

重交通路線での低土被りによる推進工法

榎 本 登

東名高速道路 横浜町田～厚木間は、1日約13万台／往復の交通量を有する重交通量路線である。本工事は、神奈川県海老名市の（仮称）南伸道路整備事業の一環として、市中央部を縦断する市道2544号線（通称：南伸道路）を基幹道路とする建設工事であり、東名高速道路との交差部を非開削工法（アンダーパス）で函渠工を構築する工事である。

設計計画において、周辺河川の氾濫による冠水を防ぐため、計画路面を現況道路とほぼ同じ高さに設定したことにより、東名高速道路と函渠工の土被りは、約1m程度の低土被りとなった。工法選定において、低土被りに対応できる工法とし、施工実績を有するR & C工法を採用した。また、反力装置を小さくするための補助工法として、ESA併用工法を採用した。貫通後の沈下量は、約25mm程度の沈下で収束した。
キーワード：東名高速道路、重交通量、非開削工法、アンダーパス、低土被り、R & C工法、ESA工法

1. はじめに

東名高速道路の、東京IC～厚木IC間（L = 35 km）は、昭和43年4月25日（1968年）の供用開始以来、約42年が経過しており、日本の大動脈の呈をなしている高速道路である。特にこの路線は、重交通量区間（約13万台／日・往復）であり、物流及び観光等に対し大きな役割を果たしている道路である。

本工事は、神奈川県海老名市の南部に位置し、（仮称）南伸道路整備事業で、海老名市南部地域の利便性の向上及び災害に対する道路網の整備を図るための事業である。整備事業の一環のうち、東名高速道路との立体交差区間があり、非開削工法により施工するアンダーパスの工事である。施工位置図を下記に示す（図一）。

2. 施工概要

(1) 工事の目的

本地域は、相模川東岸沿いに発達する自然堤防とその東側に分布する標高40～50mを呈する相模原台地に挟まれた後背湿地という地形上に位置している。

特に、施工区間の地質については、扇状地堆積物と自然堤防堆積物、砂丘堆積物、現河床堆積物等は砂及び礫等によって構成されているが、低湿地堆積物は軟弱な粘性土等が主体である。

近傍に位置する、永池川（相模川上流）は、過去に



図一 位置図

河川の氾濫によって、浸水災害が発生した経緯がある（写真一）。

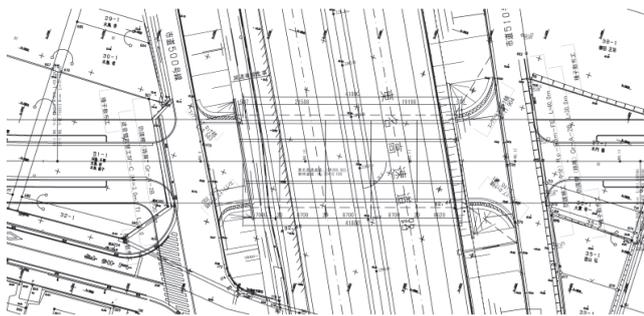
本工事は、神奈川県海老名市による受託工事である。そのうち、東名高速道路横断部において、アンダーパス工法により計画を行ったものである。

(2) 工事の概要

本工事（工事名：東名高速道路 杉久保地区函渠工事）は、東名高速道路アンダーパスする工事であり、施工延長L = 41.8mの推進工事である（図二）。

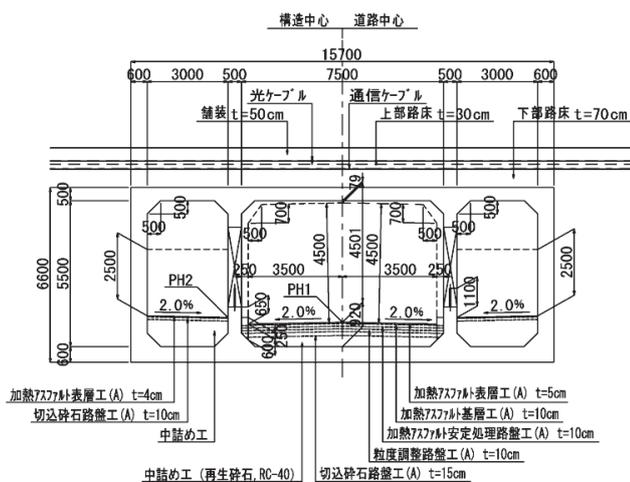


写真—1 氾濫状況



図—2 平面図

横断構成は、車道 3.5 m × 2 車線及び両側歩道 3.0 m × 2 で構成されており、土被りを低く抑えることにより、建築限界を確保することが出来た。また、縦断勾配についても、農水・排水は、自然排水を基本とし、流末排水施設との整合及び前後の縦断勾配との取り合いから縦断勾配を設計したものである（図—3）。



