

高圧圧送装置によるコンクリート長距離打設

—中部電力浜岡原子力発電所5号機取水塔・取水トンネル工事—

小川 泰司・東川 直樹・秦 弘和

中部電力株式会社浜岡原子力発電所の取水塔は、発電所前面の沖合約600mに設置される。

取水塔は、鋼殻とコンクリートで構築され、鋼殻を大型起重機船により工場から浜岡前面に曳航して据付けた。その後、陸上から高圧圧送ポンプを使用し、コンクリート長距離打設を3昼夜連続で実施して施工した。

本報文では、浜岡原子力発電所5号機取水塔の工事概要、長距離コンクリート打設の施工方法および施工実績について報告する。

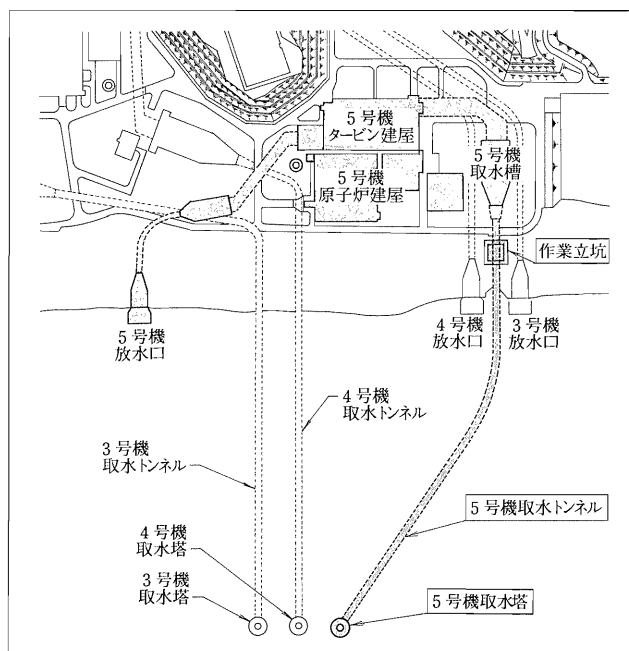
キーワード：取水塔、長距離打設、連続打設、中継ポンプ

1. はじめに

中部電力株式会社浜岡原子力発電所は、静岡県小笠郡浜岡町の南東部に位置し、御前崎の西方約8kmにあり、遠州灘に面している。これまでに1号機から4号機（合計出力361.7万kW）を建設し、現在は、5号機の建設を行っている。

5号機は改良型沸騰水型軽水炉（ABWR）で、最大出力138万kW、冷却水量95m³/sである。平成11年3月に増設工事が着工し、平成17年1月の運転開始をめざしている。

浜岡原子力発電所における海水取水設備の大きな特徴の一つに沖合取水方式がある。これは発電所の前面が遠浅で漂砂が非常に多い海岸であり港湾設備を造るには適さないため、沖合約600mの地点に設けた取水塔から冷却用の海水を取込み、海底取水トンネルを通して発電所へ導くというものである（写真—1、図—1）。



