

III-334 有限要素解析によるミニベンチカット工法におけるトンネル挙動の検討

佐藤工業(株) 正会員 篠川俊夫 西野治彦
同 上 正会員 中村 創 山本松生

1. はじめに

最近、道路トンネルを中心にしてミニベンチカット工法がトンネル掘削工法として採用されるケースが多くなっている。ミニベンチカット工法は、補助ベンチ付き全断面掘削工法とも呼ばれているように、3～4mという短いベンチ長で、上半、下半の並行作業によりほぼ全断面掘削に近い状態で施工するトンネル掘削工法である。ミニベンチカット工法は、大断面トンネルの掘削において従来の上半先進工法と比較して効率性、安全性および省力化の面で優れている工法である。しかしながら、ミニベンチカット工法と上半先進工法の掘削工法の違いによるトンネル挙動の差異が、現状では解析あるいは計測などにより十分には把握されていない。

本報告では、ミニベンチカット工法と上半先進工法の掘削工法の違いによるトンネル挙動の差異を、2次元有限要素弾性解析により検討する。

2. 解析条件

トンネルは2車線の道路トンネルを対象にし、土被りは90m、支保パターンはCⅡパターン（日本道路公団標準支保パターン¹⁾）とする。解析は、掘削、切羽進行および支保メンバーの施工時期を考慮したステップ解析である²⁾。解析モデルを図-1に、解析物性値を表-1に示す。吹付けコンクリートと鋼製支保工

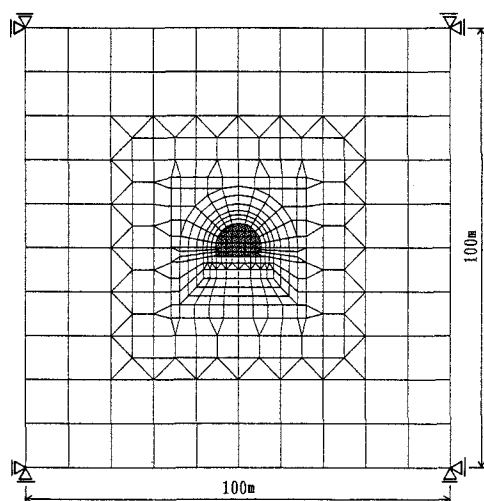


図-1 解析モデル図

はトラス要素を格子枠に組んだラティス要素、ロックボルトはトラス要素でモデル化する。初期応力状態は等方圧（静水圧）状態とし、吹付けコンクリートは若材令特性を考慮する。1掘進長は1.2m、サイクルタイムは、ミニベンチカット工法が3サイクル/日、上半先進工法が4サイクル/日（下半：8サイクル/日）とし、ミニベンチカット工法のベンチ長は、3.6mとする。解析ステップおよび地山の応力解放率を表-2に示す。

表-1 解析物性値

単位体積重量	2.5 t/m ³
弾性係数	10000 kg/cm ²
ポアソン比	0.27
粘着力	15.0 kg/cm ²
内部摩擦角	40.0°

表-2 解析ステップ

解析ステップ		0	1	2	3	4	5	6
ミニベンチカット工	概要	初期応力	上半掘削	上半支保	下半掘削	下半支保	切羽進行	—
	解放率	上半	—	52 %	75 %	90 %	96 %	100 %
		下半	—	—	—	58 %	83 %	100 %
上半先進工	概要	初期応力	上半掘削	上半支保	切羽進行	下半掘削	下半支保	切羽進行
	解放率	上半	—	52 %	75 %	100 %	—	—
		下半	—	—	—	—	58 %	83 %

3. 解析結果

最終ステップにおける壁面変位を表-3に示す。壁面変位は、ミニベンチカット工法と上半先進工法で同様である。最終ステップにおける吹付けコンクリートの縁応力を図-2に示す。天端付近の縁応力は、ミニベンチカット工法と比較して上半先進工法の方が約1.2倍（63 kgf/cm²）発生している。スプリングライン付近の縁応力は、ともに引張応力が発生しているが、上半先進工法の方が約2倍（27 kgf/cm²）発生している。最終ステップにおけるロックボルトの軸応力を図-3に示す。ロックボルトの軸応力は、ミニベンチカット工法と上半先進工法で同様である。

