

Ⅲ-B214 大規模地下空洞掘削時の側壁岩盤挙動に及ぼす不連続面の影響の検討

関西電力 正会員 吉田 次男

ニュージェック 正会員 平川 芳明* ○ 森 聡*

1. はじめに

岩盤内の不連続面の影響で、その周辺の応力状態やひずみ分布が不連続になることが、実験や原位置測定を通じていくつか報告されている^{1), 2)}。筆者らは、大規模地下空洞掘削時に側壁岩盤の挙動を観察・計測し、不連続面の存在に起因する岩盤挙動を解析的に検討した。

2. 計測概要

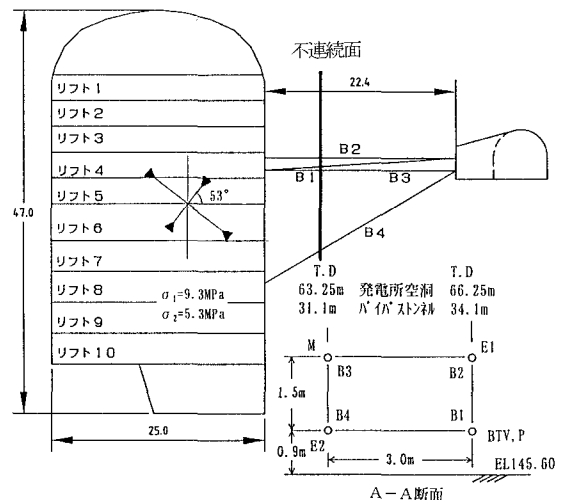
測定の対象とした地下空洞は、関西電力の奥多々良木増設発電所の地下発電所空洞（以下、空洞）である。空洞の土被りは、約 210～280mであり、空洞の断面形状は、弾頭型で、幅 25m、高さ 47mである（図-1）。

放水路側の空洞壁面から約 22m離れて先行掘削された併設トンネル（以下、トンネル）より、空洞に向けて、合計4本のボーリング孔（B1～B4）を穿孔した。B1～B3孔は水平孔であり、B1孔は裸孔とし、挿入型の沈下計³⁾を用いて、鉛直方向の相対変位を測定した。B2孔には岩盤変位計を埋設して、水平方向の相対変位を測定し、B3孔には鉛直ひずみ計²⁾を埋設して、掘削に伴う鉛直方向のひずみ増分を測定した。また、B4孔は斜め方向に配置し、岩盤変位計を埋設して、斜め方向の相対変位を測定した。計測開始時期は、図-1中のリフト2の掘削が完了した時点である。測定対象領域の岩盤は、生野層群に属する流紋岩から成り、電中研式岩盤分類でC_H級の良好な岩盤である。岩石の一軸圧縮強度は、185Mpa 程度、RQDは、60 程度である。

3. 計測結果とその考察

掘削の進行に伴う鉛直ひずみ増分の分布の変化を図-2に示す。トンネル壁面を基準とした場合の鉛直方向相対変位の分布を図-3に示す。図中の横軸の深度は、いずれも空洞壁面からの深度である。

鉛直ひずみ増分の分布は、リフト4掘削時以降では、空洞壁面～約 4.0mの区間で伸張側の値を示し、空洞壁面から 4.0～7.0mの区間では大きな圧縮側の値を示した。そ



孔番号	孔径	角度	測定項目	記号
B1	86mm	水平	BTVによる孔内観察	BTV
			鉛直方向相対変位測定	P
B2	76mm	水平	水平方向相対変位測定	E1
B3	66mm	下向き 4°	岩盤内微小ひずみ測定	M
B4	76mm	下向き 30°	斜方向相対変位測定	E2

図-1 空洞形状と計測位置

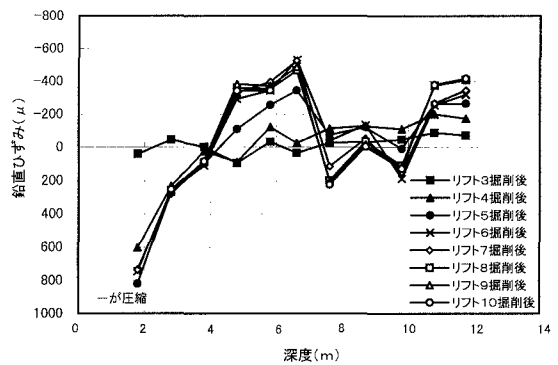


図-2 鉛直ひずみ

キーワード：大規模地下空洞，不連続面，現場計測，ひずみ，変位，不連続体解析

連絡先：*〒542-0082 大阪市 中央区 島之内 1-20-19 TEL 06-245-4901

れ以深の 7.0～10.0mの区間で若干の伸張、10.0m以深の領域では若干の圧縮側の値を示した。一方、鉛直方向相対変位の分布は、空洞壁面から 2～7mの区間では、沈下傾向を示し、7～12m区間では隆起傾向を示した。それ以外では、顕著な変化は認められない。