図—1 5号機平面図

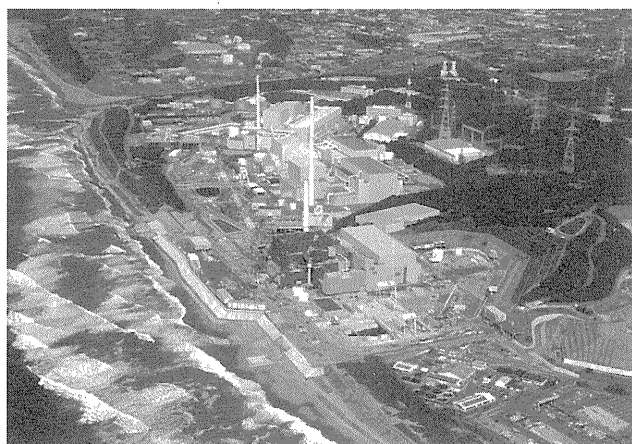
2. 取水塔工事概要

(1) 取水塔鋼殻製作、曳航据付け

取水塔は、直径23.6m、高さ18mの円柱形をしており、ほぼ中央部に中層取水をするための呑み口をもった、鋼殻とコンクリートで構築された構造物である。

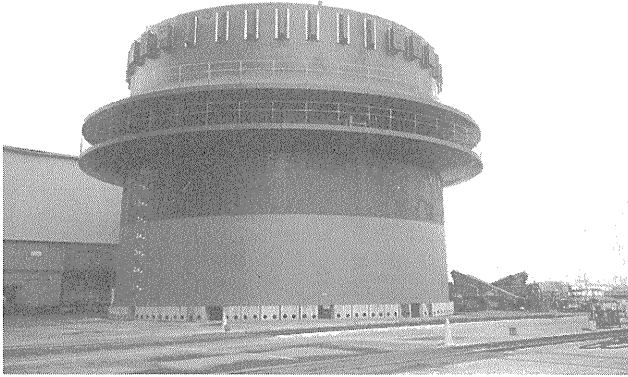
中層取水とは、海水面付近の放水口からの温排水や海底付近の砂を取込まないように水深の中間位置から取水する方式である。

鋼殻はNKK（現在、JFEエンジニアリング）清水工場で平成12年8月上旬～平成13年1月末までの約6ヵ月間で製作し、平成13年3月に3,000t起重機船を使い清水港から御前崎の中部電力専用岸壁まで曳航した。



写真—1 浜岡原子力発電所5号機建設状況（平成15年3月撮影）

中部電力専用岸壁では、発電所前面での海上作業に必要な種々の設備の取付け、一部コンクリート打設を実施し、据付けの準備を行った（写真—2）。



写真—2 取水塔鋼殻完成状況

その後、日本最大級の4,100 t起重機船を使い、約6時間をかけて発電所前面へ曳航し、据付けを行った。4,100 t起重機船での曳航時には、取水塔の重量が約5,200 tあったため、取水塔の一部を水中に入れ浮力を利用して曳航した（写真—3）。

また、据付け位置の海底については、不陸があったため、あらかじめ大型土のうに砕石を詰めた砕石マットを用いて、据付けレベル（T. P. -8.4 m）の不陸を整正した。



写真—3 曳航・据付け状況

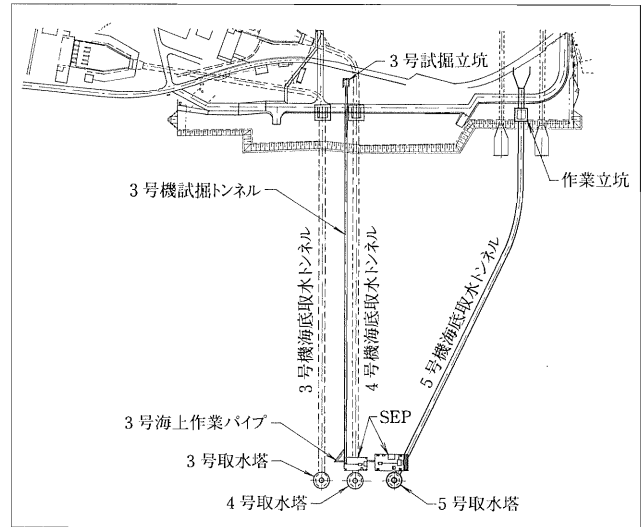
（2） 取水塔へのアプローチ

取水塔の設置される海上の遠州灘は、外洋に面して波が荒く、通船でのアプローチは確率が悪いので、3号機建設時に設置した3号試掘立坑、3号試掘トンネルと海上作業パイプおよび2台の作業台船として、非自航式の鋼製箱形船SEP（自己昇降式作業台船）を

