備等の設計・評価に係る検討事項

(添付資料)

1. 基準津波に対して機能を維持すべき設備とその配置
2. 津波シミュレーションに用いる数値計算モデルについて
3. 基準津波による敷地周辺の遡上・浸水域について
4. 港湾内の局所的な海面の励起について
5. 管路解析の詳細について
6. 入力津波に用いる潮位条件について
7. 津波防護対策の設備の位置づけについて
8. 内郭防護において考慮する溢水の浸水範囲，浸水量について
9. 海水ポンプの水理試験について
10. 貯留量の算定について
11. 浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策の設置位置，実施範囲及び施工例
12. 基準津波に伴う砂移動評価について
13. 泊発電所周辺海域における底質土砂の分析結果について
14. 海水ポンプ軸受の浮遊砂耐性について
15. 津波漂流物の調査要領について
16. 漂流物の評価に考慮する津波の流速・流向について
17. 津波の流況を踏まえた防波堤の取水口到達及び閉塞可能性評価について
18. 燃料等輸送船の係留索の耐力について
19. 燃料等輸送船の喫水と津波高さの関係について
20. 津波監視設備の監視に関する考え方
21. 耐津波設計において考慮する荷重の組合せについて
22. 防潮堤及び貯留堰における津波荷重の設定方針について
23. 基準類における衝突荷重算定式及び衝突荷重について
24. 耐津波設計における余震荷重と津波荷重の組合せについて
25. 防潮堤の設計方針及び構造成立性評価結果について
26. 貯留堰の構造及び仕様について
27. 鋼管矢板継手部の漏水量評価について
28. 水密扉の運用管理について
29. 屋外排水路に関する設計方針について
30. 輸送物及び輸送車両の漂流物評価について
31. 1号及び2号炉取水路流路縮小工について
32. 1号及び2号炉放水路逆流防止設備について
33. 3号炉放水ピット流路縮小工について
34. 発電所敷地外の車両について
35. 取水性への影響評価及び衝突荷重の設定に用いる対象漁船について
36. 3号炉取水ピットスクリーン室防水壁及び水密扉の設計方針について
37. 水位変動・流向ベクトルについて

- 38. 3号炉原子炉補機冷却海水放水路逆流防止設備について
- 39. 津波発生時の運用対応について
- 40. モニタリングポスト及びモニタリングステーションについて
- 41. 構外海域の漂流物が施設護岸及び取水口へ到達する可能性について
- 42. 入力津波に対する水位分布について
- 43. 流路縮小工における損失水頭の評価方法の検証
- 44. 漂流物により取水口の一部が閉塞した場合の取水性影響評価について
- 45. 審査ガイドとの整合性（耐津波設計方針）

（参考資料）

- － 1 泊発電所 3号炉津波評価について

管路解析の詳細について

1. はじめに

外海から取水路及び放水路を経て各評価地点までの水路の水理特性を考慮した管路解析を以下の基準津波を入力波形として計算を実施した。

3号炉取水路（上昇側）	：波源B，波源E，波源F
1，2号取水路（上昇側）	：波源C，波源E，波源G，波源H
放水路（上昇側）	：波源D
3号炉取水路（下降側）	：波源I，波源J，波源K，波源L

2. 管路解析に基づく評価

管路解析を行う上での不確かさの考慮として，表1に示す各項目についてパラメータスタディを実施し，入力津波の選定及び津波水位への影響を確認した。

管路解析の計算条件を表2に，貝付着を考慮する範囲を図1に示す。取水路及び放水路の構造図を図2-1～図2-10に示す。また，基礎方程式等の数値計算手法は，土木学会(2016)に基づき次頁以降に示すとおりとする。

取水経路・放水経路は開水路区間と管路区間が混在するため，微小区間に分割した水路の各部分が，開水路状態か管路状態かを逐次判定し，管路区間はその上下流端の開水路区間の水位（自由水面の水位）を境界条件として流量計算を行い，開水路区間は，開水路の一次元不定流の式により流量・水位を計算する。また，水槽及び立坑部は，水面面積を鉛直方向に積算した水位－容積関係を用いて，水槽及び立坑部に接続する水路の流量合計値から水位を算定する。なお，解析には先行審査で実績のある解析コード「SURGE」を使用した。

解析モデルについて，管路は管路延長・管路勾配・管径を考慮したモデル化とし，各管路モデルで摩擦による損失を考慮する。摩擦損失以外の損失は次頁以降の解析モデルに示す各節点において考慮する。また，水槽及び立坑部は，水槽及び立坑部の面積を鉛直方向の分布に応じて考慮し，次頁以降の解析モデル図に示す池としてモデル化を行うこととする。

管路解析モデルを図3-1～図3-4，モデル設定の考え方を表3-1～表3-4に示す。

管路解析は，取水口・放水口における水位の時刻歴波形を入力条件として実施する。

なお，放水施設に関しては放水池周辺の津波水位が放水池天端を上回ることから，放水池周辺から放水池内への流入も考慮する。入力条件とする水位の抽出位置，放水池断面図を図4及び図5に示す。放水口及び放水池の評価範囲は，放水口及び放

水池前面位置として設定し，3号炉取水口及び1，2号炉取水口の評価範囲は，最大水位下降量を評価できるよう，最大水位下降量よりも水深が深くなる範囲まで評価範囲としている。入力波形については，上記の評価範囲の中で最大の水位変動量となる波形を抽出している。

表4～表7及び図6～図10に管路解析モデルに用いた各損失を示す。また，表8-1～表8-4に各取放水施設の損失水頭表の整理結果，図11-1～図11-4に損失水頭発生位置を示す。

水位上昇側の評価結果を表9-1～表9-2に，水位下降側の評価結果を表10に示す。また，基準津波の各評価地点の最大の時刻歴波形をそれぞれ図12及び図13に示す。

管路解析については，1号及び2号炉取水路並びに3号炉放水ピットそれぞれの流路縮小工部で発生する損失水頭について，評価方法の検証を行い，一次元管路解析で損失水頭を適切に評価できないことが判明した場合は，一次元管路解析の解析条件・解析モデルの適正化，あるいは，3次元解析への変更を行う可能性がある（添付資料43参照）。

表 1 条件設定

	計算条件
1	貝付着の有無
2	スクリーン損失の有無※ ※取水施設のみを対象

表 2 管路解析における計算条件

項目	計算条件
計算領域	【取水施設】 1号及び2号炉 取水口～取水路～取水ピット 3号炉 取水口～取水路～取水ピット 【放水施設】 1号及び2号炉 放水口～放水路～放水ピット 3号炉 放水口～放水路～放水ピット
計算時間間隔	0.005 秒
取水ピット側境界条件 (ポンプ取水量)	1号及び2号炉：4.0m ³ /s (水路1連当たり 1.0 m ³ /s) ※ ¹ 3号炉：2.0 m ³ /s (水路1連当たり 1.0 m ³ /s)
放水ピット側境界条件 (ポンプ放流量)	1号及び2号炉：4.0m ³ /s (水路1連当たり 1.0 m ³ /s) ※ ² 3号炉：2.0 m ³ /s
摩擦損失係数 (マンニングの粗度係数)	【取水施設】 (貝付着なし)：0.014m ^{-1/3} ・s ^{※3} (貝付着あり)：0.020m ^{-1/3} ・s ^{※3} 【放水施設】 (貝付着なし)：0.014m ^{-1/3} ・s ^{※3} (貝付着あり)：0.020m ^{-1/3} ・s ^{※3}
貝の付着代	点検結果を踏まえ 10cm を考慮
局所損失係数	電力土木技術協会(1995)：火力・原子力発電所土木構造物の設計-増補改訂版- 千秋(1967)：発電水力演習 土木学会(1999)：水理公式集[平成 11 年版]による
想定する潮位条件	水位上昇側：朔望平均満潮位 T.P. 0.26m に潮位のばらつき+0.14m、泊発電所と 岩内港の潮位差+0.01m を考慮 水位下降側：朔望平均干潮位 T.P. -0.14m に潮位のばらつき-0.19m を考慮
地盤変動条件	水位上昇側：基準地震動に伴う地殻変動による 0.19m の沈降及び津波波源の地震動に伴う地殻変動による 0.21m の沈降の合計である 0.40m の沈降を考慮する。 水位下降側：基準地震動に伴う地殻変動による 1.09m の隆起、津波波源の地震動に伴う地殻変動による 0.07m の隆起及び余効変動による 0.12m の隆起の合計である 1.28m の隆起を考慮する。
計算時間	地震発生後 3 時間まで

※ 1：1号及び2号炉取水路流路縮小工を計画中であり、計算条件は、必要に応じて見直す。

※ 2：1号及び2号炉放水路逆流防止設備を計画中であり、計算条件は、必要に応じて見直す。

※ 3：電力土木技術協会(1995)：火力・原子力発電所土木構造物の設計-増補改訂版-に基づき設定。

※基礎方程式

管路解析では、非定常の開水路及び管路流の連続式・運動方程式を用いた。

【開水路】

- ・運動方程式

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial H}{\partial x} + gA \left(\frac{n^2 |v| v}{R^{4/3}} + \frac{1}{\Delta x} f \frac{|v| v}{2g} \right) = 0$$

- ・連続式

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

【管路】

- ・運動方程式

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + gA \frac{\partial H}{\partial x} + gA \left(\frac{n^2 |v| v}{R^{4/3}} + \frac{1}{\Delta x} f \frac{|v| v}{2g} \right) = 0$$

- ・連続式

$$\frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

ここに、 t ：時間、 Q ：流量、 v ：流速、 x ：管底に沿った座標、 A ：流水断面積

H ：圧力水頭＋位置水頭（管路の場合）、位置水頭（開水路の場合）

z ：管底高、 g ：重力加速度、 n ：マンニングの粗度係数、 R ：径深

Δx ：水路の流れ方向の長さ、 f ：局所損失係数

【水槽及び立坑部】

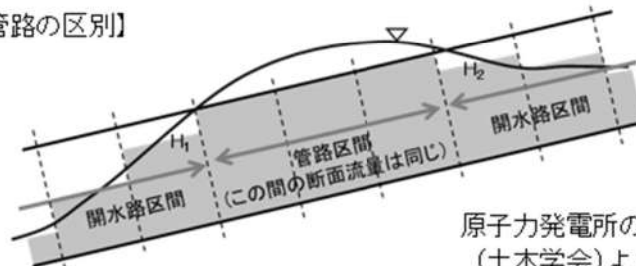
- ・連続式

$$A_p \frac{dH_p}{dt} = Q_s$$

ここに、 A_p ：水槽の平面積（水位の関数となる）、 H_p ：水槽水位

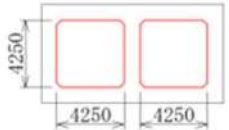
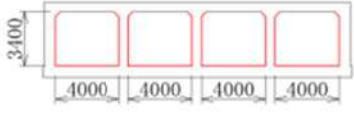
Q_s ：水槽へ流入する流量の総和、 t ：時間

【開水路・管路の区別】



原子力発電所の津波評価技術 2016
(土木学会)より引用



1号及び2号炉取水路 A-A断面	
3号炉取水路 B-B断面	
1号及び2号炉放水路 C-C断面	
3号炉放水路 D-D断面	

— 貝付着考慮範囲

※ 1号及び2号炉取水路流路縮小工，1号及び2号炉放水路逆流防止設備を計画中であり，必要に応じて見直す。

図1 貝付着考慮範囲

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。
5条-別添1-添付5-5



図 2 - 1 1 号及び 2 号炉取水施設平面図



図 2 - 2 1 号及び 2 号炉取水施設断面図

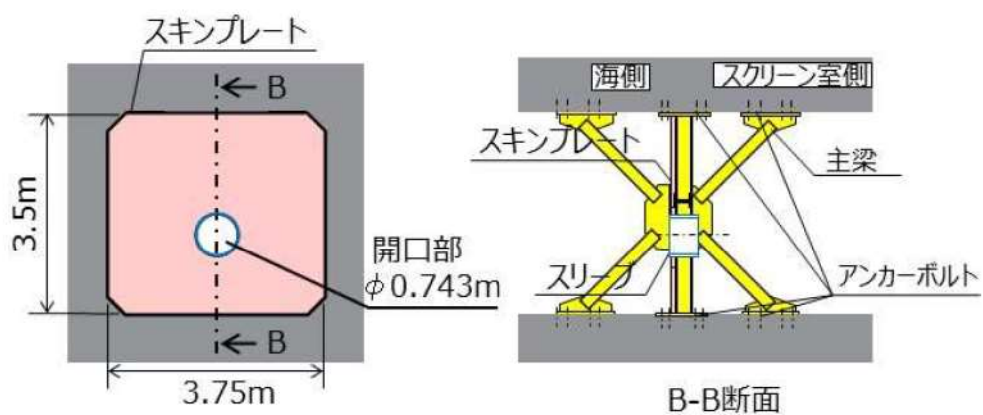


図 2 - 3 1 号及び 2 号炉取水路流路縮小工 構造概要図

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。



図 2－4 3号炉取水施設平面図



図 2－5 3号炉取水施設断面図

追而【3号炉取水施設平面図及び断面図】
破線囲部分については、今後3号炉取水施設の構造変更を反映する。

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

5 条-別添 1-添付 5-7

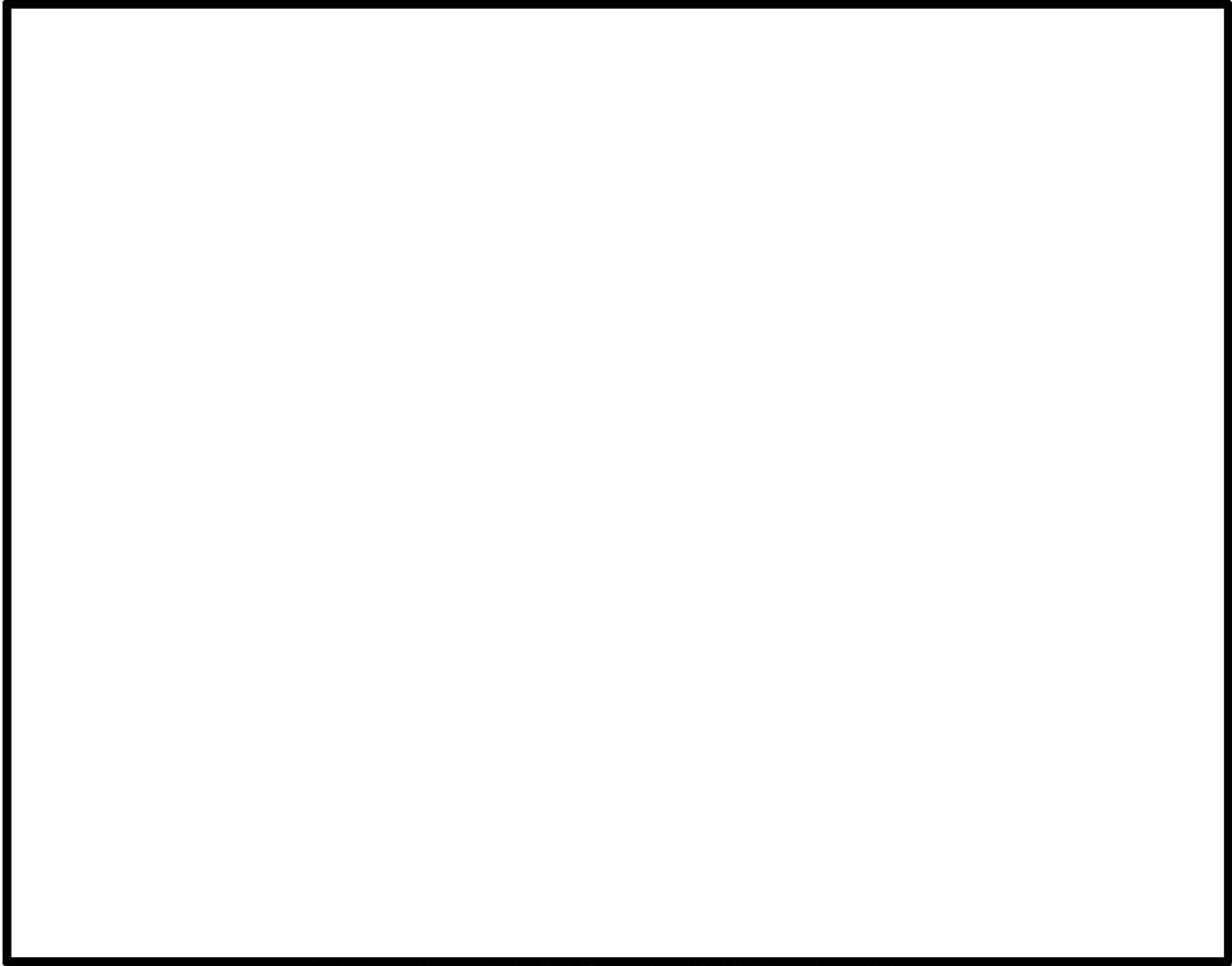


図 2－6 1号及び2号炉放水施設平面図

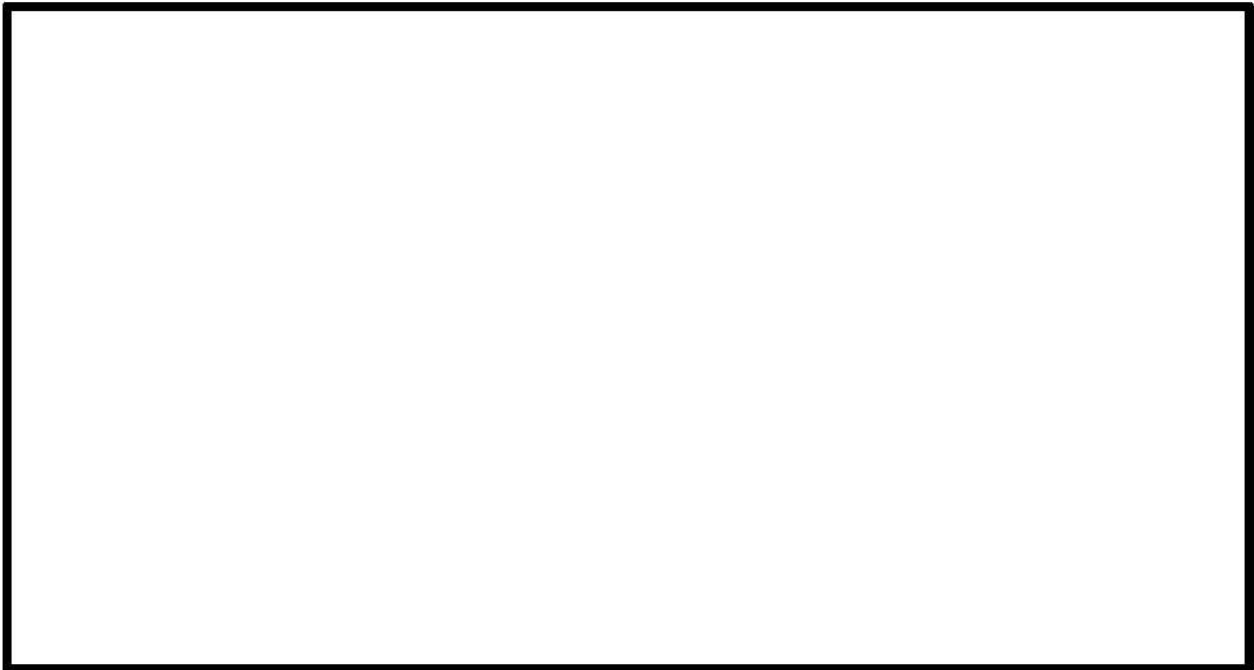


図 2－7 1号及び2号炉放水施設断面図

(上図：1号炉放水施設，中図：2号炉放水施設，下図：放水口)



枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

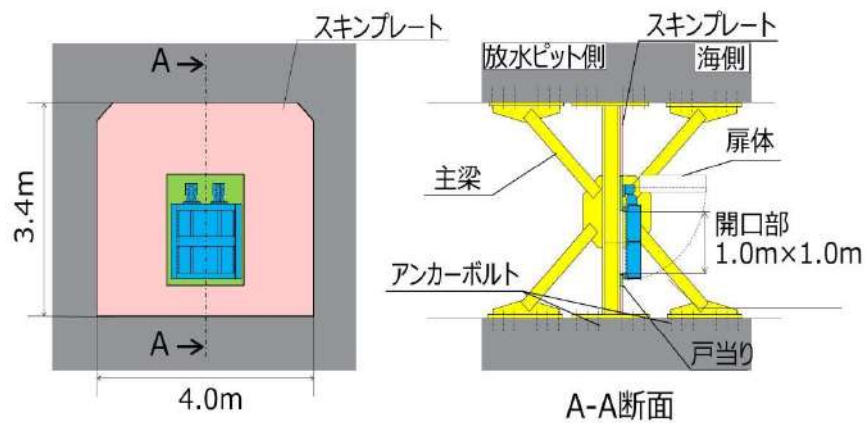


図 2 - 8 1 号及び 2 号炉放水路逆流防止設備 構造概要図

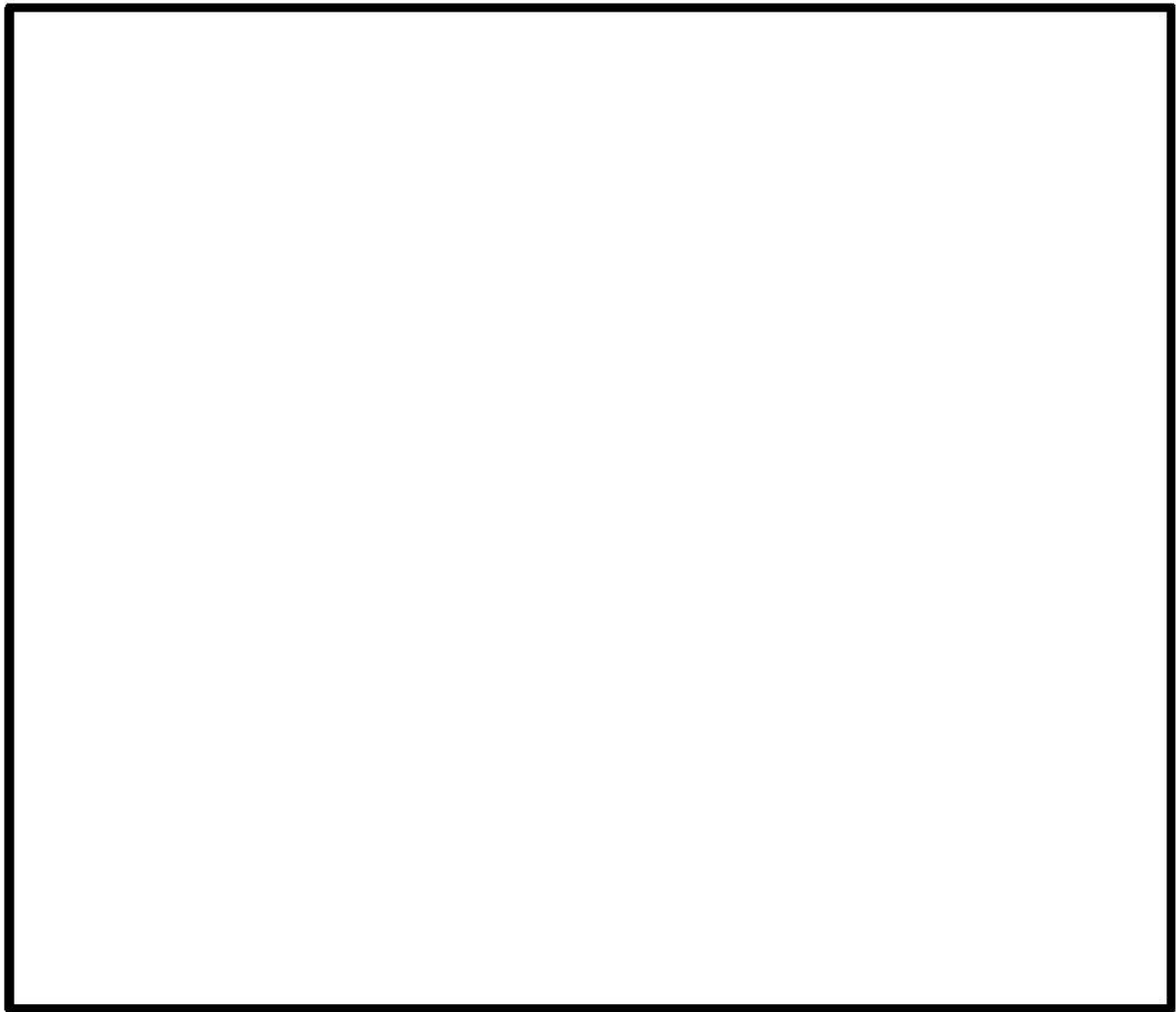


図 2－9 3号炉放水施設平面図



図 2－10 3号炉放水施設断面図

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

5 条-別添 1-添付 5-10

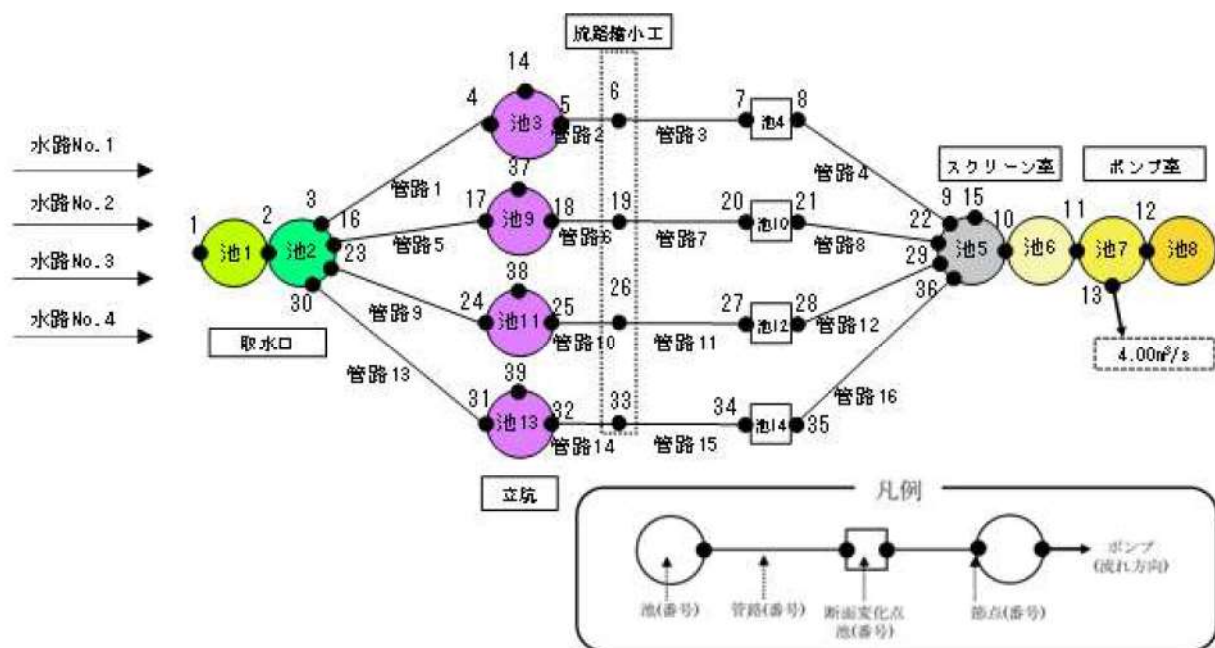


図 3 - 1 1 号及び 2 号炉取水施設の管路解析モデル図

表 3 - 1 1 号及び 2 号炉取水施設のモデル設定の考え方

箇 所		設定の考え方
取水口	池 1, 2	貯留堰による水位差を再現するため、池 1 と池 2 に分けて設定している。 池 1 は取水口における水位の時刻歴波形を入力条件として与えている。
立坑	池 3, 9, 11, 13	—
断面変化点	池 4, 10, 12, 14	断面変化点として、池を設定している。
流路縮小工	節点 6, 19, 26, 33	流路縮小工の水路形状はモデル化せず、流路縮小工による急縮・急拡を、流路縮小工設置位置となる節点に断面換算した損失係数として考慮している。
スクリーン室 及びポンプ室	池 5, 6, 7, 8	スクリーン室及びポンプ室内の各地点の評価を詳細に行うため、池 5 ～池 8 に分けて設定している。 なお、トラッシュピットは池 5 の中で考慮している。

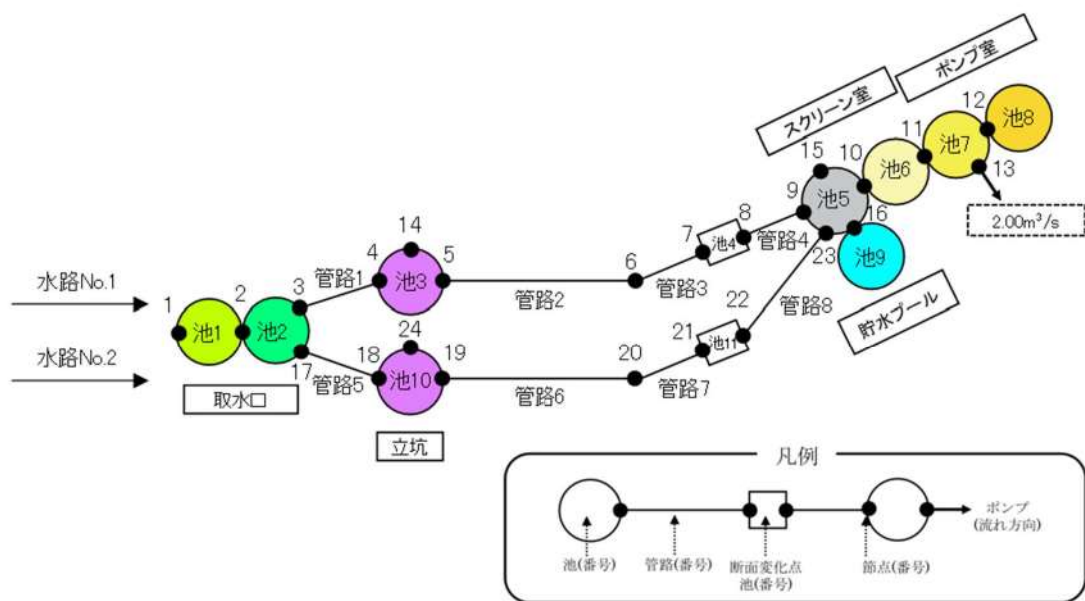


図 3 - 2 3 号炉取水施設の管路解析モデル図

追而【3 号炉取水施設の管路解析モデル図及びモデル設定の考え方】
破線囲部分については、今後 3 号炉取水施設の構造変更を反映する。

表 3 - 2 3 号炉取水施設のモデル設定の考え方

箇 所		設定の考え方
取水口	池 1, 2	貯留堰による水位差を再現するため、池 1 と池 2 に分けて設定している。 池 1 は取水口における水位の時刻歴波形を入力条件として与えている。
立坑	池 3, 10	—
断面変化点	池 4, 11	断面変化点として、池を設定している。
スクリーン室 及びポンプ室	池 5, 6, 7, 8	スクリーン室及びポンプ室内の各地点の評価を詳細に行うため、池 5 ～池 8 に分けて設定している。 なお、トラッシュピットは池 5 の中で考慮している。
貯水プール	池 9	<水位上昇時> スクリーン室（池 5）の水位が上昇し、T.P. 10. 3m を超えた直後、貯水プール（池 9）の T.P. 10. 3m 以深に流入する。その後、貯水プール（池 9）の水位が T.P. 10. 3m に到達した場合は、スクリーン室（池 5）及び貯水プール（池 9）の水位が T.P. 10. 3m から同時に上昇する（取水ピットスクリーン室防水壁内）設定としている。 <水位下降時> T.P. 10. 3m に到達するまでは、スクリーン室（池 5）及び貯水プール（池 9）の水位が同時に下降し、その後、スクリーン室（池 5）のみの水位が T.P. 10. 3m 以深まで下降する。このとき、以下に示す排水管をモデル化せず、貯水プール（池 9）の水位は T.P. 10. 3m のまま下降しない設定とすることで、保守的な評価条件としている。
貯水プールから取水ピットスクリーン室へと繋がる排水管	—	排水管仕様・ルートについては検討中であるが、取水ピットスクリーン室（池 5）の鉛直方向の開口面積と比較して、十分に小さい設計とする。 そのため、排水管からの津波の流入の影響は十分に小さく、評価結果に影響しないと考えられるため、排水管はモデル化しない。

追而【3号炉取水施設の管路解析モデル図及びモデル設定の考え方】
破線囲部分については、今後3号炉取水施設の構造変更を反映する。

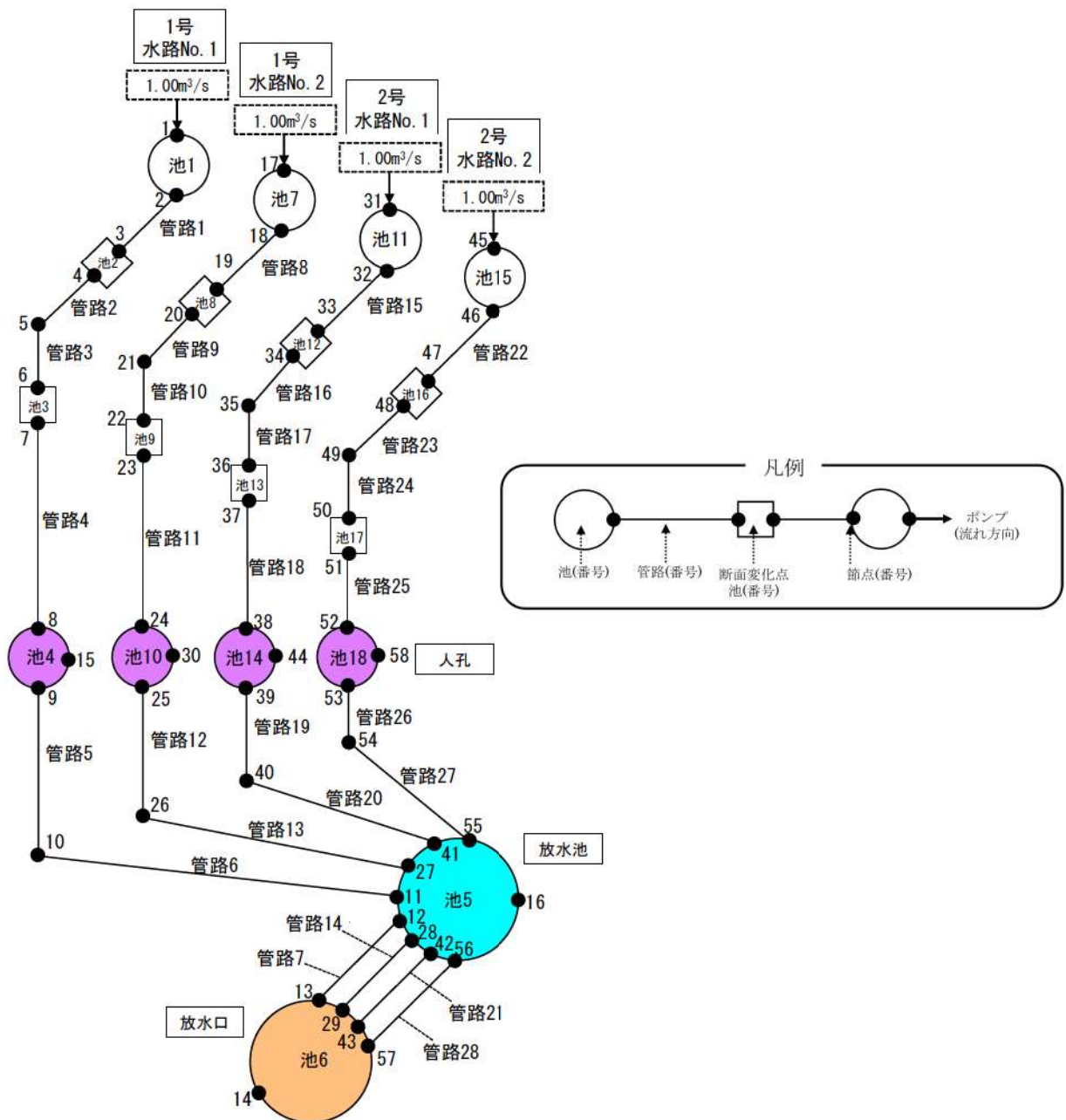


図 3 - 3 1 号及び 2 号炉放水施設の管路解析モデル図

表 3－3 1号及び2号炉放水施設のモデル設定の考え方

箇 所		設定の考え方
放水口	池 6	放水口における水位の時刻歴波形を入力条件として与える。
放水池	池 5	－
放水池上部堰	節点 16	放水池上部堰の外側（港内側）を水位境界とし、入力条件は、港内の水位の時刻歴波形を与える。 港内における水位が放水池上部堰の高さを超えた場合のみ放水池への流入が考慮されるとともに、放水池における水位が放水池上部堰の高さを超えた場合は港内側への流出も考慮される。 越流量は、放水池内側又は放水池外側（港内側）の水位が堰高さを超える場合に、土木学会（1999）に示される堰の越流公式に基づき設定する。
人孔	池 4, 10, 14, 18	－
断面変化点	池 3, 9, 13, 17 池 2, 8, 12, 16	放水路の補強を実施しており、断面が変化するため、補強部前後に断面変化点として、池を設定している。
逆流防止設備 設置位置	池 1, 7, 11, 15	逆流防止設備設置位置における波圧を算定するため、水頭を確認できるよう、池を設定している。

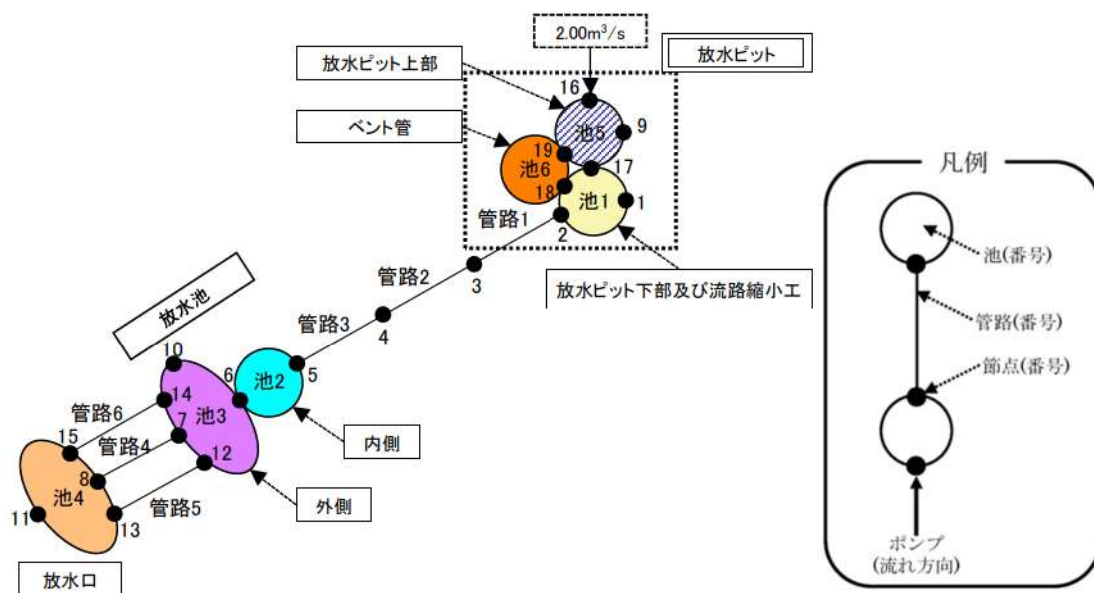


図 3－4 3号炉放水施設の管路解析モデル図

表 3－4 3号炉放水施設のモデル設定の考え方

箇所		設定の考え方
放水口	池 4	放水口における水位の時刻歴波形を入力条件として与える。
放水池	池 2， 3	放水池内側と放水池外側の間にある堰による水位差を再現するため、池 2 と池 3 に分けて設定している。
放水池上部堰	節点 10	放水池上部堰の外側（港内側）を水位境界とし、入力条件は、港内の水位の時刻歴波形を与える。 港内における水位が放水池上部堰の高さを超えた場合のみ放水池への流入が考慮されるとともに、放水池における水位が放水池上部堰の高さを超えた場合は港内側への流出も考慮される。 越流量は、放水池内側又は放水池外側（港内側）の水位が堰高さを超える場合に、土木学会（1999）に示される堰の越流公式に基づき設定する。
放水ピット （3号炉放水ピット流路縮小工）	池 1， 5	放水ピット下部～流路縮小工を池 1， 放水ピット上部を池 5 として設定する。
3号炉放水ピット流路縮小工におけるベント管	池 6	ベント管はφ0.4mの2本を想定しているが、解析モデルでは1つの池モデルとして扱う。

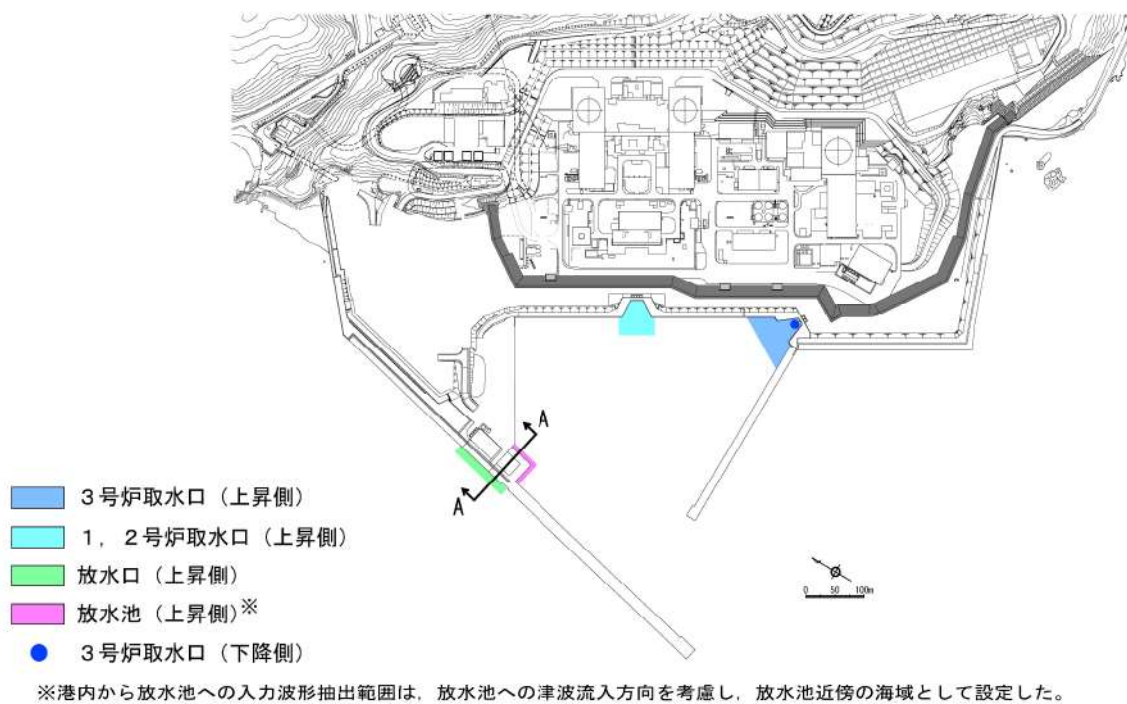


図4 入力波形の抽出位置

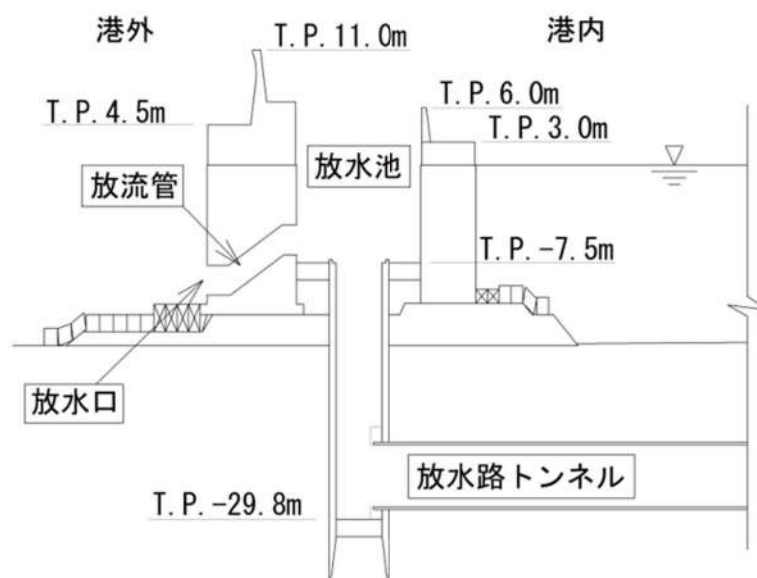


図5 放水池断面図（A-A 断面）

表 4 損失水頭算定公式

	公式	係数	根拠
流入損失	$h_e = f_e \frac{V^2}{2g}$	f_e : 流入損失係数 (管路断面による値) V : 管内流速 (m/s)	土木学会 (1999) p. 374-375 【図 6 参照】
流出損失	$h_o = f_o \frac{V^2}{2g}$	f_o : 流出損失係数 = 1.0 V : 管内流速 (m/s)	土木学会 (1999) p. 375
摩擦損失	$h_f = n^2 \cdot V^2 \frac{L}{R^{4/3}}$	V : 平均流速 (m/s) L : 水路の長さ (m) R : 水路の径深 (m) n : 粗度係数 ($m^{-1/3} \cdot s$)	電力土木技術協会 (1995) p. 375, 806, 829【表 5 及び 表 6 参照】
急拡大損失	$h_{se} = f_{se} \frac{V_1^2}{2g}$ $f_{se} = \left(1 - \frac{A_1}{A_2}\right)^2$	f_{se} : 急拡大損失係数 V_1 : 急拡大前の平均流速 (m/s) A_1 : 急拡大前の管断面積 (m^2) A_2 : 急拡大後の管断面積 (m^2)	電力土木技術協会 (1995) p. 829
急縮損失	$h_{sc} = f_{sc} \frac{V_2^2}{2g}$	f_{sc} : 急縮損失係数 (管路断面による値) V_2 : 急縮後の平均流速 (m/s)	電力土木技術協会 (1995) p. 829-830 【表 7 参照】
漸拡大損失	$h_{ge} = f_{ge} \left(1 - \frac{A_1}{A_2}\right)^2 \frac{V_1^2}{2g}$	f_{ge} : 漸拡大損失係数 (管路断面による値) A_1 : 漸拡大前の管断面積 (m^2) A_2 : 漸拡大後の管断面積 (m^2) V_1 : 漸拡大前の平均流速 (m/s)	電力土木技術協会 (1995) p. 830 【図 7 参照】
漸縮損失	$h_{gc} = f_{gc} \frac{V_2^2}{2g}$	f_{gc} : 漸縮損失係数 (管路断面による値) V_2 : 漸縮後の平均流速 (m/s)	千秋 (1967) p. 83-84 【図 8 参照】
屈折損失	$h_{be} = f_{be} \frac{V^2}{2g}$ $f_{be} = 0.946 \sin^2 \frac{\theta}{2} + 2.05 \sin^4 \frac{\theta}{2}$	f_{be} : 屈折損失係数 V : 管内流速 (m/s) θ : 屈折角 ($^\circ$)	千秋 (1967) p. 88 【図 9 参照】
曲がり損失	$h_b = f_{b1} \cdot f_{b2} \frac{V^2}{2g}$ $f_{b1} = 0.131 + 0.1632 \left(\frac{D}{\rho}\right)^{7/2}$ $f_{b2} = \left(\frac{\theta}{90}\right)^{1/2}$	f_{b1} : 曲がりの曲率半径 ρ と管径 D との 比によって決まる損失係数 (90° の場合) f_{b2} : 任意の曲がり中心角 θ の場合の損 失と中心角 90° の場合の損失と の比 V : 管内平均流速 (m/s) θ : 曲がり中心角 ($^\circ$)	千秋 (1967) p. 86-87 【図 10 参照】
可動式スク リーン損失	$h_{ec} = f_{ec} \frac{V_o^2}{2g}$	f_{ec} : 管内オリフィスの損失係数 V_o : オリフィス通過流速 (m/s)	電力土木技術協会 (1995) p. 832-833

