

浜岡原子力発電所 取水構造物への後施工せん断補強工法による地震対策工事 高い品質と確実な工程進捗を実現するための設計上・施工上の取組み

Earthquake Countermeasure Construction Work on a Water Intake Structure of the Hamaoka Nuclear Power Station Using a Post-Construction Shear Reinforcement Method Initiatives for Design and Construction to Steadily and Reliably Achieve High-Quality Work

(原子力土建部 設計管理G)

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

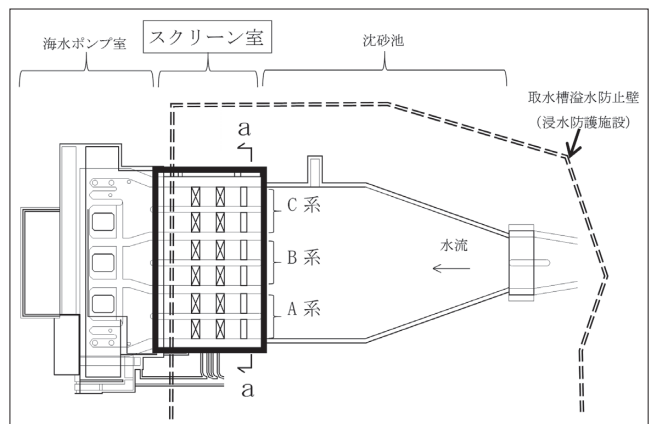
浜岡原子力発電所において、取水構造物である4号機取水槽スクリーン室の耐震性を向上させるため、後施工せん断補強工法のひとつであるセラミックキャップバー工法による地震対策工事を実施した。工程上の制約がある中、設計・施工両面からの取組みにより高い品質と確実な工程進捗の両立を実現した。

In order to improve the earthquake resistance of the water intake tank screen chamber of Unit #4, a water intake structure at the Hamaoka Nuclear Power Station, earthquake countermeasure construction was carried out using a post-construction shear reinforcement method known as the ceramic cap bar method. While there were some restrictions regarding its processes, initiatives for both design and construction made it possible to steadily and reliably complete high-quality work.

1 背景

浜岡原子力発電所（以下、浜岡という）では、従来からの地震対策に加え、内閣府の「南海トラフの巨大地震モデル検討会」が想定した強震断層モデル（以降、内閣府モデル）等を踏まえた改造用地震動（1200gal）、および駿河湾の地震で5号機にみられた増幅を内閣府モデルに対し仮想的に反映した地震動をもとに改造工事用増幅地震動（2000gal）を設定し、3、4号機を対象に追加の地震対策工事を実施している。

本稿では、上記地震動を踏まえた3、4号機の地震対策のうち、4号機取水槽スクリーン室（以下、スクリーン室という）を対象に実施した地震対策工事の、設計上・施工上の取組みについて報告する。

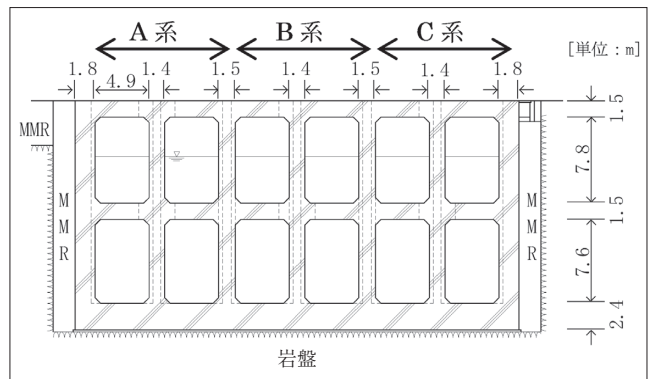


第1図 4号機取水槽 平面図

2 スクリーン室の概要

スクリーン室は、海水ポンプ室と沈砂池の間にある鉄筋コンクリート造の構造物で、海水に含まれる塵芥（クラゲ、海藻等）を取り除くためのスクリーン設備が設置されている。岩盤内に設置された地中構造物であり高い耐震性を有しているが、原子炉機器冷却用の海水取水ルートの一部になっていることや、津波による取水槽からの浸水を防止する取水槽溢水防止壁の一部が、頂版に設置されていることから、原子力安全に対して重要な役割を果たす設備であるため、耐震性に更なる余裕を持たせるよう、地震対策工事を実施することとした。

4号機取水槽の平面図を第1図に、スクリーン室の断面図を第2図に示す。



第2図 スクリーン室 断面図(a-a断面)

3 地震対策工事における課題

スクリーン室の地震対策工事の実施にあたり、以下の2点が課題となった。

(1) 補強工法の選定

スクリーン室は、前述したように岩盤内に設置された地中構造物であり、補強工法の選定にあたっては、内部から補強する工法が基本となる。しかし、建物補強で一般的な耐震ブレースのような補強部材を追設する工法や鉄筋コンクリート部材の増厚工法では、内空断面が縮小し通水機能に支障を来す懸念があった。

