

海水ポンプ室の大型開削に伴う山留め設計及び岩盤変形挙動について

東北電力 原町火力準備本部 正員 狩野 義郎
 東北電力 女川原子力発電所建設所 正員 千田 寿一

1. はじめに

女川原子力発電所一号機における海水ポンプ室は全体がOP14.800m(TP14.056m)の整地盤以下に造られ、長さ82.1m、幅26.8m、高さ24.8mの大きな構造物である。ポンプ室構築地点はOP30~50mの尾根の先端部を大きく切り取り造成された平坦部の端に位置しており、片側に法面が切迫している。また法面と反対側には重量物を運搬するための工事用道路が隣接している。従って経済性、工事工程の観点から岩盤掘削は、反巻コンクリート、ロックアンカー、PCアンカー等の岩盤補強を行ないながら大々的な直堀りによる開削を行なった。また、みだされぬ岩盤面に構造物を岩着できることが原子力構造物の耐震設計上有利なものとなった。

本報告は、山留め設計の為に行なった岩盤挙動予測解析と、工事に平行して行なった岩盤挙動観測結果について述べるものである。

2. 岩盤挙動予測解析

工事に先立ち、有限要素法に基づく粘弾性逐次解析手法により掘削解析を行なった。計算に用いる物性値は岩盤試験などの諸試験結果に基づき表-1に示す値とした。掘削解析は等方性解析とし、地層を表土から10mあきにI、II、III層とした。なおクリップの影響は考慮しなかった。

図-1に最終掘削ステップにおけるゆるみ領域及び変位を示す。ゆるみ領域は法面側で最大6m、道路側で最大8m、はらみ出し量は法面側で最大15.3mm、道路側で最大15mmの値となった。

3. 計測項目及び位置

表-2に計測項目を、図-2に測定計器配置を示す。

表-1 計算に用いた物性値

項目	岩盤物性値		
	I	II	III
変形係数 D_v / m	5,000	20,000	50,000
ポアソン比 ν_v	0.40	0.35	0.30
せん断強度 C_v / t/m^2	10	20	30
内部摩擦角 ϕ_v	20	23	25
単体体積重量 γ_v / t/m^3	2.2	2.4	2.6

表-2 測定項目の概要

項目	測定器具	測定点数
地中ひずみ	地中ひずみ計	2ヶ所 46点
岩盤変位	岩盤変位計	12ヶ所 36点
	トランシット	6ヶ所
アンカー緊張力	PC荷重計	12ヶ所

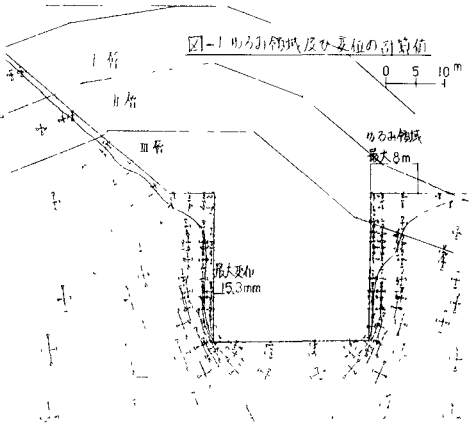
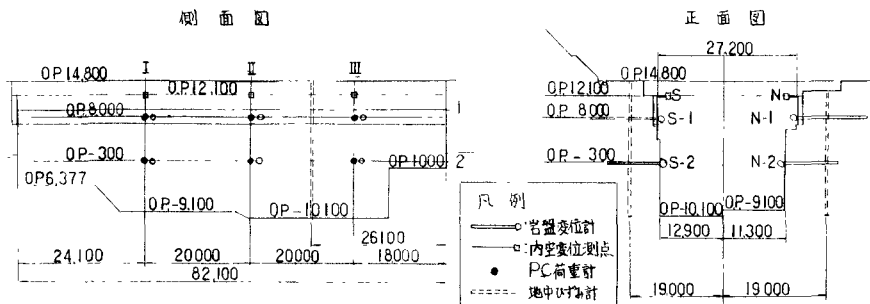


図-2 測定計器配置図



4. 計測結果

(1) 岩盤変位

掘削による側壁岩盤の挙動を測定するため、3断面、上下2段に岩盤変位計を設置した。図-3に岩盤変位測定値の一部を示す。また、トランシットにより側壁上部の内空変位を3断面について計測した。図-4に内空変位の観測値の一部を示す。

岩盤変位計による計測結果は、最大4.15mm(Ⅲ-N-I)とかなり小さい値をとっている。内空変位の最大値はⅡ-Nで27mm、他は12~15mmの値をとっている。

(2) PCアンカー緊張力

PC荷重計により掘削に伴うPCアンカー緊張力の変化を計測した。図-5にPCアンカー緊張力測定値の一部を示す。

PCアンカー緊張力は位置によりばらつきがあるが、掘削終了時にはほとんどの場合1/7程度の荷重減少を示している。

(3) 地中ひずみ分布

側壁岩盤の変形曲線の相対的な目安として、パイプひずみ計により地中ひずみ分布を計測した。最終掘削時におけるひずみ分布曲線を図-6に示す。

法面側では天端付近で最もひずみ量の大きい三角分布を示し最大値は 1×10^{-3} (深度3m)である。それに対し道路側では側壁中間付近が最大となり、最大値は 7.5×10^{-3} (深度17m)である。

5. おわりに

内空変位量が比較的計算値に適合しているのに対し、変位計計測値が小さい値をとっている。しかし両者の変位量の最大値は当初予測した計算値とほぼ同じ値を示し、従って構造物の設計施工上十分安全な対応を可能とした。

本地点は砂岩、頁岩の互層となっており、岩級はC₄、C₅級の硬岩であるが、節理の発達したクラッキーな岩盤であることがわかった。従ってこの種の構造物の設計にあたっては今後さらに検討を進める必要がある。

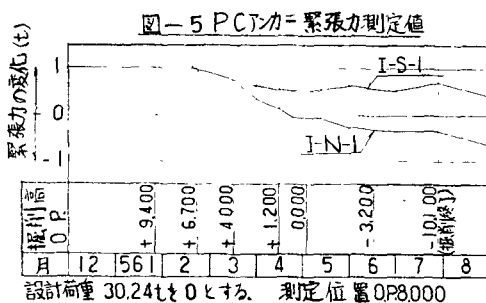
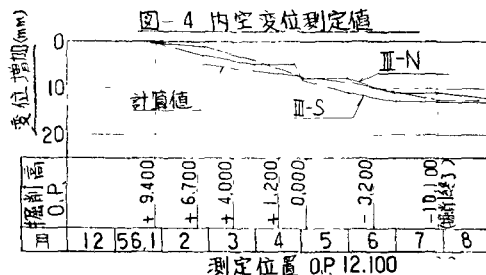
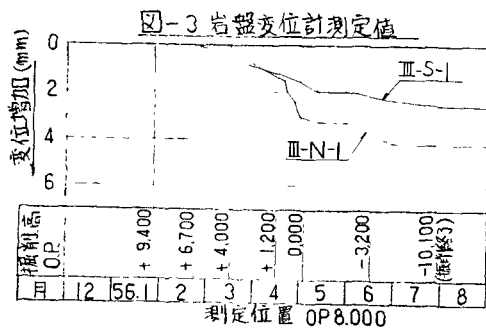


図-6 地中ひずみ分布曲線