※表 4 中の引用文献を以下に示す

- ・土木学会（1999）：土木学会水理公式集（平成 11 年版）
- ・電力土木技術協会（1995）：火力原子力発電所土木構造物の設計-増補改訂版-
- ・千秋（1967）：発電水力演習

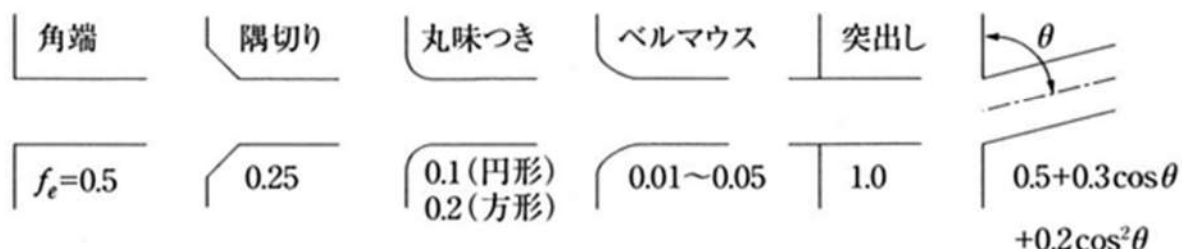


図 6 入口形状と損失係数
(土木学会(1999)p. 375)

表 5 取水路の貝等の付着代と粗度係数
(電力土木技術協会(1995)p. 788)

取水路の形式	断 面 流 速	貝等の付着代	粗 度 係 数
暗 渠	0.8～2.2m/s	0～20cm (0, 5, 10cmが多い)	0.014～0.027 (0.015, 0.020が多い)
管 路	2.0～3.6m/s	0～10cm	0.015～0.018

表 6 放水路の貝等の付着代と粗度係数
(電力土木技術協会(1995)p. 806)

取水路の形式	断 面 流 速	貝等の付着代	粗 度 係 数
暗 渠	1.6～3.6m/s	0～20cm (0cmが多い)	0.014～0.027
トンネル	1.8～3.0m/s	0～20cm (0cmが多い)	0.014～0.027

表 7 急縮損失係数
(電力土木技術協会(1995)p. 830)

D_2/D_1	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
f_{sc}	0.50	0.50	0.49	0.49	0.46	0.43	0.38	0.29	0.18	0.07	0

D_1, D_2 : 急縮前後の管路の径(m)

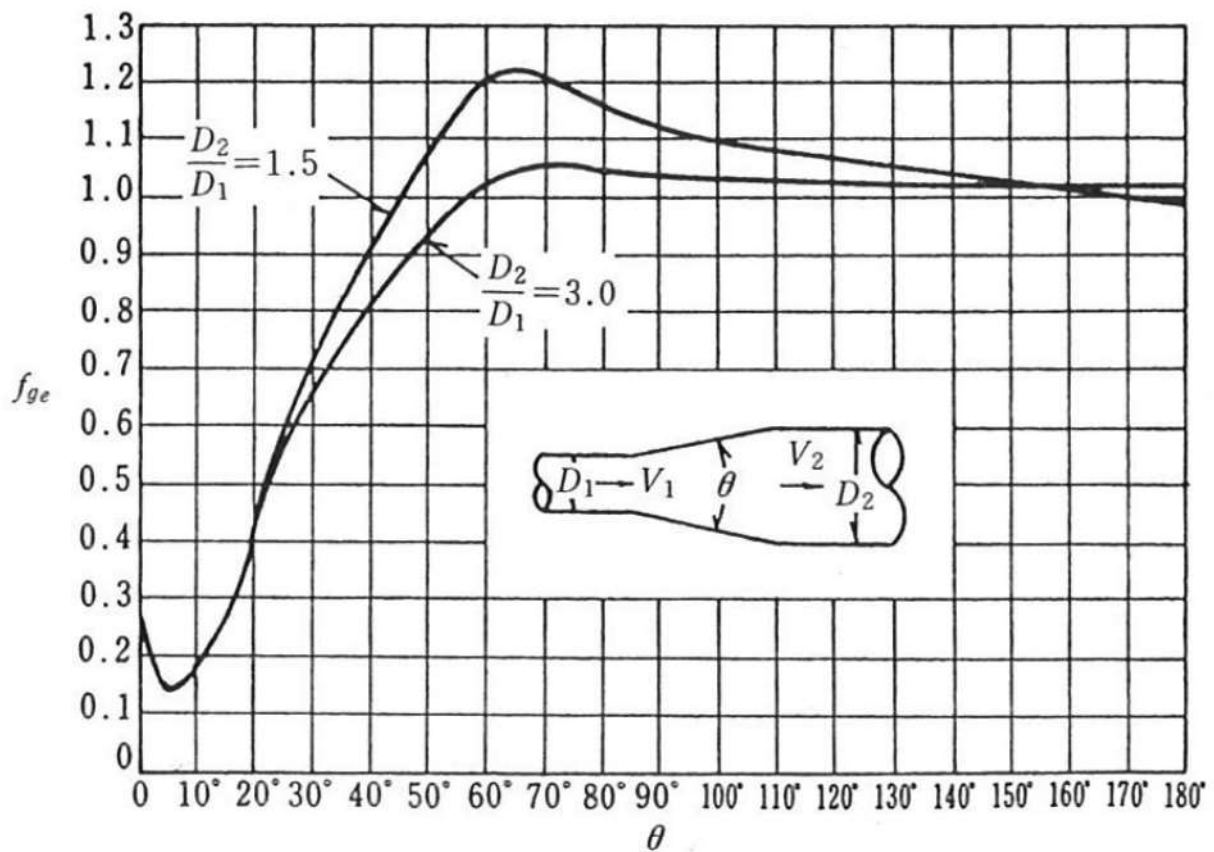


図7 漸拡損失係数
(電力土木技術協会(1995)p. 830)

D_1, D_2 : 漸拡前後の管径(m), V_1, V_2 : 漸拡前後の平均流速(m/s), θ : 漸拡部の開き (°)
(※本施設では、円形断面管と矩形断面管の漸拡に上記の図による値を適用する。矩形断面管の場合、矩形断面と同様の断面積を持つ円管を仮定して、管径 D_1, D_2 を算出した。)

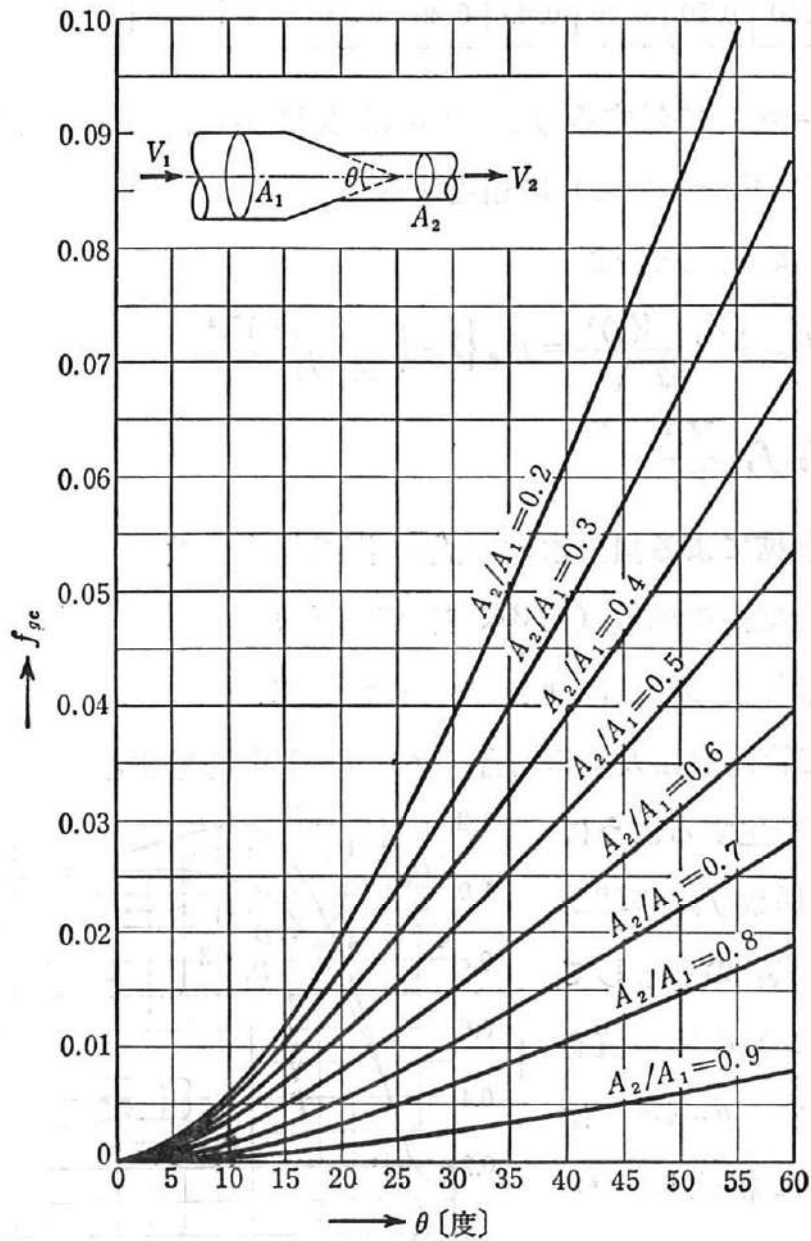


図8 漸縮損失係数
(千秋(1967)p. 84)

A_1, A_2 : 漸縮前後の管断面積 (m^2), V_1, V_2 : 漸縮前後の平均流速 (m/s), θ : 漸縮部の開き ($^\circ$)
(※本施設では, 円形断面管と矩形断面管の漸縮に上記の図による値を適用する。)

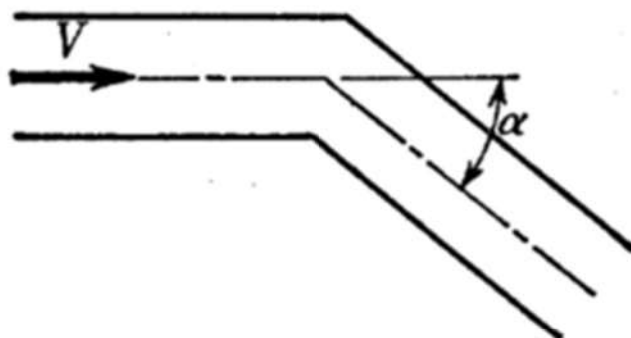


図9 屈折角
(千秋(1967)p. 88)

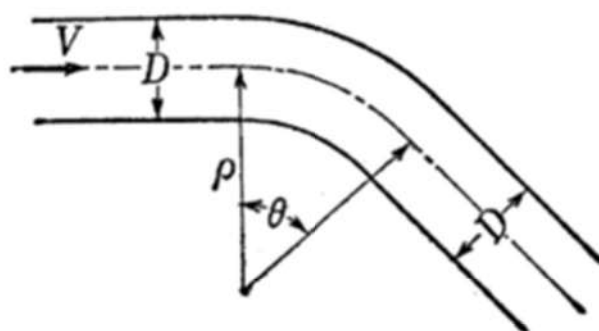


図10 曲がり, 曲率半径
(千秋(1967)p. 87)

表 8-1 1号及び2号炉取水施設の損失水頭表
(貝付着無し、スクリーンによる損失あり)

場所	流量 ^{※1} (m ³ /s)	種類 ^{※2}	係数		断面積 (m ²)	水路No.1, No.4		水路No.2, No.3	
						損失水頭 (m)	モデル化	損失水頭 (m)	モデル化
貯留堰	4.000	①堰	越流係数	1.550	97.200	0.00010	節点2	0.00010	節点2
			堰幅(m)	32.400					
			定数 γ	2.600					
取水口	1.000	②漸縮 ^{※3}	形状損失係数	0.058	35.000	0.00000	節点3,30	0.00000	節点16,23
		③急縮 ^{※3}	形状損失係数	0.288	12.945	0.00009	節点3,30	0.00009	節点16,23
取水路	1.000	④摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	12.945	0.00001	管路1,13	0.00001	管路5,9
			長さ(m)	6.200					
			径深(m)	0.938					
		⑤摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	12.945	0.00002	管路2,14	0.00002	管路6,10
			長さ(m)	12.663					
			径深(m)	0.938					
		⑥急縮 ^{※3}	形状損失係数	0.492	0.433	0.13389	節点6,33	0.13389	節点19,26
		⑦急拡 ^{※3}	形状損失係数	0.934		0.25416	節点6,33	0.25416	節点19,26
		⑧摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	12.945	0.00007	管路3,15	0.00007	管路7,11
			長さ(m)	56.337					
			径深(m)	0.938					
		⑨屈折	形状損失係数	0.034	12.945	0.00001	節点7,34		
		⑩摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	17.077	0.00001	管路4,16	0.00001	管路8,12
			長さ(m)	10.000					
			径深(m)	1.057					
		⑪摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	19.435	0.00001	管路4,16	0.00001	管路8,12
			長さ(m)	12.000					
			径深(m)	0.813					
		⑫屈折	形状損失係数	0.034	22.740	0.00000	節点9,36		
		⑬漸拡 ^{※3}	形状損失係数	0.043	12.945	0.00001	節点9,36	0.00001	節点22,29
		⑭急縮 ^{※3}	形状損失係数	0.101	16.129	0.00002	節点9,36	0.00002	節点22,29
		⑮流出 ^{※3}	形状損失係数	1.000	22.740	0.00010	節点9,36	0.00010	節点22,29
取水槽	4.000	⑯トラベリング スクリーン	形状損失係数(前面)	1.380	71.109	0.00022	節点10	0.00022	節点10
			形状損失係数(背面)	1.380	71.109	0.00022		0.00022	
合計						0.38893		0.38892	

※1：損失水頭は、取水口から取水ビットへ流れる方向を正とし、ポンプ流量を用いて算出している。

※2：表中の①～⑯は図11-1に示す損失水頭位置を示す。

※3：流入・流出損失、急拡・急縮損失及び漸拡・漸縮損失は、時々刻々の流れの方向に応じた損失を考慮する（上記の表では、取水口から取水ビットへ流れる方向を正として整理）。

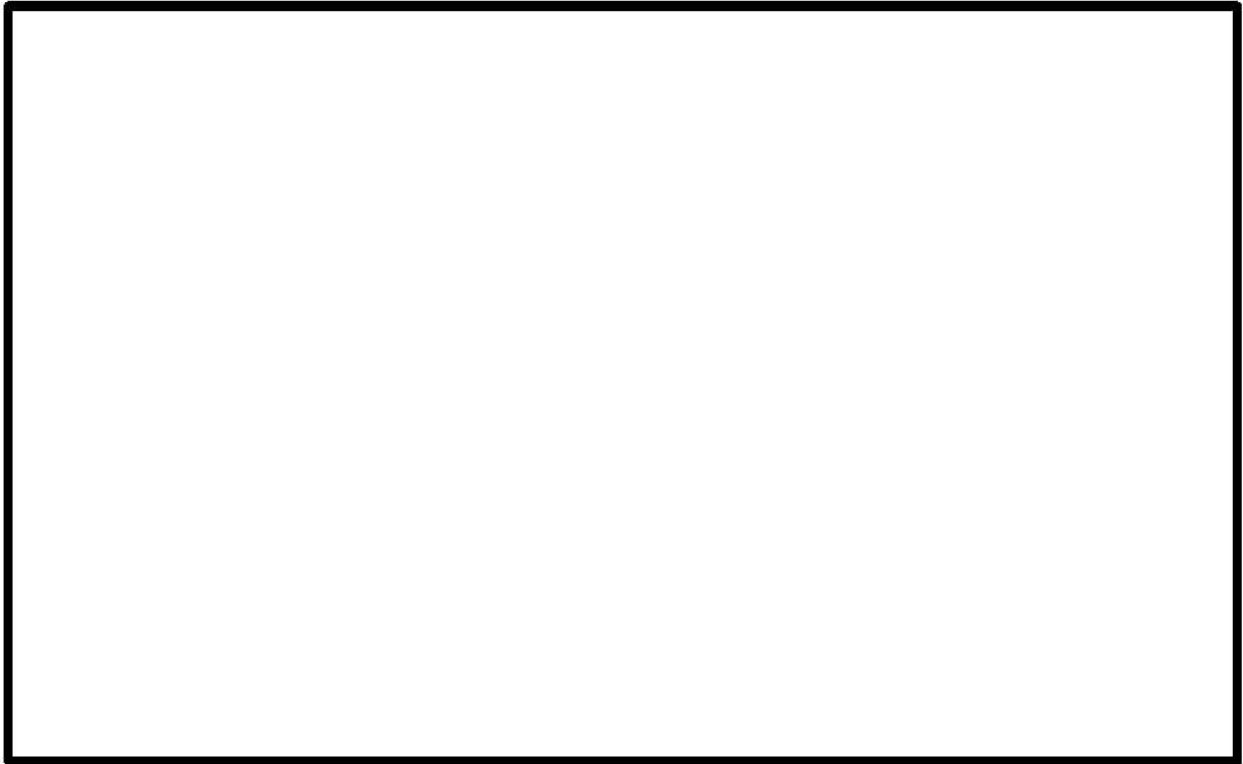


図 11－1 1号及び2号炉取水施設の損失水頭発生位置
(上図：平面図，下図：断面図)

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

表 8-2 3号炉取水施設の損失水頭表
(貝付着無し、スクリーンによる損失あり)

場所	流量 ^{※1} (m ³ /s)	種類 ^{※2}	係数		断面積 (m ²)	水路No.1		水路No.2	
						損失水頭 (m)	モデル化	損失水頭 (m)	モデル化
貯留堰	2.000	①堰	越流係数	1.550	79.200	0.00004	節点2	0.00004	節点2
			堰幅(m)	19.800					
			定数 γ	2.600					
取水口	1.000	②漸縮 ^{※3}	形状損失係数	0.063	40.000	0.00000	節点3	0.00000	節点17
		③急縮 ^{※3}	形状損失係数	0.262	17.883	0.00004	節点3	0.00004	節点17
取水路	1.000	④摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	17.883	0.00000	管路1	0.00000	管路5
			長さ(m)	6.300					
			径深(m)	1.097					
		⑤摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	17.883	0.00003	管路2	0.00003	管路6
			長さ(m)	60.458					
			径深(m)	1.097					
		⑥曲がり	形状損失係数	0.076	17.883	0.00001	節点6	0.00001	節点20
			粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014					
			長さ(m)	13.744 (管路3) 16.539 (管路7)					
		⑦摩擦	径深(m)	1.097	17.883	0.00001	管路3	0.00001	管路7
			粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014					
			長さ(m)	12.000					
		⑧摩擦	径深(m)	1.263	24.547	0.00001	管路4	0.00001	管路8
			粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014					
			長さ(m)	14.500					
		⑨摩擦	径深(m)	1.030	31.486	0.00001	管路4	0.00001	管路8
			粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014					
			長さ(m)	14.500					
取水槽	2.000	⑩トラベリングスクリーン	形状損失係数	0.064	17.883	0.00001	節点9	0.00001	節点23
			形状損失係数	0.062	25.931	0.00000	節点9	0.00000	節点23
			形状損失係数	1.000	37.040	0.00004	節点9	0.00004	節点23
			形状損失係数(前面)	1.280	56.619	0.00008	節点10	0.00008	節点10
合計			形状損失係数(背面)	1.280	56.619	0.00008		0.00008	
						0.00035		0.00035	

※1：損失水頭は、取水口から取水ピットへ流れる方向を正とし、ポンプ流量を用いて算出している。

※2：表中の①～⑬は図11-2の損失水頭発生位置を示す。

※3：流入・流出損失、急拡・急縮損失及び漸拡・漸縮損失は、時々刻々の流れの方向に応じた損失を考慮する（上記の表では、取水口から取水ピットへ流れる方向を正として整理）。

追而【3号炉取水施設の損失水頭表】

破線囲部分については、今後3号炉取水施設の構造変更を反映する。



図 11－2 3号炉取水施設の損失水頭発生位置（上図：平面図，下図：断面図）

追而【3号炉取水施設の損失水頭表】

破線囲部分については，今後3号炉取水施設の構造変更を反映する。

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

表 8-3 1号及び2号炉放水施設の損失水頭表
(貝付着無し)

場所	流量 ^{※1} (m ³ /s)	種類 ^{※2}	係数					断面積 (m ²)	1号水路No.1		1号水路No.2		2号水路No.1		2号水路No.2	
				1号No.1	1号No.2	2号No.1	2号No.2		損失水頭 (m)	モデル化	損失水頭 (m)	モデル化	損失水頭 (m)	モデル化	損失水頭 (m)	モデル化
放水口 ～ 放水池	1.000	①流入 ^{※3}	形状損失係数	0.558	0.558	0.558	0.558	4.909	0.00118	節点13	0.00118	節点29	0.00118	節点43	0.00118	節点57
		②屈折	形状損失係数	0.019	0.019	0.019	0.019	4.909	0.00004	節点13	0.00004	節点29	0.00004	節点43	0.00004	節点57
		③屈折	形状損失係数	0.019	0.019	0.019	0.019	4.909	0.00004	節点13	0.00004	節点29	0.00004	節点43	0.00004	節点57
		④摩擦	粗度係数(m ^{-1/2} ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014	4.909	0.00031	管路7	0.00031	管路14	0.00031	管路21	0.00031	管路28
			長さ(m)	20.281	20.281	20.281	20.281									
			径深(m)	0.625	0.625	0.625	0.625									
合計		⑤流出 ^{※3}	形状損失係数	1.000	1.000	1.000	1.000	4.909	0.00212	節点12	0.00212	節点28	0.00212	節点42	0.00212	節点56
									0.00369			0.00369				

