

VI-36

原町火力発電所の復水器冷却水路系放水路トンネル工事 におけるNATMの施工実績と計測結果について

東北電力(株)原町火力発電所建設所 正会員○佐々木明
原町火力発電所新設工事第2工区共同企業体(加盟) 石賀 裕

1. はじめに

東北電力(株)原町火力発電所1, 2号機の復水器冷却水路系は、発電所専用港内から海水を取水し、港外へ水中放流するもので、このうち放水路は、工程の確保、経済性、地質状況などの諸条件より図-1に示すトンネル方式を採用している。

本報告では1号機放水路トンネル（延長573m、内径4.7m）におけるNATMの施工実績と施工に行った観察・計測の概要について報告する。

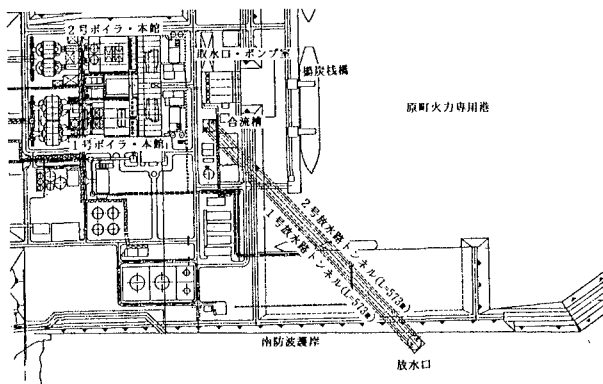


図-1 発電所平面図

2. 地質の概要

発電所一帯の地質は、新第三紀後期鮮新世の堆積岩であり、仙台層群の大年寺層に相当している。トンネルの掘削部分の地山は、ボーリング調査の結果から、S.P.-3m～-45m（S.P.：相馬ポイント）の範囲でシルト岩が分布しS.P.-45m以深にはシルト質砂岩が分布している。シルト岩の一部には数cm～1m程度の固結または未固結の砂岩および凝灰岩の挟在層がほぼ連続して分布しており、1/75～1/100程度の上り勾配で沖方向に傾斜している。未固結砂層の一部は帯水被圧し、粒度が均一である。

3. トンネルの設計

FEM解析での変形予測や坑壁発生応力などの検討から、NATMでの掘削を可能と判断し次のように設計した。①海底面からトンネル掘削径の3倍の土被りを確保する。②切羽面で未固結挟在砂岩の出現を避けるとともに天端からの距離を3～4m程度を確保する。③運転開始後のメンテナンスを考慮して放水口側へ向かって上り勾配とする。トンネル断面図を図-2に示す。

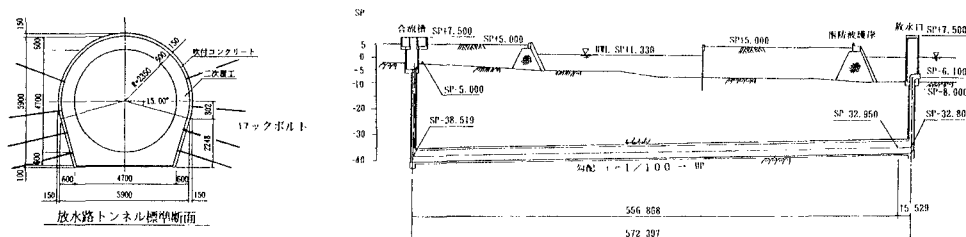


図-2 放水路トンネル断面図

4. 施工の実績

放水路トンネルの掘削は、上部半断面先進工法を採用し合流槽側立坑からの片押しにより施工した。施工では、上半部掘削にロードヘッダ、下半部掘削にバックホウを用い、掘削ブリの積込みにサイドダンプ、トンネル内運搬にバッテリーロコ牽引の鋼車、トンネル外搬出に門型クレーンを用いた。上半部で最大日進6mであり、最大月進は約90mであった。NATM支保は、表-1に示す標準

支保パターンとしたが、トンネル本工事に先立って実施した試掘坑調査の結果から、天端沈下および内空変位ともに管理基準値（どちらも12mm）以内であったこと、ロックボルト軸力も最大2 t程度であったことから、天端部分のロックボルトを省略して施工した。

