

大型ニューマチックケーソン工法の情報化施工による沈下掘削

北海道電力(株) 正会員 白戸伸明
 北海道電力(株) 正会員 立田泰輔
 西松建設(株) 正会員 村上孝夫
 北電興業(株) 正会員 鹿内賢司

1. はじめに

北海道電力(株)苫東厚真発電所4号機増設工事に伴う復水器冷却用水の循環水ポンプ室工事にニューマチックケーソン工法を採用した。¹⁾²⁾本ケーソンは、(1)掘削底面積が805m²の大型かつ重要な復水器冷却用水施設の構造物、(2)軟弱なシルト層(N値1~3)の沈下掘削、(3)複合基礎タイプの脚付きケーソン、さらに、(4)運転稼働中の発電所構内の近接施工等の特長がある。以下に、大型ニューマチックケーソン工法の情報化施工の内、ケーソン本体の位置・姿勢、躯体に作用する荷重および沈設結果について報告する。

2. ケーソンの構造および寸法

循環水ポンプ室は、復水器冷却用水の取水ポンプ(3100kW×2台)、制水ゲートおよびスクリーン等の各種機器が設置される重要な水路構造物で、上流はRC造の取水路、下流は鋼製の循環水管と接続するものである。ケーソンの構造図を図-1に示すが、平面形状は矩形、平面寸法は短辺が15.1~20.2m、長辺が40.2m、高さは20.2mである。基礎形式は、基礎杭に支持される複合基礎タイプの脚付きケーソンで、コンクリート量は約5,980m³である。

3. 地質概要

沈下掘削部の地質は、地表面からGL-6mまでが浚渫土砂による埋立土で礫混じり砂層(N値16~23)、以深GL-10mまでが細砂層(N値5~15)、以深GL-16mまでがシルト層(N値1~3)、以深GL-20m最終沈設高までが細砂層(N値3~10)である。

4. 沈下掘削

本ケーソンは、沈下深度17.25m、掘削土量15,895m³、地下水水位は-2.8m、最終沈設時の作業気圧は理論気圧で0.152MPaである。掘削方法は、有人による天井走行ショベル(0.15m³×6台)方式とした。

1~3ロットの構築は、沈下掘削開始前の静止状態の施工、4~6ロットの構築は沈下掘削と平行作業の施工である。

3ロット構築完了後の平成11年11月23日に沈下掘削を開始したが、平成12年1月25日沈下深度約10m地点において、周辺地盤の地中変位の増加により沈下掘削を一時停止、薬液注入による地盤補強後の3月14日に沈下掘削を再開し、平成12年5月16日に沈下掘削を終了した。沈下掘削は実動81日間(118方)で日平均沈下量は約21cm/日、方平均沈下量は約15cm/方であった。なお、コンクリート打設日は沈下掘削を休止した。

ケーソン沈下関係図を図-2に示す。圧力送気は、沈下深度3.55mより開始したが、沈下深度7mまでは作業気圧は理論気圧より小さく、それ以降は理論気圧とほぼ同様で、周面摩擦についても計測値は設計値とほぼ同様で、全工程に亘り計画どおり自然沈下で施工した。

