

市街地における都市NATM（長田トンネル）の設計・施工に関する検討

阪神高速道路公団 正会員 関本 宏
 阪神高速道路公団 丸山 悟
 阪神高速道路公団 正会員 ○石橋 照久

1. はじめに

神戸市道高速道路2号線の長田・高取山トンネル（仮称）は、神戸市長田区・須磨区の住宅密集地直下を通過する、北行線、南行線分離の延長約2kmの2車線併設トンネルである。将来はさらに、開削トンネル構造にて道路を延伸し、全区間が完成すれば延長約4kmのトンネルとなる。

本稿では、密集市街地直下における未固結地山での施工となる、特に長田トンネル区間における設計・施工に関する検討について報告するものである。

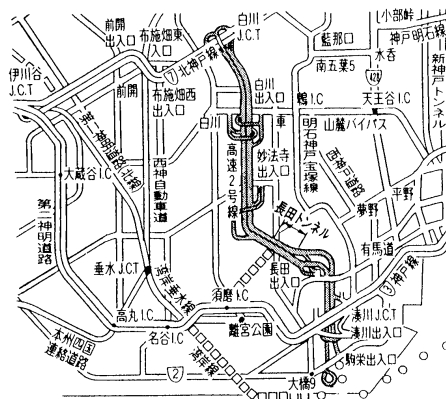


図-1 位置図

2. 地形・地質状況

長田トンネルは、図-2に示すように、標高10～80m程度のなだらかな丘陵地を縦断する。旧沢地形を埋立造成するなどにより、ほとんどが住宅密集地となっている。土被りは、南側坑口付近の極端に小さい区間を除いても、15～48m（平均30m）と小さい。

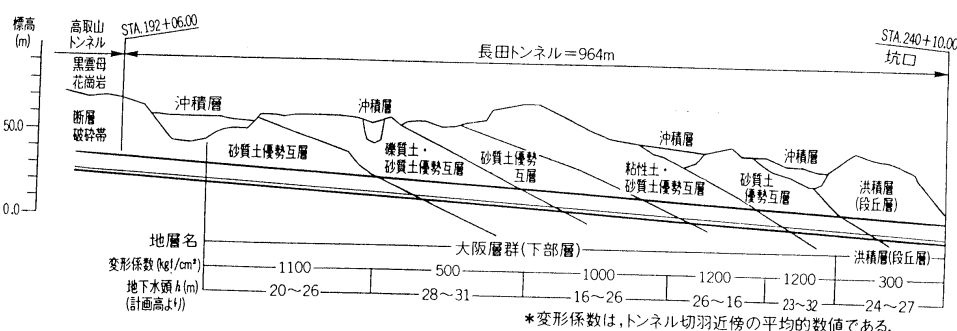


図-2 地質縦断面図

地質は、礫質土・砂質土・粘性土の互層からなる第四紀の大阪層群下部層及び更新世後期の段丘層、沖積層・盛土層から構成される。段丘層は特に低固結土であり、変形係数 $E=300\text{kgf/cm}^2$ 程度と小さい。大阪層群は、変形係数 $E=500\sim1200\text{kgf/cm}^2$ であり、粘性土は比較的固結土が高い。沖積層は、N値1～10、変形係数 $E=100\text{kgf/cm}^2$ 以下と軟弱である。

地下水は、礫質土・砂質土に多量に滞水しており、トンネル計画高より16～32m上方に地下水面が存在する。

3. トンネル断面

本トンネルの標準断面を図-3に示す。標準部で掘削幅13～14m、掘削断面積103～115m²である。南側の坑口付近では、出入路の分合流区間となるため、掘削幅19m、掘削断面積186m²の大断面トンネルである。

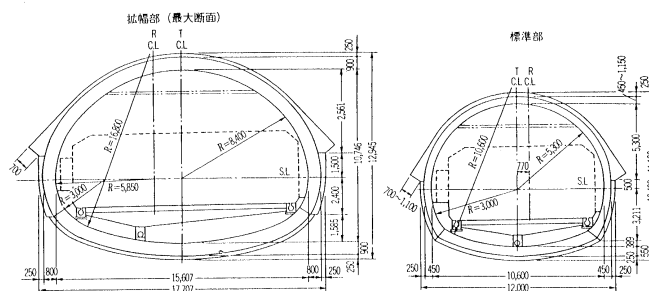


図-3 標準断面

キーワード 都市NATM, 未固結地山, 補助工法

連絡先 〒650-0041 神戸市中央区新港町16-1 阪神高速道路公団神戸建設局建設企画部設計課 TEL 078-331-9801

4. 補助工法の選定

施工にあたっては、前述のような厳しい条件下にあることから、坑口から 171m 区間に試行区間を設けることとした。試行区間は表－1 に示すように、A、B の 2 つに分け、拡幅断面で変形係数の小さい試行区間 A では区間内での安全性確保・地表面への影響抑制、試行区間以降の施工法検討を目的とし、試行区間 B では試行区間 A の結果を検証する区間と位置づけた。標準区間の施工にあたっては、この試行区間での結果をもとに、表－2 に示すように地山条件に応じた補助工法選定パターン、及び図－5 に示す補助工法変更を検討するための工事管理フローを策定し、これに基づき工事を進めてきた。

