

III-92

不連続性岩盤内空洞の簡易設計法について

(株) 青木建設 正会員 永井哲夫
正会員 國村省吾
正会員 ○池尻 健

1. はじめに

不連続性岩盤内に大規模地下空洞を合理的に建設する場合、掘削にともなう空洞周辺岩盤の力学的挙動を的確に予測して安定性を評価すること、その結果にもとづき支保の所要数量を決定することが設計においては重要な課題である。しかし、実際には解析的手法により空洞周辺岩盤の力学的挙動を予測することが困難であるため、経験的手法に頼らざるを得ず、必ずしも合理的な設計がなされているとは限らない。そこで本研究では、事前設計を対象とした簡易設計法の構築を目的として、既設揚水発電所地下空洞に関する施工実績について各種の文献調査を行った。その結果、ひずみ比と地山強度比または支保内圧比、ロックボルトの打設密度と支保内圧比に対してそれぞれよい相関が得られたので、これらの相関関係にもとづいた簡易設計法の提案を行う。

2. 簡易設計法の概要

過去30年余りの各種文献調査を行った結果、不連続性岩盤内で生じている不連続体的挙動は巨視的に捉えると岩盤と等価な連続体の挙動により評価できることを明らかにした¹⁾。その連続体的手法に基づいて新しいパラメータを定義しデータ分析を行った結果、パラメータ間の相関関係¹⁾から最大変位量、支保内圧およびロックボルトの打設密度に対してそれぞれの推定式が得られた。それらを用いることにより、建設地点、空洞形状および支保形態などの条件に対して、岩盤挙動の予測をし所要支保内圧およびロックボルト数量をある程度推定できる簡易設計法が構築できそうである。そのフローを図-1に示す。この推定に必要な条件としては、側壁高さおよび土かぶり圧は空洞形状および位置から、岩盤限界ひずみは岩石一軸圧縮強度試験から、岩盤一軸圧縮強度はその岩盤限界ひずみから容易に求められる。それらを入力すればそれぞれの支保形態での最大変位量が容易に求められることが分かる(式(1), (2))。さらに、ひずみ比と支保内圧比の相関関係から支保内圧、その支保内圧比からボルト密度が容易に求めることができる(式(3), (4), (5))。