図—3 標準横断面

(3) 施工条件

アンダーパスの基本交差条件は表—1のとおりである。上記の交差条件のなかで、土被りについてのみ基準

表—1 交差条件¹⁾

項目	交差基準
土被り	施工上面から路面まで 2 m を確保。
交差角度	70° 以上を原則とする。
構造物延長	JH ※ の設計要領第二集による。
縦断勾配	各道路、水路等の設計基準による。

※) JH とは、旧日本道路公団をいう。

を逸脱しており、土被り 2 m を確保すると路面排水が自然流下出来ない計画となり、本工事の施工条件が、路面の自然排水を優先するため、土被りを許容しない計画としたものである。

道路直下における低土被り・大断面の施工実績としては、R & C 工法が圧倒的に多い。しかし、上部道路への影響抑制の観点から、盛土内での施工プロセスが少ない「SFT 工法」、「PCR 工法」および「HEP & JES 工法」等は、施工実績は少ないものの、適用の可能性は十分あり、新工法を含めた施工法を選定した(表—2)。

(4) 構造細部の技術的課題

前述の施工方法の選定(表—2)より、

- ①低土被りでの影響
 - ②埋設物への対応
 - ③東名高速道路路面への影響
- 等を総合評価すると、

- (ア) 類似施工(道路下・大断面・低土被り)の実績が多く、信頼性が高い工法。
- (イ) 施工の安全性が高い工法。
- (ウ) 工期の短縮が図れる工法。
- (エ) 相対的に経済的である工法。

を選定項目とした。そこで重交通路線での本線への影響を考慮した場合、施工実績が豊富な R & C 工法とし、かつ施工延長に制限がなく、長距離推進に有効な ESA 併用工法を採用した。ESA 工法は、相互に函体を反力として推進するため外的な反力を必要とせず、経済性に優れている工法である。本工事は、3 函体推進後 ESA 併用工法に切り替え施工した(図—4)。

3. R & C 工法 + ESA 併用工法

(1) 施工上の留意点

本推進工法の施工において、施工上留意すべき事項は、①函体下部付近の軟弱層、②函体推進・けん引時の函体部材への影響、③光通信ケーブルの近接施工、④箱形ルーフ及び函体の推進施工精度等が考えられた。対応策は下記のとおり実施した。

表一 2 施工法の選定²⁾

検討案	工法名称	函体築造工						周辺防護工						
		設置方式		構造形式	掘削方式	函体けん引（推進）時の反力体		形式	設置範囲			本体利用の別	防護工けん引（推進）時の反力体	
		推進	けん引			形式	設置箇所		頂版	側壁	底版		形式	設置箇所
第1案	R&C+ESA併用工法	●	●	RC箱型 ⁷⁾	人力・機械	函体と本線盛土	—	箱型ルーフ	●	●	—	撤去	反力体盛土構築	ルーフ発進側（函体到達側）
第2案	R&C工法	—	●	RC箱型 ⁷⁾	人力・機械	反力体盛土構築	函体到達側	箱型ルーフ	●	●	—	撤去	函体築造の反力体利用	ルーフ発進側（函体到達側）
第3案	R&C工法（予備設計推奨案）	—	●	RC箱型 ⁷⁾	人力・機械	反力体盛土構築	函体到達側	箱型ルーフ	●	● ⁸⁾	—	撤去	函体築造の反力体利用	ルーフ発進側（函体到達側）
第4案	SFT工法	—	●	RC箱型 ⁷⁾	不要 ⁸⁾	反力体盛土構築	函体到達側	箱型ルーフ	●	●	●	撤去	函体築造の反力体利用	ルーフ発進側（函体到達側）
第5案	R&C工法	●	—	RC箱型 ⁷⁾	人力・機械	反力体盛土構築	函体発進側	箱型ルーフ	●	●	—	撤去	函体築造の反力体利用	ルーフ発進側（函体発進側）
第6案	SFT工法	●	—	RC箱型 ⁷⁾	不要 ⁸⁾	反力体盛土構築	函体発進側	箱型ルーフ	●	●	●	撤去	函体築造の反力体利用	ルーフ発進側（函体発進側）
第7案	HEP&JES工法	—	●	合成 ⁸⁾ 箱型 ⁷⁾	機械	本線盛土	—	鋼製エレメント	●	●	●	本体利用	本線盛土	—
第8案	PCR工法	●	—	PCR桁箱型 ⁷⁾	機械	反力架台構築	PCR桁発進側	鋼製エレメント	●	●	●	本体利用（PCR桁と置換）	函体築造の反力体利用	鋼製トポット発進側（PCR桁発進側）

