

III-B 188 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

大林組 正会員 武内 邦文
同 上 正会員 木梨 秀雄
同 上 中岡 健一

1. はじめに

地下空洞の主たる支保工としてはPSアンカーが用いられているが、その作用効果は未だ明確ではない。その主な原因は岩盤の不連続挙動が複雑であるためであり、従ってPSアンカーの導入緊張力により岩盤を締め付ける効果が全ての場合に必要なであったかどうかは明らかではない。一方、ケーブルボルトはPSアンカーと同じストランドを利用するが緊張力を導入しないため^{1) 2)}、工費削減等に資する可能性がある。

既設の発電所におけるPSアンカーの設計では、有限要素法による空洞掘削解析により緩み領域を求め、その中にはく離やすべり等の不安定岩盤ブロックを仮定して、その安定性を確保するために必要なアンカー導入力を算定する方法が一般的である。本論文では、これら設計を支配する不安定岩盤ブロックも不連続面とみなし、個別要素法(UDEC)によりPSアンカーおよびケーブルボルトの支保効果について比較検討した。

2. 検討用解析モデル、入力条件および解析ケース

検討に用いた不連続岩盤モデルは、既設地下発電所での地質条件を参考に図-1に示すように仮定した。なお、このモデル中には天端および側壁に仮定した不安定岩盤ブロックも不連続面として考慮している。表-1には解析に用いた地山応力、岩盤と不連続面の力学特性およびストランドとその定着特性をまとめた。また、図-1に示すPSアンカーはアンボンドタイプとするが、ケーブルボルトは全長にわたりボンドタイプであり、その定着特性は原位置試験結果¹⁾から決定した。比較検討用の解析ケースとしては、(Case 1)補強工を全く考慮しない無支保掘削解析、(Case 2)補強工全部がPSアンカーの場合の解析および(Case 3)空洞下端3～4本をケーブルボルトに代替した併用案の場合の解析の3種類とした。なお、PSアンカーの緊張導入力は45t/本である。

