

ALPS 処理水の海洋放出関連設備の設置工事（その 1）～全体設計概要～

東京電力HD ○荒川 大樹, 神田 誠, 古川園 健朗
大成建設(株) 飯島 知哉, 浦崎 宣行, 奥田 豊

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、土木構造物の概要および原子力規制庁による審査を中心とした設計の概要を報告する。

2. 設備概要

2. 1 ALPS 処理水希釈放出設備の概要

ALPS 処理水希釈放出設備において、多核種除去設備で放射性核種を十分低い濃度になるまで除去した水が、トリチウムを除く放射性核種の告示濃度比総と 1 未満を満足することを確認し、海水にて希釈して海洋に放出する（図-1）。

設備は、測定・確認用タンク内およびタンク群の放射性核種の濃度を均一にした後、試料採取・分析を行い、「測定・確認用設備」、ALPS 処理水移送する「移送設備」、5 号取水路より海水移送ポンプで取水した海水と混合し希釈する「希釈設備」、混合希釈後の水を海洋へ放出する「放水設備」で構成される。

2. 2 土木構造物の概要

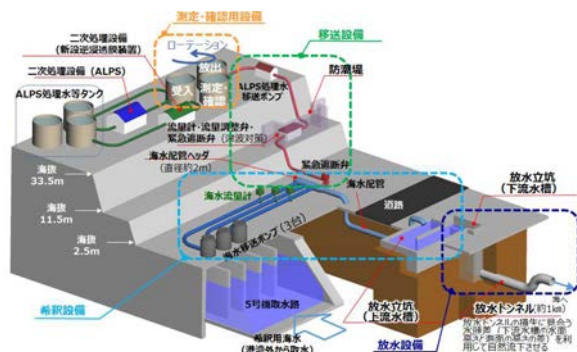
土木構造物は、希釈設備に属する放水立坑（上流水槽）および放水設備等が該当する。放水立坑（上流水槽）に流入した ALPS 処理水の希釈後の水（以下、希釈水）は、放水立坑（下流水槽）、放水トンネル、放水口を通して、外洋へ放出される。希釈用の海水は、北防波堤の一部を改造することで、発電所港湾外から取水する（図-2）。

放水立坑は、堰により上流側と下流側が隔てられ、希釈水は堰を越流することで下流側へ流入する構造としている。放水トンネルは、耐震性を考慮し岩盤内に所定の土被りを設けることで安全性を確保している。放水口の位置は、放出した水の再循環を抑制するために沿岸から約 1km 離れた場所とし、堆砂の影響を避けるために岩盤露頭域を選定している。希釈水を外洋へ放出する方法については、放水設備を外洋潮位と連動する構造とし、動力を必要とすることなくエネルギー損失により自然に水が流れる設計としている（図-3）。

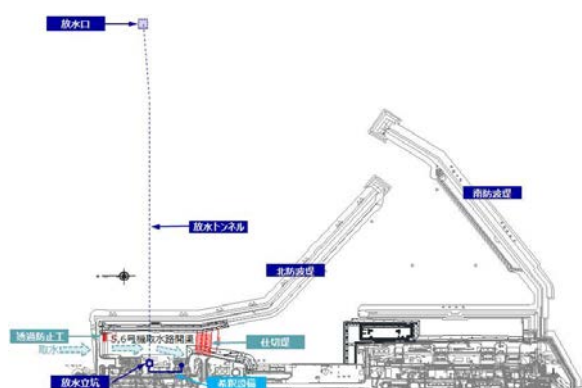
土木構造物の諸元を表-1に示す。

キーワード 福島第一原子力発電所, ALPS 処理水, 海洋放出, 設置工事, 設計

連絡先 〒100-8560 東京都千代田区千代田 1-1-3 東京電力 HD TEL 03-6373-1111



図一1 ALPS 処理水希釈放出設備全体図



图一2 取水·放水概念图



図-3 放水設備概念図

表-1 土木構造物の諸元

設 備	諸 元
放水立坑 (上流水槽)	鉄筋コンクリート構造(プレキャスト製品+現場打設) 躯体寸法:L35.7m, B18.0m, H6.6m
放水立坑 (下流水槽)	鉄筋コンクリート構造 躯体寸法:L12.4m, B7.0m, H18.4m
放水トンネル	シールドトンネル構造 全長:1,031m 内径:2.59m 設計最大流量:6.0m³/s ※RC 製セグメント, 内水圧対応トンネル
放水口	ケーソン方式(鉄筋コンクリート構造) ケーソン躯体寸法:L12.2m, B9.2m, H9.6m 上蓋躯体寸法 :L12.2m, B9.2m, H0.7m

3. 設計概要

3. 1 設計方針

ALPS 処理水希釈放出設備は、特定原子力施設として、原子力規制庁による審査を受けており、福島第一原子力発電所に設置される原子炉施設に対する「措置を講ずべき事項」に準じた設計としている。以下に概要を記す。

