

放水路立坑の設計

—石狩湾新港発電所1号機新設工事のうち土木本工事（第3工区）工事報告（その2）—

北海道電力(株)	石狩湾新港火力発電所建設所	正会員	遠藤 勉
		正会員	○齋藤 寿秋
鹿島建設(株)		正会員	小坂 琢郎
		正会員	松枝 蘭

1. はじめに

北海道電力(株)では、平成26年8月よりLNGを燃料とした石狩湾新港発電所1号機の建設を鋭意進めており、そのうちの第3工区では、復水器冷却水を沖合に放出する一連の放水設備（放水路蓋渠、放水路立坑、トンネル、放水口）を構築中である。当該地では12月～3月の冬季4ヶ月間は施工が困難なため、工程がクリティカルとなる放水路立坑（内径12m、深度39.75m）の工程短縮を図る必要があった。そのため、立坑躯体を国内初のボルトレス・プレキャスト部材で構築する新工法を採用した。本報告では、この放水路立坑の設計概要について報告する。

2. プレキャストブロック圧入工法

「プレキャストブロック圧入工法」とは、工場で製作したRC製または鋼製のブロックを地上でリング状に組立て、リング内部は地下水を排出することなく水中で掘削するとともに、立坑外周に設けたグラウンドアンカーを反力として躯体を圧入する、「組立」・「掘削」・「圧入」の工程を繰り返し、立坑を構築する工法である。施工状況を図-1に示す。

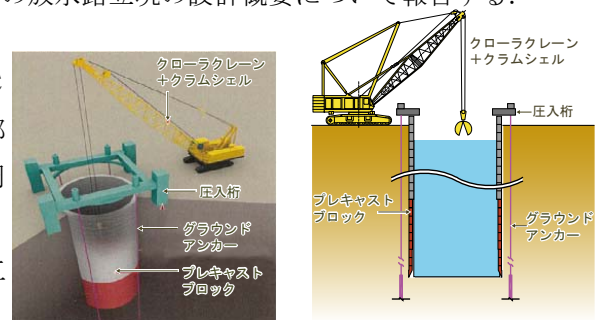


図-1 施工状況図

立坑躯体をプレキャスト部材とすることで、従来型のRCケーソン躯体構築における型枠・鉄筋・養生の工程が省略でき、大幅な工期短縮が図れるため、本工事に採用した。

3. 立坑構造概要

放水路立坑構造を図-2に、RCプレキャストブロック概要を図-3に示す。立坑を構成するプレキャストブロックは、幅1.2m、厚さ700mm、12等分割/1リングとした。

立坑躯体は全42リング千鳥組とし、RCプレキャストブロックの割り付けを基本とする。ただし、放水路トンネル、放水路蓋渠との接続箇所については、施工性や構造の一体化の観点から鋼殻ブロック（厚さ500mm）とし、最終的に二次覆工コンクリート（厚さ200mm）で被覆するものとした。

RCプレキャストブロックのリング継手にはピン式継手（SP継手M30）を、ピース継手にはコーンコネクター継手（D25 タイプ内外2段配置）を採用し、完全ボルトレスとした。このボルトレス・プレキャスト部材は国内初である。これによって、ボルト締結作業が不要となり、施工時の安全性、長期耐久性が向上する。また、シール材は内外面の2段配置とした。

なお、立坑躯体圧入時の地盤との摩擦抵抗を低減するため、下部から6, 16, 24, 33Rには滑材注入孔を設け、6, 16Rにはフリクションカット部を設けた。

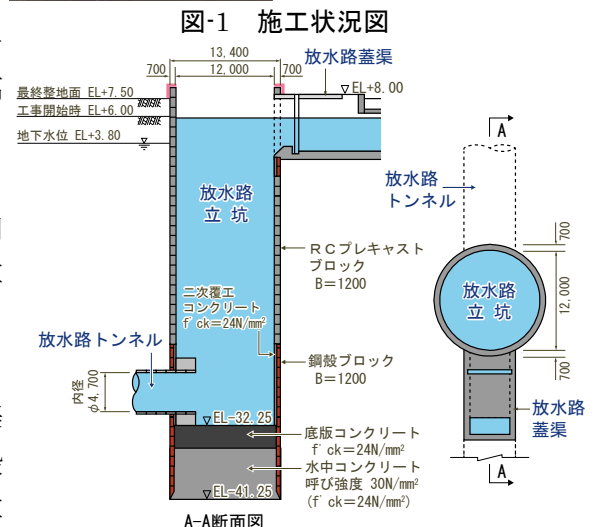


図-2 放水路立坑構造図

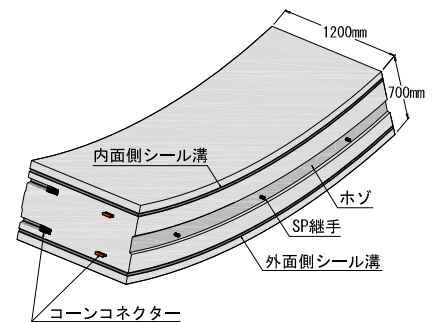


図-3 RCプレキャストブロック概要

キーワード プレキャスト、ボルトレス、コーンコネクター、SP継手

連絡先 〒061-3271 北海道小樽市銭函5丁目192-1 北海道電力(株) 石狩湾新港火力発電所建設所 TEL011-772-8623

4. 設計概要

(1) プレキャストブロックの設計

(1-1) 検討ケース

検討ケース一覧を表-1 に示す。

プレキャストブロックの設計では、①供用時、②地震時の検討に加えて、③開口時：水替え後に底版を施工しシールド発進した状態、④圧入時：圧入状態の2つの施工状態を考慮して検討を実施した。なお、地震時の検討では、水平方向の検討に加え、鉛直方向の検討も行った。

