

Ⅲ - B147 地下空洞におけるケーブルボルトの設計法に関する検討

大林組 正会員 武内 邦文
同 上 正会員 中岡 健一

1. はじめに

工費低減や工程短縮上有利なケーブルボルトを PS アンカーに代わって地下空洞の主たる支保工として採用するには、その支保効果を把握するとともに、PS アンカーと整合性のとれた設計法を整備する必要がある。ケーブルボルトはロックボルトと同じく全面接着型で緊張力を導入しないため、一般的な FEM 等によりトラス要素などでモデル化して解析してもその支保効果を定量的に評価するのは困難である。¹⁾

本論文では、地下空洞支保にケーブルボルトを採用することを念頭に、その設計解析手法として不連続体解析である個別要素法(UDEC)を適用した場合の設計法を立案し、その問題点等を試算を通して検討した。

2. ケーブルボルト設計法の検討

地下空洞におけるケーブルボルトの設計法を図-1に示す。この方法は PS アンカーとの整合性を考慮したもので、すなわち PS アンカーの設計を従来通り実施し、緊張導入力が必要でない場合のみケーブルボルトで代替できる可能性があるものとした。そして、一般の FEM 解析の限界を考慮して、設計解析手法としては個別要素解析 UDEC を採用し、また代表的な想定すべり岩塊についても不連続面としてモデル化することとした。

3. 検討用解析モデルと解析条件

試算に用いた解析モデルを図-2に示す。このモデルの空洞アーチ部は緊張力 45t のアンボンド PS アンカー、側壁部にケーブルボルトを打設し、円弧すべり岩塊も不連続面と仮定している。Case 1 はすべり岩塊のみ、Case 2 はその上部にキープブロックが存在する場合、Case 3 は岩塊が細分割されている場合であり、表-1 がその他の解析入力条件である。

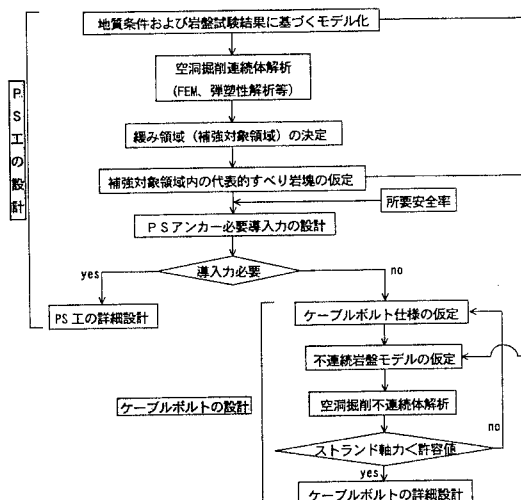


図-1 ケーブルボルトの設計法案

☐ : 不安定岩塊ブロック

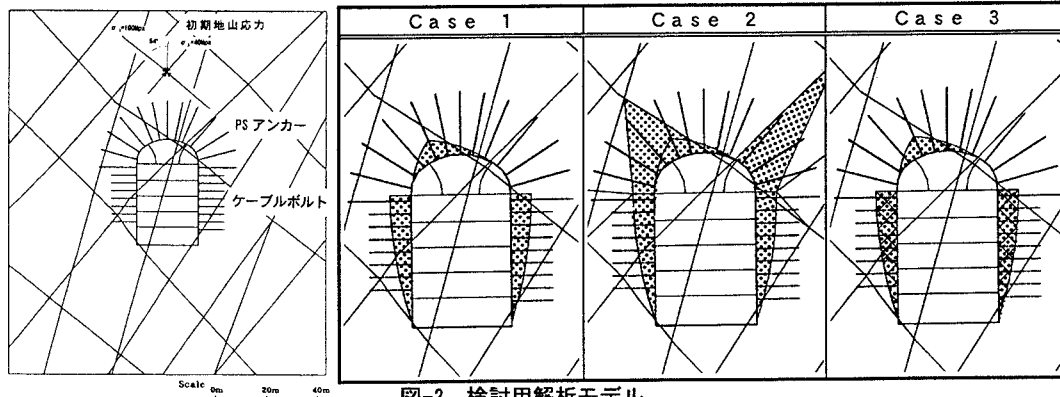


図-2 検討用解析モデル

地下空洞、ケーブルボルト、設計解析法、個別要素法、支保効果

〒113 東京都文京区本郷 2-2-9 TEL 03-5689-9043 FAX 03-5689-9044

表-1 解析入力条件一覧

項 目	解析入力値
岩盤物性	密度 2.6 tf/m ³
	弾性係数 1.3×10^4 MPa
	ポアソン比 0.25
不連続面特性	垂直剛性 1.0×10^5 MPa/m
	せん断剛性 5.0×10^3 MPa/m
	粘着力 0.38 MPa
	内部摩擦角 45.0°
ストラ ンド	仕 様 $\phi 20.3\text{mm} \times 2$ 本
	弾性係数 1.9×10^5 MPa
	降伏荷重 86 tf/2 本
	破断伸び 3.5 %
定着材	せん断剛性 2.27×10^2 MPa
	付着強さ 4.6×10^5 N/m

