

(株) 間組 技術研究所 正会員 ○蓮井 昭則

同 上 正会員 山下 亮

1. まえがき

トンネルや地下発電所などの地下空洞の施工において、周辺岩盤の現状把握や掘削の進行による変化を予測し、施工管理におけるフィードバックを行なうことは、安全性や経済性の面から重要である。トンネルはもとより、特に地下発電所のように大断面でアーチ部から数十mにもおよぶ本体掘削(盤下げ)が行なわれるような場合、掘削が進むとアーチ部や側壁部の補修、支保変更が困難となる。そのため、補修、支保変更が容易にできる段階で、将来施工が進んだ時点での地下空洞周辺岩盤の変化がある程度予測できることは大きな意義をもつ。

また最近では、現場での計測変位を用いて逆解析を行ない、地下空洞周辺のひずみ分布を推定し、その結果得られたひずみの大きさと破壊ひずみを対比させることにより、計測を施工管理にフィードバックさせる方法も提案されている。

本研究では、地下発電所の盤下げによる変位、ひずみの予測方法の1つとして、アーチ部掘削時の計測結果をもとに逆解析を行なった。そして得られた等価な材料定数、初期地圧を入力値として弾性の掘削解析を更施し、地下発電所の盤下げに伴う変位、ひずみを推定し実測値と比較、検討を加えた。

2. 解 析

解析に際して次のような仮定をもうけた。

- ① 等方等質の線形な応力-ひずみ関係を有する地山
- ② 地山の初期地圧は巨視的にとらえて一定
- ③ 垂直方向の初期地圧は土液り圧に等しい
- ④ ポアソン比 $\nu = 0.3$

なお、構造物は素掘りとする。

解析の手順はアーチ部掘削時における計測変位より逆解析を行ない、次に示す初期地圧と等価な弾性係数の比を求める。

$$\left\{ \sigma_{x0}/E, \sigma_{y0}/E, \tau_{xy0}/E \right\} \quad (1)$$

ここに、 σ_{x0} は水平方向初期地圧、 σ_{y0} は垂直方向初期地圧、 τ_{xy0} は初期地圧のせん断成分、 E は等価な弾性係数である。

次に仮定③と(1)より各々の定数を決定し、これを入力値として実施工の掘削過程を考慮した弾性解析によって掘削過程ごとの変位ひずみの変化状況を推定した。

解析は同規模のきのこ型断面を有するA、およびB発電所の実測地中変位を用いて行なった。図-1に地中変位計の設置位置を示し表-1に各発電所の大きさ、岩種などの諸元を示す。

表-1 各発電所の諸元

	長さ	巾	高さ	岩種	岩の比重	土液り圧
A発電所	95m	24m	47m	流紋岩	2.5	150m
B発電所	89	29	48	花崗岩	2.6	440

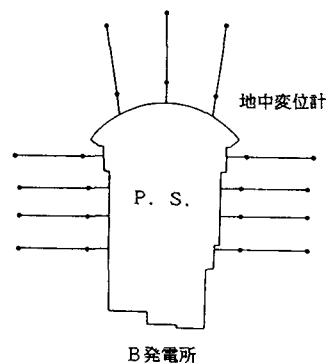
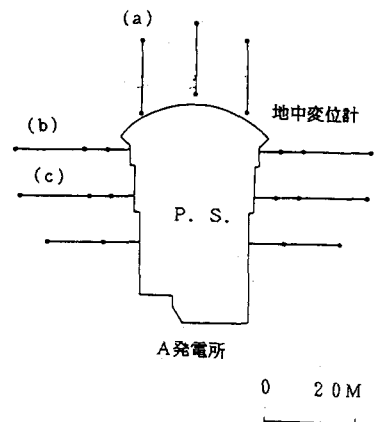


図-1 地中変位計設置位置

なお、A発電所のアーチ部の地中変位計はアーチ部掘削前に試掘横坑から設置されており、掘削によって生じる全変位が計測されている。一方、B発電所ではアーチ部掘削後に計器を設置し計測を開始している。