5. 観測・計測の結果

(1) 坑内観察調査

切羽ごとに切羽の地質状況を観察した。その結果、ボーリング調査から推定したシルト岩中の挟在砂層はトンネル全長に亘ってほぼ予測どおりの位置と規模で出現したが、その性質および層厚はほぼ一様で、地山の変化は見られず切羽は常に自立していた。また、シルト岩の節理もほぼトンネル全長に亘って出現した。間隔は1.0～1.5 m程度であったが、数cmから十数cmと密な節理（帯水節理）も2か所存在した。切羽の代表的な観測記録を図-3に示す。

(2) 湧水調査

最大全湧水量は、約750 l/minであり、工事には特に支障はなかった。また、湧水に海水が含まれていないか確認するため電気伝導度を測定した。測定結果は、1～1.5 mS/cmであり、ほぼ淡水（陸水）であると判断した。

(3) 天端沈下、内空変位測定

天端沈下と内空変位を掘削長30m毎に1回の間隔で測定した。その結果、上半部、下半部とも掘削開始後10日程度で沈下と変位はほぼ落ち着くことがわかった。最大天端沈下量は9 mm、最大内空変位量は7 mmで、管理基準値の12mmを越えることはなかった。一例を図-4に示す。

(4) 先進穿孔調査

トンネルの掘削に先立ち切羽より50mの水平長孔の穿孔を行い、スライムの状況、湧水量、電気伝導度を調査した。その結果、最大湧水量 5.5l/min/mを記録する帯水節理を事前に予測することができた。この区間については、地質の変化が認められないこと、3 m程度の短区間であることなどから、補助工法なしで施工を行った。なお、本トンネルは全長に亘り、薬液注入などの補助工法なしで掘削を終えている。

6. あとがき

本報告は、放水路トンネルとして海底面下のN A T Mに挑戦した過去に施工例の少ない工事であったが、無事掘削を終了することができた。

現在、1、2号機の放水路トンネルとも放水口側立坑の覆工を一部残してすべて完成している。

なお、1号機の通水は、本年6月を予定している。

表-1 トンネル標準支保パターン

トンネル掘削径	6.2m
吹付コンクリート	150mm (7-チ部・側壁部)
ロックボルト	長さ2,500m, ctc1.5m
鋼製支保工	H-125, ctc1.5m

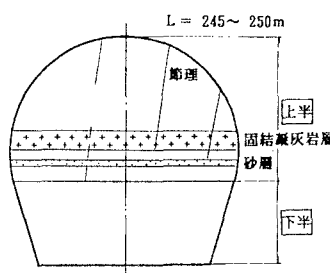


図-3 切羽観察記録

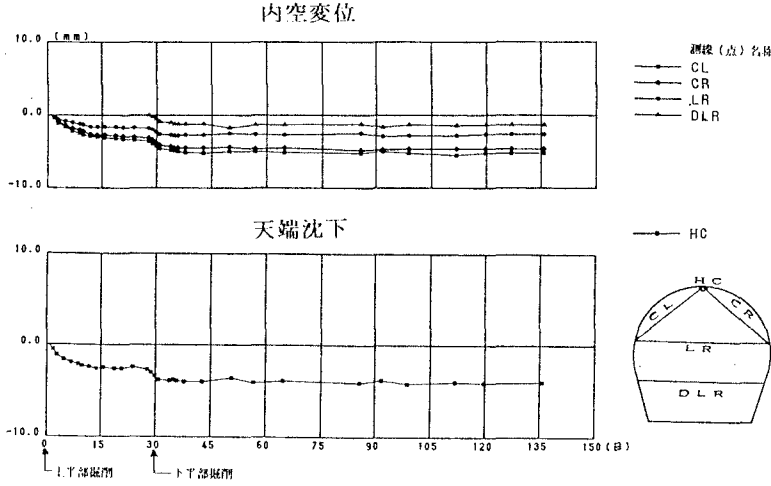


図-4 天端沈下および内空変位の経時変化(合流側側立坑から200m)