場所	流量 ^{※1} (m ³ /s)	種類 ^{※2}	係数					断面積 (m ²)	1号水路No.1		1号水路No.2		2号水路No.1		2号水路No.2	
				1号No.1	1号No.2	2号No.1	2号No.2		損失水頭 (m)	モデル化	損失水頭 (m)	モデル化	損失水頭 (m)	モデル化	損失水頭 (m)	モデル化
放水池 ～ 逆流防止 設備	1.000	⑥摩擦	粗度係数(m ^{-1/2} ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014	3.584	0.00229	管路6	0.00224	管路13	0.00218	管路20	0.00213	管路27
			長さ(m)	79.173	77.290	75.408	73.525									
			径深(m)	0.619	0.619	0.619	0.619									
		⑦曲がり	形状損失係数	0.095	0.095	0.095	0.095	3.584	0.00038	節点10	0.00038	節点26	0.00038	節点40	0.00038	節点54
			粗度係数(m ^{-1/2} ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014									
			長さ(m)	60.702	58.819	56.936	55.054									
		⑧摩擦	粗度係数(m ^{-1/2} ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014	3.584	0.00176	管路5	0.00170	管路12	0.00165	管路19	0.00159	管路26
			長さ(m)	0.619	0.619	0.619	0.619									
			径深(m)	0.014	0.014	0.014	0.014									
		⑨摩擦	粗度係数(m ^{-1/2} ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014	3.584	0.00220	管路4	0.00220	管路11	0.00220	管路18	0.00220	管路25
			長さ(m)	75.965	75.965	75.965	75.965									
			径深(m)	0.619	0.619	0.619	0.619									
		⑩摩擦	粗度係数(m ^{-1/2} ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014	2.850	0.00020	管路4	0.00020	管路11	0.00020	管路18	0.00020	管路25
			長さ(m)	3.000	3.000	3.000	3.000									
			径深(m)	0.514	0.514	0.514	0.514									
		⑪漸縮 ^{※3}	形状損失係数	0.000	0.000	0.000	0.000	2.116	0.00000	節点6	0.00000	節点22	0.00000	節点36	0.00000	節点50
			粗度係数(m ^{-1/2} ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014									
			長さ(m)	26.612	24.042	21.473	18.904									
		⑫摩擦	粗度係数(m ^{-1/2} ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014	2.116	0.00385	管路3	0.00348	管路10	0.00311	管路17	0.00273	管路24
			長さ(m)	0.408	0.408	0.408	0.408									
			径深(m)	0.111	0.111	0.111	0.111									
		⑬曲がり	形状損失係数	0.111	0.111	0.111	0.111	2.116	0.00126	節点5	0.00126	節点21	0.00126	節点35	0.00126	節点49
			粗度係数(m ^{-1/2} ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014									
			長さ(m)	20.609	18.040	15.471	12.902									
		⑭摩擦	粗度係数(m ^{-1/2} ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014	2.116	0.00298	管路2	0.00261	管路9	0.00224	管路16	0.00187	管路23
			長さ(m)	0.408	0.408	0.408	0.408									
			径深(m)	0.002	0.002	0.002	0.002									
		⑮漸拡 ^{※3}	形状損失係数	0.002	0.002	0.002	0.002	2.116	0.00002	節点4	0.00002	節点20	0.00002	節点34	0.00002	節点48
			粗度係数(m ^{-1/2} ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014									
			長さ(m)	3.000	3.000	3.000	3.000									
		⑯摩擦	粗度係数(m ^{-1/2} ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014	2.850	0.00020	管路1	0.00020	管路8	0.00020	管路15	0.00020	管路22
			長さ(m)	0.514	0.514	0.514	0.514									
			径深(m)	0.014	0.014	0.014	0.014									
		⑰摩擦	粗度係数(m ^{-1/2} ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014	3.584	0.00304	管路1	0.00304	管路8	0.00304	管路15	0.00304	管路22
			長さ(m)	105.012	105.012	105.014	105.014									
			径深(m)	0.619	0.619	0.619	0.619									
合計									0.01818		0.01733		0.01648		0.01562	

※1：損失水頭は、放水口から放水ピットへ流れる方向を正とし、ポンプ流量を用いて算出している。

※2：表中の①～⑰は図11-3の損失水頭発生位置を示す。

※3：流入・流出損失、漸拡・漸縮損失は、時々刻々の流れの方向に応じた損失を考慮する（上記の表では、放水口から放水ピットへ流れる方向を正として整理）。

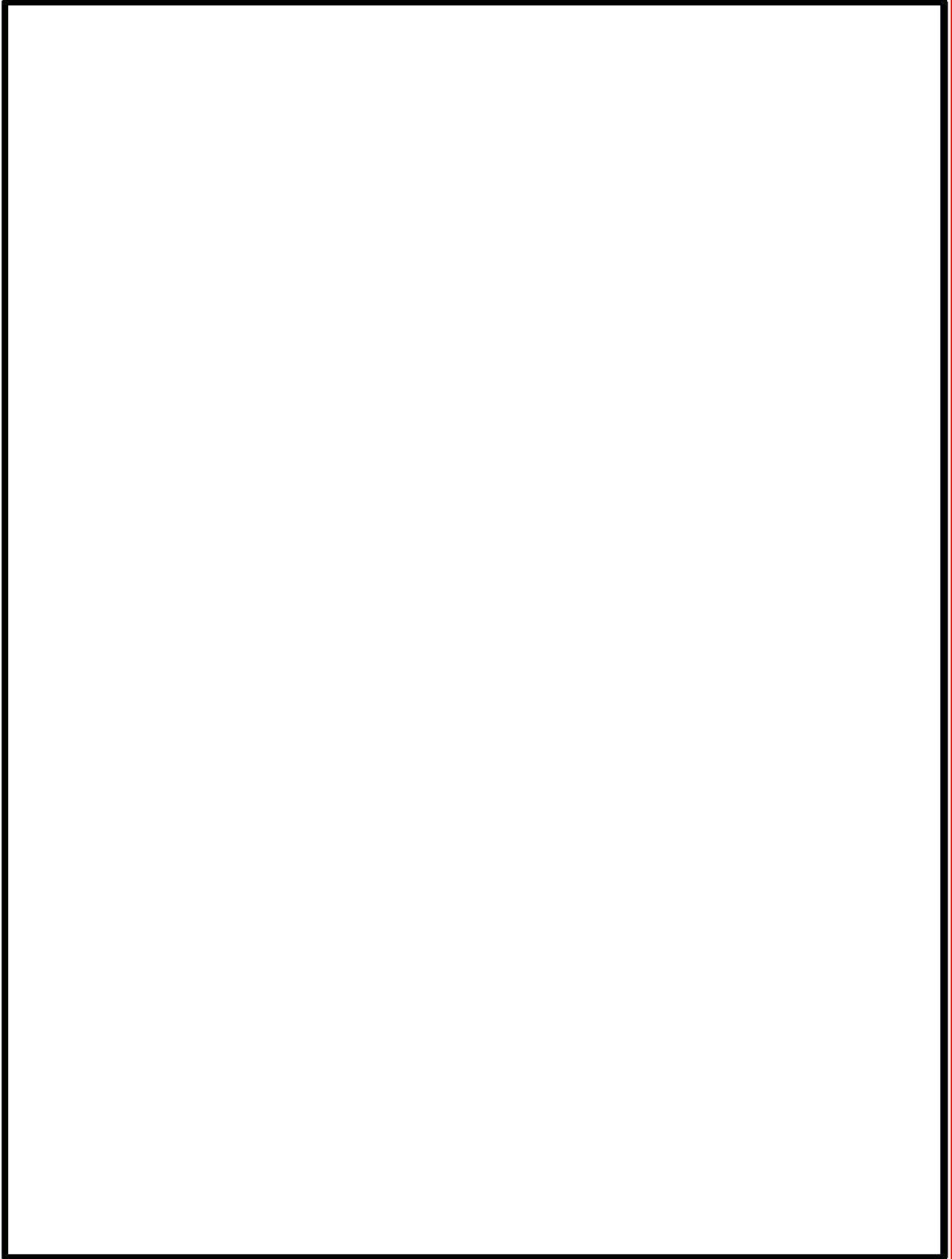


図 11－3 1 号及び 2 号炉放水施設の損失水頭発生位置

☐ 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

表 8 - 4 3号炉放水施設の損失水頭表（貝付着無し）

場所	流量 ^{※1} (m ³ /s)	種類 ^{※2}	係数		断面積 (m ²)	損失水頭 (m)	モデル化
放水口 ～ 放水池	0.667	①流入 ^{※3}	形状損失係数	0.558	5.309	0.00045	節点8
		②屈折	形状損失係数	0.020	5.309	0.00002	(節点13)
		③屈折	形状損失係数	0.020	5.309	0.00002	(節点15)
		④流出 ^{※3}	形状損失係数	1.000	5.309	0.00080	節点7 (節点12) (節点14)
		⑤摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	5.309	0.00011	管路4 (管路5) (管路6)
			長さ(m)	20.309			
			径深(m)	0.650			
放水池 ～ 放水ピット	2.000	⑥堰	流量係数C	1.550	247.755	0.00000	節点6
			定数γ	2.600			
			堰幅(m)	36.442			
		⑦摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	78.540	0.00000	節点5
			長さ(m)	18.500			
			径深(m)	2.500			
		⑧急縮 ^{※3}	形状損失係数	0.487	78.540	0.00002	節点5
		⑨急縮 ^{※3}	形状損失係数	0.410	22.902	0.00016	節点5
		⑩屈折	形状損失係数	0.986	22.902	0.00038	節点5
		⑪曲がり	形状損失係数	0.018	22.902	0.00001	節点4
		⑫曲がり	形状損失係数	0.018	22.902	0.00001	節点3
		⑬急拡 ^{※3}	形状損失係数	0.576	22.902	0.00022	節点2
		⑭屈折	形状損失係数	0.986	22.902	0.00038	節点2
		⑮摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	22.902	0.00062	管路1 ～3
			長さ(m)	617.100			
			径深(m)	1.350			
放水ピット	2.000	⑯摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	95.033	0.00000	池1
			長さ(m)	16.400			
			径深(m)	2.750			
		⑰急拡 ^{※3}	形状損失係数	0.213	95.033	0.00000	池1
		⑱摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	176.715	0.00000	池1
			長さ(m)	2.000			
			径深(m)	3.750			
	2.000	⑲急縮 ^{※3}	形状損失係数	0.500	1.767	0.03268	池1
		⑳屈折	形状損失係数	0.986	1.767	0.06445	池1
		㉑屈折	形状損失係数	0.986	1.767	0.06445	池1
		㉒急拡 ^{※3}	形状損失係数	0.738	1.767	0.04824	池1
		㉓屈折	形状損失係数	0.986	1.767	0.06445	池1
		㉔摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	1.767	0.01555	池1
			長さ(m)	16.750			
			径深(m)	0.375			
		㉕摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	12.566	0.00002	池1
			長さ(m)	3.250			
			径深(m)	1.000			
		㉖急拡 ^{※3}	形状損失係数	0.891	12.566	0.00115	節点17
合計						0.29419	

※1：損失水頭は、放水口から放水ピットへ流れる方向を正とし、ポンプ流量を用いて算出している。

※2：表中の①～⑯は図11-4の損失水頭発生位置を示す。

※3：流入・流出損失，急拡・急縮損失及び漸拡・漸縮損失は，時々刻々の流れの方向に応じた損失を考慮する（上記の表では，放水口から放水ピットへ流れる方向を正として整理）。

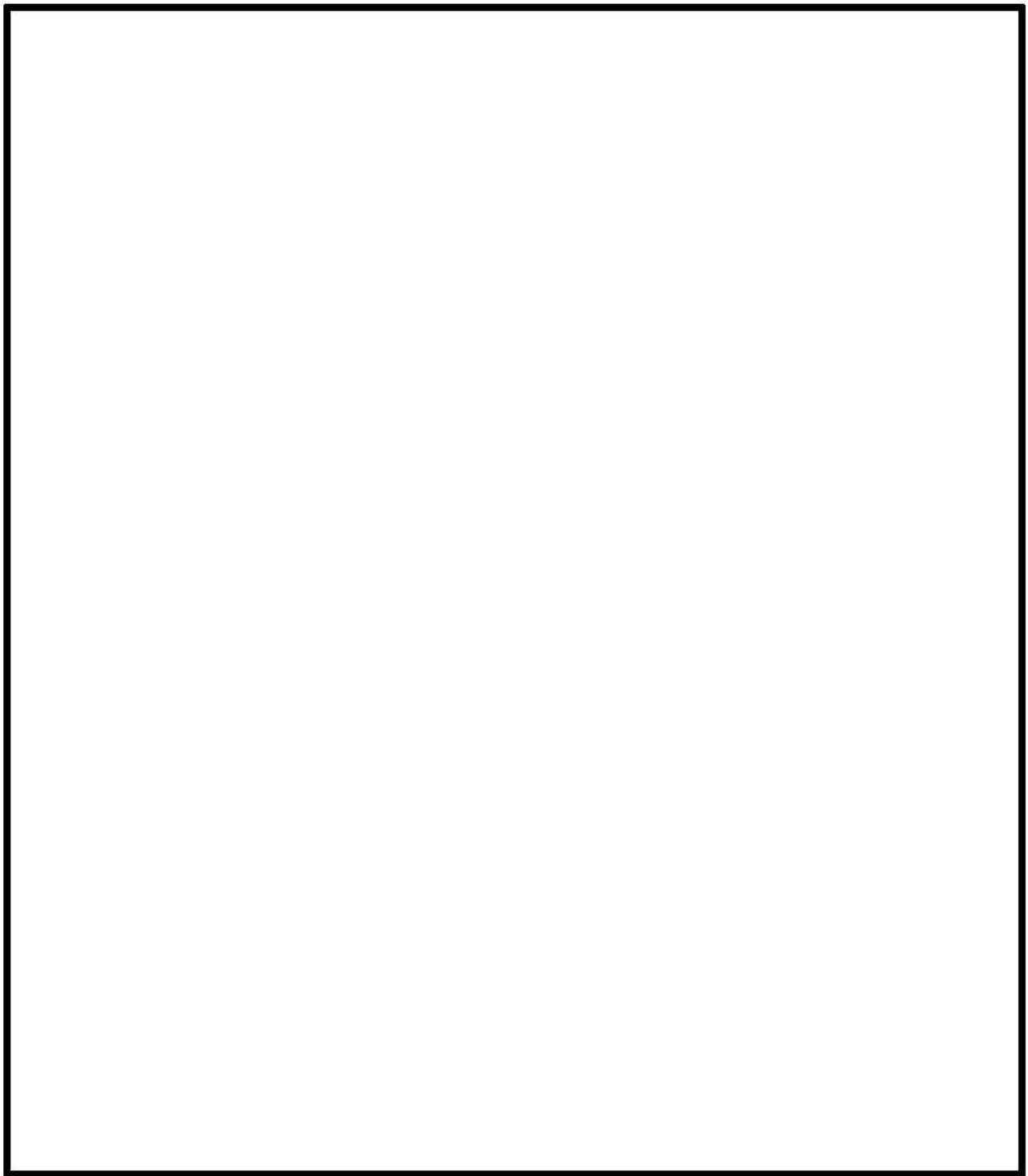


図 11－4 3号炉放水施設の損失水頭発生位置
(上図：平面図，下図：断面図)

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

5 条-別添 1-添付 5-30

表 9-1 水位上昇側の評価結果（取水施設）（1/2）（1, 2号炉取水施設）

検討対象波源	地形変化		1, 2号炉取水口水位変動量(m)	潮位変動			地震による地殻変動(m)	管路状態		1,2号炉取水ピットスクリーン室水位(T.P. m)※
	防波堤	北防波堤		朔望平均潮位(T.P. m)	潮位のばらつき(m)	観測地点の潮位差(m)		貝付着	スクリーン状態	
追而 (入力津波の検討対象波源の検討結果及び地形変化の組合せに係る検討結果を踏まえて記載する。)	追而		0.26	0.14	0.01	沈降を考慮 0.40		有	健全	追而
								無	損傷	
								無	健全	
								有	損傷	
								有	健全	
								無	損傷	
								有	健全	
								無	損傷	
								有	健全	
								無	損傷	
								有	健全	
								無	損傷	
								有	健全	
								無	損傷	
								有	健全	
								無	損傷	
								有	健全	
								無	損傷	
								有	健全	
								無	損傷	
								有	健全	
								無	損傷	
								有	健全	
								無	損傷	
								有	健全	
								無	損傷	
								有	健全	
								無	損傷	
								有	健全	
								無	損傷	

※図 11-1 における池 5 の水位を示す。

表9-1 水位上昇側の評価結果（取水施設）（2/2）（3号炉取水施設）

検討対象波源	地形変化		3号炉取水口水位変動量(m)	潮位変動		地震による地殻変動(m)	管路状態		3号炉取水ピットスクリーン室水位(T.P. m)	3号炉取水ピットポンプ室水位(T.P. m)																			
	防波堤	南防波堤		眺望平均潮位(T.P. m)	潮位のばらつき(m)		観測地点の潮位差(m)	見付着			スクリーン状態																		
波源B	健全	健全	(地形変化の組合せに係る検討結果を踏まえて記載する。)	0.26	0.14	0.01	沈降を考慮 0.40		追而	有	健全																		
										無	損傷																		
										有	健全																		
										無	損傷																		
波源F	損傷	損傷								0.26	0.14	0.01	沈降を考慮 0.40		追而	有	健全												
																無	損傷												
																有	健全												
																無	損傷												
波源E	健全	損傷														0.26	0.14	0.01	沈降を考慮 0.40		追而	有	健全						
																						無	損傷						
																						有	健全						
																						無	損傷						
波源B	損傷	健全																				0.26	0.14	0.01	沈降を考慮 0.40		追而	有	健全
																												無	損傷
																												有	健全
																												無	損傷

※3号炉取水ピットポンプ室水位は、津波来襲時に満水になることから、3号炉取水ピットスクリーン室水位で代表させる。3号炉取水ピットスクリーン室水位は図11-2における池5の水位を示す。

表 9－2 水位上昇側の評価結果（放水施設）（3号炉放水施設）

検討対象波源※1	地形変化		3号炉取水口水位変動量(m)	潮位変動			地震による地殻変動(m)	管路状態		3号炉放水ビット水位(T.P. m)※
	防波堤	北防波堤		朔望平均潮位(T.P. m)	潮位のばらつき(m)	観測地点の潮位差(m)		貝付着	管路損傷状態	
追而 (入力津波の検討対象波源の検討結果及び地形変化の組合せに係る検討結果を踏まえて記載する。)	追而		0.26	0.14	0.01	沈降を考慮 0.40		有	健全	追而
								無	損傷	
								有	健全	
								無	損傷	
								有	健全	
								無	損傷	
								有	健全	
								無	損傷	
								有	健全	
								無	損傷	
								有	健全	
								無	損傷	
								有	健全	
								無	損傷	
								有	健全	
								無	損傷	
								有	健全	
								無	損傷	
								有	健全	
								無	損傷	

※図 11－4 における池1の水位を示す。

表 10 水位下降側の評価結果（3号炉取水施設）

追而 (解析結果を記載する)

追而
(解析結果を記載する)

図 12－1 水位上昇側の時刻歴波形（1，2号炉取水ピットスクリーン室）

追而
(解析結果を記載する)

図 12－2 水位上昇側の時刻歴波形（3号炉取水ピットスクリーン室）

追而
(解析結果を記載する)

図 12－3 水位上昇側の時刻歴波形（3号炉放水ピット）

追而
(解析結果を記載する)

図 13 水位下降側の時刻歴波形

(参考資料 1)

地震による構造物の損傷に係る管路解析の評価

1. はじめに

管路解析の構造モデルを構成する構造物を対象に、基準地震動による被害想定を行い、構造物の損傷が管路解析を用いた入力津波の設定に及ぼす影響について検討を行う。

2. 対象構造物

管路解析の対象水路は、1号及び2号炉取・放水施設及び3号炉取・放水施設である。そのうち、基準地震動に対して耐震性を有していない1号及び2号炉放水施設並びに3号炉放水施設を対象に被害想定を行う。

3. 放水施設概要

1号及び2号炉放水施設並びに3号炉放水施設の平面図を参考図1、1号及び2号炉放水施設縦断面図を参考図2、3号炉放水施設縦断面図を参考図3、1号及び2号炉放水水路並びに3号炉放水路トンネルの標準断面図を参考図4、1号及び2号炉並びに3号炉放水池断面図を参考図5に示す。



参考図1 放水施設の平面図

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

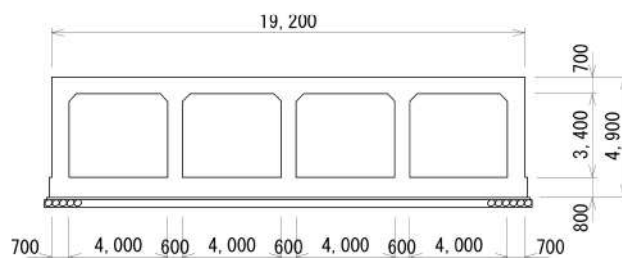


参考図 2 1号及び2号炉放水施設の縦断図（縦横比 5.0 : 1.0）

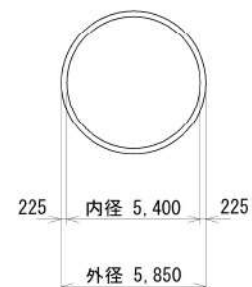


参考図 3 3号炉放水施設の縦断図（縦横比 5.0 : 1.0）

1号及び2号炉放水路（4連部）

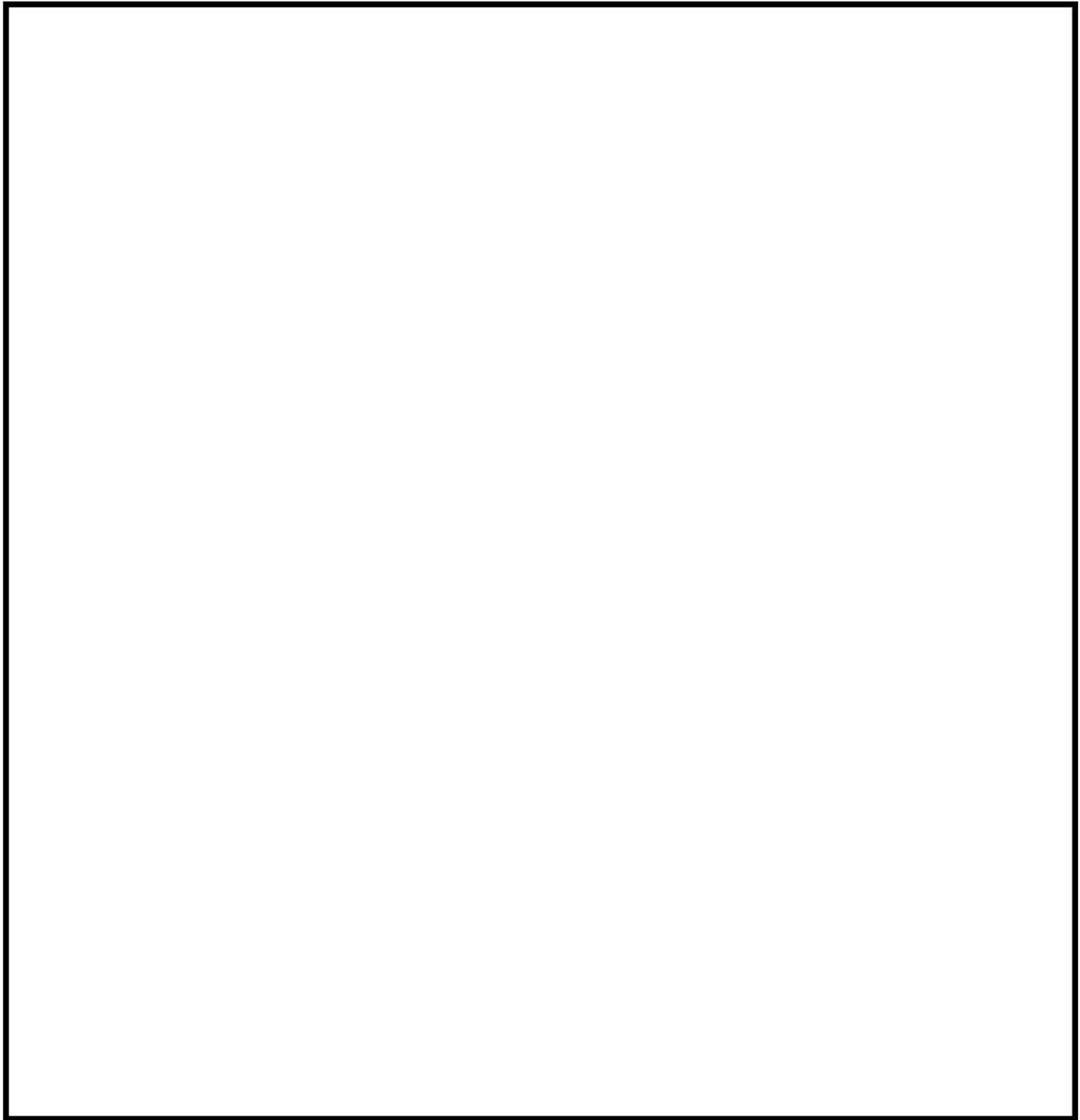


3号炉放水路トンネル



参考図 4 1号及び2号炉放水路並びに3号炉放水路トンネルの標準断面図

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。



参考図5 1号及び2号炉放水池並びに3号炉放水池の断面図

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

4. 地震時の被害想定のかえ方

基準地震動に対して耐震性を有していない放水施設は、その構造的特徴（十分な通水断面を有していること、追従性に優れたフレキシブルな構造であること等）や大規模地震を受けた先行サイトにおける放水施設の被害状況及び一般産業施設の地震被災事例を踏まえると、軽微な変形やひび割れが生じる可能性はあるものの、完全に閉塞することはなく、通水機能は維持されと考えられる。

