

(III-36) 葛野川発電所地下空洞の MBC 解析と計測結果との比較

○東京大学 学生員 大西 淳一
千葉工業大学 正 員 吉田 秀典
東京大学 正 員 堀井 秀之

1. はじめに

岩盤内に地下空洞を掘削する際、その空洞の設計・施工を経済的・合理的に行うためには、岩盤の挙動をとらえた空洞掘削解析手法の確立が不可欠となる。吉田・堀井は岩盤挙動の支配的メカニズムをジョイントの変形と捉え、ジョイントを多数有する岩盤に対して、マイクロメカニクスに基づく連続体理論 (MBC モデル) を構築し、任意の岩盤構造物に対する解析手法を開発した¹⁾。

これまで MBC モデルを用いて、断面形状がきのこ型の東京電力塩原発電所の発電所空洞¹⁾、断面形状が弾頭型の関西電力大河内発電所の発電所空洞²⁾および東京電力葛野川発電所の模擬空洞³⁾に対して空洞掘削解析を行っているが、計測結果と比較してどれも妥当な結果となっている。本研究では、空洞形状がたまご型である東京電力葛野川発電所地下空洞の掘削解析を行い、MBC 解析の適用性の検討を行った。

2. 葛野川発電所の概要と解析パラメータ

東京電力葛野川地下発電所は、幅 34m×高さ 54m×長さ 210m のほぼ卵型の空洞である。発電所空洞は土被りが約 450m～500m の地下に位置しており、その空洞軸はほぼ南北方向と一致している。

図 1 に節理密度分布を示したが、発電所長軸に直交する EW 系の節理群は、掘削による空洞側壁のはらみだしなどに関してはその影響は小さいと考え、発電所長軸とはほぼ平行な NS 系の節理群 (解析断面に対して左落ち 80 度、右落ち 70 度の 2 セット) を解析で考慮する卓越ジョイントセットとした。ジョイントの平均間隔については、現場の露頭調査でも場所によってバラツキが大きいため、種々の値を用いて解析を行った。その他のジョイントのパラメータは過去の計算例¹⁾²⁾³⁾を参考にして決定した。その一覧を表 1 に示す。

卓越するジョイントを除いた、連続体として取り扱われる基質岩盤の弾性定数 E に関しては、文献⁴⁾を参考にして決定した値 (400,000kgf/cm²) と、平板載荷試験の結果を参考に決定した値 (100,000kgf/cm²) の 2 ケースについて報告を行う。また、ポアソン比は 0.25 と仮定して用いた。

初期地圧に関しては、現場で計測された値を発電所横断面内の応力に変換して、 $\sigma_z=125$ kgf/cm²、 $\sigma_w=113$ kgf/cm²、 $\tau_{wz}=3$ kgf/cm² を初期地圧として、解析 (2 次元平面ひずみ) に用いた。

支保工としては、PS 工のみを考慮に入れ、解析における PS 工の導入方法、及びその単位面積当りの導入力、剛性は実際の施工にしたがった。

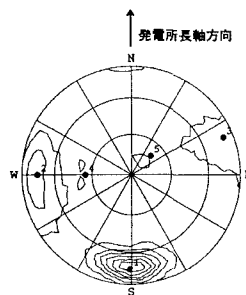


図 1 節理密度分布図 (南半球投影)

表 1 ジョイントの物性パラメータ

傾斜	左落ち 80 度	右落ち 70 度
走向	空洞軸に平行	空洞軸に平行
有効長さ	10.0 m	10.0 m
平均間隔	2.0 m	0.5 m
摩擦角度	30 度	30 度
起伏角度	10 度	10 度

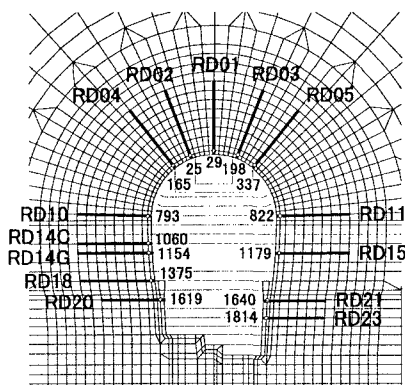


図 2 掘削断面と岩盤変位計設置位置図

3. 有限要素解析

解析は実際の施工に合わせ、全断面の掘削を20の段階に分けて行った。掘削解析ステップ(点線)と岩盤変位計設置位置(実線)を図2に示した。

15ベンチ掘削後の岩盤の地中変位量の計測結果と解析結果の比較を行った。紙面の都合により、図2に示した変位計のうち、空洞天端付近の計器番号RD02、中腹付近のRD14C、RD15の測線における比較結果を図3から図5に示した。空洞天端部(図3)では、弾性係数 $400,000\text{kgf/cm}^2$ (ジョイントを考慮せず)の方が計測結果とよく合っているのに対し、空洞中腹部(図4、図5)では、弾性係数 $100,000\text{kgf/cm}^2$ (ジョイントを考慮)の方が計測結果との一致をみた。

