

Ⅵ-77

垂直縫地工を採用した偏圧急斜面でのメガネトンネル施工例

静岡県 磯部 峰雄
 “ 赤堀 勝昭
 (株)熊谷組 正員 ○田部井 雅弘
 “ 斉藤 小弥太

1. はじめに

近年、都市部での超近接トンネルを含むメガネトンネル施工例は多く、トンネル立地条件等から様々な施工上の制約を受けることも多々ある。本メガネトンネルは静岡県御前崎町の市街地近郊に位置する延長373mの道路トンネルで、①薄い土かぶり（最大約25m）、②偏圧急斜面（約45度）、③周辺民家の散在、④大断面トンネル（掘削断面積約200㎡）⑤軟質破碎帯等の厳しい条件下での工事であった。

本文は、トンネル掘削時の斜面変状による大規模な斜面对策工（垂直縫地工法）の採用と対策後の計測結果による垂直縫地工の効果について報告するものである。

2. 工事概要

本地形は御前崎台地（標高35～45 m）周縁の急斜面を鋭角に入る典型的な偏圧地形で、地質は相良層群（新世代第三紀中新世後期～鮮新世前期の砂岩泥岩の互層）であった。掘削前の地山等級はC_L級（ $V_p=1.8$ km/s、 $q_a \leq 100$ kgf/cm²）と想定されたが、掘削時の地山は褶曲作用を受けたクラッキーな状態で、大部分はD級地山であった。

施工法はNATMによる側壁導坑先進上部半断面工法で、図1に施工順序図を示す。掘削順序は偏圧斜面を考慮して斜面谷側から開始し、上り線本坑トンネルの掘削は下り線本坑の二次覆工打設・養生後とした。（下文では、下り線本坑トンネルをⅠ期線、上り線本坑トンネルをⅡ期線と呼称する。）

また、掘削時の斜面（地山）およびトンネルの挙動を観測するため、ルート上で最も大きな破碎帯が想定されたNo.71+18地点に主計測線（トンネル横断方向）を設置して掘削を開始した。

3. 斜面对策工

中央導坑掘削時の計測結果から斜面滑りの兆候が確認され、斜面上部でクラックが確認されたので、掘削を中断して斜面对策工の検討・実施をした。斜面安定解析はクラックの発生箇所を起点とした複合円弧滑り法で、Ⅰ期線・Ⅱ期線施工時の斜面安定性を検討した。その結果、斜面の必要抑止力は $P=138$ tf/m（安全率を1.2と仮定）になり、対策工は施工性、経済性等を考慮して垂直縫地工法を採用した。図2に採用した垂直縫地工法の施工範囲図を示す。

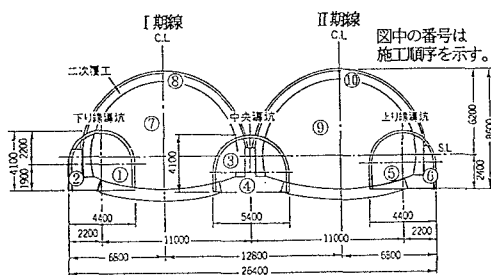
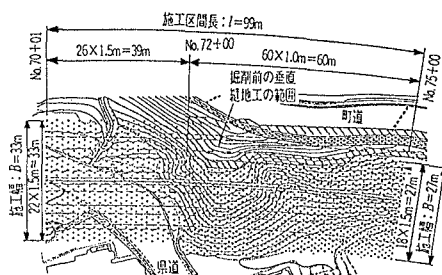
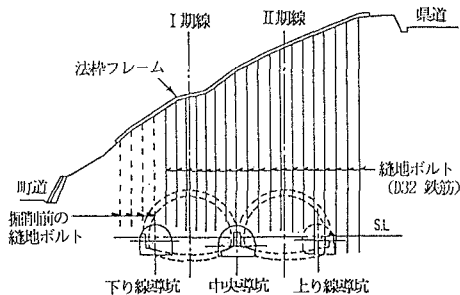


