

浜岡原子力発電所 取水槽溢水防止壁への浮体式ゲートの適用

津波襲来時の止水性と平常時の維持管理通路の確保の両立を実現

Application of Floating Gates in the Overflow Prevention Walls of the Water Intake Pond in the Hamaoka Nuclear Power Plant
Simultaneous achievement of water-blocking performance during tsunami attacks and a path for maintenance and management during normal times

(原子力土建部 設計管理G)

(Engineering & Management Group, Civil & Architectural Engineering Department, Nuclear Power Division)

浜岡原子力発電所において、津波襲来時に取水槽から敷地内への浸水を防止する溢水防止壁を設置するにあたり、車両通行用の開口部に浮体式ゲートを採用し、津波襲来時の止水性の確保と、平常時や点検時の維持管理通路の確保の両立を実現した。

In installing overflow prevention walls that prevent the intrusion of water from the water intake pond into the power plant site during Tsunami attacks in the Hamaoka Nuclear Power Plant, we have achieved water-blocking performance during tsunami attacks and a path for maintenance and management during normal times or inspection time by adopting a floating gate to the opening for vehicle passage.

1 背景

浜岡原子力発電所（以下、浜岡という）では、2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震に伴う津波による被災事例等を踏まえ、津波対策を強化しており、「取水槽溢水防止壁」（以下、溢水防止壁という）は、これらの対策の一つである。

浜岡では、津波対策で想定する規模の津波が襲来すると、外海の水位上昇に応じて取水路への海水流入量が増加し、取水槽の水位が敷地高以上まで上昇する可能性がある。溢水防止壁は地上高さ4m（海拔10m～12m）の鋼製壁で、取水槽の周囲に設置することにより、取水槽からの津波の浸入を防止する。溢水防止壁の設置状況を第1図に示す。

溢水防止壁は、4m間隔で打ち込んだ鋼管杭の間に鋼製壁を差し込む形で構築しているが、平常時や点検時に車両等が溢水防止壁内外を行き来できるよう複数箇所に開口部を設ける必要がある。開口部は平常時には開放される一方、津波襲来時には確実に閉止される必要があることから、開口部にはそのような機能を有する「車両用ゲート」方式の溢水防止壁（以下、車両用ゲートという）が必要と考えた。

本稿では、車両用ゲートの設計・設置にあたっての検討内容と技術的取組みについて紹介する。

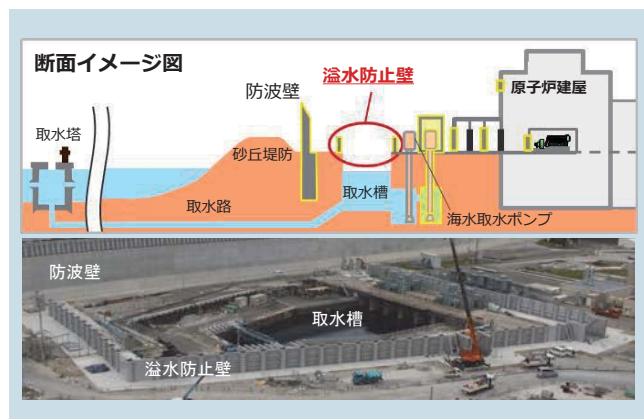
2 車両用ゲート形式の選定

車両用ゲートの形式選定にあたり、候補として比較したゲート形式とそれらの特徴を第1表に示す。

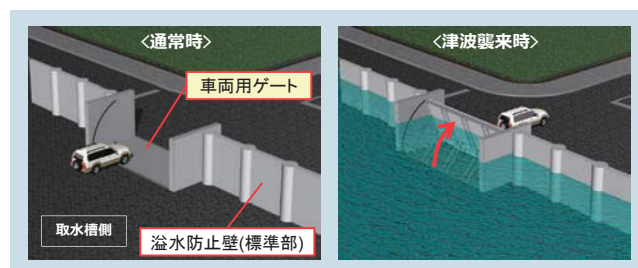
車両用ゲートに対する要求には、耐震性・耐津波性、実効性（動作性）、維持管理性の3つの観点があり、それらの観点で比較検討した結果、浮体式ゲートを選定した。

浮体式ゲートは、浸水時の浮力等により自動的にゲートが作動する構造のため、津波襲来時には無動力かつ人為操作なしで閉止することができる。閉操作に人が関与しないことから、操作遅れ等の人為ミスによる浸水リスクを回避でき、操作員が危険に曝されることも無く、安全性・信頼性に優れる。車両用ゲートに浮体式ゲートを採用した場合の動作イメージを第2図に示す。

