

本川発電所地下空洞掘削時の周辺岩盤の挙動について

四国電力(株) 中島 弘
 四国電力(株) 正員 ○武山正人
 四国エシヤル(株) 森 康英

1. まえがき

地下発電所のような大空洞を掘削する場合重要な問題は、綿密なる地質調査と岩盤物性値の評価およびそれらにもとづく地下空洞周辺岩盤の挙動の把握にあると思われる。これにおいては、四国電力(株)が現在建設中である本川発電所(純揚水式 60万kW, L 98m x W 24.3m x H 47.4m)の地下空洞掘削時に観測された空洞周辺岩盤の挙動実績をもとに、F.E.M.による推定値との比較検討を行ない地下空洞の安定性について考察を行なった。

2. 地質・計測項目

本川発電所建設地点の地質は、主に泥質片岩(黒色片岩)よりなり、硅化が著しく微褶曲にとんでいる。走向はほぼE-W方向、傾斜は0~30°南落ちとなっており、地下発電所近傍においては大半がCH級以上の堅硬な岩盤で、湧水もなく安定した状況と呈している。この岩盤の諸物性は表-1に示す。地下空洞掘削時の施工管理を主目的として以下項目の計測を実施した。

表-1 岩盤物性値

項目	物性値	備考
ROD	67.3~75.2%	
傾斜目録度	6.6~10.1本/m	
ルジオン値	0.04~0.27 LU	
コア密度	2.74	
コア強度	101~831 kg/cm ²	
弾性係数	10.4~18.9 × 10 ⁹ kg/cm ²	ジャキテスト C値
せん断強度	C=32±14 kg/cm ² φ=47°±11°	ジャキテスト C値
初期応力	σ ₁ =92, σ ₂ =55, σ ₃ =49 kg/cm ²	オーバー コアリング

- A-4上部岩盤の鉛直方向相対変位の測定
- 側壁岩盤の水平方向相対変位の測定
- 地下空洞周辺岩盤のひずみ分布の測定
- コンバーゼンスメジャーによる内空変位測定
- PCアンカーの緊張力の測定
- A-4・コンクリート内の応力測定(ひずみ・鉄筋応力・継目・温度)

3. 計測方法

図-1 断層・シームのステレオプロット (N=497)

A-4上部岩盤の変位測定は図-2に示すようにA, B, Cの3断面で実施し、l=30m, 5m間の垂直相対変位測定を行なった。変位計はA-4部頂設導軌より中76mmボーリングを実施し、アンカー部はバックグラウトにより定着を行ない、変位伝達はステンレスロッド(φ10mm)を用いた。側壁岩盤の水平変位測定はA-4部測定断面に対応し計5断面(A, B, C, D, E)で実施し、側壁の上部(A-4・パット部)と中間部に当る二平面に配置した。変位計は地下空洞を取り囲むトネルより中87mmパーカッションドリルにより穿孔し、2段および3段式変位計を設置した。

地下空洞周辺岩盤のひずみ分布測定は、ひずみ計を50mmピッチに連結し、ボーリング孔にグラウトにより埋設設置した。測定範囲は地下空洞掘削面より10mの範囲とした。内空変位の測定はコンバーゼンスメジャー(Interferometer)を用いて行ない、PCアンカーの緊張力の変化は、アンカープレート部にロードセル(50t用, 100t用)を設置して測定を行なった。図-4にその計測システムブロック図を示す。

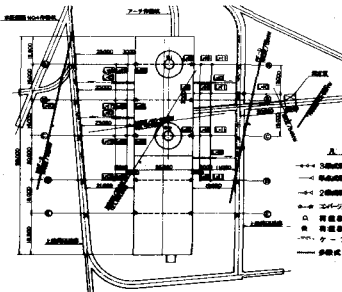


図-2 測定計器設置平面図

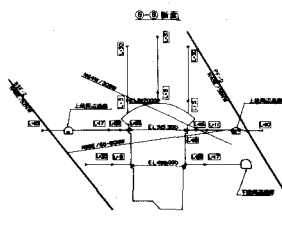


図-3 測定計器設置断面図

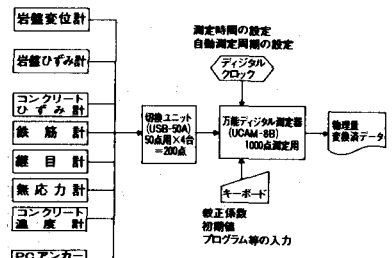


図-4 計測システムブロック図

4. 計測結果（昭和55年3月現在）

アーチ部上部岩盤の変位は、アーチリングカットの切羽が測定点より9m程度に近づくとも明瞭な沈下傾向を示し切羽の影響を受けていることがわかった。変位量はアーチクラウン部で最大8%~10%、アバット部で3%~5%程度の沈下変位となった。この変位量は大半がアーチリングカット時に発生しており、特にクラウン部においては約95%がそれである。また、アーチアバット部においては65%程度がアーチリングカット時に発生しており、クラウン部より岩盤のゆるみは少ないと推定されるが、以後の空洞本体盤下げ掘削にともない徐々にゆるみの進展がおこるものと考えられる。

