

ALPS 処理水の海洋放出関連設備の設置工事（その3）～放水設備の水理検討～

東京電力HD ○矢野 翔大, 野口 幸太, 荒川 大樹
大成建設（株） 奥田 豊, 三澤 輝芳, 相川 真人

1. はじめに

東京電力福島第一原子力発電所における多核種除去設備等処理水（以下、ALPS 処理水）について、政府の基本方針が決定されて以降、安全性の確保を大前提に設計の具体化を進めてきた。本稿では、土木設備の水理検討概要を報告する。

2. 放水設備の概要

土木構造物のうち、希釈設備に属する放水立坑（上流水槽）および放水設備を本検討の対象とする（図-1）。なお、土木構造物の詳細については、別稿の全体設計概要編にて報告する。

3. 土木構造物の水理検討

放水設備の損失やポンプ急停止に伴う水位上昇に関する水理検討を実施し、所定流量の放水可否および設備の溢水有無の評価を行った。

3. 1 検討条件

通常運転時および海水移送ポンプが地震・津波等で異常停止した場合の運転状態にて検討を行った。通常運転時の水理検討条件を表-1 に示す。

海水移送ポンプについては、通常運転の 2 台運転時（4.0m³/s）に加え、予備を考慮した 3 台運転時（6.0m³/s）についても検討した。潮位条件は、高水位時として朔望平均満潮位（HWL：T. P. +0.76m）、低水位時として朔望平均干潮位（LWL：T. P. -0.78m）を用いた。また、放水立坑や放水トンネル内の壁面については、貝等の付着による壁面摩擦（粗度係数）の増大、ならびに水路断面欠損、形状損失として、屈折、急拡大・急縮小による損失を考慮した。

異常時については、地震・津波等発生による海水移送ポンプ異常停止に伴い、設備内においてサージングおよび放水立坑からの溢水の発生が懸念されるため、異常停止時の水理検討を実施した。より保守的な評価として、海水移送ポンプを 3 台運転時、潮位条件は高水位時として、朔望平均満潮位（HWL）T. P. +0.76m を用いた。

3. 2 検討結果

表-2 に通常時の上流水槽・下流水槽の水位結果、図-2 に水理検討の詳細結果を示す。海水移送ポンプ 3 台運転時においても、下流水槽と外洋との水頭差（1.64m：下流水槽～放水口の損失合計）により、希釈水を自然流下可能であることを確認した。図-2 では、横軸に放水立坑から放水口までの累積距離、縦軸

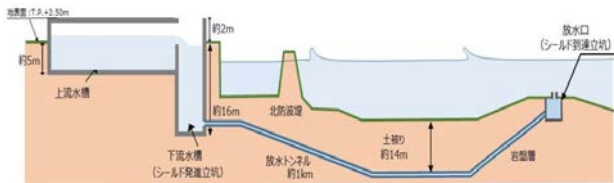


図-1 放水設備縦断線形イメージ図

表-1 水理検討条件（通常運転時）

運転条件	台数	ケース 1	ケース 2
	流量	2 台 4.0m ³ /s	3 台 6.0m ³ /s
潮位条件	HWL: T. P. +0.76m		
壁面条件	粗度係数	0.020	
	貝代	10cm	
水路条件	水路外径	295mm	

表-2 水理検討結果（放水立坑水位）

	運転条件	放水立坑 (上流水槽)	放水立坑(下流水槽)		トンネル 内流速
			HWL	LWL	
1	2 台 (4.0m ³ /s)	T. P. +2.97m	T. P. +1.49m	T. P. -0.05m	0.89m/s
2	3 台 (6.0m ³ /s)	T. P. +3.11m	T. P. +2.40m	T. P. +0.86m	1.34m/s

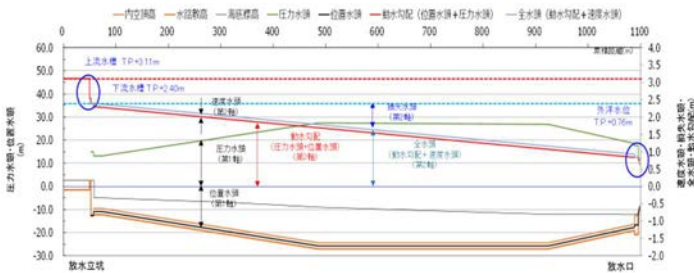


図-2 損失水頭の整理

キーワード 福島第一原子力発電所, ALPS 処理水, 海洋放出, 水理検討, 水理模型実験

連絡先 〒100-8560 東京都千代田区幸町 1-1-3 東京電力 HD TEL 03-6373-1111

第1軸に圧力・位置水頭，第2軸に速度・損失・全水頭，動水勾配を示している。最大の損失は，放水トンネル通水時の摩擦損失1.44mであり，全損失の約9割を占める。

また、ポンプ 3 台運転、朔望平均満潮位（HWL）時において、下流水槽の水位は T.P.+2.40m であり、堰部天端 T.P.+2.50m および下流水槽天端 T.P.+4.50m を超えないことを確認した。上流水槽についても最大水位 T.P.+3.11m であり、上流水槽天端 T.P.+4.50m を超えないことを確認した。