※1）側壁の防護工のみベイルーフを採用。
 ※2）函体けん引（推進）と同時に内部土砂を押し出すため、函体内での掘削が不要。
 ※3）鋼製エレメント内をコンクリート充填し、鋼製エレメントを躯体の一部と考える形式をいう。

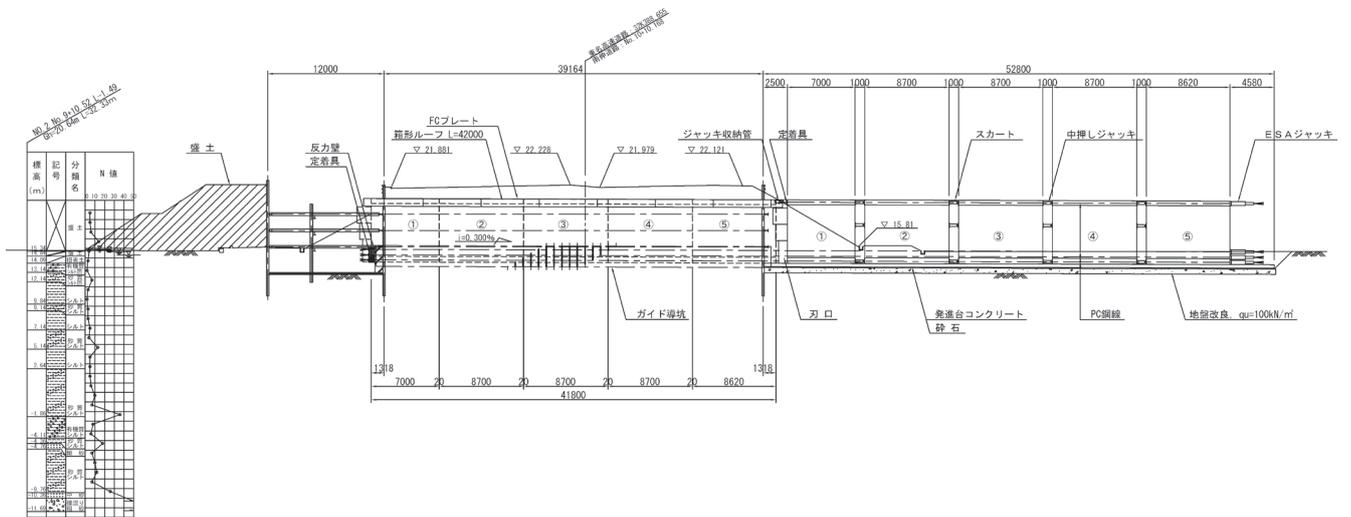
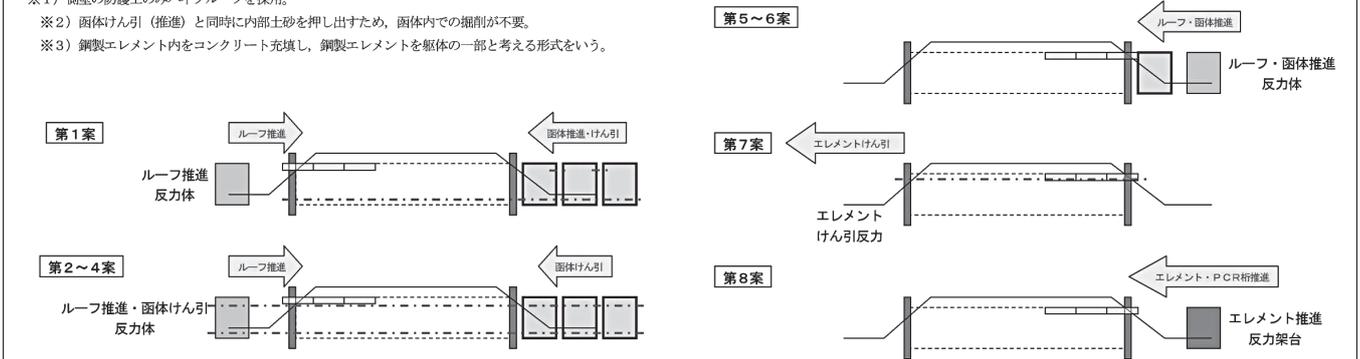