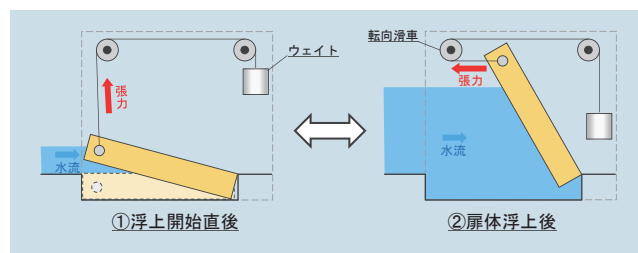
実際の適用に際しては、浮体構造にも様々なタイプがあることから、浜岡に最適なゲート構造についてさらに調査・検討を行い、その結果、日立造船㈱が開発した陸上設置型フラップゲート式防潮堤「neo RiSe®」をベースに、浜岡に適した車両用ゲートを設計することとした。neo RiSe®の浮体構造の概要を第3図に示す。



第1図 溢水防止壁の設置状況



第2図 浮体式ゲートの動作イメージ



第3図 neo RiSe®の浮体構造の概要

第1表 車両用ゲート形式別の特徴

形式	耐震性 耐津波性	実効性 (動作性)	維持管理	特 徴
角落し	○	×	○	溢水防止壁の開口部に取り外し可能な角落し防水パネルを設置する構造。 閉止にクレーン作業を必要とするため津波襲来時の実効性に大きな問題あり。
手動ゲート	△	×	○	横引きゲートやスイングゲートなど、手動で扉体を移動し開閉する構造。 津波襲来時に手動による閉止が必要であり操作員の避難が遅れるリスクあり。
電動ゲート	△	△	△	横引きゲート、スイングゲート、起伏式ゲートなどを電動で開閉する構造。 動力を有するため維持管理上の負荷が大きい。 地震・津波やそれに伴う電源喪失により動作不能となるリスクあり。
浮体式ゲート	○	◎	○	浸水時の浮力等により動力を必要とせず自動的に閉止する構造。 津波襲来時に無動力かつ人為操作なしで水位に応じて閉止可能であり実効性が非常に優れる。 無動力のため交換部品も少なく維持管理上の負荷が小さい。

3 車両用ゲートの設計

車両用ゲートの設計・施工管理は浜岡原子力発電所保修部土木課（現：土木建築部土木課）で実施した。

車両用ゲート設計上の最大の課題は、耐震性および耐津波性の確保である。浜岡の津波対策では、南海トラフによる巨大地震の発生後、地震に伴う巨大津波が襲来することを想定しているため、溢水防止壁には地震に耐えた後、津波襲来時の水位上昇による水圧に耐え得る強度が必要である。今回設置する車両用ゲートのサイズは最大で高さ4m×幅10mと大型であることから、耐震性・耐津波性には特に留意する必要がある。

車両用ゲートの耐震性・耐津波性は、各部材を構成する鋼材の強度が担保するため、材料の選定が重要である。検討の結果、一般的なステンレス鋼（SUS304）に比べ約2倍の強度を持ちながら、耐食性および価格が同等な「リン二相ステンレス鋼（NSSC2120）」を採用することとした。ただし、設計当時、NSSC2120はJIS規定品ではなく、品質保証の観点で懸念があることから、採用に際しては自主検査によりJIS規格と同等の品質があることを確認した（平成27年の規格改正により、現在ではSUS821L1としてJIS規定品になっている）。

4 車両用ゲートの性能確認試験・輸送・据付

車両用ゲートには溢水防止壁として確実な動作性と止水性が求められることから、製作工場から現地へ輸送する前に、実機を用いた性能確認試験を実施した。工場内に大型流水装置を設置し、仮組立状態の車両用ゲートに取水槽からの溢水を模擬した流水を作用させた。試験時の水位上昇速度については、津波襲来時の取水槽水位に関する数値計算結果を参考に、毎分0.5m、1.0m、2.0m、6.5mの4段階を設定し、各試験で水位上昇速度が一定となるよう流量を調整した。試験の結果、車両用ゲートの動作性や止水性に問題がないことを確認した。試験状況を第4図に示す。

試験終了後、仮組立状態から陸上輸送が可能な大きさに分割し現地へ搬入した（扉体および戸当り等は、陸上輸送が可能となるよう分割構造で設計している）。

現地では、基部、扉体、側部戸当りの順に組立・据付を行い、据付完了後には、ラフタークレーンおよび動作確認用吊設備を用いて、倒伏状態～完全起立までの動作確認を実施した。



第4図 実機を用いた性能確認試験状況

5 まとめ

浜岡原子力発電所では、耐震性・耐津波性、実効性、維持管理などの観点から、溢水防止壁の車両用ゲートに浮体式ゲートを採用した。車両用ゲートの設計・設置にあたっては、浮体構造や使用材料に新技術を活用するとともに、自主的な材料検査や、実機を用いた性能確認試験等の技術的取組みにより、浜岡への適用上の課題を解決し、津波襲来時の止水性の確保と、平常時や点検時の維持管理通路の確保の両立を実現した。



第5図 車両用ゲートの現地設置状況



執筆者／山根和人