図2に示した変位計のうちRD14CとRD15の測線における岩盤の壁面変位量の解析結果の経時変化を、計測結果(CC断面)と併せて図6と図7に示した。RD14Cでは、解析結果と計測結果がよく一致している。RD15では、変位の絶対値が一致していないものの、変形の様子を概ね表現できている。

参考文献

- 1) 吉田, 堀井. マイクロメカニクスに基づく岩盤の連続体モデルと大規模空洞掘削の解析, 土木学会論文集, No.525/III-34, pp.23-41, 1996.
- 2) 吉田, 堀井, 打田. MBCモデルによる大河内発電所模地下空洞掘削の解析, 土木学会論文集, No.537/III-36, pp.39-56, 1996.
- 3) Yoshida H., Horii H. and Uno H. Micromechanics-Based Continuum Theory for Jointed Rock Mass and Analysis of Large-Scale Cavern Excavation, *Proceedings of Eighth International Congress on Rock Mechanics*, pp689-692, 1995.
- 4) 日比野, 吉田, 堀井, 工藤. トンネル掘削時の計測結果を用いたMBC解析における解析パラメータの同定方法, 第28回岩盤力学に関するシンポジウム(掲載予定), 1997.

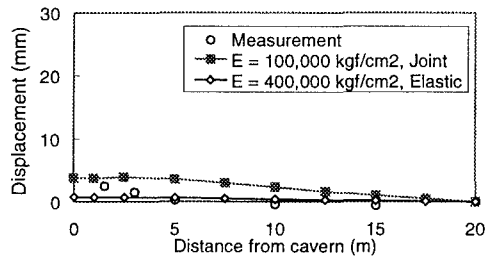


図3 地中変位(15ベンチ掘削後/計測線 RD02)

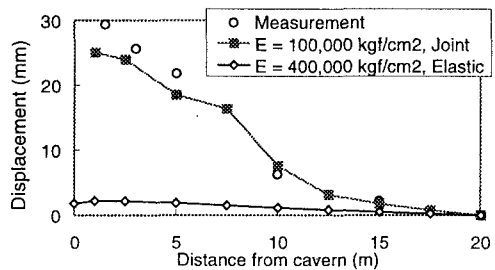


図4 地中変位(15ベンチ掘削後/計測線 RD14C)

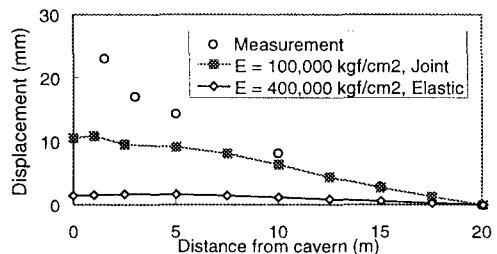


図5 地中変位(15ベンチ掘削後/計測線 RD15)

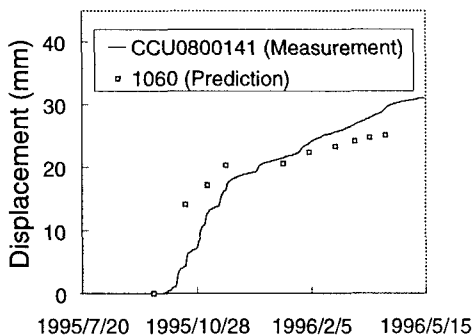


図6 壁面変位の経時変化(計測線 RD14C)

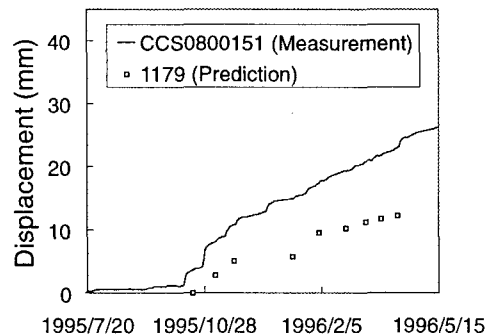


図7 壁面変位の経時変化(計測線 RD15)