

オニ沼沢地下発電所 掘削時の周辺岩盤の挙動について

東北電力 本道寺、新水ヶ静発電所建設所 正会員 柴田 一成

1. はじめに

オニ沼沢発電所は、阿賀野川水系只見川の中流部に位置する既設宮下調整池を下池とし、この右岸側台地にある沼沢湖を上池とする最大出力46万KWの揚水式発電所である。

本発電所の地下空洞は、高さ約47m、幅約26m、延長約97mで、容量は約100,000³mに達する。

このような大規模地下空洞の工事においては、いったん周辺岩盤の崩壊が生じると大事故につながる危険性だけでなく、その復旧に多大な費用と工期を必要とすることになり、最悪の場合には、地点を放棄せざるをえないことにもなる。

したがって、事前に周辺岩盤の物性値を調査し、その結果に基づき挙動を予測するとともに、工事中には挙動を観測し、地下空洞の安定を逐次確認しながら掘削を進めなければならない。

本報告では、オニ沼沢発電所の挙動予測とその観測結果について述べるものである。

2. 空洞掘削解析

工事の実施に先立ち、有限要素法に基づく粘弾塑性逐次解析手法により掘削解析を行った。

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。

図-1に最終掘削ステップにおける、ゆるみ領域および変位を示す。

ゆるみ領域は、アーチ部で最大約3.5m、側壁部で最大約7m、

はらみ出し量(壁面での絶対変位)は、アーチ部で最大約15mm、

側壁部で最大約18mmの値となった。

表-1 計算に用いた物性値

項	目	岩盤物性値
変形係数の初期値	D_0 (t/m ³)	1,000,000
ポアソン比の初期値	ν_0	0.25
せん断強度の初期値	τ_0 (t/m ²)	143
引張り強度の初期値	σ_0 (t/m ²)	14
クリープ係数	α	0.1
クリープ係数	β (day ⁻¹)	10.0

3. 計測項目と位置

表-2に計測項目を、図-2に測定計器配置図を示す。

4. 計測結果と計算値の比較

(1) アーチ上部岩盤の挙動

アーチ掘削前に、調査掘坑から上下に岩盤変位計を設置し、アーチならびに本体掘削によるアーチ上部岩盤の挙動を観測した。

図-3にアーチ上部岩盤変位計測値の一部を示す。流下はアーチリンクカット終了時点で最大値を示し、それ以降はせり上りの傾向を示している。

各測点とも計算値より大きな変位

表-2 計測項目の概要

測	種	測定項目	測定対象	測定回数	測定回数
アーチ部	変	変位	変位計	5回	5回
	コンクリート	圧縮力	圧力計	2回	2回
	岩	せん断力	せん断力計	2回	2回
側壁部	コンクリート	圧縮力	圧力計	2回	2回
	コンクリート	せん断力	せん断力計	2回	2回
	コンクリート	せん断力	せん断力計	2回	2回
取	取	取	取	取	取

図-1 ゆるみ領域および変位の計算値

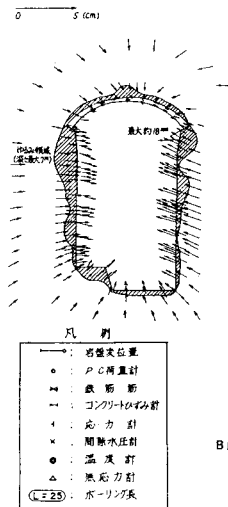
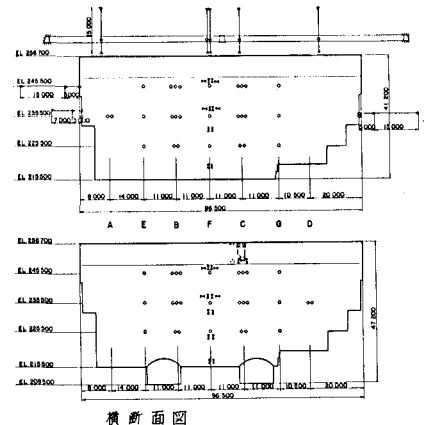