使用し、SEPと海上作業パイプは栈橋で連結した。

SEPは、4本の脚を海底に着底させ、船体をジャッキにより持ち上げる構造となっている。

そのため、作業状況および海象条件によって高さ調整ができるようになっており、このSEP上に沈下掘削のための設備やクレーン等を搭載した（図—2）。



図—2 施工平面図

（3） 長距離打設および沈下掘削

据付け後、陸上に設置した圧送ポンプと試掘トンネル内に敷設した2系統の配管（約900 m）を使用し、約3,000 m³のコンクリートを3昼夜連続で打設した。これは、浜岡原子力発電所の前面が外洋の遠州灘で非常に波が荒い場所であるため、曳航据付けを完了した取水塔が、波浪によって移動することを防止するためである。コンクリート打設後の取水塔重量は約12,000 tにもなる。

その後、ニューマチックケーソン工法により沈下掘削（最大圧0.2 MPa）を行い、岩盤中に約6 m沈下



写真—4 沈下掘削状況

させ、平成13年5月29日に設置が完了した。

掘削ずりの搬出は、海上作業パイプのラダーシュート、3号試掘トンネル内のずりトロッコおよび3号試掘立坑のバケットを用いて搬出した（写真—4）。

3. コンクリート長距離打設計画

(1) 既設号機における打設方法

既設号機取水塔工事での長距離打設方法は、1号機を除いて基本的に同じであり、試掘立坑、試掘トンネル、海上作業パイプおよびSEPを利用し、陸上に設置した圧送ポンプ（3台）と3号試掘トンネル内に設置した中継ポンプ（3台）および3系統の配管によって実施した。

陸上のポンプおよび配管は、2系統を本設備、1系統を予備として、3昼夜連続打設を行った。

1号機については、試掘立坑がなかったため、SEPにバッチャプラントを設置し、打設を行った。

(2) 5号機における打設方法

5号機長距離打設では、長距離圧送ポンプの性能向上、スランプロスの低減、3号試掘トンネル内の作業環境悪化低減等を考慮して検討した結果、既設号機との変更点を以下のとおりとした。

- ① 中継ポンプを使用しない高性能圧送ポンプでの打設。
- ② 配管系統を2系統とし、予備系統を省略。
- ③ 打設配管において、3号試掘立坑直下のエルボ部上部へのシャッターバルブの設置。

高性能圧送ポンプは、プツマイスター製の定置式ポンプを3台設置した（うち1台は予備）。

このポンプは、1,000 mを超える長距離打設実績は多数あったが、3昼夜連続打設のような長時間連続運転の実績はなかったため、1台を

予備として設置した。

配管は、陸上から100 m区間を超高圧管、SEPまでの約680 m区間を高圧管、SEP上の約100 m区間を低圧管とし、配管閉塞防止用のため、3号試掘立坑下に高圧用シャッターバルブを設置した。