側壁岩盤の水平変位は、図-6に示すように盤下げが約17m完了した時点（昭和55年3月）で4%~5%のはりみ出しが測定されている。現在、昭和55年6月完了を目標に空洞本体の盤下げを継続中であり、今後の測定データを待ちたい。地下空洞周辺岩盤内に設置した9段式岩盤ひずみ計は、空洞掘削にともない、 -800×10^{-4} (圧縮) ~ 600×10^{-4} (引張) の測定値を示しており岩盤内には引張ゾーンと圧縮ゾーンとが分布していることが判明している。

5. 考察

現在の地下発電所空洞の掘削の進捗状況は、掘削量 ($V=9000m^3$) で約85%、掘削高さ ($H=47.4m$) の7%程度である。現在まで種々の計測を実施した結果を用いて、F.E.M弾塑性解析による周辺岩盤の挙動予測との対比を行なった。図-7、図-8に知結果を示す。この計算に用いた物性値は表-2に示す。

アーチクラウン部の変位については、(1) $l=30m$ 間の変位実測値は3断面ともに良好な一致を示しており、ほぼB級岩盤 (B_1, B_2) の解析結果に相当する。

(2) $l=5m$ 間の変位実測値はどれもばらつきが大きく解析結果とは合わない。これは局所的な地質の影響 (断層・シーム) が大きいと思われる。

側壁部の変位は解析結果と良好な一致を示しており、ほぼB級岩盤 (B_1, B_2) の解析結果に相当している。

物性値	C_m 級	C_{m1} 級	B_1 級	B_2 級
変形係数 D_{01}	8	12	20	20
変形係数 D_{02}	6	8	10	15
ポアソン比 ν_{01}	0.25			
せん断強度 τ_{01}	17.3	25.9	32.4	46.7
せん断強度 τ_{02}	8.7	13.0	16.2	23.3
クリープ係数	$\alpha=0.7, \beta=1.0$			

表2 解析に用いた物性値

NO.2 岩盤変位計変位量図

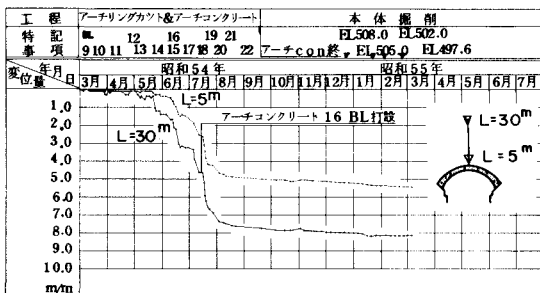


図-5 アーチ部上部岩盤の変位測定結果

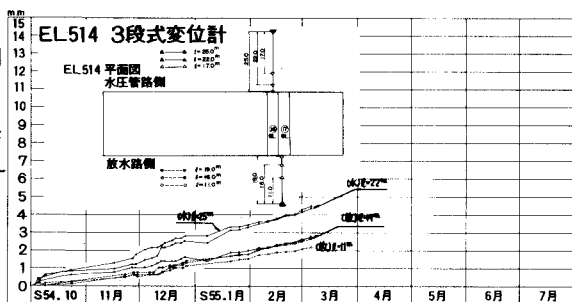


図-6 側壁部岩盤の変位測定結果

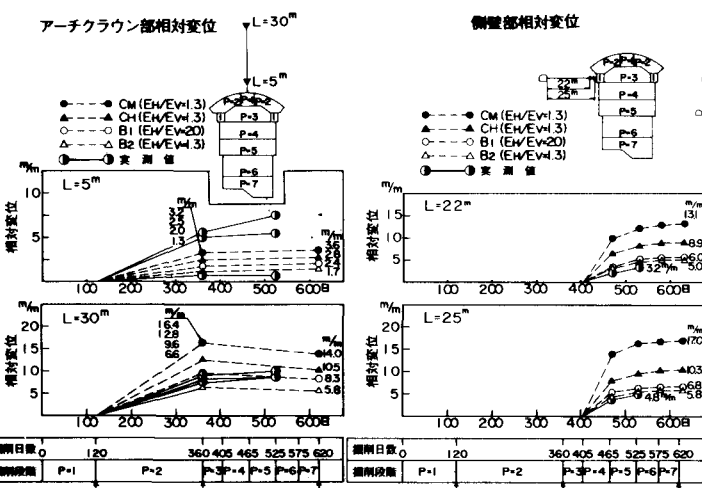


図-7 アーチ部の変位比較

図-8 側壁部の変位比較