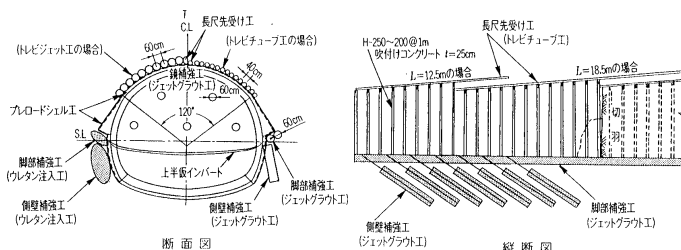
5. おわりに

長田・高取山トンネルの施工は、平成 6 年 9 月に高取山側から上半掘削に着手し、長田側からの施工に関しては、平成 9 年 6 月より南行線、同年 8 月に北行線の掘削に着手した。平成 13 年 4 月に南行線が貫通し、平成 14 年 3 月に北行線が貫通した。

本報告の設計・施工に関する検討は、「トンネル地盤技術委員会」において活発な議論と貴重なご指導を頂いた。委員長を務めていただいた櫻井春輔広島工業大学学長、作業部会長の谷本親伯大阪大学教授をはじめ委員の方々へ深く感謝する次第である。

表－2 標準区間の補助工法パターン

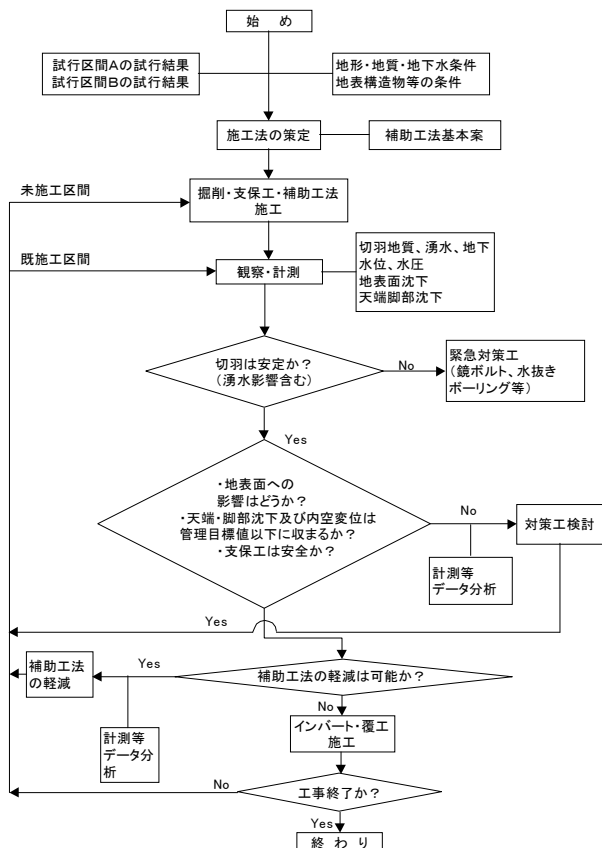
地 山 等 級		DI			
		DII			
		E			
判 断 参 考 基 準	変 形 係 数 (kgf/cm ²)	1000 以上	1000～800	800～600	600 以下
	地 山 強 度 比	2.0 以上	2.0～1.5	1.5～1.0	1.0 以下
	軸圧縮強度 (kgf/cm ²)	砂 質 土 7 以上	7～4	4～2	2 以下
	せん断強度定数	粘 性 土 9 以上	9～7	7～5	5～2
	土 か ぶり (m)	30m 以上	30m 以下 30m 以上	30m 以下 30m 以上	30m 以下 30m 以下
補 助 工 法		標準パターン	標準パターン	標準パターン	標準パターン
備 考		湧水の影響を受ける場合、および盛土・沖積層などの特殊条件下の場合は別途検討が必要。			



図－4 補助工法概念図

表－1 試行区間の補助工法の組み合わせ

測 点		27～25	34～36	36～26	26～14	14～6
地 質 状 況		盛土・沖積層、段丘層、大板層群 Og・Ds・Dc (切羽)	段丘層 Dg・Ds・Dc			
補 助 工 法	先受工	トレビチューブ工 L=18.5m, φ=139.8mm, ピッチ40cm, 34本/断面, 12m/シフト	トレビチューブ工 L=18.5m, φ=139.8mm, ピッチ40cm, 34本/断面, 12m/シフト	トレビジェット工 L=12.5m, φ=114.3mm, ピッチ60cm, 27本/断面, 8m/シフト	トレビチューブ工 L=12.5m, ピッチ40cm, 44本/断面, 8m/シフト	パイプ工 L=25.0m, φ=609.6mm, ピッチ75cm, 26本/断面
	半保工	ウレタン注入	セメントミルク注入	セメントミルク注入	ウレタン注入	セメントミルク注入
	補強工	プレロードシェル工	プレロードシェル工	プレロードシェル工	プレロードシェル工	プレロードシェル工
	脚部補強	脚部ジェット工	脚部ジェット工	脚部ジェット工	脚部ジェット工	脚部ジェット工
	脚部補強	(施工状況で判断)	(施工状況で判断)	(施工状況で判断)	(施工状況で判断)	(施工状況で判断)
目 的		・試行区間A結果のフィードバックによる実証	・トレビチューブ L=18.5m の施工性確認 ・先受け長による効果比較	・トレビジェットの効果、施工性、適用性の確認 ・脚部ウレタンの効果、施工性、適用性の確認 ・脚部ジェットの比較、施工性、適用性の確認	・トレビチューブの効果、施工性、適用性の確認 ・トレビチューブの効果を、施工性、適用性の確認 ・脚部ウレタンの効果、施工性、適用性の確認 ・脚部ジェットの比較、施工性、適用性の確認	・脚部ジェットの効果、施工性、適用性の確認 ・長尺鋼ボルトの効果、施工性、適用性の確認



図－5 工事管理フロー