これら2種類の計測結果はいずれも、空洞壁面より約 7m付近で深度方向に不連続な分布形状を示している。そこで、その原因を検計するために、空洞掘削完了後に、鉛直ひずみを測定したB3孔をリボーリングし、BSSによる孔内観察を実施した。その結果、深度約 7mの位置に石英脈の開口亀裂（開口幅約 0.5mm）が観察され、かつ、この亀裂の空洞側の岩盤が、鉛直方向に沈下していることが確認された。なお、この開口亀裂は、計器埋設時（リフト2掘削時）のBSS観察結果では、密着した石英脈であり、B1～B4孔でそれぞれ観察されていた。

4. 解析的検計

上記の不連続面が空洞側壁岩盤内の挙動に及ぼす影響を検計するため、不連続体解析（個別要素法、解析コード: UDEC）による空洞の掘削解析を実施した。不連続面の形状と初期応力状態は、図-1に示したとおりであり、表-1に示す解析条件で解析を行った。

解析の結果得られた鉛直方向のひずみ増分の分布を図-4に、鉛直方向相対変位の分布を図-5に示す。図より、解析結果と計測結果の分布形状と絶対値は、良好な一致を示していることがわかる。特に、①不連続面の存在によりひずみ分布や変位分布が不連続になる傾向、②応力再配分の影響で空洞壁面近傍岩盤内の鉛直ひずみが掘削の進行に伴って伸張方向になる傾向、③掘削の進行に伴って、不連続面より空洞側で沈下、不連続面より深部側で隆起がそれぞれ促進される傾向、などである。

5. まとめ

不連続面の存在により、空洞周辺岩盤内の変位分布やひずみ分布が不連続になることが、原位置測定結果をもとに解析的に実証された。また、掘削に伴う応力再配分の影響で岩盤内に生じる鉛直方向ひずみの変化の傾向や鉛直方向の沈下・隆起の傾向が、解析的にも検証された。

【参考文献】

- 1) Gaziev, E. G. et al : Stress and Strains in anisotropic foundation (model studies), Sympo. Soc. Int. Mecaniques des Roches, Nancy, 11-1, 1971.
- 2) 打田ら：微小な鉛直ひずみの測定による大規模地下空洞掘削時の岩盤挙動の検計，土木学会論文集，No.554/III-37, 19-30, 1996.12.
- 3) 吉田ら：孔内挿入型の鉛直方向相対変位測定装置の開発と原位置への適用，トンネル工学研究論文・報告集，第6巻，pp.275～278, 1996.11.

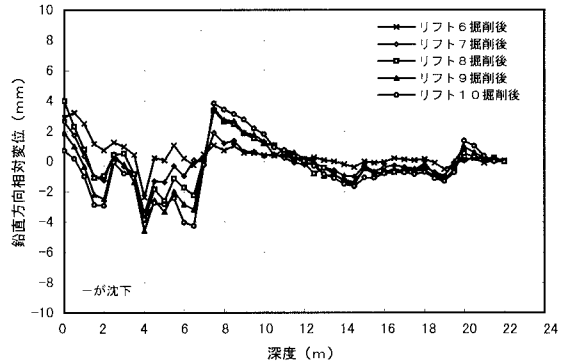


図-3 鉛直方向相対変位

表-1 入力物性値

[不連続面]	物性値	備考
せん断剛性 K_s (MPa/m)	490	室内試験により評価
垂直剛性 K_n (MPa/m)	4900	せん断剛性の 10 倍
粘着力 C (MPa/m)	0.01	室内試験
内部摩擦角 ϕ (°)	26	室内試験
[基質部]	物性値	備考
弾性係数 E (MPa)	16000	事前解析(岩壁試験下段)
ポアソン比 ν	0.25	事前解析(既往データより仮定)

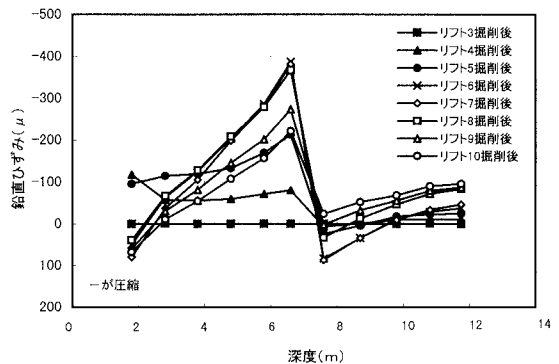


図-4 鉛直ひずみ(解析値)

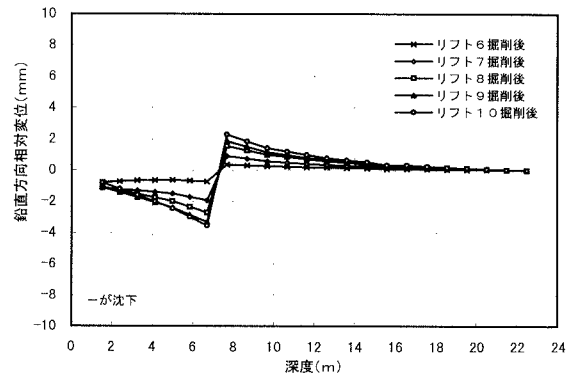


図-5 鉛直方向相対変位(解析値)