図-4 R & C工法+ESA併用工法概念図

(2) 施工上の対策

- ① 函体下部付近の軟弱地盤においては、函体推進の掘削時及び推進完了後の函体下部の地盤性状改善のため、補助工法として薬液注入を行い、路面への影響を考慮し上側から下側へ施工した（図-5, 写真-2）。薬液注入工法は「二重管ダブルパッカー」を採用した。
- ② 函体推進・けん引時の函体部材への影響については、
 - (ア) 箱形ルーフ押し出しジャッキ単体の詳細部分応力。
 - (イ) 中押しジャッキ単体の詳細部分応力。
 - (ウ)

第3函体を押す場合（ESA ジャッキ切替前）の第5函体の構造要素応力及び中押しジャッキ全体の構造要素応力。（エ）ESA ジャッキ切り替え後、第4函体を押す場合の第5函体の全体構造要素応力等の照査を行い、設計時において、FEMの解析を行った。FEM解析の結果、ジャッキの圧力によるコンクリート内への食い込みと、それに引きずられるように発生するコンクリートの引張応力が発生しており、応力の深さは概ね10cm程度と深くないもの、

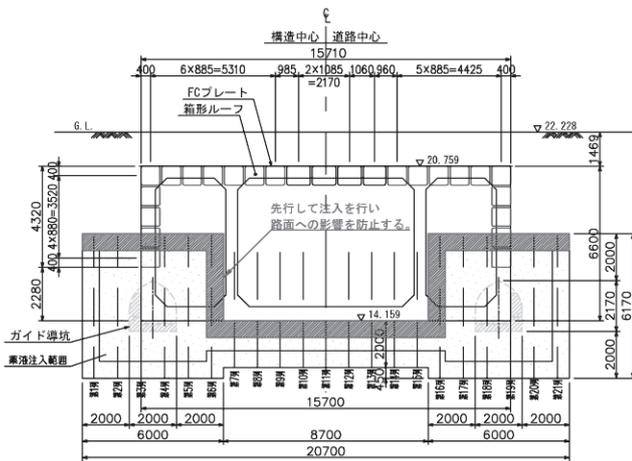


図-5 注入順序図



写真-2 薬液注入状況

表面付近での応力度が比較的高く、クラックが発生する確率が極めて高い。したがって、部材断面に補強鉄筋を設置した (写真-3)。

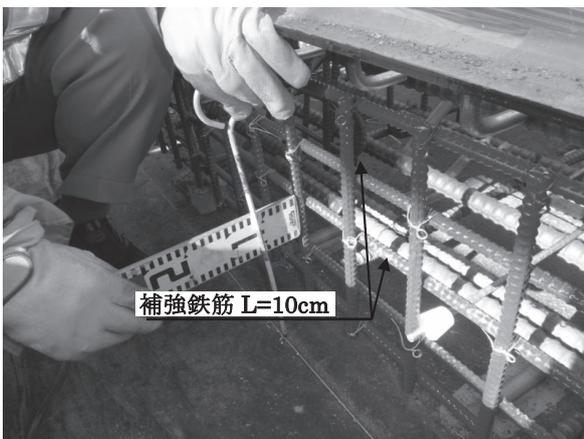


写真-3 補強鉄筋配置状況

③光通信ケーブルの近接施工については、箱形ルーフ推進時に高速道路本線 (中央分離帯付近) に埋設されている、光通信ケーブル (KDDI 所有) 及び防護

柵支柱が障害となる可能性が高いことが判った。そこで、光通信ケーブルについては、試掘を行い正確な設置位置の確認を行い、箱形ルーフとの離隔を明確にした。

試掘結果 (表-3) より、 $H = 679 \text{ mm} \sim 764 \text{ mm}$ の障害物が近接しているため、人力手掘り施工とした (写真-4)。