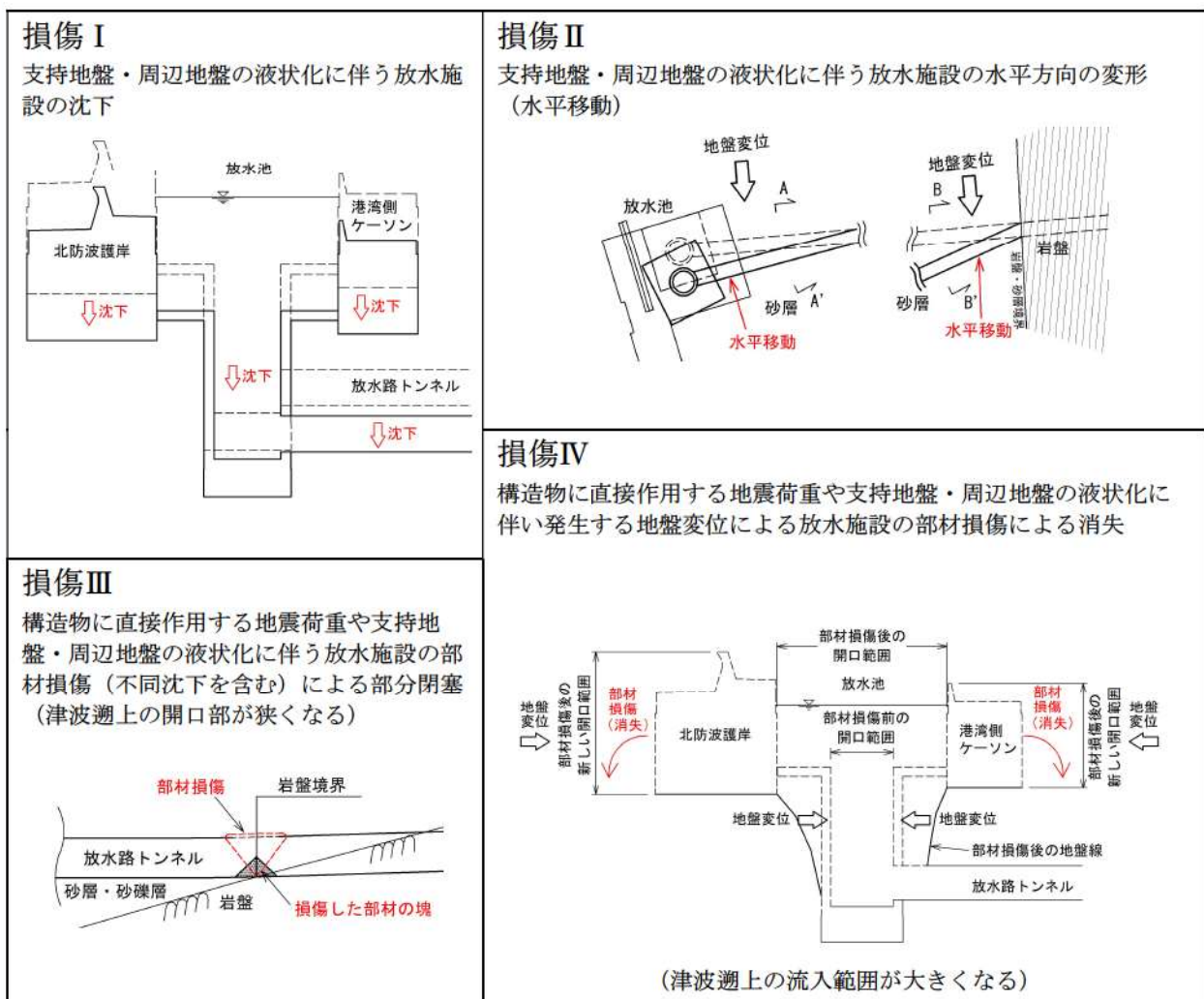
それらを踏まえると、基準地震動による放水施設の損傷に伴い津波の流入位置や流入量が変化し、「1号及び2号炉放水路逆流防止設備設置位置」及び「3号炉放水

ピット」の入力津波に影響を与える可能性があることから、放水施設の損傷を考慮した被害想定を行う。

被害想定として、放水施設の支持地盤及び周辺地盤は砂層や砂礫層、埋戻土であることから、基準地震動による液状化が発生する可能性が高いことを踏まえて、損傷モードを以下のように想定した。

- ・ 損傷Ⅰ： 支持地盤・周辺地盤の液状化に伴う放水施設の沈下
- ・ 損傷Ⅱ： 支持地盤・周辺地盤の液状化に伴う放水施設の水平方向の変形（水平移動）
- ・ 損傷Ⅲ： 構造物に直接作用する地震荷重や支持地盤・周辺地盤の液状化に伴う放水施設の部材損傷（不同沈下を含む）による部分閉塞
- ・ 損傷Ⅳ： 構造物に直接作用する地震荷重や支持地盤・周辺地盤の液状化に伴い発生する地盤変位による放水施設の部材損傷による消失

損傷Ⅰ～Ⅳの概要図を、3号炉放水施設を例として参考図6に示す。



参考図6 損傷Ⅰ～Ⅳの概要図

損傷モードについては、参考表 1 に示す理由により、損傷Ⅰ～Ⅳのうち、損傷Ⅰの沈下と損傷Ⅳの部材損傷を被害想定とする。

また、損傷Ⅲは、1 号及び 2 号炉放水施設には逆流防止設備が設置され、津波により放水ピット側の水位は上昇しないことから、3 号炉放水施設にのみ考慮する。

参考表 1 各損傷モードの被害想定について

損傷モード	被害想定	理由
損傷Ⅰ (支持地盤・周辺地盤の液状化に伴う放水施設の沈下)	考慮する	放水池の沈下に伴い、港湾内外から放水池内への津波の流入量が増加し、放水路及び放水路トンネル内への流入量も増加する可能性があるため、被害想定として考慮する。
損傷Ⅱ (支持地盤・周辺地盤の液状化に伴う放水施設の水平方向の変形(水平移動))	考慮しない	以下の①、②の理由により、被害想定として考慮しない。 ①放水池直下の支持地盤面は砂層で傾斜しておらず、概ね平坦であり水平方向の変形は生じにくく、液状化に伴う沈下が優位に発生しやすい。 ②放水路及び放水路トンネルの支持地盤及び周辺地盤(埋戻土・砂層・砂礫層)は概ね水平成層であり、地層の相違により一方向に偏った水平荷重は作用しにくいため、水平変位量は小さくなる。
損傷Ⅲ (構造物に直接作用する地震荷重や支持地盤・周辺地盤の液状化に伴う放水施設の部材損傷(不同沈下を含む)による部分閉塞)	考慮する	構造物に直接作用する地震荷重による損傷や不同沈下が発生して部分閉塞が生じた場合、放水路トンネルの通水断面が減少し、押し波時の流入量が小さくなるものの、引き波時には放水ピット側からの流出量が小さくなり、放水ピットの水位が高くなる可能性があるため、被害想定として考慮する。
損傷Ⅳ (構造物に直接作用する地震荷重や支持地盤・周辺地盤の液状化に伴い発生する地盤変位による放水施設の部材損傷による消失)	考慮する	放水路及び放水路トンネル並びに放水池の損傷により、損傷部より津波が流入し、放水路及び放水路トンネルを遡上する津波の流量が増える可能性があるため、被害想定として考慮する。

5. 3号炉放水施設の被害想定

(1) 被害想定概要

3号炉放水施設の平面図を参考図7，縦断図を参考図8に示す。

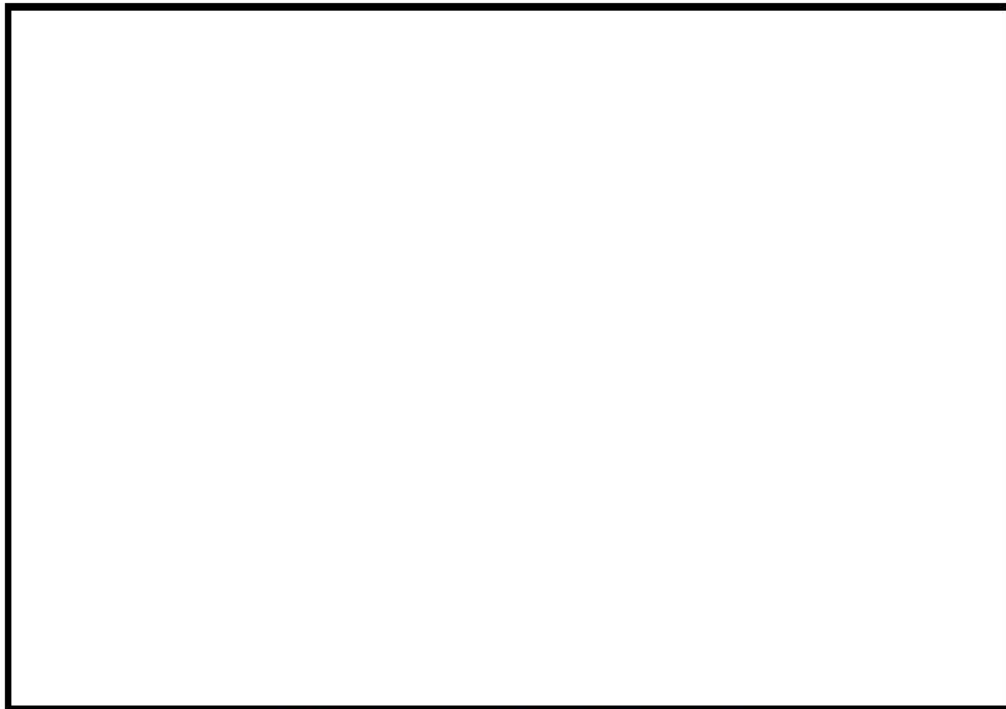
参考図8より，3号炉放水施設は，地盤状況から砂・砂礫・粘性土部のA区間及び岩盤部のB区間に分類する。

A区間：放水池～放水路トンネルの支持地盤 砂・砂礫・粘性土

B区間：放水路トンネル～放水ピットの支持地盤 岩盤

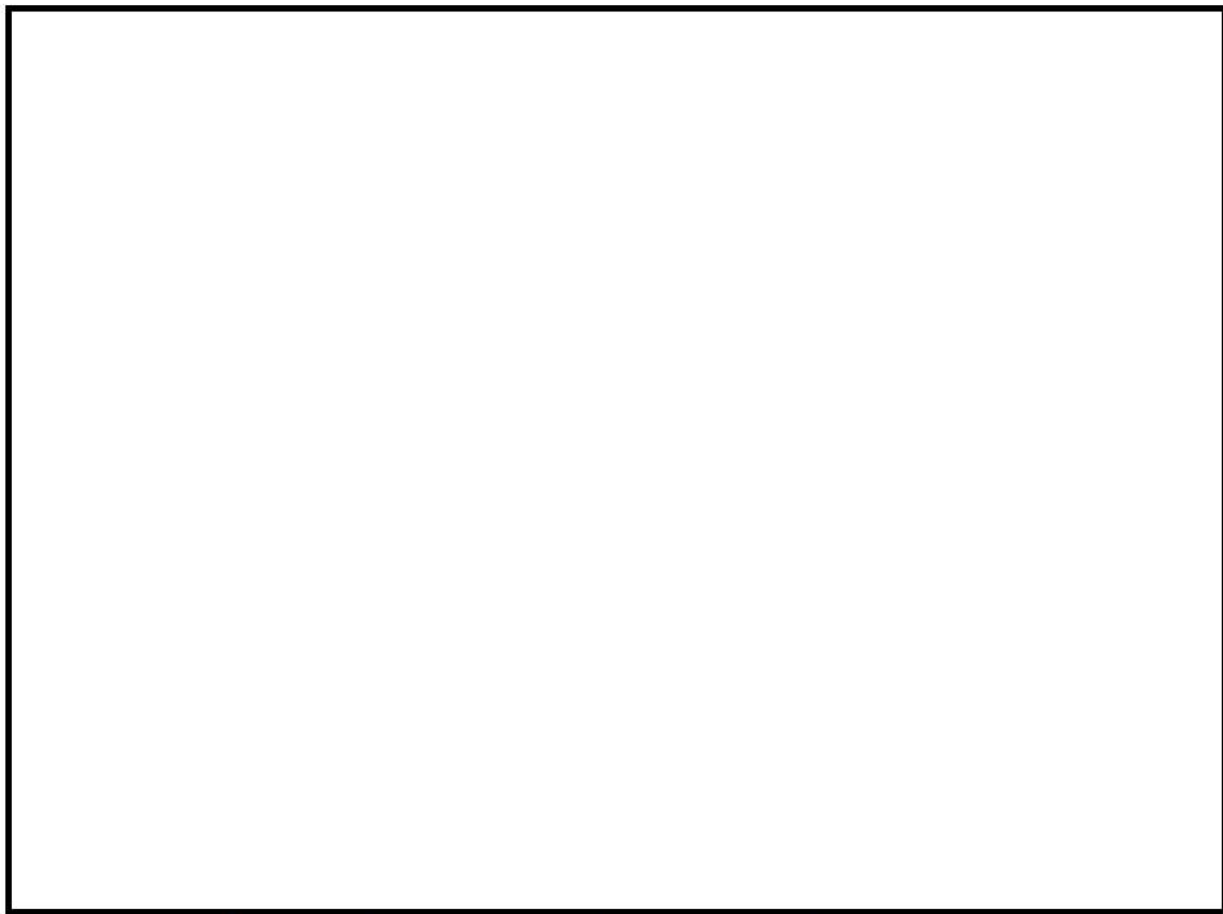
放水池はA区間（砂・砂礫・粘性土部）に位置しており，放水路トンネルはA区間（砂・砂礫・粘性土部）とB区間（凝灰角礫岩（Tb）の岩盤部）に分けられ，B区間の岩級はB級である。B区間の放水ピットは凝灰角礫岩（Tb）と凝灰岩（Tf）の岩盤で四方を支持され，岩級はB級である。また，放水ピットは基準地震動に対する耐震性を確保している。

以上のことから，被害想定はA区間（砂・砂礫・粘性土部の放水池及び放水路トンネル）で行う。



参考図7 3号炉放水施設の平面図

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。



参考図 8 3号炉放水施設の地質縦断図（縦横比 2.5 : 1.0）

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

3号炉放水施設の被害想定は具体的には以下のとおり行う。

- 3号炉放水池は、一部に粘性土層を挟む層厚 35m 程度の砂層及び砂礫層（参考図 10 参照）が支持地盤であることから、被害想定は支持地盤・周辺地盤の液状化に伴う沈下及び構造物に直接作用する地震荷重や支持地盤・周辺地盤の沈下によって生じる部材損傷とする。
- 3号炉放水路トンネル（A区間）は、粘性土層と砂層が支持地盤であることから、被害想定はA区間の支持地盤・周辺地盤の液状化に伴う沈下及び構造物に直接作用する地震荷重や支持地盤・周辺地盤の沈下によって生じる部材損傷（不同沈下を含む）とする。
- 3号炉放水施設の沈下や部材損傷については、局所的に生じることが考えられるが、津波水位への影響が大きいケースとして、被害想定を参考表 2 のとおり行う。

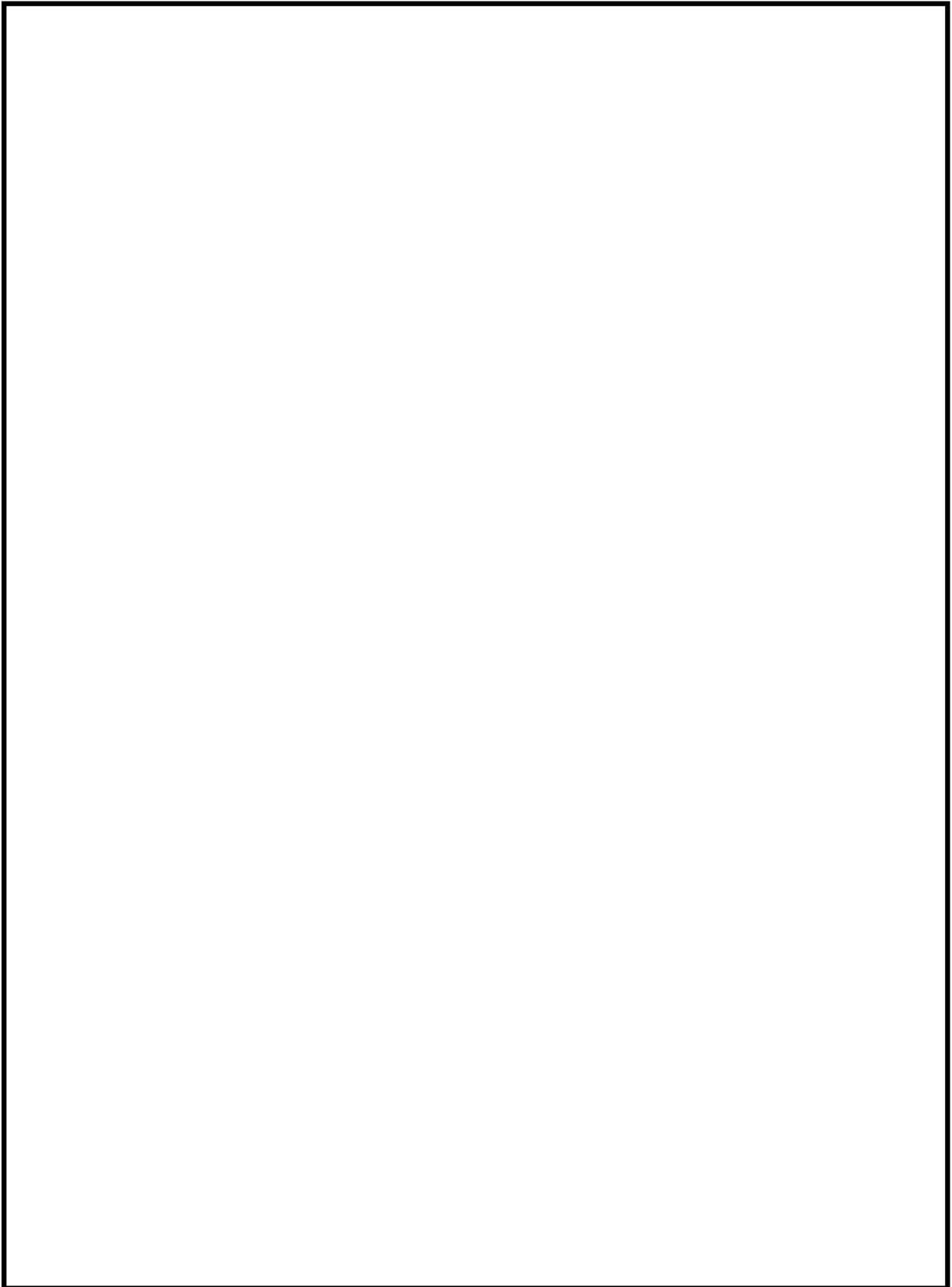
参考表 2 3号炉放水施設の被害想定

構造物	構造物の損傷モード		被害想定	被害想定理由
3号炉 放水施設	I	支持地盤・周辺地盤の液状化に伴う沈下	放水池・放水路トンネルの沈下	・港湾内外から放水池内への津波の越流量が増え、放水口位置の水深が深くなり放水池内への流入量が増えることから、放水路トンネル内への流入量が増える。 ・放水池と放水路トンネルが同時に沈下する方が、通水断面が維持され、放水路への流入量が増える。
	III	構造物に直接作用する地震荷重や支持地盤・周辺地盤の液状化に伴う部材損傷（不同沈下を含む）による部分閉塞	放水路トンネルの岩盤境界部における部分閉塞	・砂層と岩盤の境界部は、地震荷重による損傷や周辺地盤の地質状況の違いによる不同沈下により流路が部分閉塞する可能性が高く、引き波時の放水ピット側からの流出量が減少する。
	IV	構造物に直接作用する地震荷重や支持地盤・周辺地盤の沈下による部材損傷による消失	放水池の全壊による消失	・放水池は部分的な損傷よりも全壊した場合の方が放水路への流入量は増える。 ・放水路は地盤に埋設されていることから、損傷部周辺から土砂が流入し部分閉塞する可能性がある（損傷IIIで考慮）が、損傷部周辺から津波は流入しない。

以上の整理を踏まえて、被害想定損傷Ⅰ、損傷Ⅲ及び損傷Ⅳの概要図を参考図 9 に示す。



今回説明対象



参考図 9 3号炉放水施設の被害想定の様式図



枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

(2) 損傷Ⅰの沈下量の設定

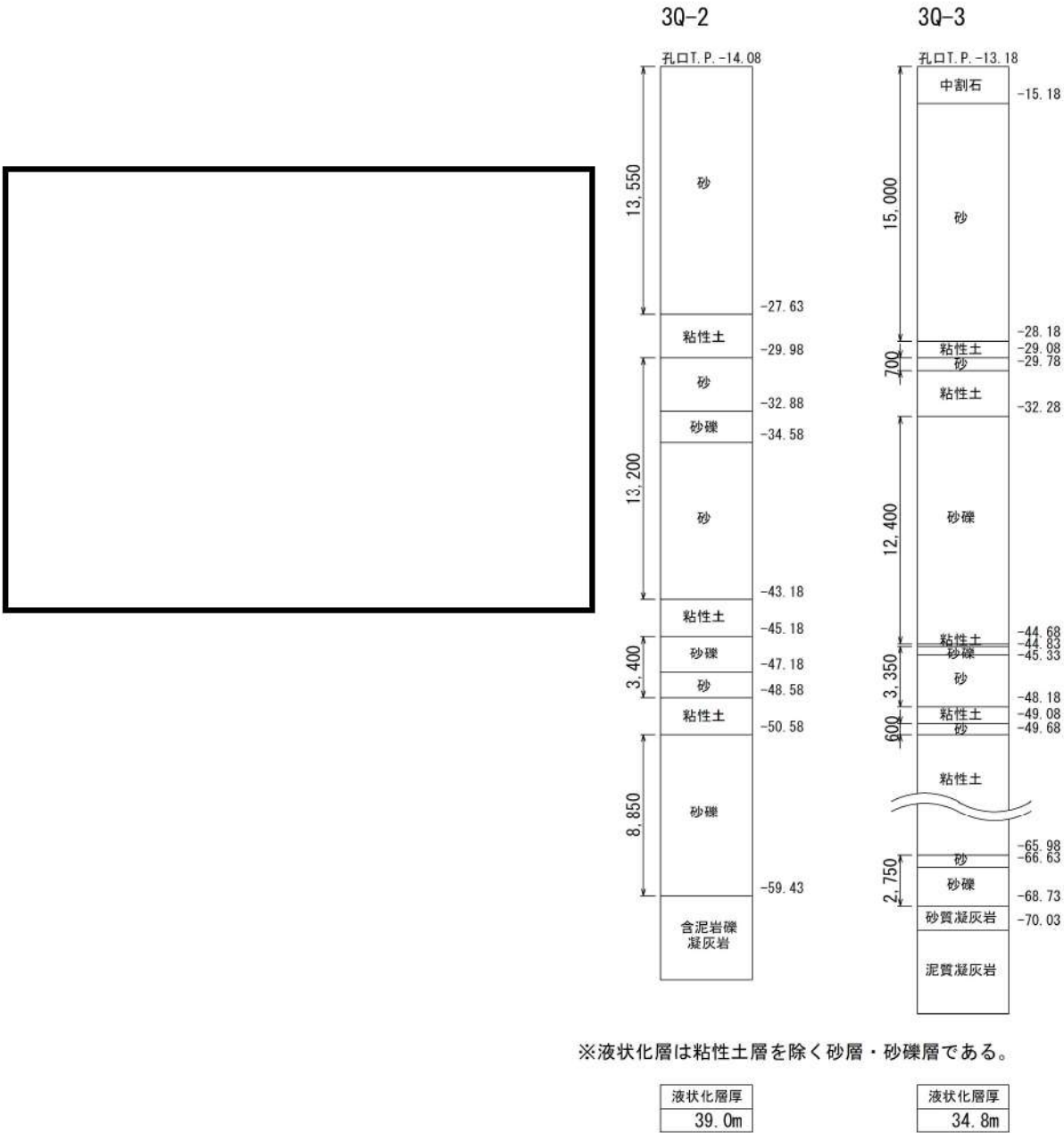
a. A区間の沈下設定

放水池及び放水路トンネルの支持地盤は、砂層と砂礫層の自然地盤であり、液状化に伴う沈下を設定する。

沈下量は、3号炉放水池近傍の3Q-3の柱状図（参考図10参照）より、砂層と砂礫層の液状化層の層厚は $34.8 \div 35\text{m}$ であり（3Q-2は39m）、Ishihara et al. (1992)の地盤の相対密度に応じた最大せん断ひずみと体積ひずみ（沈下率）の関係（参考図11参照）から設定したAs1層の沈下率4.5%から沈下量を算出すると約2.0m($35\text{m} \times 4.5\% = 1.575\text{m}$)となる。