3. 解析結果

本体の盤下げ直前のアーチ部計測変位より逆解析を行ない推定したせん断ひずみ分布を図-2に示す。これをもとにA発電所での本体を半分掘削した時点および掘削がほぼ終了した時点での解析によるせん断ひずみ分布を図-3に示す。

また、図-1に示したA発電所の地中変位計(a)の設置から掘削終了までの実測値と解析結果を図-4に、地中変位計(b)、(c)のそれを図-5に示す。

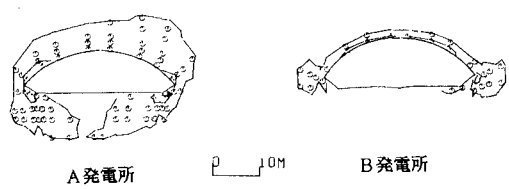


図-2 せん断ひずみ分布
 ○ 0.10---- 0.20
 △ 0.20---- 0.30
 * 0.30---- %

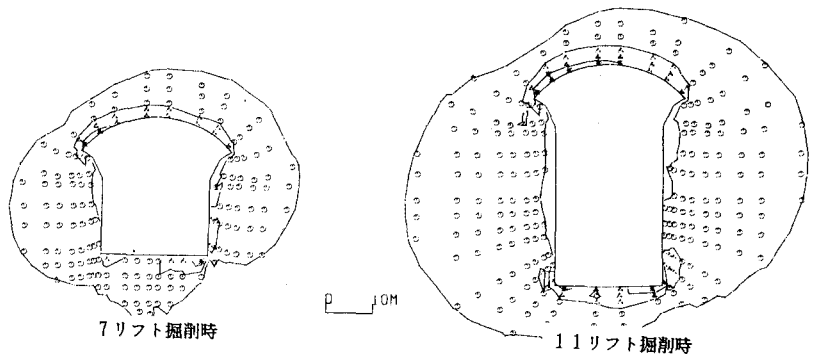


図-3 推定せん断ひずみ分布 (A発電所)

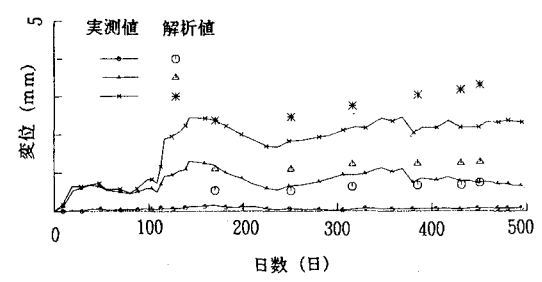


図-4 アーチ部変位計経時変化 (a)

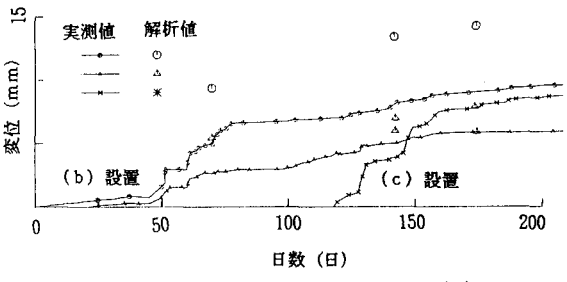


図-5 側壁部変位計経時変化 (b)、(c)

4. あとがき

A発電所の例における解析結果は実測値と比較して、工学的にはほぼ満足できるものと思われる。しかし、全体的に推定変位が1~数mm大きく解析されており、竪工やロックボルトなどの施工による影響の差が現われていると思われ、今後は施工過程を考慮した掘削解析についても検討したいと考えている。また、B発電所での解析結果、比較については当日発表する。

参考文献

- 1) 桜井春輔, 武内: トンネル掘削時における変位計測結果の逆解析法, 土木学会論文報告集No.337, 1983
- 2) 世一英俊, 蓮井: 地下空洞掘削時における側壁部の変形管理基準について, 第38回土木学会年次学術講演会, 1983
- 3) 桜井春輔, 蓮井, 清水: 掘削手順を考慮したトンネルの有限要素解析, 建設工学研究所報告第24号, 1982