海水移送ポンプ異常停止時に伴う設備内における水位変動については、下流水槽での最大水位が T.P.+2.40m となった。堰部の天端高さは T.P.+2.50m であることから、水位変動による下流水槽側から放上流水槽側への越水はない。また、上流・下流水槽の天端高さはともに T.P.+4.50m であることから、放水立坑からの溢水がないことを確認した。

4. 水理模型実験による妥当性確認

水理検討では、水頭差を考慮しても自然流下することを確認したが、その妥当性について水理模型実験により確認した。本実験の縮尺は 1/25（フルード相似則）とし、図-3 に示す装置・模型を用いた。

水位・流速の時系列を図-4 に示す。水位については、ポンプ停止後の変動を確認したケースの時系列も示す。本結果より上流水槽内の水位変動は小さく、下流水槽内の水位は堰からの流入に伴う変動は見られるが、両水槽の上端レベル $Z=+0.18\text{m}$ (現地換算 T. P. +4.50m) を超えることはなく、上流・下流水槽で溢水しないことを確認した。なお、ポンプ停止後は、水槽内の水位は緩やかに低下し大きな水位変動は見られなかった。

また、上流水槽での滞留を確認するため、上流水槽の隅角部 2 箇所(H2,H3；流速が低下して滞留が発生しやすい場所)に染料を投入し、流況を確認した。写真-1 に示すように、染料が徐々に拡散して薄まり、下流水槽方向に流下していく様子が確認でき、滞留(死水域)は発生しなかった。

上流水槽および下流水槽の水位について、実験結果と水理検討結果を表-3 の通り比較した。上流水槽では、水理検討よりも実験における水位が全体的に約 5mm (現地換算約 125mm) 高い。上流水槽下流端の堰において中壁や側壁の段差により

水面形に乱れが確認されたが、ここでの水路形状による損失が、上流水槽全体の水位を上昇させた一つの要因として考えられる。そのほか、水理検討では、堰部を長方形の越流堰でモデル化して水位を計算しているため、堰部の底面や壁面の摩擦損失が考慮されていない等も、要因として挙げられる。

5. まとめ

ALPS 処理水希釈放出設備設置のうち土木設備について、水理検討結果から水頭差により自然流下可能であること、水理模型実験より水理検討結果の妥当性および上流・下流水槽から溢水がないことを確認した。

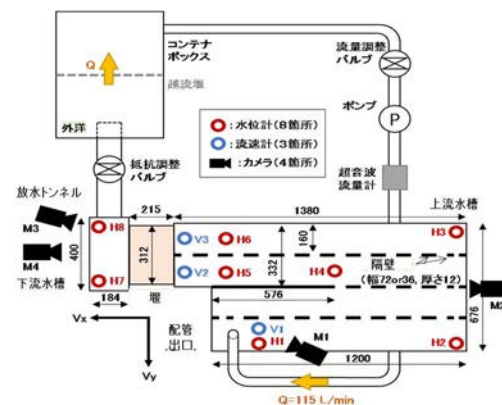


図-3 実験の概略平面図 (単位:mm)

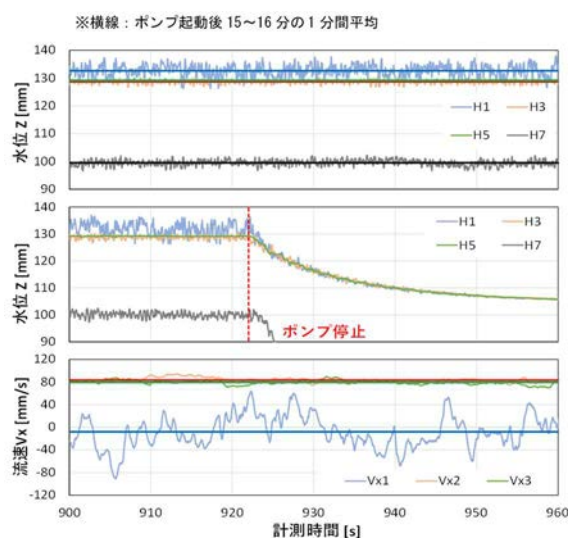


図-4 水位・流速の時系列

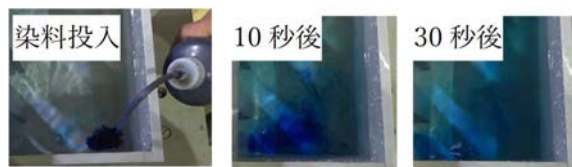


写真-1 上流水槽 H3 部における流況確認

表-3 水理検討との水位比較

	水理模型実験		水理検討	
	計測位置	平均水位 (T. P. m)	安定水位 (T. P. m)	実験値と の差 (m)
上流 水槽	H1	+3. 28	+3. 11	-0. 17
	H2	+3. 24		-0. 13
	H3	+3. 22		-0. 11
	H4	+3. 17		-0. 06
	H5	+3. 23		-0. 12
	H6	+3. 22		-0. 10
下流 水槽	H7	+2. 49	+2. 40	-0. 09
	H8	+2. 49		-0. 09

水面形に乱れが確認されたが、ここでの水路形状による損失が、上流水槽全体の水位を上昇させた一つの要因として考えられる。そのほか、水理検討では、堰部を長方形の越流堰でモデル化して水位を計算しているため、堰部の底面や壁面の摩擦損失が考慮されていない等も、要因として挙げられる。