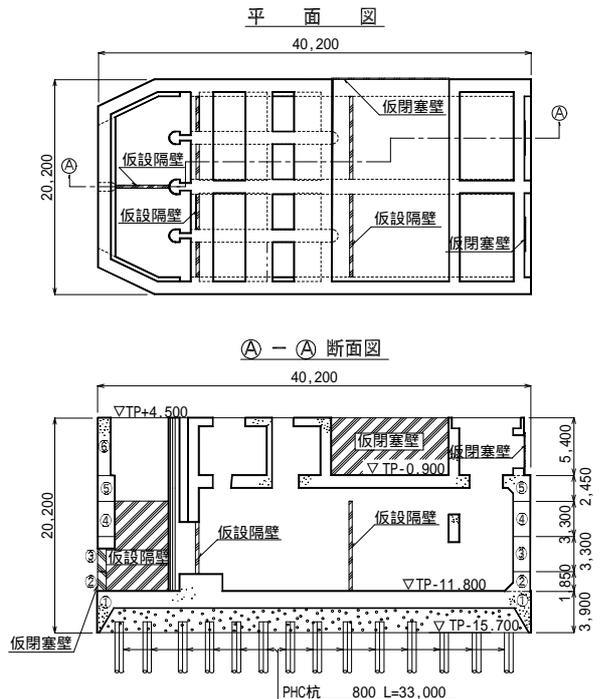


図-1 ケーソンの構造図

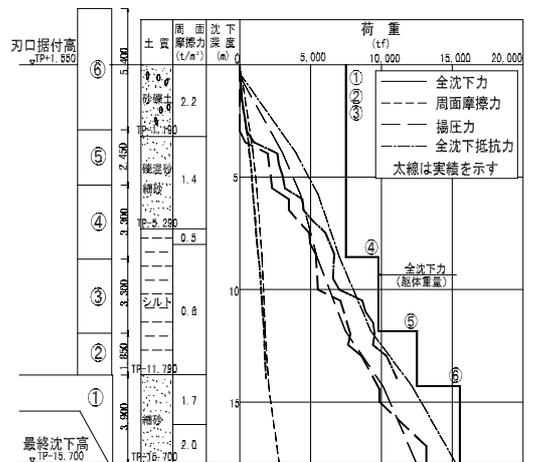


図-2 沈下関係図

キーワード：ニューマチックケーソン、近接施工、情報化施工、沈下掘削、沈下の挙動

北海道電力(株) 土木部 〒060-8677 札幌市中央区大通東1丁目2番地 TEL 011-251-1111 FAX 011-251-0425

5. 計測計画

計測は連続計測とし、管理値超過時の警報システムを備えた設備とした。計測データは、計測管理室にてパソコンで集中管理し、連続画像表示するシステムとした。また、掘削作業室には、ケーソン本体の傾斜データのモニターを表示し、沈下状態を直接現場で確認できる体制とした。計測計画を表 - 1 に示す。

6. 計測結果

6. 1 刃口反力, 周面摩擦, 壁面土圧

刃口反力, 周面摩擦, 壁面土圧を図 - 3 に示すが、刃口反力は、全体的に設計値に比べかなり大きめの値となった。この要因として、掘削開口率の増加, 掘残し部分の地盤の乱れにより刃口底面が鉛直荷重を支配的に支承した, または、刃口下の締固め効果等が考えられた。

周面摩擦は、ほぼ設計値と同様で、壁面土圧については、長辺 A だけが設計値とほぼ一致した。長辺 A を除く、3 辺は既設構造物, または、隣接工事に伴う影響により理論土圧が作用せず小さい値になったと考えられる。

6. 2 沈下, 傾斜, 偏心

ケーソンの沈下速度・傾斜・偏心を図 - 4 に示すが、沈下の初期段階において、最大傾斜が長辺方向で 1/80, 短辺方向で 1/73, 長辺方向の最大傾斜発生時には最大 10cm/分(60cm/時)の急激沈下が発生した。また、最大偏心量は長辺方向が 82mm, 短辺方向が 83mm であった。なお、偏心量は刃口位置における移動量である。

本ケーソンは、地層構成の不揃い, 軟弱な地質, 各ロットの図心と重心の偏心かつ各ロットのコンクリート打設量が大きい等、沈下に伴い更に急激沈下および傾斜等の発生が懸念されたので、掘削作業室内に、大型土のうおよびパイプ等の支保工の設置, 一部水荷重による掘削地盤のプレロードを行いながら、沈下掘削を実施した。

傾斜, 偏心の防止および修正により、沈下終了後の傾斜は長辺方向が 1/4370, 短辺方向が 1/1010, 偏心は長辺方向の AD・BC 側が共に DC 側へ 63mm, 短辺方向の DC 側が CB 側へ 20mm, AB 側が DA 側へ 10mm(回転