(1-2) 検討モデル

検討モデル概念を図-4 に示す。

水平方向の検討では、立坑リングを剛性一様の梁にモデル化し、リング外周には地盤ばねを考慮した。また、表-1④圧入時には主働土圧の50%の偏土圧を、圧入・沈設完了後の①供用時には静止土圧の10%の偏土圧を考慮するものとした。

地震時の鉛直方向の検討では、プレキャストブロックで構成される躯体構造がシールドトンネルと類似している点に着目し、主にシールドトンネルで適用されている「土木研究所資料大規模地下構造物の耐震設計法・ガイドライン（案）（建設省土木研究所）」を参照して検討するものとした。すなわち、地震時鉛直方向の検討では、同ガイドラインに沿って立坑を剛性一様の縦梁にモデル化し、これに地盤応答変位荷重、慣性力、動水圧を載荷して断面力を算定した。

なお、地震時の水平方向の検討では、鉛直方向の検討で得た各レベルでの地震時地盤反力を、水平リング梁に地震時増分荷重として載荷して検討した。

(2) 底版の設計

底版コンクリート ($f'_{ck}=24\text{N/mm}^2$) は鋼殻ブロックに外周を支持されているため、図-5 に示すように、周辺単純支持の円板として設計した。なお、作用水圧としては底版下面に作用する水圧を考慮した。

(3) 浮き上がりに対する検討

浮き上がりの検討結果を表-2 に示す。③開口時、⑤水替時はグラウンドアンカーによる反力を考慮し、水中コンクリート下面に作用する揚圧力に対して検討した。

①供用時は、グラウンドアンカーなしで、水中コンクリート重量を考慮せず、底版下面に作用する揚圧力に対して検討した。また、いずれのケースでも立坑の周面摩擦は無視した。

5. おわりに

以上、放水路立坑の設計概要を報告した。放水路立坑工事は2015年4月より施工を開始する予定である。プレキャストブロックの主要部材については、ひずみ計測を行う予定であり、その結果については別の機会に報告する。

表-1 検討ケース

検討ケース	①供用時	②地震時	③開口時	④圧入時
検討方向	水平方向	水平・鉛直方向	水平方向	水平方向
内水高さ	E.L.+5.12m (満水)	—	—	E.L.+3.80m
開口部	トンネル・放水路蓋渠開口あり	トンネル開口あり	トンネル開口あり	開口なし
土圧	静止土圧	—	主働土圧	—
偏土圧	静止土圧の10%	—	主働土圧の50%	—
地震時増分荷重	—	応答変位荷重 慣性力 地震時動水圧	—	—
許容応力度	長期	—	短期	—

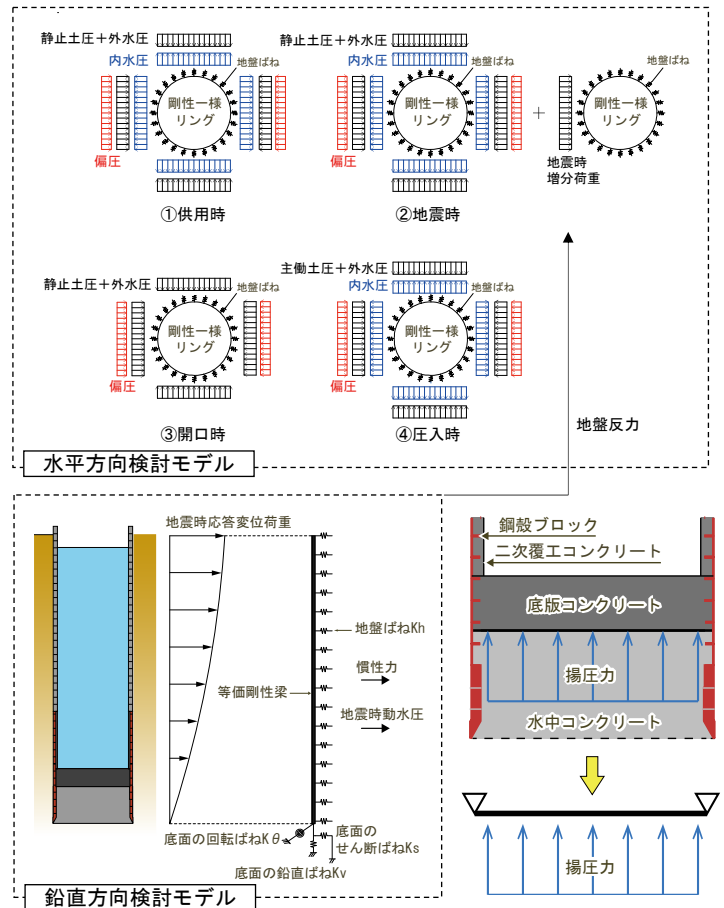


図-4 検討モデル概念図

図-5 底版検討モデル

表-2 浮き上がりに対する検討結果

検討ケース	①供用時	③開口時	⑤水替時
概要図			
安全率	1.55 > 1.2...OK	1.17 > 1.0...OK	1.02 > 1.0...OK