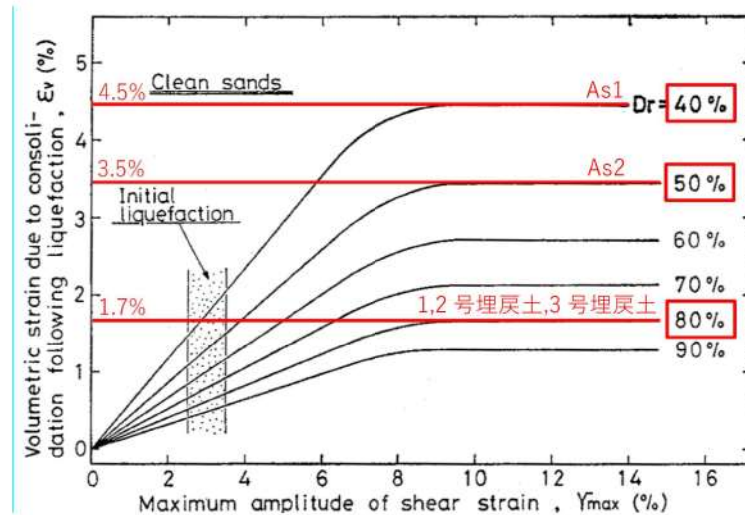
また、参考図12に示す添付資料3の「c. 敷地の地盤変状に関する検討」で掲載している防潮堤前面の地表面沈下量の算定で採用した代表断面（B-B'断面）の液状化層の層厚は38.3mであり、当該地点の液状化層の層厚35mと比較して大きな差はなく、B-B'断面の方が岩盤線は急勾配で側方流動は大きい。

以上のことから、保守的に防潮堤前面の地表面沈下量5.0mを採用して沈下量を設定する。沈下量は、参考図8より放水路トンネルの砂層と岩盤の境界の岩盤線が放水池側に緩やかに傾斜していることから、岩盤の境界点を沈下量0mの起点とし放水池直下で沈下量5.0mになるように設定した。

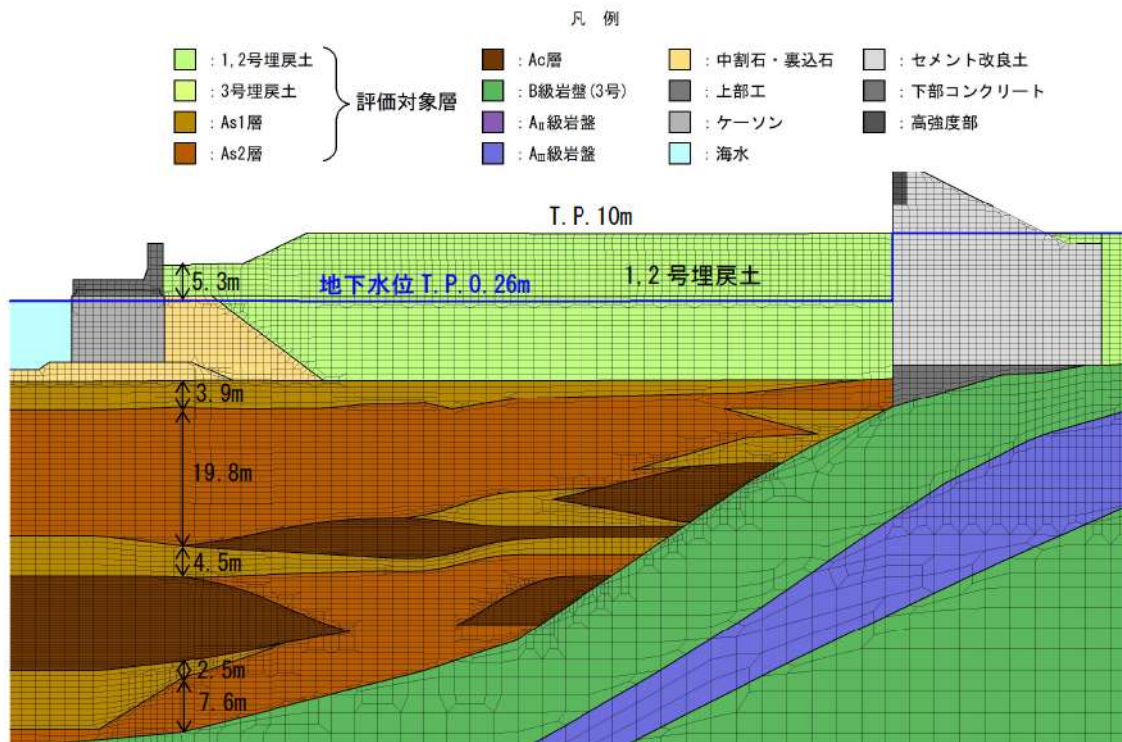


参考図 10 港湾内のボーリング調査結果（柱状図）

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。



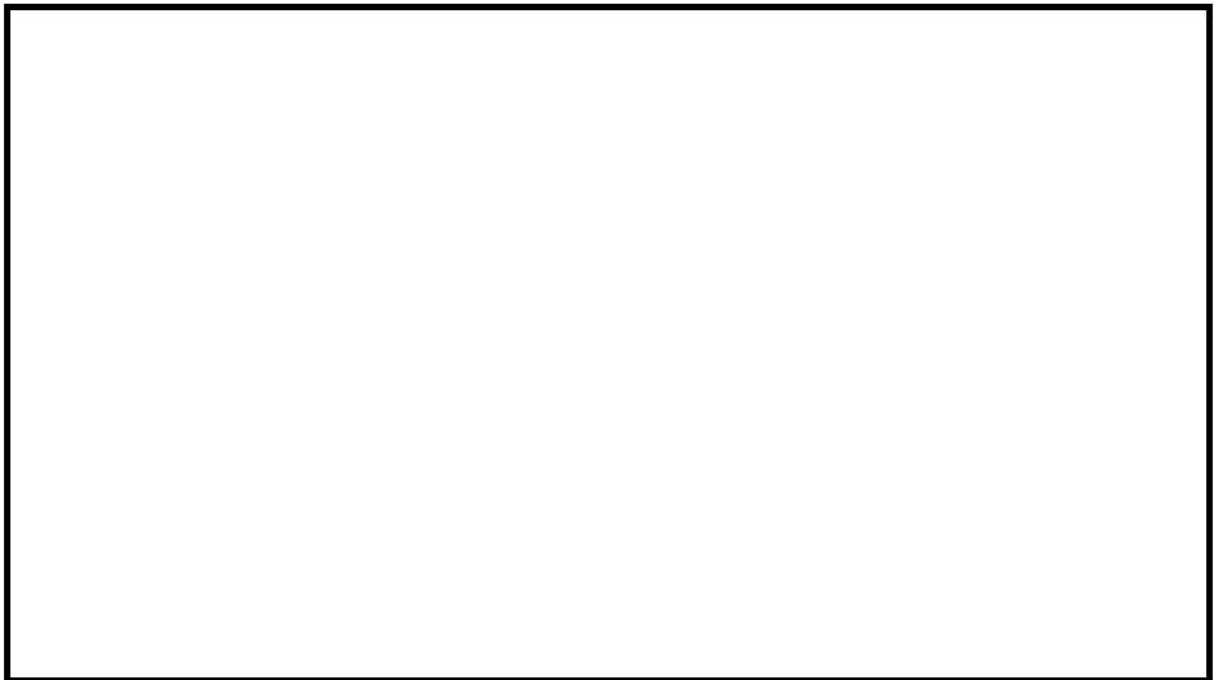
参考図 11 体積ひずみと最大せん断ひずみの関係
(Ishihara et al. (1992) に一部加筆)



※不飽和地盤 (1,2 号埋戻土) の層厚=5.3m, 飽和地盤 (As1・As2 層) の層厚=38.3m

参考図 12 防潮堤前面の地表面沈下量の算定で採用した代表断面

被害想定の様式図を参考図 13 に示す。



参考図 13 損傷Ⅰによる 3 号炉放水施設の被害想定の様式図

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

b. B 区間の沈下設定

参考図 8 より、放水路トンネル及び放水ピットの支持地盤は、凝灰岩 (Tf) 及び凝灰角礫岩 (Tb) の岩盤で岩級は B 級であることから、地震に伴う損傷は生じない。また、防潮堤が放水路トンネル上部に設置されるが、防潮堤を上載荷重として見込んでも、防潮堤から放水路トンネルまでには B 級岩盤が存在し、その厚さは十分に確保されていることから、地震に伴う損傷は生じない。

以上を踏まえて、放水路トンネル及び放水ピットの沈下は設定しない。

(3) 損傷Ⅲの岩盤境界における 3 号炉放水路トンネルの部分閉塞の設定

放水路トンネルの岩盤境界において、支持地盤・周辺地盤の液状化及び地震荷重の作用による部分閉塞の条件を設定する。

放水路トンネルの部材損傷を反映した通水断面は、明確に算定することは困難であることから、健全時の通水断面 (内径 5.4m) の 25%, 50%, 75% の通水断面を考慮し、水位が高くなる通水断面を採用する。

被害想定の様式図を参考図 14 に示す。



参考図 14 損傷Ⅲによる 3 号炉放水施設の被害想定の様式図
(通水断面 50% の場合)

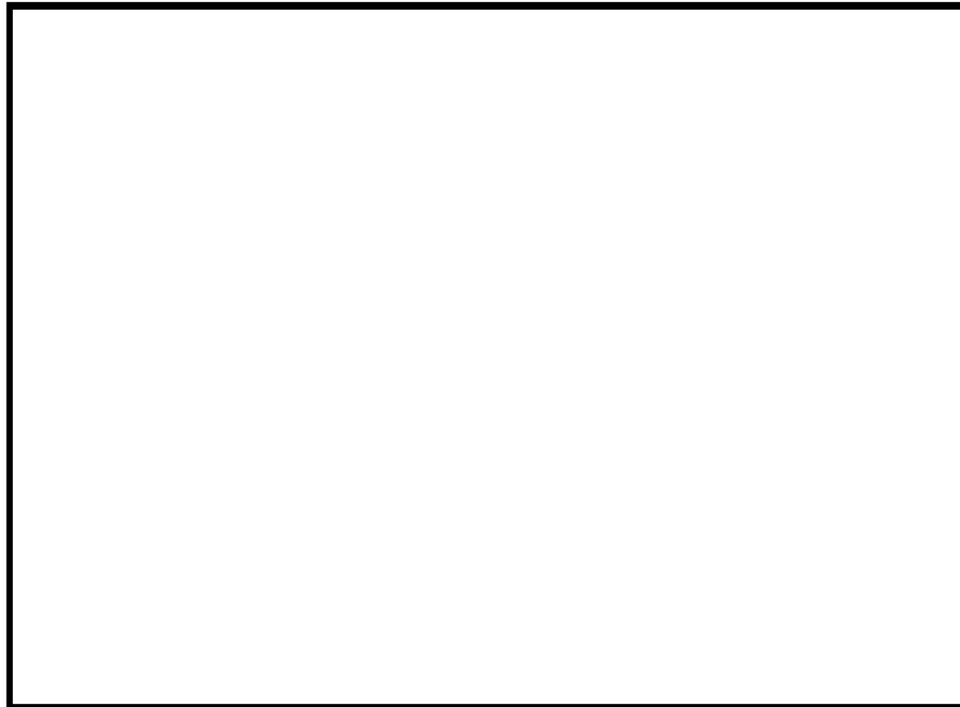


枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

6. 1号及び2号炉放水施設の被害想定

(1) 被害想定概要

1号及び2号炉放水施設の平面図を参考図15、縦断図を参考図16に示す。参考図16より、1号及び2号炉放水施設は、1号及び2号炉放水路内に岩着した1号及び2号炉放水路逆流防止設備を設置することから、被害想定は1号及び2号炉放水池並びに1号及び2号炉放水路逆流防止設備から海側の放水路で行う。



参考図15 1号及び2号炉放水施設の平面図

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。



参考図 16 1号及び2号炉放水施設の地質縦断図（縦横比 5.0 : 1.0）

☐ 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

1号及び2号炉放水施設の被害想定は具体的には以下のとおり行う。

- 1号及び2号炉放水池は、一部に粘性土層を挟む層厚35m程度の砂層及び砂礫層（参考図10参照）が支持地盤であることから、被害想定は支持地盤・周辺地盤の液状化に伴う沈下及び構造物に直接作用する地震荷重や支持地盤・周辺地盤の沈下によって生じる部材損傷とする。
- 1号及び2号炉放水路は、層厚2～15m程度の埋戻土が支持地盤であることから、被害想定は砂・砂礫・粘性土部を含めた支持地盤・周辺地盤の液状化に伴う沈下及び構造物に直接作用する地震荷重や支持地盤・周辺地盤の沈下によって生じる部材損傷とする。
- 1号及び2号放水施設の沈下や部材損傷については、局所的に生じることが考えられるが、津波水位への影響が大きいケースとして、被害想定を参考表3のとおり行う。

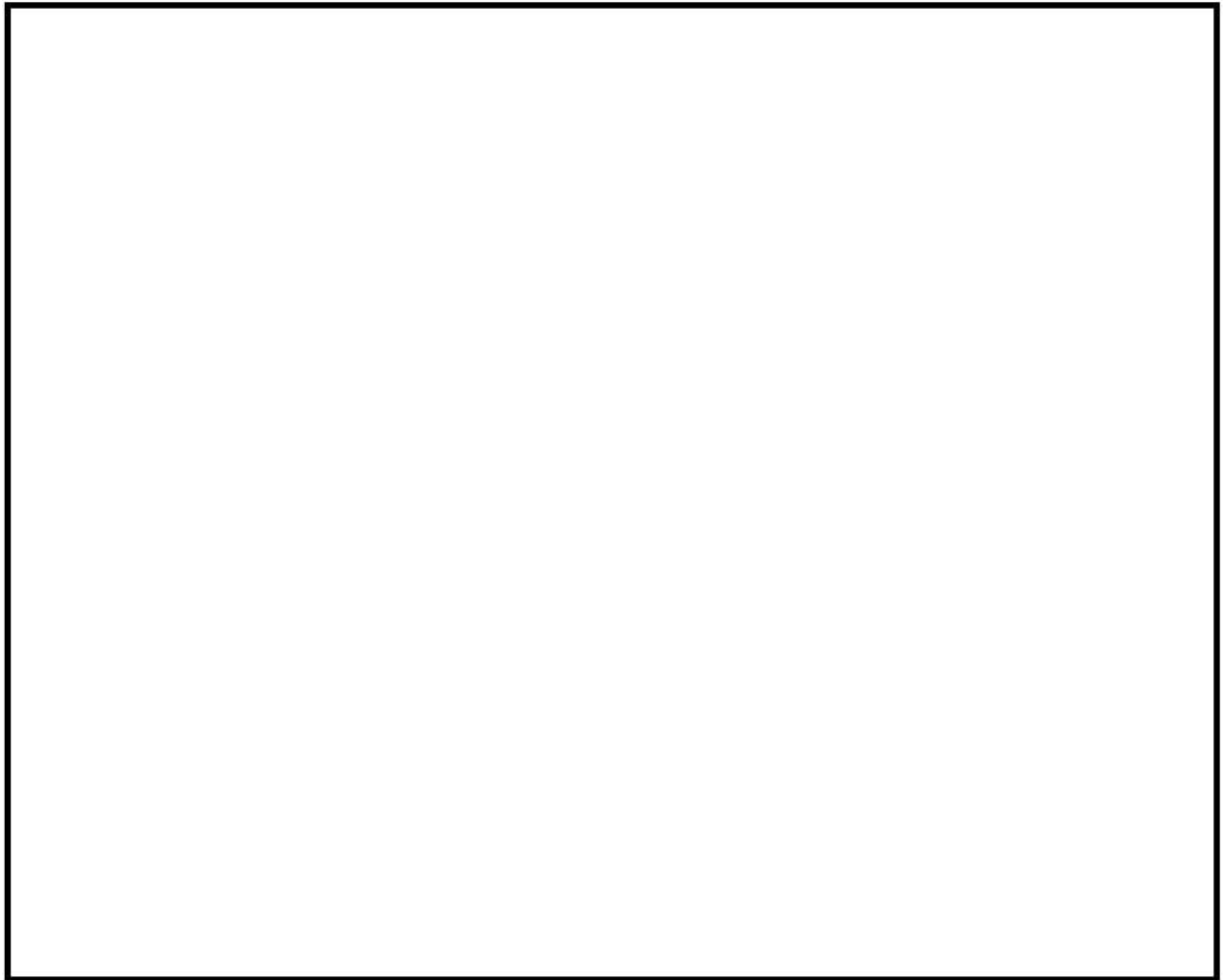
参考表3 1号及び2号炉放水施設の被害想定

構造物	構造物の損傷モード		被害想定	被害想定理由
1号及び 2号炉 放水施設	I	支持地盤・周辺地盤の液状化に伴う沈下	放水池・放水路の沈下	・港湾内外から放水池内への津波の越流量が増え、放水口位置の水深が深くなり放水池内への流入量が増えることから、放水路内への流入量が増える。 ・放水池と放水路が同時に沈下する方が、通水断面が維持され、放水路内への流入量が増える。
	IV	構造物に直接作用する地震荷重や支持地盤・周辺地盤の沈下による部材損傷	放水池の全壊	・放水池は部分的な損傷よりも全壊した場合の方が放水路への流入量は増える。 ・放水路は地盤に埋設されていることから、損傷部周辺から土砂が流入し部分閉塞する可能性がある（損傷Ⅲで考慮）が、損傷部周辺から津波は流入しない。

以上の整理を踏まえて、被害想定損傷Ⅰと損傷Ⅳの概要図を参考図17に示す。



今回説明対象



参考図 17 1号及び2号炉放水施設の被害想定の様式図



枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

（２）損傷Ⅰの沈下量の設定

放水池及び放水路の支持地盤は、砂層と砂礫層の自然地盤と埋戻土であり、液状化に伴う沈下を設定する。

沈下量は、放水池が隣接している３号炉放水施設と同様に、参考図 10 に示す港湾内のボーリング調査結果に基づき、保守的に参考図 12 に示す添付資料 3 の「c. 敷地の地盤変状に関する検討」で掲載している防潮堤前面の地表面沈下量 5.0m を採用する。沈下量は、参考図 16 より岩盤の高まりがあるものの放水池に向けて緩やかに傾斜していることから、岩着した 1 号及び 2 号炉放水路逆流防止設備位置を沈下量 0m の起点とし放水池直下で沈下量 5.0m になるように設定した。

被害想定の様式図を参考図 18 に示す。



参考図 18 1 号及び 2 号炉放水施設の被害想定の様式図

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

7. 地震の被害想定を反映した管路解析の必要性

地震時の放水池及び放水路・放水路トンネルにおける被害想定として損傷Ⅰ（沈下）及び損傷Ⅳ（部材損傷による消失）を考慮した場合、津波の遡上量が増加して「1号及び2号炉放水路逆流防止設備設置位置」及び「3号炉放水ピット」の水位が上昇する可能性がある。また、被害想定として損傷Ⅲ（部材損傷による部分閉塞）を考慮した場合、引き波時の流出量が減少して「3号炉放水ピット」の水位が上昇する可能性がある。

そのため、3号炉放水施設は健全形状※1のまま沈下した場合（損傷Ⅰ）、放水路トンネルの岩盤境界部において部分閉塞した場合（損傷Ⅲ）及び放水池のみが全壊（消失）した場合（損傷Ⅳ）の3通りで、1号及び2号炉放水施設は健全形状※1のまま沈下した場合（損傷Ⅰ）及び放水池のみが全壊（消失）した場合（損傷Ⅳ）の2通りで、地震による損傷を考慮した管路解析を実施する。

また、損傷Ⅰ、Ⅲ、Ⅳのうち、複数の損傷状態において1号及び2号炉放水路逆流防止設備設置位置又は3号炉放水ピットの水位が健全時と比べて上昇した場合、複数の損傷状態の組み合わせの影響確認を実施することとする。

※1 通水断面が維持された状態をいう。

「7. 地震の被害想定を反映した管路解析の必要性」を踏まえて、以下の被害想定を考慮したモデルによる管路解析を実施し、健全モデル（基本ケース）と比較して被害想定の影響を確認する。

- 3号炉放水施設：損傷Ⅰ（放水池・放水路トンネルの5m沈下）
 ：損傷Ⅲ（放水路トンネルの岩盤境界部の部分閉塞
 （通水断面25%、50%、75%のうち1ケース）
 ：損傷Ⅳ（放水池全壊（消失））
 1号及び2号炉放水施設：損傷Ⅰ（放水池・放水路の5m沈下）
 ：損傷Ⅳ（放水池全壊（消失））

追而

(放水施設の被害想定を考慮した入力津波の影響要因の考え方を記載する)

損傷Ⅰ（沈下）及び損傷Ⅲ（部分閉塞）を考慮したモデルによる管路解析の入力波形は、健全地形の放水池と放水口の時刻歴波形を設定する。

損傷Ⅳ（放水池全壊）を考慮したモデルによる管路解析の入力波形は、放水池全壊により港外から来襲する津波が直接放水路トンネルに流入すると想定し、健全地形の放水口の時刻歴波形を放水路トンネル入口部に設定する。

放水口と放水池の抽出位置における水位時刻歴波形を参考図 20 に示す。

追而
(入力津波の検討対象波源の検討を踏まえて記載する)