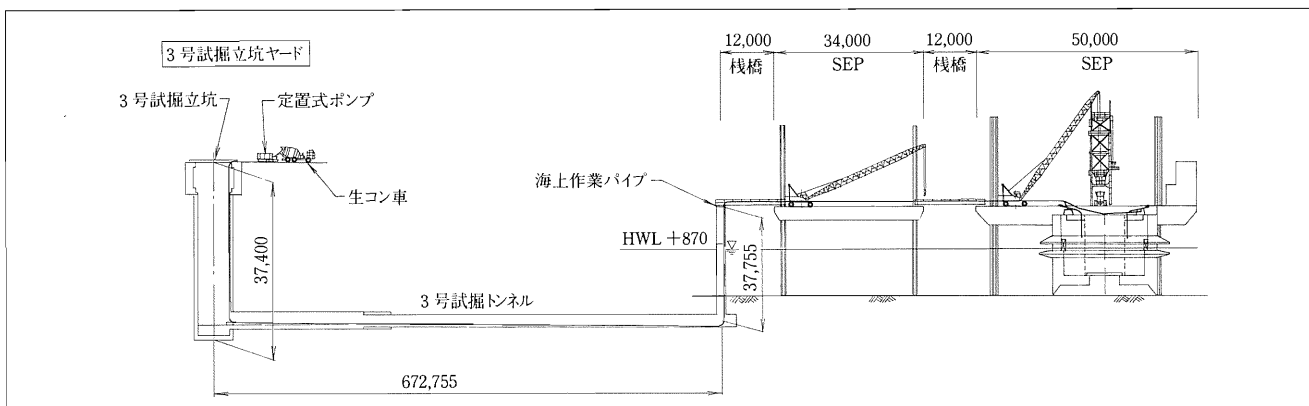
コンクリートの配合は24-21-25（高性能AE減水

表—1 コンクリート圧送ポンプ仕様

圧 送 ポ ン プ	
ダブルピストンポンプエンジン駆動式 BSA-2110 HP-D 定置式	
理論最大吐出圧	22 MPa
理論最大吐出量	76 m ³ /h
最小吐出量	10 m ³ /h
シリンダ径	φ200
ストローク長	2,100 mm
ピストン比	1.56
吐出口径	φ125
ポンプホッパ容量	900 L
駆動装置（ディーゼルエンジン）	
出力	214 kW
燃料	軽油
タンク容量	170 L
回転数	2,300 rpm
起動方法	バッテリー



写真—5 圧送ポンプ配置状況



図—3 長距離打設断面図

剤添加)とし、取水塔へは、2台のディストリビュータを使用して打設した(図-3、表-1、写真-5、写真-6、写真-7)。

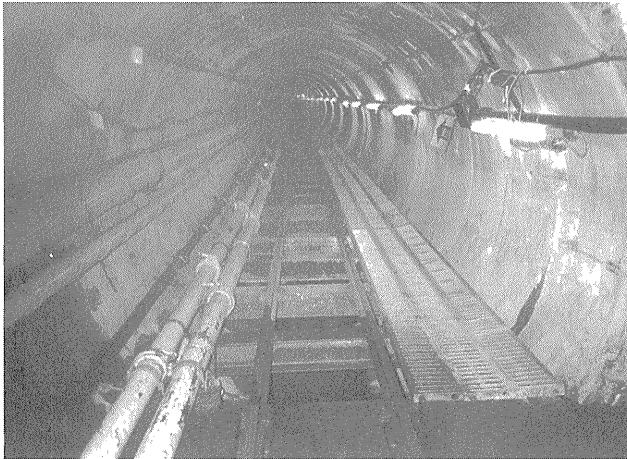


写真-6 3号試掘トンネル内配管状況



写真-7 SEP 上配管状況

リークの漏出がみられた(平成13年3月30日11時30分頃)。

No.1配管よりもNo.2配管のコンクリート漏出量が多かったため、No.2配管の圧送を停止し、溶接により亀裂を補修して、約20分で圧送を再開した。

その後、No.1配管もNo.2配管と同様に圧送を停止し(12時30分頃)、溶接によって亀裂補修を行った。No.2配管の2倍近い、約40分で補修が完了し、圧送を再開したが配管閉塞のため圧送不能となった。

閉塞部の調査をした結果、シャッターバルブ付近の配管部に閉塞がみられたため、配管をばらし、コンクリートを排出して配管しなおした(13時30分~15時頃)。

再度、圧送開始したところ、150m付近まで圧送可能であったが、それ以降の圧送が不可能となり15時50分にNo.1配管での圧送を断念した。

その後、No.2配管のみで打設を続け、途中、ポンプの故障による予備ポンプへの切替えというトラブルはあったが、予定より約6時間遅い、平成13年3月31日12時55分に2,934m³の打設を完了した。平均打設量は、44m³/hであった(図-4、写真-8)。