図1. 施工順序図



(a) 平面図



(b) 断面図

図2. 垂直縫地工法の施工範囲図

なお、解析に用いた地山物性値（ c, ϕ ）は現況斜面（掘削中断時）の安全率を1.0として逆算した。

4. 斜面对策工の効果

垂直縫地工法による大規模な斜面对策工の実施によりⅠ期線・Ⅱ期線が無事施工できたので、計測結果による斜面对策工の効果について以下に述べる。

(1). 地表面沈下

図3に示す地表面沈下分布を見ると、導坑施工時（対策工前）の沈下は上・下り線導坑間ではほぼ様な大きな沈下分布となり、斜面全体が各導坑掘削の著しい影響を受けた。しかし、Ⅰ期線・Ⅱ期線施工時（対策工後）では各トンネルセンターを沈下の極とした明瞭な沈下曲線を呈し、斜面全体への影響は著しく減少した。

また、表1に示す地表面沈下の一覧表から各施工段階の沈下比率を比較すると、導坑：Ⅰ期線：Ⅱ期線は41%：26%：33%となり、導坑施工時（対策工前）の沈下比率が全体の約4割を占めたのに対して、掘削断面積の大きなⅠ期線・Ⅱ期線施工時（対策工後）では約3割の小さな沈下量であった。

以上から、垂直縫地工は地表面沈下に対して著しい改良効果があったと考える。

なお、Ⅰ期線とⅡ期線の沈下比率を比較してⅡ期線の沈下比率が大きかったのは、偏圧斜面およびセンターピラー部の緩みの影響を強く受けたためと推察される。

(2). 地中内側方変位

表2は、地中内側方変位計による地表面位置での累積側方変位を各施工段階で整理したものである。同表から、導坑施工時（対策工前）の側方変位は大きく、全体の約7割を占めたのに対して、Ⅰ期線・Ⅱ期線施工時（対策工後）の変位は約3割の小さな変位量に減少していることから、垂直縫地工は斜面滑りに対しても著しい改良効果があったと考える。

6. おわりに

垂直縫地工法による現況斜面の大規模な対策工を実施したことで、斜面滑りを起こすことなく本トンネルを施工することが出来た。また、計測結果による垂直縫地工の効果としては地表面沈下の抑制および斜面の滑りや地中内側方変位の抑制について確認できた。なお、本トンネルの施工事例が今後増加するであろう超近接トンネルを含むメガトンネルの設計・施工の一助になれば幸いである。

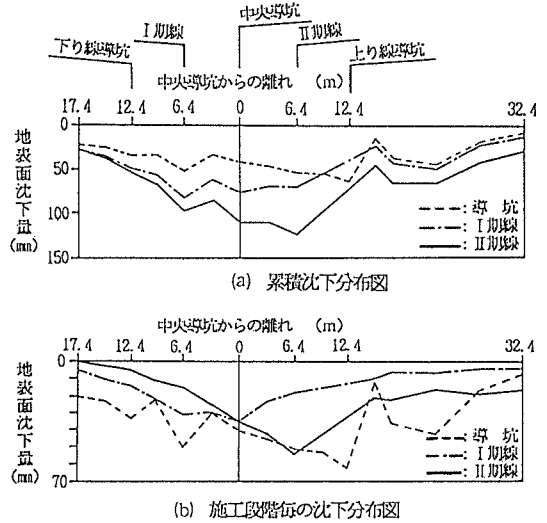


図3. 地表面沈下分布図

表1. 地表面沈下の一覧表

施工段階	Ⅰ・Ⅱ期線間の平均沈下量 (mm)	導坑の値を1.0とした場合の倍率	Ⅱ期線の値を100%とした場合の比率
導坑	43.2	1.0	41 %
Ⅰ期線	70.6	1.6	67 %
Ⅱ期線	104.8	2.4	100 %

表2. 地中側方変位の一覧表

施工段階	地表面位置での累積側方変位量 (mm)		Ⅱ期線の値を100%とした場合の比率	
	計器 K1	計器 K2	計器 K1	計器 K2
導坑	17.4	43.6	66	68
Ⅰ期線	26.2	51.5	99	81
Ⅱ期線	26.4	63.8	100	100

注) 側方変位の符号は斜面谷側方向の変位を正とする
計器K1の位置は下り線導坑から1.5m離れた地点
" K2 " 上り線 " "