表-3 壁面変位

		ミニベンチカット工法	上半先進工法
側壁	1ステップ°	0.6 mm	0.6 mm
	最終ステップ°	9.4 mm	9.3 mm
天端	1ステップ°	7.7 mm	7.7 mm
	最終ステップ°	13.6 mm	13.6 mm

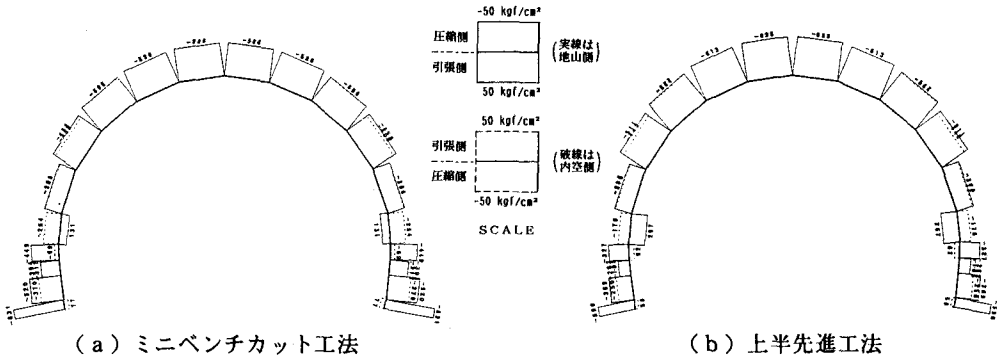


図-2 吹付けコンクリートの縁応力

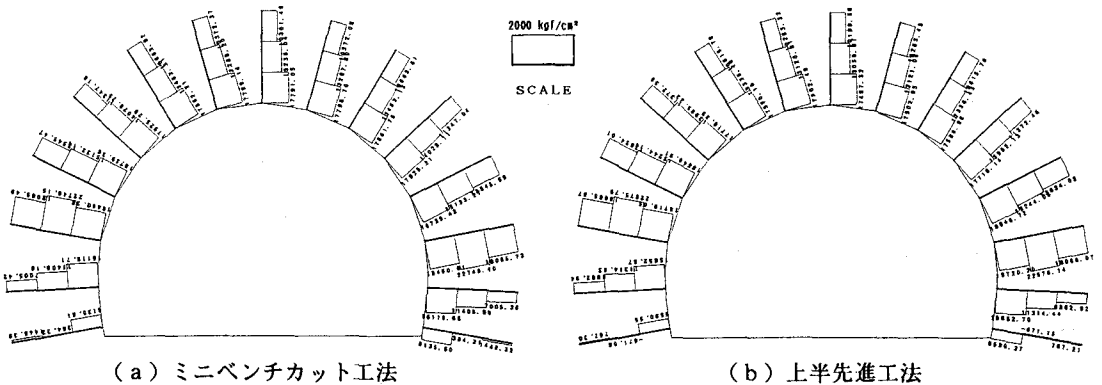


図-3 ロックボルトの軸応力

4. おわりに

ミニベンチカット工法と上半先進工法による施工過程を2次元有限要素弾性解析により解析し、掘削工法の違いによるトンネル挙動の差異を検討した。解析結果から、地山の变形に関してはミニベンチカット工法と上半先進工法の掘削工法の違いによる差異は認められないが、吹付けコンクリートの発生応力に掘削工法の違いによる差異が若干認められる。しかしながら、その差異はあまり大きなものではなく、本報告のような地山条件および支保パターンでは、ミニベンチカット工法と上半先進工法におけるトンネル挙動に明確な差異は認められないようである。

今後は、種々の地山条件について、ミニベンチカット工法における実際のトンネル挙動を詳細に調査・計測するとともに、解析による検討を加え、ミニベンチカット工法の特徴を明確にしていきたいと考えている。

<参考文献> 1) 日本道路公団：設計要領第三集（トンネル），p.79，1985

2) 矢田敬，篠川俊夫，山本忠：佐藤工業技術研究所報，No.17，pp.175-184，1991