## トンネル掘削時のロックボルトのモデル化に関する検討

株式会社 地層科学研究所 正会員 〇福田 毅

清水建設 株式会社 正会員 熊坂 博夫

-ク位置

弾性域

## 1. 背景と目的

地山強度比を 3.0 (弾性地山) および 1.0 (塑性地山) の 2 パターンでトンネル掘削解析を実施した例を表 1 に示す。この解析は、地山の相違によるロックボルトの軸力分布の感度を検証する目的で実施したものであ

ク位置

り、ロックボルトのみをケー ブル要素でモデル化した円 孔掘削解析である。表1はそ の解析結果の一例である。こ れらの結果をみると一つの 疑問点がある。それは、弾性 地山でも塑性地山でも軸力 のピーク値は異なるものの ピーク値が現れる位置(トン ネル壁面から1.7m)と軸力分 布形状に大きな違いが見ら れない点である。一般には、 例えば塑性領域と弾性領域

の境界付近に軸力のピークが現れる。

このような解析結果(軸力分布)では、必ずしも現実 的な現象を再現しているとは言い難いと思われる。そこ で、ここではロックボルトのモデル化の見直しを試みる。 具体的には、図1に示すようなロックボルトの端部を固 定する(フェイスプレートの効果)を解析的に表現する ことを試みる。このフェイスプレートのモデル化の方法 については次章で述べ、最後にフェイスプレートの有無 の解析結果を比較することで、フェイスプレートの効果 の特徴について整理する。



# 表 1 地山強度比とロックボルトの軸力分布

弾性域



#### 2. 解析条件とロックボルトのモデル化手法

図2に解析モデル(1/4 断面)を示す。掘削径はφ10mとし、解析領域は掘削径の5倍としている。ロック ボルトは長さ4.0mとして、周方向に36°ピッチ(計10本)を配置する。ロックボルトはケーブル要素とし てモデル化し、地山とロックボルトとの間に付着特性を考慮できるモデルとしている。今回の検討では、ロッ クボルトの感度解析との位置づけであるため、吹付けコンクリートおよび鋼製支保工はモデル化していない。

図3にロックボルトのモデル化の概念図を示す。地山とロックボルトの間は図の下段に示すバネでジョイントされている。フェイスプレートの効果は、このケーブル要素の節点がトンネル壁面の変形(内空変位)に追従するように一部節点の境界条件を改良して模擬している.表2には、グラウトの諸元を示す。

-335-

キーワード	ロックボル	、ト、ケーブル要素、	軸力,	トンネル技	屈削
連絡先	〒112-0004	東京都文京区後楽 2-3-	-25 金子	ビル6F	TEL. 03-5842-7677

-168



#### 3. 検討結果

図4にロックボルトの軸応力分布を示す。上段にはフェイ スプレートをモデル化しなかった場合、下段にはモデル化し た場合を示している。グラフの横軸はロックボルトの長さを 示しておりトンネル壁面(0.0m)からロックボルト長(4.0m) を示している。まず、フェイスプレートを導入したことによ り分布のピーク位置が変化したことがわかる。これは、ロッ クボルトの端部がトンネル壁面の変形に追従していることか らも理解できる。また、フェイスプレートを導入したことに より、トンネル壁面から1.0m 程度までの範囲で応力が大きく なっており、最大で4倍程度の増大がみられた。

## 4. まとめ

本検討では、フェイスプレートのモデル化によりロックボ ルトの軸力分布にどのような影響を与えるのか定量的に評価 した。結果として、ロックボルトのモデル化の違いで軸力の 分布形状が異なることがわかった。ここに示した結果からで は、フェイスプレートのモデル化が現実的な現象を表現し得 るものであるとまでは言えないが、実現象を十分理解した上 でモデル化をする配慮が必要であることを示唆していると考 える。今後は計測結果などと比較することでフェイスプレー トの効果を詳細に検証していきたい。

### 参考文献

- Bengt Stillborg: PROFESSIONAL USERS HANDBOOK ROR ROCK BOLTING, Series on Rock and Soil Mechanics, Vol.15,P.158,1986.
- 2) 石塚与志男,安部透:ケーブルボルトの付着抵抗性と解析 モデルに関する研究,トンネル工学研究論文・報告集,第 7巻,pp.7-14,1997.



図5 軸力分布図 (faceplate モデル化)