(1) 準拠規格及び基準

各設備の設計、材料の選定、製作について、(公社)土木学会等の技術基準(規準)や日本産業規格(JIS)等の国内外の民間規格を適用することにより信頼性を確保する。

(2) 自然現象(地震)に対する設計上の考慮

ALPS 処理水希釈放出設備において、海水で希釈して、トリチウムを含む全ての放射性核種の告示濃度比総和が1を下回った水を取り扱うことを踏まえ、耐震設計上の区分を行う。設備の安全機能が喪失した場合の公衆への放射線影響を評価した結果、実効線量は1μSv未満であることから、耐震Cクラス(kh=0.2)と位置付けられ、要求される地震力に耐えられる設計とする。

(3) 自然現象(津波、台風等)に対する設計上の考慮

津波に対する浸水は不可避であることから、復旧性に応じて耐波圧性を有すると共に、台風(高潮)で海面が上昇することによる影響を考慮した設計とする。

(4) その他の設計上の考慮

放水立坑(下流水槽)内の水を約1km離れた放水口まで移送することから、放水立坑(下流水槽)は、放水設備の水理損失やサージングによる水位上昇等を考慮した設計としている。水理設計の詳細については、別稿の取放水設備の水理検討編にて報告する。

放水トンネルは、施工時の安全性や供用期間中の耐久性を考慮し、シールド工法により止水性を確保している。また、地中構造物の地震時の挙動は地盤変形の影響を強く受けることから、覆工構造が急変する場合など地震時の検討が必要とされており、放水トンネルにおいて同内容の検討を行っている。

3. 2 設計内容

構造物の使用目的に適合するための要求性能を踏まえ、表-2の通りに照査項目を設定している。構造照査において、長期・短期荷重(地震力は震度法による)を考慮し、曲げおよびせん断が許容応力度以内であることを確認している。各設備の検討部位および作用応力度と許容応力度の照査結果を表-3に示す。また、躯体に生じるひび割れ幅および塩害の照査により供用期間中の耐久性が確保されること、構造物の浮上りが生じないことを確認しており、これらの内容について、原子力規制庁による設計内容の審査を受けている。

各設備の概要については、別稿の施工概要編にて報告することとし、一例として放水立坑(上流水槽および下流水槽)のイメージを図-4に示す。

4. まとめ

ALPS 処理水希釈放出設備設置工事は、原子力規制庁による設計内容の審査を経て、原子力規制委員会の認可および地元の了解が得られた2022年8月より、本格的に着工した。現地では、関連工事が輻輳する中において、2023年春頃の完了に向け、安全を最優先に工事を進めている。

表-2 照査項目

照査項目		放水立坑 (上流水槽)	放水立坑 (下流水槽)	放水 トンネル	放水口	照査内容
長期	構造	○	○	○	○	許容応力度以内であること
	ひび割れ	○	○	○	○	ひび割れ幅が許容ひび割れ幅以下であること
	塩害	○	○	○	○	鋼材位置の塩化物イオン濃度が鋼材腐食発生限界に達しないこと
	浮上がり	○	○	-	○	浮上りが生じないこと
短期		○	○	○	○	地震に対して許容応力度以内であること

表-3 照査結果

設備	検討部位	荷重 ケース	対象 材料	応力	作用応力 (N/mm ²)	作用応力/ 許容応力
上流水槽	底版	短期	鉄筋	曲げモーメント	108	0.36
	側壁	短期	鉄筋	曲げモーメント	117	0.39
	隔壁	短期	鉄筋	曲げモーメント	177	0.59
	頂版	長期	コンクリート	せん断力	0.14	0.28
下流水槽	底版	長期	鉄筋	曲げモーメント	98	0.49
	側壁	長期	鉄筋	曲げモーメント	148	0.74
放水 トンネル	発進部	長期	鉄筋	曲げモーメント	78	0.39
	最深部	長期	鉄筋	曲げモーメント	91	0.46
放水口	底版	長期	鉄筋	せん断力	0.23	0.46
	側壁	長期	鉄筋	せん断力	0.24	0.50

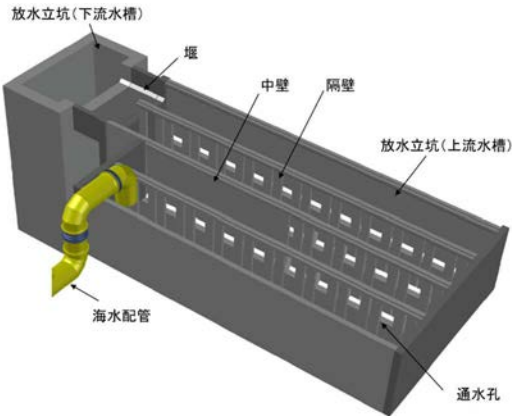


図-4 放水立坑イメージ図