参考図 20 損傷Ⅰ・Ⅳで設定する放水口と放水池の水位時刻歴波形

参考表4 損傷Ⅰ（沈下）を考慮した3号炉放水施設の損失水頭表
（貝付着無し）

：健全地形との相違個所を示す。

場所	流量※1 (m ³ /s)	種類※2	係数		断面積 (m ²)	損失水頭 (m)	モデル化
放水口 ～ 放水池	0.667	①流入※3	形状損失係数	0.558	5.309	0.00045	節点8
		②屈折	形状損失係数	0.020	5.309	0.00002	(節点13)
		③屈折	形状損失係数	0.020	5.309	0.00002	(節点15)
		④流出※3	形状損失係数	1.000	5.309	0.00080	節点7 (節点12) (節点14)
		⑤摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	5.309	0.00011	管路4 (管路5) (管路6)
			長さ(m)	20.309			
径深(m)	0.650						
放水池 ～ 放水ピット	2.000	⑥堰	流量係数C	1.550	※4 429.965	0.00000	節点6
			定数γ	2.600			
			堰幅(m)	36.442			
		⑦摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	78.540	0.00000	節点5
			長さ(m)	18.500			
			径深(m)	2.500			
		⑧急縮※3	形状損失係数	0.487	78.540	0.00002	節点5
		⑨急縮※3	形状損失係数	0.410	22.902	0.00016	節点5
		⑩屈折	形状損失係数	1.009	※522.902	0.00039	節点5
		⑪曲がり	形状損失係数	0.012	※522.902	0.00000	節点4
		⑫曲がり	形状損失係数	0.018	22.902	0.00001	節点3
		⑬急拡※3	形状損失係数	0.576	22.902	0.00022	節点2
		⑭屈折	形状損失係数	0.986	22.902	0.00038	節点2
		⑮摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	※622.902	0.00062	管路1 ～3
			長さ(m)	617.140			
			径深(m)	1.350			
放水ピット	2.000	⑯摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	95.033	0.00000	池1
			長さ(m)	16.400			
			径深(m)	2.750			
		⑰急拡※3	形状損失係数	0.213	95.033	0.00000	池1
		⑱摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	176.715	0.00000	池1
			長さ(m)	2.000			
			径深(m)	3.750			
	2.000	⑲急縮※3	形状損失係数	0.500	1.767	0.03268	池1
		⑳屈折	形状損失係数	0.986	1.767	0.06445	池1
		㉑屈折	形状損失係数	0.986	1.767	0.06445	池1
		㉒急拡※3	形状損失係数	0.738	1.767	0.04824	池1
		㉓屈折	形状損失係数	0.986	1.767	0.06445	池1
		㉔摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	1.767	0.01555	池1
			長さ(m)	16.750			
径深(m)	0.375						
㉕摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	12.566	0.00002	池1		
	長さ(m)	3.250					
	径深(m)	1.000					
㉖急拡※3	形状損失係数	0.891	12.566	0.00115	節点17		
合計						0.29419	

※1: 損失水頭は、放水口から放水ピットへ流れる方向を正とし、ポンプ流量を用いて算出している。

※2: 表中の①～㉖は参考図22の損失水頭発生位置を示す。

※3: 流入・流出損失、急縮・急拡損失は、時々刻々の流れの方向に応じた損失を考慮する
（上記の表では、放水口から放水ピットへ流れる方向を正として整理）。

【健全地形との相違内容】

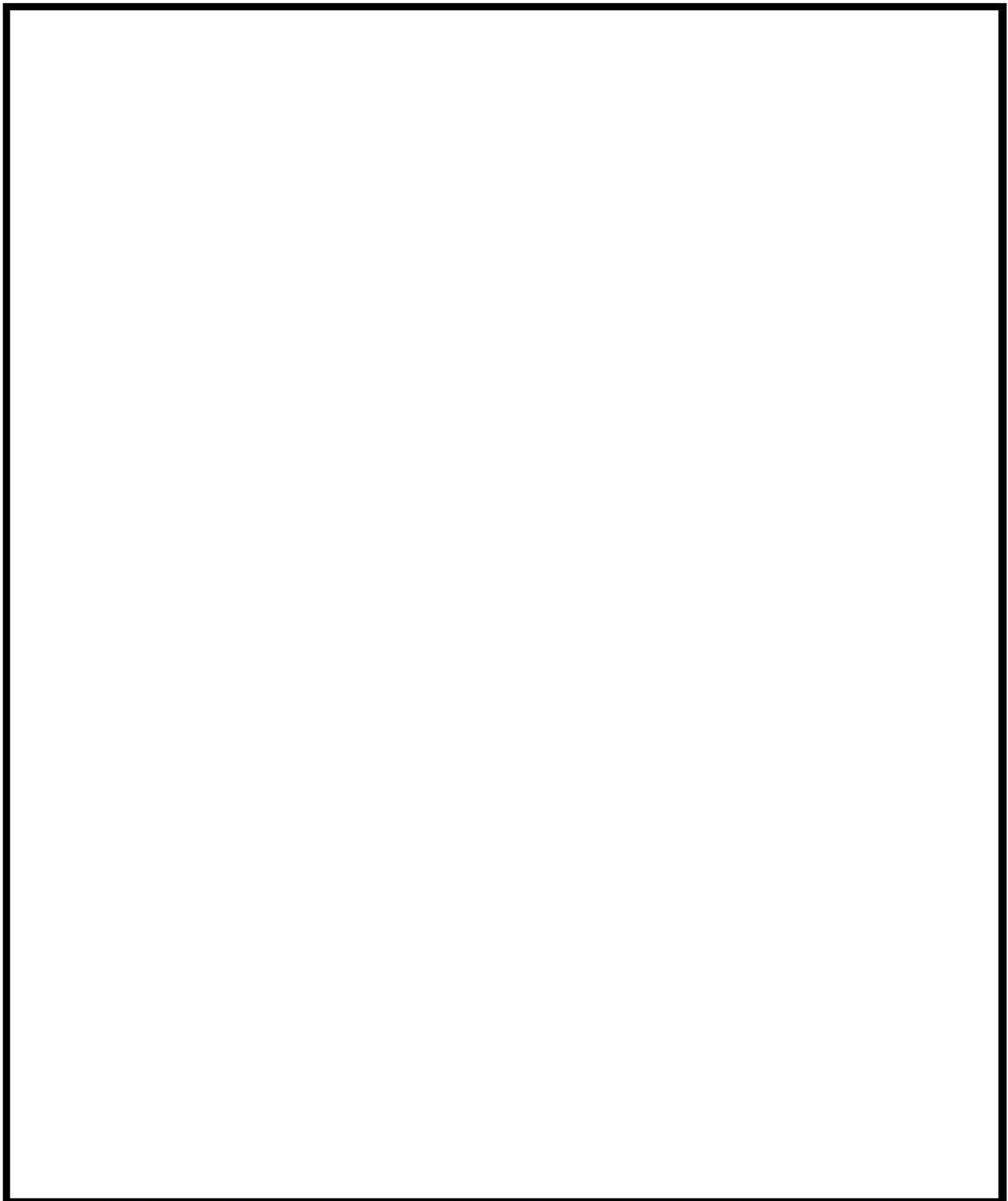
※4: 沈下量 5m の沈下に伴い、堰位置での越流水深（通水断面積）が 5m 大きくなることから、断面積を変更している。

※5: 沈下量 5m の沈下に伴い、屈折角度と曲がり角度が変わることから、屈折及び曲がりの形状損失係数を変更している。

※6: 沈下後の放水池は、鉛直方向に 5m 沈下し、水平方向には移動してなく、起点から放水池までの水路長は若干延長していることから、長さを変更している。



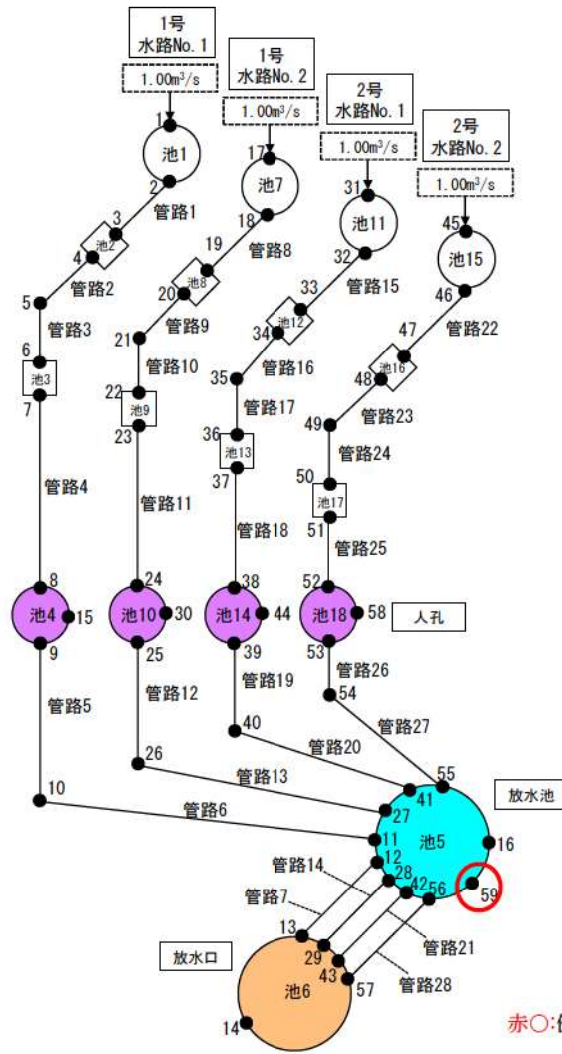
今回説明対象



参考図 22 損傷 I（沈下）を考慮した 3 号炉放水施設の損失水頭発生位置



枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。



参考図 23 損傷 I (沈下) を考慮した 1 号及び 2 号炉放水施設の管路解析モデル図

参考表5 損傷Ⅰ（沈下）を考慮した1号及び2号炉放水施設の損失水頭表
（貝付着無し）

：健全地形との相違個所を示す。

場所	流量 ^{※1} (m ³ /s)	種類 ^{※2}	係数					断面積 (m ²)	1号No.1水路		1号No.2水路		2号No.1水路		2号No.2水路	
				1号No.1	1号No.2	2号No.1	2号No.2		損失水頭 (m)	モデル化	損失水頭 (m)	モデル化	損失水頭 (m)	モデル化	損失水頭 (m)	モデル化
放水口 ～ 放水池	1.000	①流入 ^{※3}	形状損失係数	0.558	0.558	0.558	0.558	4.909	0.00118	節点13	0.00118	節点29	0.00118	節点43	0.00118	節点57
		②屈折	形状損失係数	0.019	0.019	0.019	0.019	4.909	0.00004	節点13	0.00004	節点29	0.00004	節点43	0.00004	節点57
		③屈折	形状損失係数	0.019	0.019	0.019	0.019	4.909	0.00004	節点13	0.00004	節点29	0.00004	節点43	0.00004	節点57
		④摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014	4.909	0.00031	管路7	0.00031	管路14	0.00031	管路21	0.00031	管路28
			長さ(m)	20.281	20.281	20.281	20.281									
放水口 ～ 放水池	1.000	⑤流出 ^{※3}	形状損失係数	0.625	0.625	0.625	0.625	4.909	0.00212	節点12	0.00212	節点28	0.00212	節点42	0.00212	節点56
			径深(m)	0.625	0.625	0.625	0.625									
合計									0.00369		0.00369		0.00369		0.00369	

場所	流量 ^{※1} (m ³ /s)	種類 ^{※2}	係数					断面積 (m ²)	1号No.1水路		1号No.2水路		2号No.1水路		2号No.2水路	
				1号No.1	1号No.2	2号No.1	2号No.2		損失水頭 (m)	モデル化	損失水頭 (m)	モデル化	損失水頭 (m)	モデル化	損失水頭 (m)	モデル化
放水池 ～ 逆流防止 設備	1.000	※4	⑥流入 ^{※3}	形状損失係数	0.500	0.500	0.500	18.310	0.00008	節点11	0.00008	節点27	0.00008	節点41	0.00008	節点55
			⑦漸縮 ^{※3}	形状損失係数	0.023	0.023	0.023	11.910	0.00001	節点11	0.00001	節点27	0.00001	節点41	0.00001	節点55
			⑧急拡 ^{※3}	形状損失係数	0.032	0.032	0.032	11.110	0.00001	節点11	0.00001	節点27	0.00001	節点41	0.00001	節点55
			⑨摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	0.014	0.014	13.510	0.00009	管路6	0.00009	管路13	0.00009	管路20	0.00009	管路27
				長さ(m)	79.180	77.297	75.415									
		⑩曲がり	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.935	0.935	0.935	0.935	13.510	0.00003	節点10	0.00003	節点26	0.00003	節点40	0.00003	節点54
			径深(m)	0.095	0.095	0.095	0.095									
		※5	⑪摩擦	形状損失係数	0.014	0.014	0.014	7.364	0.00023	管路5	0.00022	管路12	0.00022	管路19	0.00021	管路26
				長さ(m)	60.707	58.824	56.942									
			⑫摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.959	0.959	0.959	7.364	0.00029	管路4	0.00029	管路11	0.00029	管路18	0.00029	管路25
				径深(m)	0.014	0.014	0.014									
			⑬摩擦	形状損失係数	75.972	75.972	75.973	7.364	0.00029	管路4	0.00029	管路11	0.00029	管路18	0.00029	管路25
				径深(m)	0.014	0.014	0.014									
		※5	⑭摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.959	0.959	0.959	8.539	0.00002	管路4	0.00002	管路11	0.00002	管路18	0.00002	管路25
				長さ(m)	3.000	3.000	3.000									
			⑮漸縮 ^{※3}	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.852	0.852	0.852	5.714	0.00000	節点6	0.00000	節点22	0.00000	節点36	0.00000	節点50
				径深(m)	0.000	0.000	0.000									
		※5	⑯摩擦	形状損失係数	0.014	0.014	0.014	5.714	0.00024	管路3	0.00021	管路10	0.00019	管路17	0.00017	管路24
				長さ(m)	26.614	24.044	21.475									
			⑰曲がり	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.744	0.744	0.744	5.714	0.00017	節点5	0.00017	節点21	0.00017	節点35	0.00017	節点49
				径深(m)	0.111	0.111	0.111									
		※5	⑱摩擦	形状損失係数	0.014	0.014	0.014	5.714	0.00018	管路2	0.00016	管路9	0.00014	管路16	0.00011	管路23
				長さ(m)	20.611	18.042	15.473									
			⑲漸縮 ^{※3}	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.744	0.744	0.744	5.714	0.00000	節点4	0.00000	節点20	0.00000	節点34	0.00000	節点48
				径深(m)	0.002	0.002	0.002									
		※5	⑳摩擦	形状損失係数	0.014	0.014	0.014	3.419	0.00013	管路1	0.00013	管路8	0.00013	管路15	0.00013	管路22
				長さ(m)	0.014	0.014	0.014									
			㉑摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.495	0.495	0.495	1.124	0.10570	管路1	0.10570	管路8	0.10571	管路15	0.10571	管路22
				径深(m)	0.014	0.014	0.014									
合計									0.10718		0.10712		0.10709		0.10703	

※1: 損失水頭は、放水口から放水ビットへ流れる方向を正とし、ポンプ流量を用いて算出している。

※2: 表中の①～⑯は参考図24の損失水頭発生位置を示す。

※3: 流入・流出損失、漸縮・漸拡損失、急縮・急拡損失は、時々刻々の流れの方向に応じた損失を考慮する(上記の表では、放水口から放水ビットへ流れる方向を正として整理)。

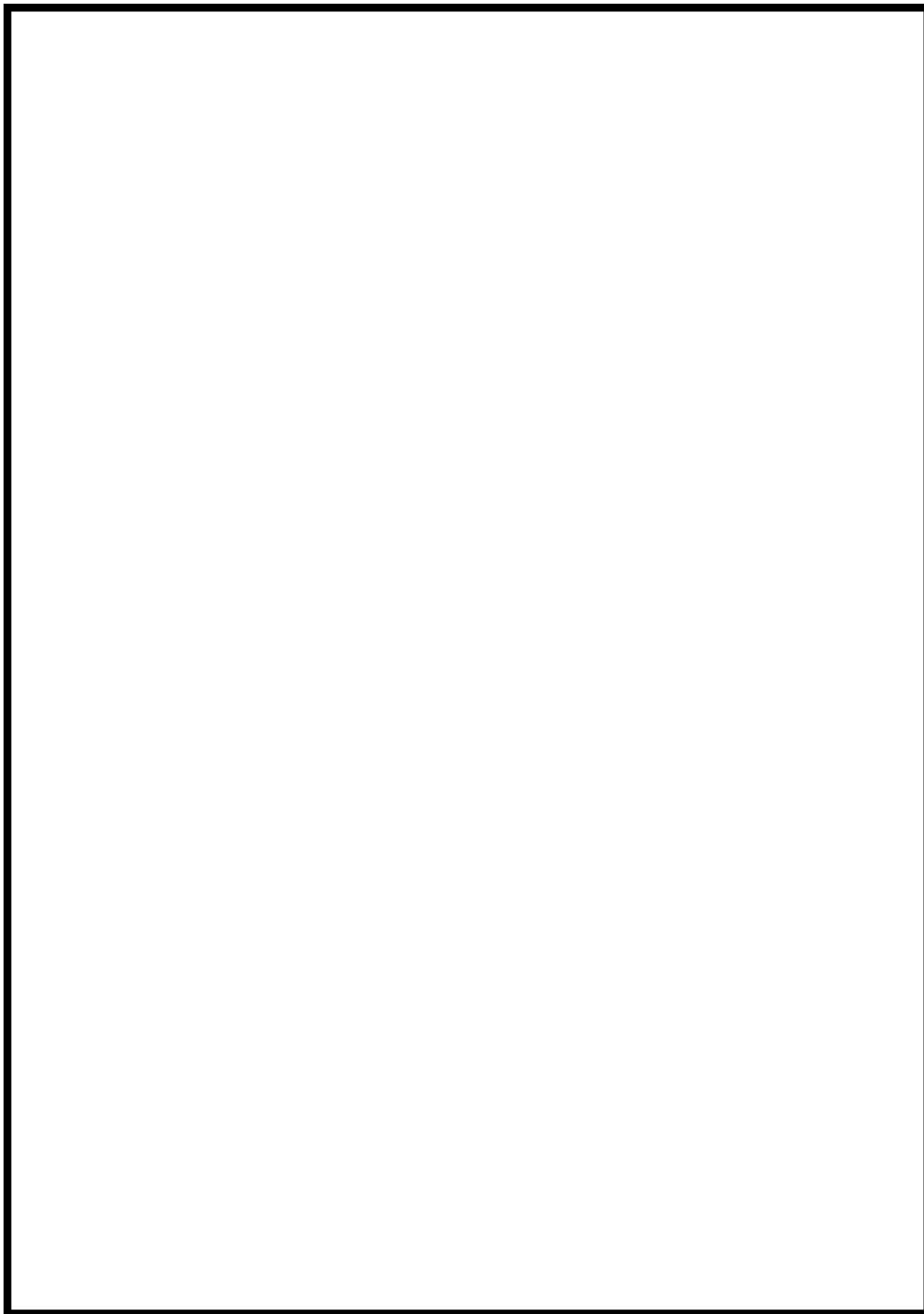
【健全地形との相違内容】

※4: 沈下量 5m の沈下に伴い、満管水路になることから、流入・漸縮・急拡の損失を追加する。

※5: 沈下量 5m の沈下に伴い、水路長の延長及び満管区間と等流水深区間（開水路）に分けて損失を設定していることにより、⑨～㉑の摩擦、曲がり、漸縮、漸拡の形状損失係数、長さ、径深、断面積を変更している。



今回説明対象



参考図 24 損傷 I（沈下）を考慮した 1 号及び 2 号炉放水施設の損失水頭発生位置

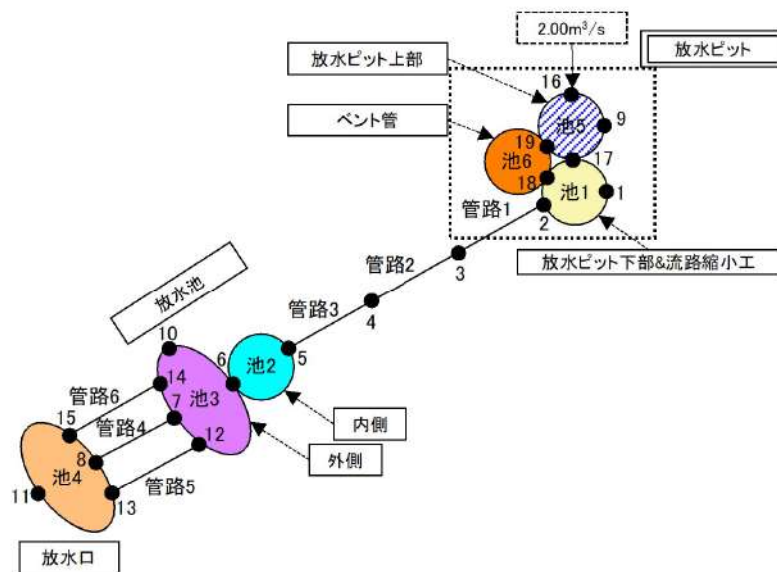


枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

(2) 損傷Ⅲ（部材損傷（3号炉放水路トンネルの岩盤境界部の部分閉塞））の解析モデルへの反映

損傷Ⅲ（部材損傷（3号炉放水路トンネルの岩盤境界部の部分閉塞））を考慮した3号炉放水施設の解析モデル図を参考図25に、通水断面25%，50%，75%で算出した損失水頭表を参考表6に損失水頭発生位置を参考図26に示す。