(2) 工程の制約

補強工事の実施にあたっては、室内を排水する必要がある。スクリーン室はA系～C系の3系列に分かれ、A系とC系には原子炉機器冷却用の重要な海水取水ポンプがあるため、工事期間中もどちらかの系列は常時通水する

必要があった。また、施工上の安全性を考慮し、施工する系列だけでなく隣の系列も抜水する運用とした。このような工程の制約がある中で、いかに品質を確保しつつ工事を完工させるかが求められた。

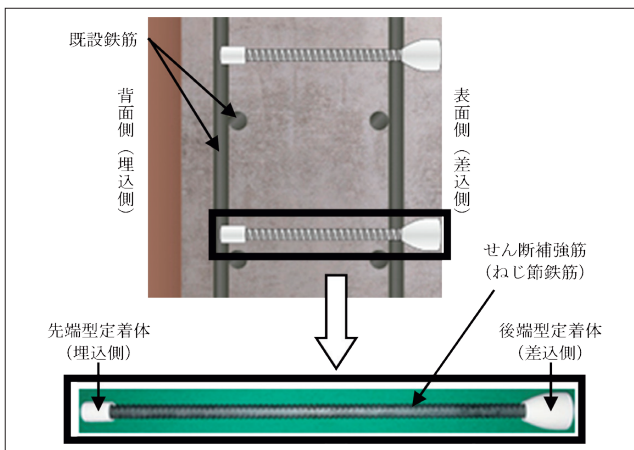
4 課題への設計上・施工上の取組み

前述の課題に対して、以下のような取組みを実施した。

(1) 後施工せん断補強工法の採用

複数の工法を比較検討した結果、内空断面を侵すことなく鉄筋コンクリート部材のせん断耐力の向上が可能な後施工せん断補強工法を採用することとした。

また、複数ある同工法の中からセラミックキャップバー（以下、CCbという）工法を選定した。CCb工法は、躯体を削孔後、その孔内に、両端にファインセラミック製の定着体を取り付けたねじ鉄筋（CCb）を挿入し、グラウト材で構造物と一体化させて、せん断耐力・靱性を向上させる工法である（第3図）。



第3図 CCb工法概要図
(セラミックキャップバー工法研究会HP図に加筆)

(2) 施工性に配慮した設計

補強設計にあたっては、工程短縮と品質確保の両立を達成するため、以下の工夫をした。

まず、CCbの鉄筋径について、既設鉄筋の径に応じて可能な限り太径となるよう、部材単位で細かく設定することにより、CCb1本あたりの補強効率を高め、総施工本数の削減、延いては工程短縮につなげた。

つぎに、CCbの埋め込み深さについては、第3図のように背面側の既設鉄筋の軸心まで埋め込むのが標準である。しかし、スクリーン室は一般構造物に比べ鉄筋が密に配置されているため、CCbを挿入するための削孔を行う際に、既設の鉄筋と干渉して所定の深さまで削孔ができずに、別の位置へ再削孔をすることによる工程遅延が懸念された。そこで、削孔深さについて、CCbの性能が発揮できる範囲で最も浅い、背面側の配力筋手前として設計することで、再削孔の要否の基準を緩和させ、工程

遅延のリスクを低減させることとした。

なお、実施工においては、再削孔の基準は緩和させたものの、鉄筋の干渉がない限りは背面側主筋軸心まで削孔することを基本とした。

(3) 横向き施工における可塑性グラウトの採用

躯体とCCbを一体化させるためのグラウト充填の作業において、横向きの孔に対しては、貯留槽と高流動グラウトを用いて充填するのが一般的である（第4図）。しかし、スクリーン室の壁面は貝等の付着物があり、貯留槽の固定が困難であることから、グラウトの充填不良による品質の低下、充填作業効率の低下による工程遅延が懸念された。そこで、通常は上向きの孔への充填に使用される可塑性グラウトを、横向きの充填にも採用することとした。これにより貯留槽が不要となり、品質の向上および工程短縮が可能となった。

ただし、可塑性グラウトは、流動性が小さく、孔内にエアを残留させてしまうリスクがあることから、品質確保のため、施工前に充填作業に関する技術講習を実施し、これに合格した作業者のみが充填作業を実施することとした。また、グラウト充填完了後、仕上がり表面に残留したエアや空洞が認められないかを目視で確認した。

さらに、可塑性グラウト自体の品質確保のため、建設技術審査証明に記載された品質管理基準の通り、可塑性グラウトの流動性および圧縮強度の検査を行った。



第4図 貯留槽と高流動グラウトを用いた充填方法

5 まとめ

浜岡では、スクリーン室を対象に、後施工せん断補強工法（CCb工法）による地震対策工事を行った。工程上の制約がある中で工事であったが、CCbの鉄筋径の調整や、既設鉄筋との干渉を考慮した再削孔基準の緩和、横向き施工における可塑性グラウトの採用等の設計・施工両面からの取組みにより、高い品質と確実な工程進捗の両立を実現した。



執筆者／伊藤公人