# 大断面トンネルの上半切羽安定対策の検討

- 斜めボルト併用上半補助ベンチ付き全断面掘削工法-

大成建設(株)正会員〇谷 卓也 日本道路公団 梁川俊晃 大成建設(株)正会員 青木智幸 大成建設(株)正会員 内田 渉

## 1. はじめに

第二名神高速道路の三車線大断面トンネルにおける施工時の切羽安定対策として,甲南トンネルでは上半断 面に対し補助ベンチ付き全断面掘削工法(以下マイクロベンチ)と斜めボルトを組合せた工法を検討した(図 -1).本報では、三次元解析による検討結果について述べる.

#### 2. 解析条件および解析方法

通常の施工方法である上半全断面切羽の [Case1] とマイクロベンチを採用した [Case2] の 2 パターン,

さらに、それぞれのケースについて斜め ボルトを含むロックボルト条件の計5 ケースの解析を行った(表-1).地山お よび支保の条件については同一であり、 上半掘削終了時点まで逐次掘削解析を 行った.解析には、有限差分法コード FLAC3Dを使用した.解析モデルを図 -2に示す.

(1)地山モデル(完全弾塑性)
 単位体積重量 y = 20.5kN/m<sup>3</sup>

E=300MPa, v = 0.3, c=0.40MPa,  $\phi = 20^{\circ}$ 

# (2) 支保モデル

- ・吹付けコンクリート(シェル要素)
  Ec=3.4GPa, vc=0.3
- ・鋼製支保工(梁要素)
  Es=200GPa
- ・ロックボルト(ケーブル要素) Es=200GPa
- 支保剛性低下 1/5

地山と支保工のなじみを考慮し, 吹付コンク リートと鋼製支保工の剛性を低下させている.

## 3. 解析結果

図-3~6 に解析結果を示し、ロックボルトお よびマイクロベンチの効果について考察する.

(1) ボルトの補強効果 (Case1)

・変位:図-3 より、ロックボルトの打設は顕 著な変位抑制効果があるが、斜めボルトの方が 直ボルトと比較して若干変位が大きい.最終変 位についても同様である.



表-1 解析ケース

施工方法	上半全断面			マイクロベンチ	
ケース	1-1	1-2	1-3	2-2	2-3
ロックボルトの 施工条件	通常	斜め 60°	無し	斜め 60°	無し



図-2 解析モデル

キーワード NATM, 大断面, マイクロベンチ, 斜めボルト, 三次元解析

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設(株)技術センター土木技術研究所 TEL045-814-7237



図-3 天端沈下・内空変位の経距変化の比較 [Case1]

・塑性領域分布:図-4 より斜めボルトは直 ボルトと比較して、切羽近傍については分布 に大きな差はないが、約1D後方から斜めボ ルトの方が天端部の塑性領域が大きい.

# (2) マイクロベンチの効果

・変位:マイクロベンチの効果により、切羽の押出し変位が低減する(図-5).

・塑性領域分布:図-4(b)および図-6より, 斜めボルトにマイクロベンチを併用するこ とで,上半全断面掘削の場合より,天端上方 の塑性領域の拡大位置が若干(0.8m)後方 となる結果が得られた.

### (3) その他の結果

全般的にはTBM 導坑の天端および踏まえの 最大せん断ひずみは,本坑切羽が接近すると 非常に大きな値となり,導坑天端部の不安定 化が懸念される.各支保部材については、ロ ックボルト軸力,鋼製支保工軸力,吹付け軸 応力について顕著な差異は見られなかった.

### 4. まとめ

①マイクロベンチにより切羽の押出し変位 が大きく減少し、切羽の安定化に効果がある。

②直ボルトと斜めボルトとは,発生軸力に差

異はない. 斜めボルトはマイクロベンチと組み合わせて施工できる. ③マイクロベンチ工法の方が計測変位は若干大きくなる.

④内圧効果の他にも、斜めボルトは早期打設による切羽前方の地山改良 効果や吊下げ効果も機能すると考えられる。

以上より,斜めボルトと組合せたマイクロベンチ工法は,通常の上半 全断面工法によるトンネルと比較して構造としての遜色はなかったとい える.その上で,マイクロベンチや斜めボルトにより切羽の安定性が向 上することで,施工時の安全確保,支保工や補助工法の軽減を期待でき ることが確認できた.今後は試験施工結果および計測結果を踏まえて評 価を行う.



図-4 塑性領域分布の比較 [Case1]



(a) マイクロベンチ[Case1-2] (b) マイクロベンチ[Case2-2] 図-5 変位分布の比較