表-3 試掘結果

ケーブル管路 下端高 (m)	箱形ルーフ 上端高 (m)	離隔 (mm)	備考
21.433	20.754	679	
21.518	20.754	764	
21.489	20.754	735	



写真-4 箱形ルーフ内掘削状況

④箱形ルーフ推進及び函体推進における高さ方向の施工誤差による不具合と管理について、掘削延長が $L = 41.8 \text{ m}$ と長いため箱形ルーフの撓み (キャンバー) を考慮し、下記の手法で施工した (図-6)。路面管理基準は、中日本高速道路株式会社 (「保全点検要領」³⁾) を適用し、 30 mm を緊急工事対応とし計画実施した。

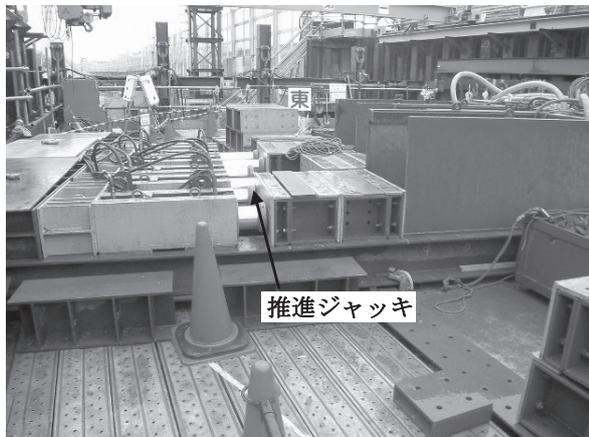
箱形ルーフ推進及び函体推進相関図	予想される不具合
	<p>・ΔHの路面沈下発生 (ΔH量により路面補修要)</p>

図-6 箱形ルーフ及び函体推進相関図

(3) 重点管理による施工

土被りが、約 1 m 程度であるため箱形ルーフ及び函体推進時における日々の管理を重点的に行い施工した。

①箱形ルーフ推進時の高さ管理（レベル測量1回／水平・垂直変位1方毎）



写真—5 箱形ルーフ推進状況

④撓みによる箱形ルーフ変形抑制として、2交代制の昼夜間施工（函体の早期貫通）



写真—8 函体推進状況（夜間）

②函体製作時頂版コンクリート仕上高さの精度の向上（計画高さ±3mm以内:3次元レーザーレベル管理）



写真—6 函体コンクリート頂版仕上状況

③路面変状をリアルタイムに計測（トータルステーションによる路面管理）



写真—7 自動路面計測

(4) 施工結果

本工事において、重点管理項目を基に施工を行った結果、土被りが薄いことにより、箱形ルーフ及び函体推進時に表面排水が侵入し、湧水が収まるまで工事を一時中断した。湧水による本線への影響は特に観測されなかった。湧水の原因として、既存の埋設管等の隙間から、表面排水が侵入したと考えられる（写真—9）。



写真—9 湧水状況

箱形ルーフ推進完了時の路面の沈下については、約5mm～10mm程度の沈下が観測された。函体推進完了約20mm～25mm沈下が観測された。これは、箱形ルーフ管の推進高さを+20mmで行っていたため、函体頂版と箱形ルーフ管の差異分が沈下したと考えられる（図—6、写真—10）。



写真—10 路面沈下状況



写真—11 完成

害物等が予測される特殊条件下での施工となった。本工事においては、R & C 工法 + ESA 併用工法で、かつ人力推進での工法の選択は、若干の沈下が観測されたものの、重交通路線での路面に悪影響を及ぼさなかったことを鑑みれば正しかったと判断される。

今後、同様な推進工事があった場合は、本工事の事例を参考として頂ければ幸いである。また、より安全で確実な新技術の開発を模索したいと考える。

最後に、本工事に携わった施工会社及び関係各位に対し、深く感謝致します。

J|C|M|A

《参考文献》

- 1) 高速道路の交差施設に関する技術指針（案），第2章，P11，JH 日本道路公団，平成13年11月
- 2) 東名高速道路 杉久保地区函渠検討業務，(株)片平エンジニアリング，平成20年3月
- 3) 保全点検要領，第5章，P43，中日本高速道路(株)，平成18年4月

【筆者紹介】

榎本 登（えのもと のぼる）
 中日本高速道路(株)
 東京支社 横浜保全・サービスセンター
 保全担当課長



4. おわりに

アンダーパスの工法については、日進月歩で技術開発が進んでいるなかで、本推進工事は低土被り及び障