なお、損傷Ⅲ（部分閉塞）は健全地形から管路内の通水断面を変化させるのみであるため、管路解析モデル図としては健全地形から変更はない。



参考図 25 損傷Ⅲ（部材損傷（3号炉放水路トンネルの岩盤境界部の部分閉塞））を考慮した3号炉放水施設の管路解析モデル図

参考表 6 損傷Ⅲ（部材損傷（3号炉放水路トンネルの岩盤境界部の部分閉塞）における通水断面 25%, 50%, 75%の損失水頭の比較表（貝付着無し）

場所	流量 ^{※1} (m ³ /s)	種類 ^{※2}	係数名	部材損傷 通水断面50%			部材損傷 通水断面25%			部材損傷 通水断面75%			モデル化	損失水頭 差分(m)		
				係数	断面積 (m ²)	損失水頭 (m) : ①	係数	断面積 (m ²)	損失水頭 (m) : ②	係数	断面積 (m ²)	損失水頭 (m) : ③		①-②	①-③	
放水口 ～ 放水池	0.667	①流入 ^{※3}	形状損失係数	0.558	5.309	0.00045	0.558	5.309	0.00045	0.558	5.309	0.00045	節点8 (節点13) (節点15)	0.00000	0.00000	
		②屈折	形状損失係数	0.020	5.309	0.00002	0.020	5.309	0.00002	0.020	5.309	0.00002		0.00000	0.00000	
		③屈折	形状損失係数	0.020	5.309	0.00002	0.020	5.309	0.00002	0.020	5.309	0.00002		0.00000	0.00000	
		④流出 ^{※3}	形状損失係数	1.000	5.309	0.00080	1.000	5.309	0.00080	1.000	5.309	0.00080	節点7 (節点12) (節点14)	0.00000	0.00000	
		⑤摩擦	粗度係数 (m ^{-1/3} ・s)	0.014	5.309	0.00011	0.014	5.309	0.00011	0.014	5.309	0.00011	管路4 (管路5) (管路6)		0.00000	0.00000
			長さ(m)	20.309			20.309			20.309						
径深(m)	0.650		0.650	0.650												
放水池 ～ 放水ビット	2.000	⑥堰	流量係数C	1.550	247.755	0.00000	1.550	247.755	0.00000	1.550	247.755	0.00000	節点6		0.00000	0.00000
			定数γ	2.600			2.600			2.600						
			堰幅(m)	36.442			36.442			36.442						
		⑦摩擦	粗度係数 (m ^{-1/3} ・s)	0.014	78.540	0.00000	0.014	78.540	0.00000	0.014	78.540	0.00000	節点5		0.00000	0.00000
			長さ(m)	18.500			18.500			18.500						
			径深(m)	2.500			2.500			2.500						
		⑧急縮 ^{※3}	形状損失係数	0.487	78.540	0.00002	0.487	78.540	0.00002	0.487	78.540	0.00002	節点5	0.00000	0.00000	
		⑨急縮 ^{※3}	形状損失係数	0.410	22.902	0.00016	0.410	22.902	0.00016	0.410	22.902	0.00016	節点5	0.00000	0.00000	
		⑩屈折	形状損失係数	0.986	22.902	0.00038	0.986	22.902	0.00038	0.986	22.902	0.00038	節点5	0.00000	0.00000	
		⑪曲がり	形状損失係数	0.018	22.902	0.00001	0.018	22.902	0.00001	0.018	22.902	0.00001	節点4	0.00000	0.00000	
		⑫急縮 ^{※3}	形状損失係数	0.282	11.451	0.00044	0.430	5.726	0.00268	0.107	17.177	0.00007	節点4	-0.00224	0.00037	
		⑬急縮 ^{※3}	形状損失係数	0.250	11.451	0.00039	0.563	5.726	0.00350	0.063	17.177	0.00004	節点4	-0.00311	0.00035	
		⑭曲がり	形状損失係数	0.018	22.902	0.00001	0.018	22.902	0.00001	0.018	22.902	0.00001	節点3	0.00000	0.00000	
		⑮急縮 ^{※3}	形状損失係数	0.576	22.902	0.00022	0.576	22.902	0.00022	0.576	22.902	0.00022	節点2	0.00000	0.00000	
		⑯屈折	形状損失係数	0.986	22.902	0.00038	0.986	22.902	0.00038	0.986	22.902	0.00038	節点2	0.00000	0.00000	
⑰摩擦	粗度係数 (m ^{-1/3} ・s)	0.014	22.902	0.00062	0.014	22.902	0.00062	0.014	22.902	0.00062	管路1 ～3		0.00000	0.00000		
	長さ(m)	617.100			617.100			617.100								
	径深(m)	1.350			1.350			1.350								
放水ビット	2.000	⑱摩擦	粗度係数 (m ^{-1/3} ・s)	0.014	95.033	0.00000	0.014	95.033	0.00000	0.014	95.033	0.00000	池1		0.00000	0.00000
			長さ(m)	16.400			16.400			16.400						
			径深(m)	2.750			2.750			2.750						
		⑲急縮 ^{※3}	形状損失係数	0.213	95.033	0.00000	0.213	95.033	0.00000	0.213	95.033	0.00000	池1	0.00000	0.00000	
		⑳摩擦	粗度係数 (m ^{-1/3} ・s)	0.014	176.715	0.00000	0.014	176.715	0.00000	0.014	176.715	0.00000	池1		0.00000	0.00000
			長さ(m)	2.000			2.000			2.000						
			径深(m)	3.750			3.750			3.750						
		㉑急縮 ^{※3}	形状損失係数	0.500	1.767	0.03268	0.500	1.767	0.03268	0.500	1.767	0.03268	池1	0.00000	0.00000	
		㉒屈折	形状損失係数	0.986	1.767	0.06445	0.986	1.767	0.06445	0.986	1.767	0.06445	池1	0.00000	0.00000	
		㉓屈折	形状損失係数	0.986	1.767	0.06445	0.986	1.767	0.06445	0.986	1.767	0.06445	池1	0.00000	0.00000	
㉔急縮 ^{※3}	形状損失係数	0.738	1.767	0.04824	0.738	1.767	0.04824	0.738	1.767	0.04824	池1	0.00000	0.00000			
㉕屈折	形状損失係数	0.986	1.767	0.06445	0.986	1.767	0.06445	0.986	1.767	0.06445	池1	0.00000	0.00000			
2.000	㉖摩擦	粗度係数 (m ^{-1/3} ・s)	0.014	1.767	0.01555	0.014	1.767	0.01555	0.014	1.767	0.01555	池1		0.00000	0.00000	
		長さ(m)	16.750			16.750			16.750							
		径深(m)	0.375			0.375			0.375							
	㉗摩擦	粗度係数 (m ^{-1/3} ・s)	0.014	12.566	0.00002	0.014	12.566	0.00002	0.014	12.566	0.00002	池1		0.00000	0.00000	
		長さ(m)	3.250			3.250			3.250							
		径深(m)	1.000			1.000			1.000							
㉘急縮 ^{※3}	形状損失係数	0.891	12.566	0.00115	0.891	12.566	0.00115	0.891	12.566	0.00115	節点17	0.00000	0.00000			
合計						0.29502			0.30037			0.29430		-0.00535	0.00072	

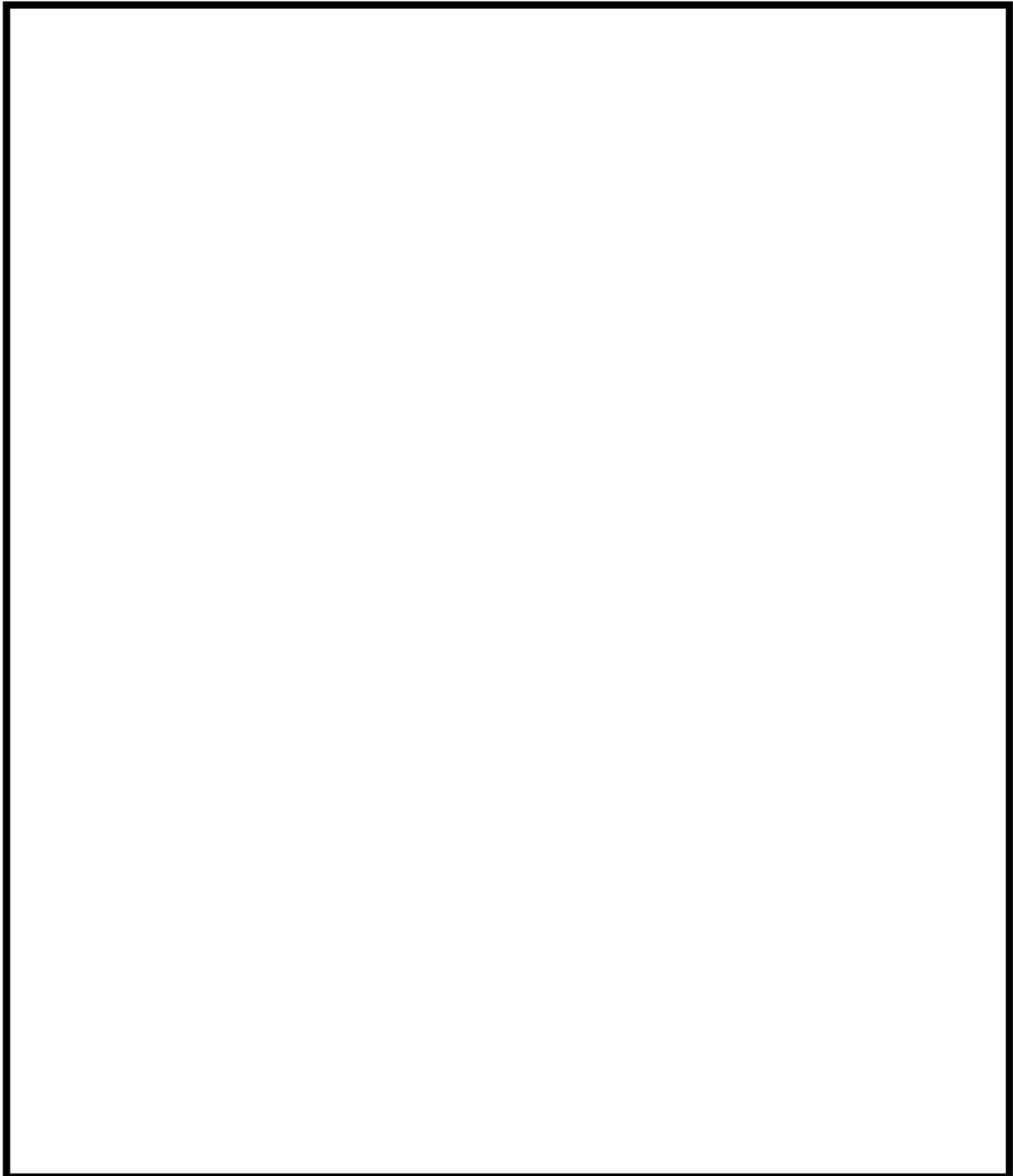
※1：損失水頭は、放水口から放水ビットへ流れる方向を正とし、ポンプ流量を用いて算出している。

※2：表中の①～⑯は参考図30の損失水頭発生位置を示す。

※3：流入・流出損失、急縮・急縮損失は、時々刻々の流れの方向に応じた損失を考慮する
(上記の表では、放水口から放水ビットへ流れる方向を正として整理)。

【健全地形との相違内容】

※4：部分閉塞（通水断面 25%, 50%, 75%）に伴い、⑫と⑬の損失を追加する。



参考図 26 損傷Ⅲ（部材損傷（3号炉放水路トンネルの岩盤境界部の部分閉塞））を
考慮した3号炉放水施設の損失水頭発生位置

☐ 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

参考表 7 損傷Ⅳ（部材損傷（放水池全壊））を考慮した 3 号炉放水施設の
損失水頭表（貝付着無し）

□：健全地形との相違個所を示す。

場所	流量 ^{※1} (m ³ /s)	種類 ^{※2}	係数		断面積 (m ²)	損失水頭 (m)	モデル化
放水池 全壊位置 ～ 放水ピット	2.000	⑩流入 ^{※3}	形状損失係数	0.500	22.902	0.00019	節点5
		⑪曲がり	形状損失係数	0.018	22.902	0.00001	節点4
		⑫曲がり	形状損失係数	0.018	22.902	0.00001	節点3
		⑬急拡 ^{※3}	形状損失係数	0.576	22.902	0.00022	節点2
		⑭屈折	形状損失係数	0.986	22.902	0.00038	節点2
		⑮摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	22.902	0.00062	管路1 ～3
			長さ(m)	617.100			
			径深(m)	1.350			
放水ピット	2.000	⑯摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	95.033	0.00000	池1
			長さ(m)	16.400			
			径深(m)	2.750			
		⑰急縮 ^{※3}	形状損失係数	0.213	95.033	0.00000	池1
		⑱摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	176.715	0.00000	池1
			長さ(m)	2.000			
	2.000	⑲急縮 ^{※3}	形状損失係数	0.500	1.767	0.03268	池1
			形状損失係数	0.986	1.767	0.06445	池1
			形状損失係数	0.986	1.767	0.06445	池1
		⑳急縮 ^{※3}	形状損失係数	0.738	1.767	0.04824	池1
			形状損失係数	0.986	1.767	0.06445	池1
		㉑摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	1.767	0.01555	池1
			長さ(m)	16.750			
			径深(m)	0.375			
		㉒摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	12.566	0.00002	池1
			長さ(m)	3.250			
			径深(m)	1.000			
		㉓急縮 ^{※3}	形状損失係数	0.891	12.566	0.00115	節点9
合計						0.29242	

※1: 損失水頭は、放水池全壊位置から放水ピットへ流れる方向を正とし、ポンプ流量を用いて算出している。

※2: 表中の⑩～㉓は参考図26の損失水頭発生位置を示す。

※3: 流入・流出損失、急縮・急拡損失は、時々刻々の流れの方向に応じた損失を考慮する
（上記の表では、放水池全壊位置から放水ピットへ流れる方向を正として整理）。

【健全地形との相違内容】

※4: 放水池全壊に伴い、満管状態における流入の損失を追加する。

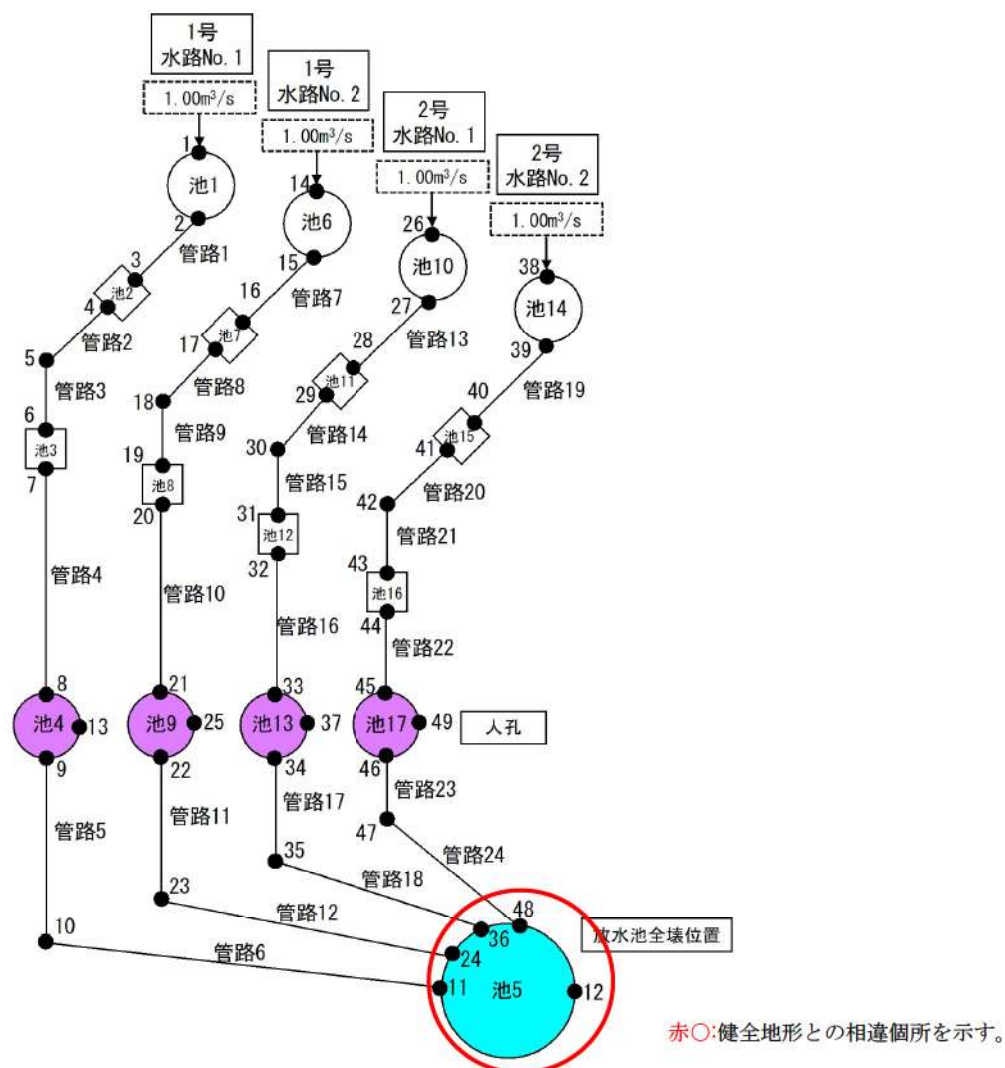
なお、放水池全壊に伴い、放水口～放水池の①～⑤及び放水池～放水ピットの⑥～⑩の損失水頭は削除している。



参考図 28 損傷Ⅳ（部材損傷（放水池全壊））を考慮した 3 号炉放水施設の損失水頭発生位置



枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。



参考図 29 損傷Ⅳ（部材損傷（放水池全壊））を考慮した 1 号及び 2 号炉放水施設の
管路解析モデル図

参考表 8 損傷Ⅳ（部材損傷（放水池全壊））を考慮した 1 号及び 2 号炉放水施設の
損失水頭表（貝付着無し）

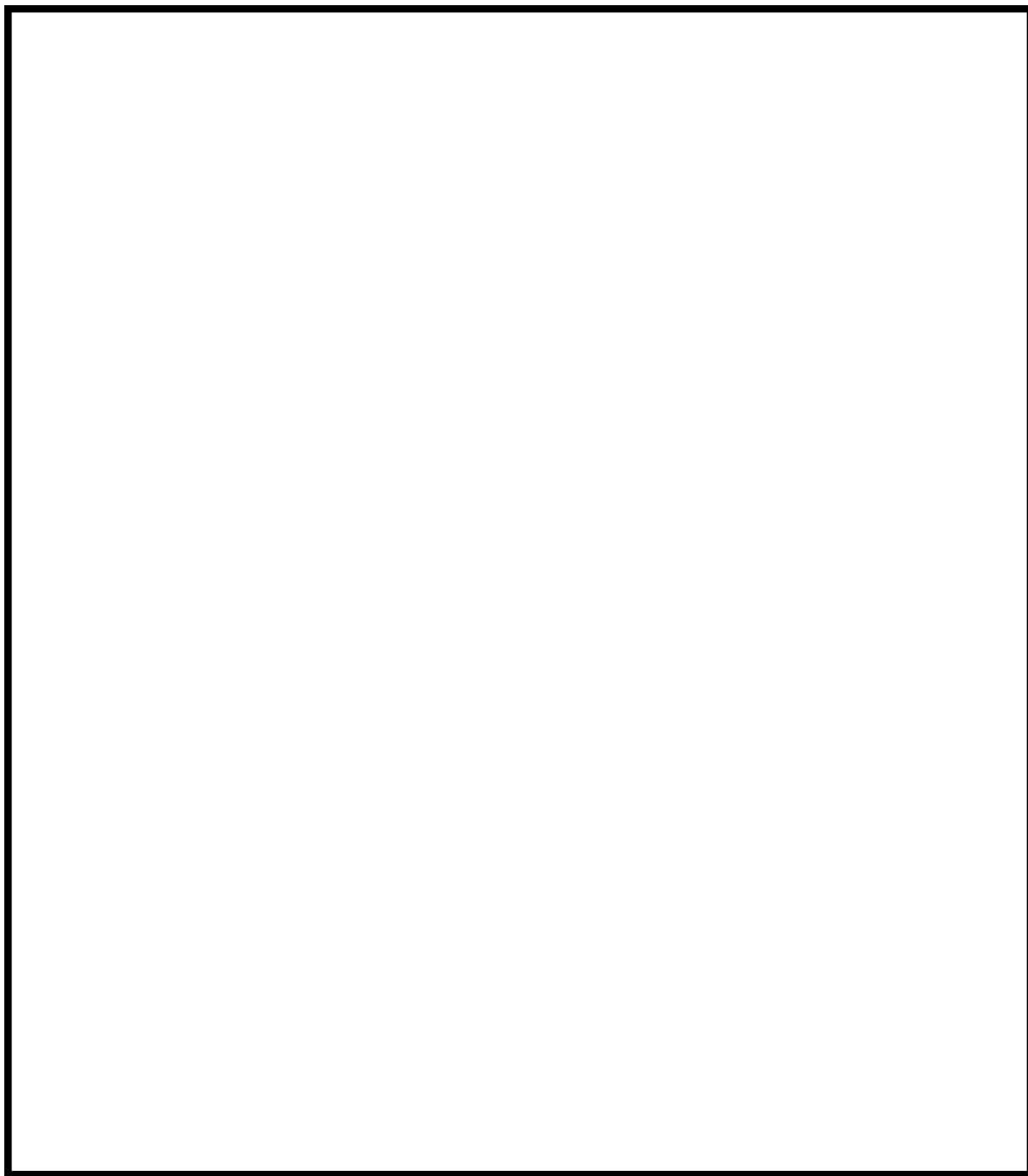
場所	流量 ^{※1} (m ³ /s)	種類 ^{※2}	係数				断面積 (m ²)	1号No.1水路		1号No.2水路		2号No.1水路		2号No.2水路		
				1号No.1	1号No.2	2号No.1		2号No.2	損失水頭 (m)	モデル化	損失水頭 (m)	モデル化	損失水頭 (m)	モデル化	損失水頭 (m)	モデル化
放水池 全壊位置 ～ 逆流防止 設備	1.000	⑥摩擦	粗度係数(m ^{-1/2} ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014	3.584	0.00229	管路6	0.00224	管路12	0.00218	管路18	0.00213	管路24
			長さ(m)	79.173	77.290	75.408	73.525									
			径深(m)	0.619	0.619	0.619	0.619									
		⑦曲がり	形状損失係数	0.095	0.095	0.095	0.095	3.584	0.00038	節点10	0.00038	節点23	0.00038	節点35	0.00038	節点47
			粗度係数(m ^{-1/2} ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014									
			長さ(m)	60.702	58.819	56.936	55.054									
		⑧摩擦	粗度係数(m ^{-1/2} ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014	3.584	0.00176	管路5	0.00170	管路11	0.00165	管路17	0.00159	管路23
			長さ(m)	60.702	58.819	56.936	55.054									
			径深(m)	0.619	0.619	0.619	0.619									
		⑨摩擦	粗度係数(m ^{-1/2} ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014	3.584	0.00220	管路4	0.00220	管路10	0.00220	管路16	0.00220	管路22
			長さ(m)	75.965	75.965	75.965	75.965									
			径深(m)	0.619	0.619	0.619	0.619									
		⑩摩擦	粗度係数(m ^{-1/2} ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014	2.850	0.00020	管路4	0.00020	管路10	0.00020	管路16	0.00020	管路22
			長さ(m)	3.000	3.000	3.000	3.000									
			径深(m)	0.514	0.514	0.514	0.514									
		⑪漸縮 ^{※3}	形状損失係数	0.000	0.000	0.000	0.000	2.116	0.00000	節点6	0.00000	節点19	0.00000	節点31	0.00000	節点43
			粗度係数(m ^{-1/2} ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014									
			長さ(m)	26.612	24.042	21.473	18.904									
		⑫摩擦	粗度係数(m ^{-1/2} ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014	2.116	0.00385	管路3	0.00348	管路9	0.00311	管路15	0.00273	管路21
			長さ(m)	26.612	24.042	21.473	18.904									
			径深(m)	0.408	0.408	0.408	0.408									
		⑬曲がり	形状損失係数	0.111	0.111	0.111	0.111	2.116	0.00126	節点5	0.00126	節点18	0.00126	節点30	0.00126	節点42
			粗度係数(m ^{-1/2} ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014									
			長さ(m)	20.609	18.040	15.471	12.902									
⑭摩擦	粗度係数(m ^{-1/2} ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014	2.116	0.00298	管路2	0.00261	管路8	0.00224	管路14	0.00187	管路20		
	長さ(m)	20.609	18.040	15.471	12.902											
	径深(m)	0.408	0.408	0.408	0.408											
⑮漸拡 ^{※3}	形状損失係数	0.002	0.002	0.002	0.002	2.116	0.00002	節点4	0.00002	節点17	0.00002	節点29	0.00002	節点41		
	粗度係数(m ^{-1/2} ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014											
	長さ(m)	3.000	3.000	3.000	3.000											
⑯摩擦	粗度係数(m ^{-1/2} ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014	2.850	0.00020	管路1	0.00020	管路7	0.00020	管路13	0.00020	管路19		
	長さ(m)	3.000	3.000	3.000	3.000											
	径深(m)	0.514	0.514	0.514	0.514											
⑰摩擦	粗度係数(m ^{-1/2} ・s)	0.014	0.014	0.014	0.014	3.584	0.00304	管路1	0.00304	管路7	0.00304	管路13	0.00304	管路19		
	長さ(m)	105.012	105.012	105.014	105.014											
	径深(m)	0.619	0.619	0.619	0.619											
合計									0.01818		0.01733		0.01648		0.01562	

※1: 損失水頭は、放水池全壊位置から放水ピットへ流れる方向を正とし、ポンプ流量を用いて算出している。

※2: 表中の⑥～⑰は参考図28の損失水頭発生位置を示す。

※3: 流入・流出損失、漸縮・漸拡損失は、時々刻々の流れの方向に応じた損失を考慮する(上記の表では、放水池全壊位置から放水ピットへ流れる方向を正として整理)。

なお、健全地形との相違箇所は、放水池全壊に伴い放水口～放水池の①～⑤の損失水頭を削除していることである。



参考図 30 損傷Ⅳ（部材損傷（放水池全壊））を考慮した 1 号及び 2 号炉放水施設の
損失水頭発生位置

☐ 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

(4) 損傷Ⅰ（沈下）を考慮した管路解析結果

追而
(解析結果を記載する)

(5) 損傷Ⅲ（部材損傷（3号炉放水路トンネルの岩盤境界部の部分閉塞））を考慮した管路解析結果

追而
(解析結果を記載する)

(6) 損傷Ⅳ（部材損傷（放水池全壊））を考慮した管路解析結果

追而
(解析結果を記載する)

(7) 複数の被害想定 of 組合せを考慮した管路解析結果

追而
(解析結果を記載する)

【参考文献】

- 1) 土木学会(2016)： 原子力発電所の津波評価技術 2016, 公益社団法人土木学会原子力土木委員会津波評価小委員会
- 2) 電力土木技術協会(1995)： 火力・原子力発電所土木構造物の設計-増補改訂版-
- 3) 千秋(1967)： 発電水力演習
- 4) 土木学会(1999)： 水理公式集(平成 11 年版)