4. 解析結果とその評価

UDEEC の解析結果として得られた空洞掘削後のストランド軸力を図-3 に示す。これらの解析ケースの場合には、側壁すべり岩塊はケーブルボルトにより安定して支保されているが、空洞左側壁下部2本のケーブルボルトについてはストランドの許容軸力約60tを上回っている。この軸力を低減させるため、この部分のケーブルボルト仕様を向上させたのが Case 4 であり、Case 5 ではボルト密度を4倍かつ長くした場合を考え、同じく UDEEC より得られた軸力分布を図-4 に示す。しかし、両ケースの場合とも左側壁下部のケーブルボルトの軸力は許容値を越えている。この原因は不連続岩塊の変形挙動はケーブルボルト仕様にはほとんど影響されないためと考えられる。

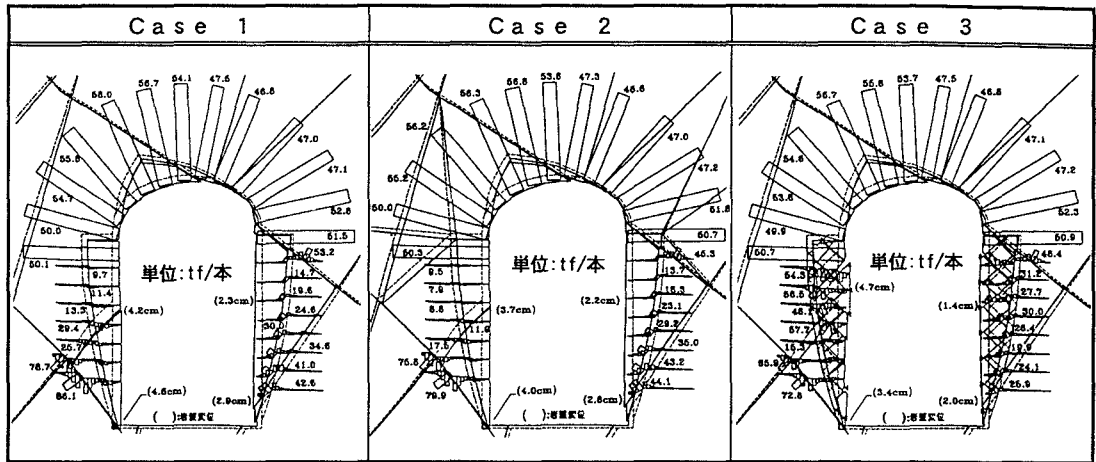


図-3 地下空洞掘削後のストランド軸力分布 (Case 1, 2 および 3)

5. まとめ

- ① PS アンカーと整合性のとれたケーブルボルトの設計法として、個別要素法 UDEEC を採用する方法を提案した。
- ② UDEEC による試算により側壁にすべり岩塊が存在する場合にもケーブルボルトで支保できる可能性があることが判明した。
- ③ ケーブルボルトの存在は不連続岩塊の変形抑制にはほとんど寄与しないことが判明した。

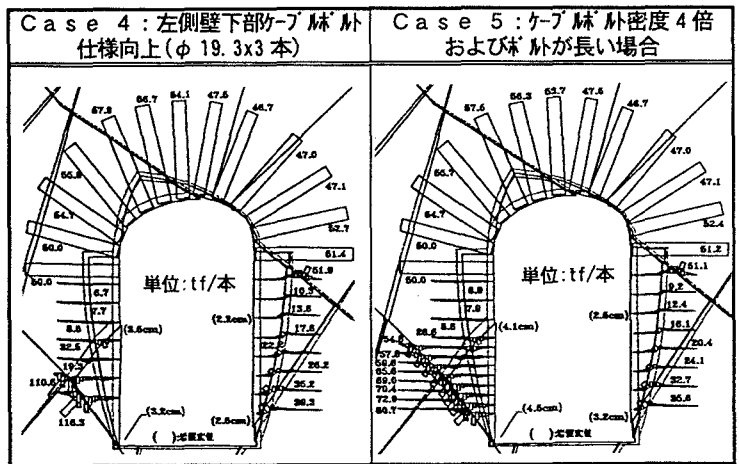


図-4 地下空洞掘削後のストランド軸力分布 (Case 4 および 5)

【参考文献】

- 1) 桜井ほか: ロックボルトによって補強された不連続性岩盤のモデル化について、土木学会論文集 No.457 (1992)
- 2) 武内ほか: 地下空洞支保工へのケーブルボルトの適用性に関する一考察、土木学会第 51 回年講第 III 部門(1996)