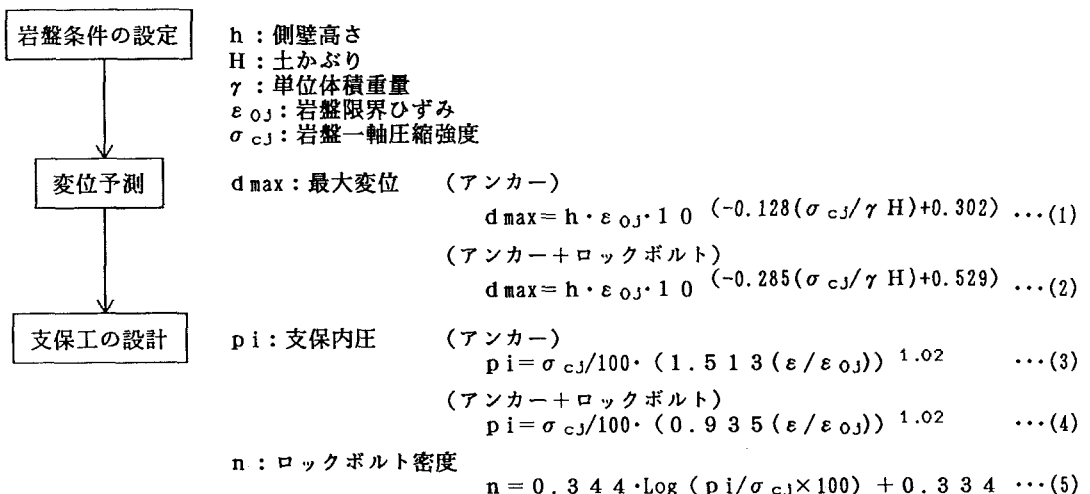


図-1 簡易設計法のフロー

3. 最大変位量の推定

ここで提案する簡易設計法により推定した最大変位量と実測値との比較を行う(図-2)。ある程度のばらつきがあるものの比較的良好に一致していることがわかる。また、施工において不安定となった地点に対しては過小評価となる傾向がある。つぎに、FEMによる地下空洞の事前解析結果と実測値を比較する(図-3)。ここで取り上げた解析方法は岩盤を等方性とした粘弾塑性解析である。実測値の最大変位量が小さい地点に対しては解析結果は過大となり、実測値が大きい地点に対しては変形に追従できず小さいものとなる傾向にある。これは、解析において不連続面の影響を考慮した上で解析を行う必要があることを示している。以上のことより簡易設計法によってもFEMによる解析とほぼ同様な結果が得られることがわかる。しかし、ここでのFEM解析の場合、入力物性値の決定方法が不明確であり画一化されたものはないことが問題である。

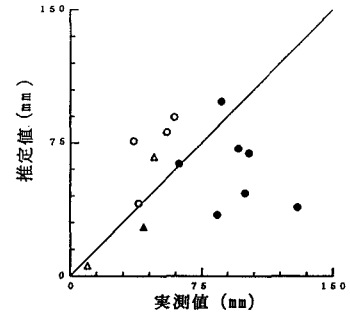


図-2 最大変位量の推定値と実測値

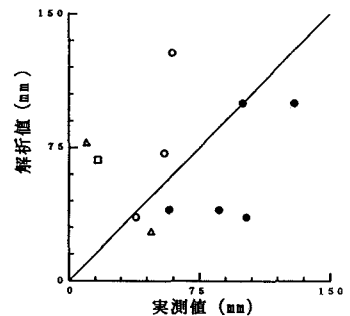


図-3 事前解析結果と実測値

4. 支保工の設計

支保内圧とロックボルト密度を簡易設計法(式(3), (4), (5))により推定した結果と初期設計との比較を行う(図-4, 図-5)。支保内圧は初期設計値がやや大きな見積りとなるが、推定値と初期設計値はほぼ同様な結果となる。次に、ロックボルトの密度についても、初期設計値がわずかであるが過大となっているが、推定値と初期設計はほぼ同様な結果となる。

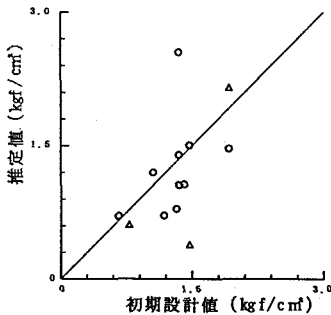


図-4 支保内圧の推定値と初期設計値

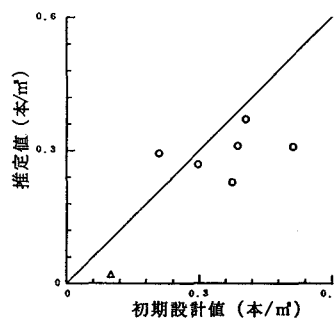


図-5 ボルト密度の推定値と初期設計値

- 火成岩 安定
- 火成岩 不安定
- △ 堆積岩 安定
- ▲ 堆積岩 不安定
- 変成岩 安定

5. まとめ

ここで提案する事前設計を対象とした簡易設計法は、入力データ数も少なく、またそれらの設定についても特別な調査・試験を必要とせず通常行われている試験の結果を入力値とするものであり、誰にでも容易に扱えるのである。さらにより詳細な設計を行うには、不連続性岩盤の挙動を支配する不連続面とそれを補強するボルトの相互作用を定量的に評価し、それを取り込んで、ボルトにより補強された不連続性岩盤と等価な連続体の構成式²⁾を取り入れた解析方法が有効であると考えられる。

【参考文献】

- 1) 永井哲夫・國村省吾・池尻 健: 不連続性岩盤内空洞の支保工としてのロックボルトおよびアンカーの評価方法, 第25回岩盤力学に関するシンポジウム, pp. 356-360, 1993.
- 2) 永井哲夫: ロックボルトにより補強された不連続性岩盤の力学的挙動に関する研究, 神戸大学学位論文, 1992.