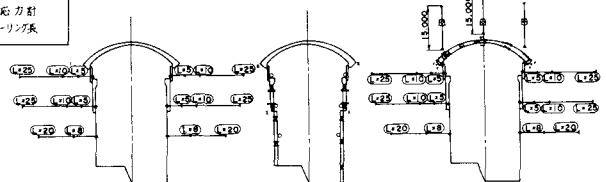
図-2 測定計器配置図



B断面図

F断面図

C断面図



を示しているが、変位は調査横坑の天端とインバート間に集中しており、計算では考慮しなかった調査横坑が変位を大きくする要因になっているものと思われる。

(2) アーチコンクリートの挙動

アーチコンクリート内には、歪計、応力計、鉄筋計、無応力計および温度計を設置し、掘削によるアーチコンクリートの挙動を観測した。

図-4にアーチコンクリート応力測定値の一部を示す。測定値は、本体掘削開始時点をもととして整理した。

半径方向では最大 5 kg/cm^2 の引張応力を示したが、軸方向ではすべて圧縮応力であった。

圧縮応力は下縁が大きく、特に鉄管路側下縁では $12/1 \text{ kg/cm}^2$ の値を示した。この値は、打設終了時点をもととすると 167 kg/cm^2 に達した為、応力解放法（コンクリート表面にストレッチャーを貼った後、周囲にスリットを入れて解放歪を測定し応力を推定する）により断面の追加計測を行ったが、他の断面では $1/2$ 以下の応力であった。この結果から埋設計器位置での応力が大きいのは、その上部で調査横坑が交差しており、局部的に岩盤のゆるみが大きいためであると推察された。

(3) 側壁岩盤の挙動

本体掘削による側壁岩盤の挙動を測定するため、乙断面、上下3段に岩盤変位計を設置し、さらに岩質不良ヶ所に追加設置した。

図-5に側壁岩盤変位計測定値の一部を示す。

また、コンバージェンスメジャーを用いて4断面、上下2段の内空変位測定も行った。

図-6に内空変位測定値の一部を示す。

相対変位は、計算値よりも大きな値を示した測点が多く、C断面放水路側（EL 235.5）で最大値 16 mm （計算値 7 mm ）を示した。B断面では、水圧管路側（EL 235.5）で最大約 12 mm （計算値 7 mm ）であった。

内空変位は、比較的計算値と適合している。このことは、計算値よりも発電所深部では変位が小さく、比較的浅い部分の変位が大きくなっているものと推定される。

5. おわりに

実測結果が解析結果よりも若干大きな傾向となった原因の一つとしては、本地点の場合節理が多く、クラッキーな岩盤であるために、岩盤の変形に節理の開口の影響が入ってきたことが考えられる。

節理岩盤の物性、解析などについての解明はまだ十分でなく、今後研究を進める必要がある。

図-3 アーチ上部岩盤変位計測定値

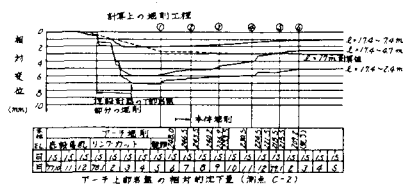


図-4 アーチコンクリート 応力測定値

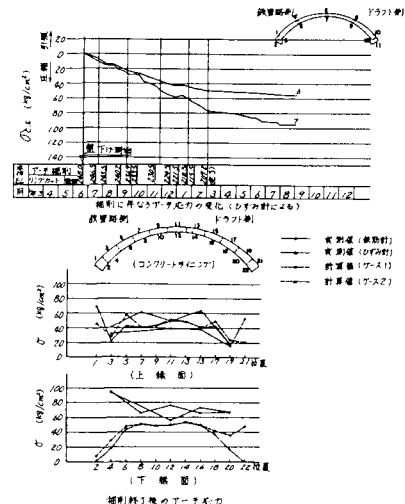


図-5 側壁岩盤変位計測定値

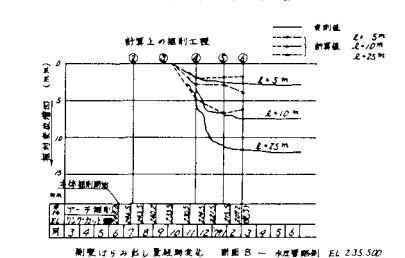


図-6 内空変位測定値

