

三次元解析を用いた坑口部の情報化施工

Information construction of tunnel portals using three-dimensional FEM analysis

▶キーワード：坑口部，情報化施工，三次元 FEM 解析

岡田謙吾*

奈良 聡**

原島 大**

鈴木 健***

*関東土木（支）湯船原工事事務所（現：本社経営企画部企画課） **関東土木（支）湯船原工事事務所 ***土木設計部設計二課

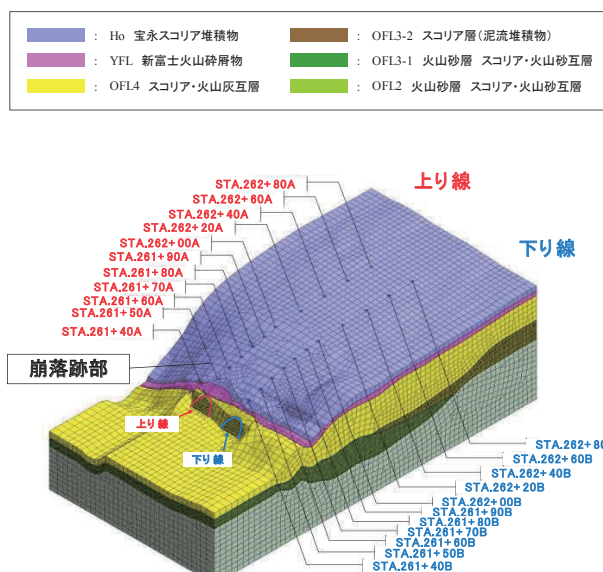
概要

新東名高速道路湯船原トンネル工事は、静岡県駿東郡小山町から御殿場市の区間における工事であり、そのうち、上下線複線トンネルそれぞれ約 1,600 m を施工する。本トンネル工事では、施工事例の少ないスコリアと称する火山噴出物が堆積した未固結の地層を掘削する。そのため、切羽・天端の変状監視を強化しながら掘削するとともに、事前に地山の特性を把握しておくことが重要である。また、地表面の挙動、施工方法による影響および近接施工の影響を把握するためにも坑口部全体をモデル化し、掘削ステップを考慮した三次元解析を行った。

本稿では、トンネルの坑口部（DⅢ区間）の掘削にあたり、事前に三次元 FEM 解析を実施し、事前予測をした上で、実施工での変位状況を確認しながら情報化施工を行った内容を報告する。

成果

- 追加ボーリング調査を実施し、既存の地質調査報告書にある地山パラメータの精度を高めた。
- 施工事例の少ないスコリアという未固結な地山に対し、事前に三次元 FEM 解析を実施し、地山の変形モードを予測するとともに施工時の管理計画を立案し、実施工においてはその管理計画に基づき慎重に施工することで、安定性を確保して施工を行うことができた。一部、天端沈下量が管理レベルⅠを超過した部分はあるものの迅速に対応し、変位は収束へと至った。
- ある一定区間掘削が完了したところで、計測データを用いて地山を再評価した。その結果、トンネル掘削対象地層である OFL4 の弾性係数が、事前評価の 27 MPa に対して 45 MPa とより大きな値であることが分かった。この結果を踏まえて、再度、三次元 FEM 順解析を実施し、変位予測および管理基準値の検証し、その後の施工方法にフィードバックした。フィードバック内容は以下のとおりである。
- 鋼製支保工の上げ越し、掘り越し量を 150 mm から 80 mm に変更
- 管理基準値の妥当性を検証したうえで、当初計画の管理基準値を継続して採用



図一 三次元 FEM 解析モデル

表一 管理計画（管理レベルと管理体制）

		上り線、下り線（共通）		
工法		管理レベルⅠ （管理レベルⅢ Ⅲ×50%）	管理レベルⅡ （管理レベルⅢ Ⅲ×75%）	管理レベルⅢ
		天端沈下量（mm）	内空変位量（mm）	地表面沈下量（mm）
上半先進掘削工法	天端沈下量（mm）	-19	-28	-37
	内空変位量（mm）	-37	-56	-74
	地表面沈下量（mm）	-24	-36	-48
	天端沈下量（mm）	-32	-48	-64
下半・一次インバート掘削工法	内空変位量（mm）	-64	-96	-128
	地表面沈下量（mm）	-42	-62	-83
早期閉合工法	天端沈下量（mm）	-20	-30	-40
	内空変位量（mm）	-40	-60	-80

※内空変位量＝天端沈下量×2

上半先進工法（上半掘削時）		計測頻度	対策工（案）
管理レベル	体制	計測工指針に基づく	—
レベルⅠ以内	通常監視体制	計測工指針に基づく	—
レベルⅡ以内	注意監視体制	通常監視体制の2倍	軽微な対策工の検討
レベルⅢ以内	要注体制	通常監視体制の2倍	軽微な対策工の実施 【掘削サイクルの変更（掘削ピッチ3m→2m）等】
レベルⅢ以上	厳重注意体制	通常監視体制の2倍	対策工の実施 【掘削ピッチ3m→2m】等】 【掘削ピッチ3m→2m】等】 掘削中止、追加対策工の検討、協議施工

上半先進工法（下半・一次インバート施工時）		計測頻度	対策工（案）
管理レベル	体制	計測工指針に基づく	—
レベルⅠ以内	通常監視体制	計測工指針に基づく	—
レベルⅡ以内	注意監視体制	通常監視体制の2倍	軽微な対策工の検討
レベルⅢ以内	要注体制	通常監視体制の2倍	軽微な対策工の実施 【掘削ピッチ3m→2m】等】 【掘削ピッチ3m→2m】等】 掘削中止、追加対策工の検討、協議施工
レベルⅢ以上	厳重注意体制	通常監視体制の2倍	対策工の実施 【掘削ピッチ3m→2m】等】 【掘削ピッチ3m→2m】等】 掘削中止、追加対策工の検討、協議施工

早期閉合工法		計測頻度	対策工（案）
管理レベル	体制	計測工指針に基づく	—
レベルⅠ以内	通常監視体制	計測工指針に基づく	—
レベルⅡ以内	注意監視体制	通常監視体制の2倍	軽微な対策工の検討
レベルⅢ以内	要注体制	通常監視体制の2倍	軽微な対策工の実施 【掘削ピッチ3m→2m】等】 【掘削ピッチ3m→2m】等】 掘削中止、追加対策工の検討、協議施工
レベルⅢ以上	厳重注意体制	通常監視体制の2倍	対策工の実施 【掘削ピッチ3m→2m】等】 【掘削ピッチ3m→2m】等】 掘削中止、追加対策工の検討、協議施工