動), 沈設高さは設計高 - 7mm でポンプ室の機能上の要求精度を満足した。

長辺方向の DC 側への偏心は、DC 側の縁切り鋼矢板が隣接する取水路工事の土留め(高さ 2.25 m)を兼用しており偏土圧が作用する、また、この方向へ地層が流れ目になっている等が考えられた。短辺方向の CB 側への偏心は前述の長辺 A の壁面土圧の影響が考えられた。

7. おわりに

本ニューマチックケーソンは、大型かつ重要な復水器冷却施設の構造物, 軟弱なシルト層における沈下掘削, 脚付きケーソン, 近接施工等の施工条件下において、情報化施工を実施し、既設構造物に影響を及ぼすことなく、また、循環水ポンプ室の機能上の要求精度を満足し施工を無事完了した。

最後に、本施工にあたって、ご指導, ご協力を頂いた関係各位に深く感謝の意を申し上げる次第である。

【参考文献】

- 1) 佐藤賢次; 白戸申明; 立田泰輔. ニューマチックケーソン工法による循環水ポンプ室の施工. 電力土木. no.291, 2001, p56-60.
- 2) 白戸申明; 立田泰輔; 村上孝夫; 鹿内賢司. 大型ニューマチックケーソン工法の地盤水平変位予測と計測結果. 土木学会第 56 回年次学術講演会講演概要集.

表 - 1 計測計画

計測対象	計測項目	計測機器	点数
位置・姿勢	ケーソン沈下	絶対沈下計	1
	傾斜	設置型傾斜計	2
	偏心	トランシット	4
躯体に作用する荷重	刃口反力	刃口反力計	4
	周面摩擦	周面摩擦計	4
	壁面土圧	壁面土圧計	4
	地下水位	間隙水圧計	1
	函内気圧	気圧計	1
周辺地盤	地中水平変位	多段式傾斜計	2
	鋼矢板水平変位	トランシット	3
近接構造物	傾斜	設置型傾斜計	1
	鉛直変位	レベル	3
	水平変位	トランシット	3

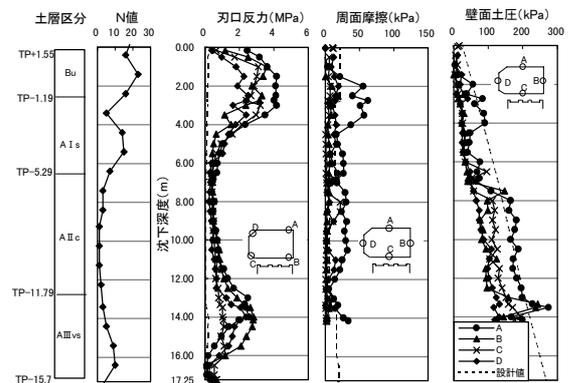


図 - 3 刃口反力・周面摩擦・壁面土圧

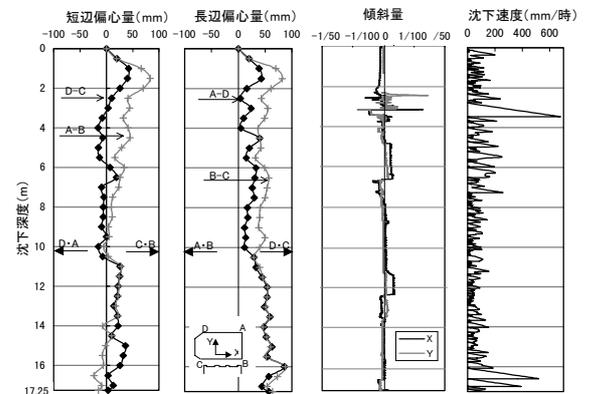


図 - 4 ケーソン躯体の沈下速度・傾斜・偏心