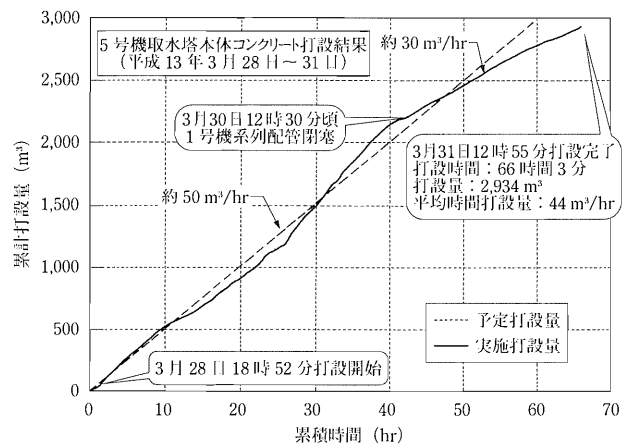


図-4 打設実績図

4. コンクリート長距離打設実績

平成13年3月28日の12時頃に取水塔据付けが完了し、その後、配管敷設、取水塔上の打設設備設置等の準備を行い、3月28日の18時52分から打設を開始した。

計画では、打設量をポンプ2台で50m³/hとし、約60時間(平成13年3月31日6時)で打設を完了させる予定であった。

累積時間40時間(平成13年3月30日11時)までは、予定打設量50m³/hとほぼ同じペースで順調に打設が進んだが、40時間を超えるころから、両システムのシャッターバルブと配管接続部に亀裂が入り、コンク



写真-8 配管閉塞状況

5. おわりに

中部電力浜岡原子力発電所5号機取水塔工事の長距離コンクリート打設は、中継ポンプを省略した陸上の定置式ポンプによる打設、予備配管を省略した2系統配管による打設等、既設号機とは若干異なる方法で施工した。

実績としては、配管の1系統閉塞、圧送ポンプの故障というトラブルはあったものの、約3,000 m³の長距離打設を完了する事ができた。

今後は、今回のトラブルを教訓にし、より確実な施工を実施したいと考えている。

最後に、長距離コンクリート打設の施工をしていただいた熊谷・白石共同企業体および関係各位に深く感謝の意を表します。

JCMA

【筆者紹介】

小川 泰司（おがわ やすし）
中部電力株式会社
浜岡原子力建設所
土木課
課長



東川 直樹（ひがしかわ なおき）
中部電力株式会社
静岡支店
総務部
担当副長



秦 弘和（はた ひろかず）
中部電力株式会社
浜岡原子力建設所
土木課
主任



発行—建設機械技術者必携 建設機械施工ハンドブック（改訂版）

建設機械による土木施工現場における監理技術者、専任の主任技術者、オペレータ、世話役、監督等の現場技術者、建設機械メーカ、輸入商社、リース・レンタル業、サービス業などの建設機械の技術者や、大学、高等専門学校、工業高等学校において建設機械と建設施工を勉強する学生などを対象として本書は書かれています。

今回、最近の技術動向、排気ガス対策、安全衛生管理体制、建設副産物、適正な施工体制等について最新の技術と内容をより充実させ、機械化施工における環境の保全、効率的な工事の施工が図られることを念頭に改訂編纂し出版しました。

建設機械技術者にとって必携の書でありますのでご案内申し上げます。

■掲載内容（三分冊）

- ・基礎知識編（土木工学一般、建設機械一般、安全対策・環境保全、関係法規）
- ・掘削・運搬・基礎工事機械編（トラクタ系機械、ショベル系機械、運搬機械、基礎工事機械）
- ・整地・締固め・舗装機械編（モータグレーダ、締固め機械、舗装機械）

■体 裁：A4判 全約910頁

■価 格：会 員 10,000円（消費税込）送料 600円
非会員 11,550円（消費税込）送料 600円

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8（機械振興会館） Tel.03(3433)1501, Fax.03(3432)0289