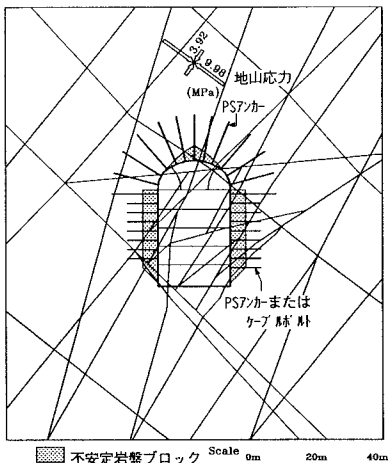


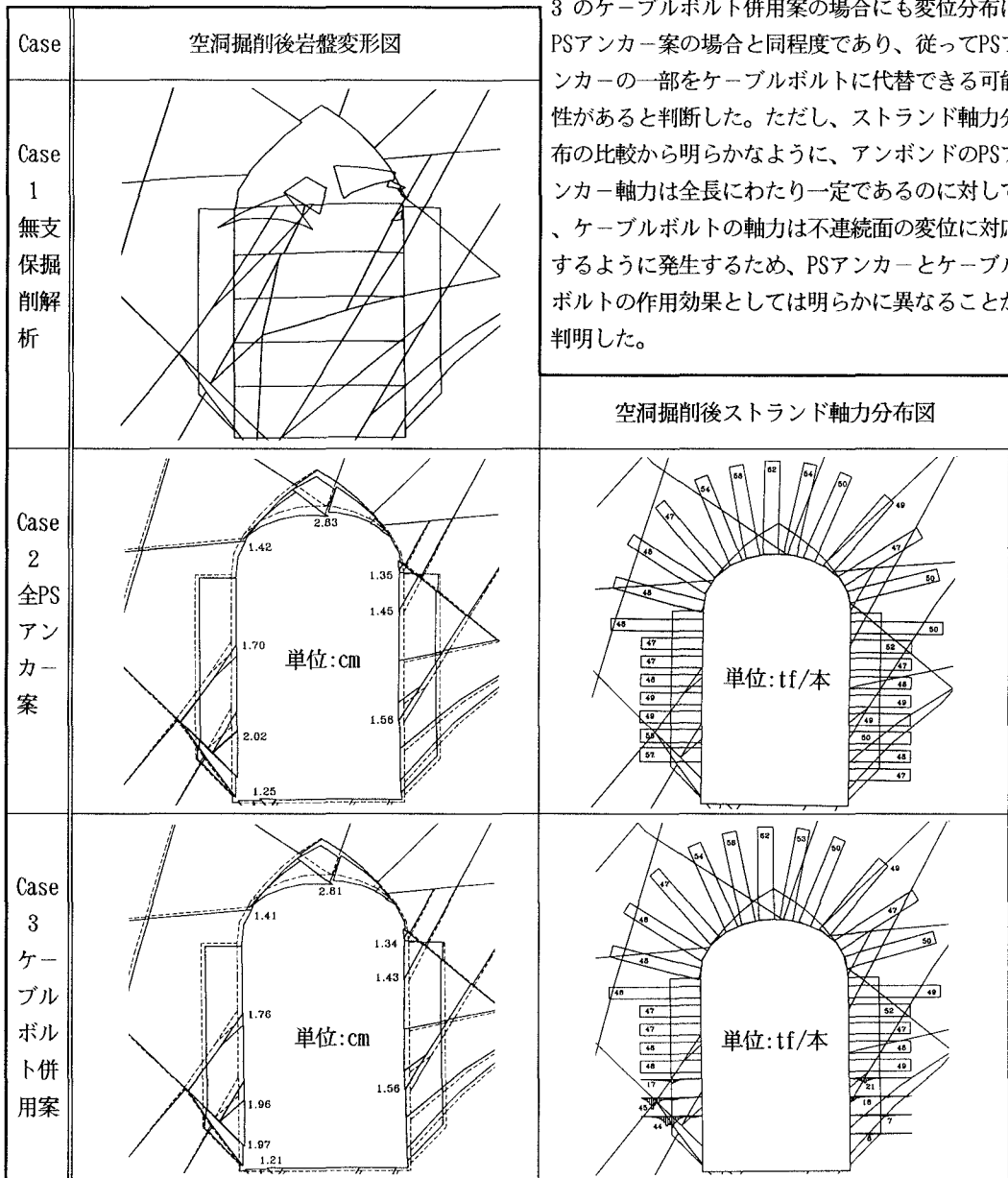
図-1 検討用の個別要素解析モデル

表-1 解析入力条件一覧

項 目		解析入力値	項 目		解析入力値
地山応力	水平応力 σ_{xx} (MPa)	-7.9	不連続面特性	垂直剛性 (MPa/m)	1.0×10^9
	鉛直応力 σ_{yy} (MPa)	-5.9		せん断剛性 (MPa/m)	5.0×10^9
	せん断応力 τ_{xy} (MPa)	2.8		せん断強度 (MPa)	0.1
	鉛直よりの傾き (°)	54.0		内部摩擦角 (°)	50.0
岩盤物性	密度 (g/cm³)	2.6	ストランド	弾性係数 (MPa)	1.9×10^5
	弾性係数 (MPa)	2.4×10^4		降伏荷重 (kN)	844.0
	ポアソン比	0.25		破断伸び (%)	3.5
			定着材	せん断剛性 (MPa)	2.4×10^2
				付着強さ (N/m)	5.1×10^5

3. 解析結果とその評価

Case 1の無支保掘削解析の場合のUDECによるアーチ掘削時変形図を図-2に示す。これより、アーチ掘削時点で天端岩盤ブロックが崩落したため解析をストップしたが、無支保の場合には側壁ブロックもすべり破壊する。それに対して、同じく図-2に示すようにCase 2の全PSアンカー案の場合には、天端部で約2.8cm、側壁部で1.5-2.0cmの変位が発生するが、PSアンカーの支保効果により周辺岩盤の安定性が確保される。Case



3 のケーブルボルト併用案の場合にも変位分布はPSアンカー案の場合と同程度であり、従ってPSアンカーの一部をケーブルボルトに代替できる可能性があると判断した。ただし、ストランド軸力分布の比較から明らかなように、アンボンドのPSアンカー軸力は全長にわたり一定であるのに対して、ケーブルボルトの軸力は不連続面の変位に対応するように発生するため、PSアンカーとケーブルボルトの作用効果としては明らかに異なることが判明した。

図-2 個別要素法による地下空洞掘削解析結果一覧

4. まとめ

個別要素法によりPSアンカーとケーブルボルトの支保効果について検討した結果を以下にまとめる。

- ①本論文の解析条件の範囲では、PSアンカーの一部をケーブルボルトに代替できる可能性がある。
- ②地下空洞周辺の不安定岩盤ブロックも含めた不連続岩盤中でのPSアンカーとケーブルボルトの作用効果は明らかに異なる。

参考文献

- 1) 土原ほか：ケーブルボルトの原位置への適用試験、第5回トンネル工学研究発表会(1995)
- 2) 天野ほか：不連続性岩盤におけるケーブルボルトの作用効果に関する解析的検討、第5回トンネル工学研究発表会(1995)