

39. 直下地下切替工法「STRUM」による営業線の地下化切替

東急建設株式会社 技術本部 機械技術部 ○大峰 秀之

1. はじめに

東急目蒲線立体交差事業は、東京都を事業主体とし、品川区、目黒区、東京急行電鉄株式会社との共同で、目蒲線（現目黒線）の目黒駅付近から洗足駅付近までの約2.8kmの区間を立体交差化するもので、都市計画道路補助第26号線を始めとする18箇所の踏切を除去し、交通の円滑化を図るとともに、鉄道により隔てられていた地域の一体化を実現し、沿線のまちづくりに寄与する計画である。

本論文では、平成18年7月1日に実施した、直下地下切替工法「STRUM」の施工方法と施工機械の選定、緊急時対策、施工実績について報告する。



図-1 事業位置図

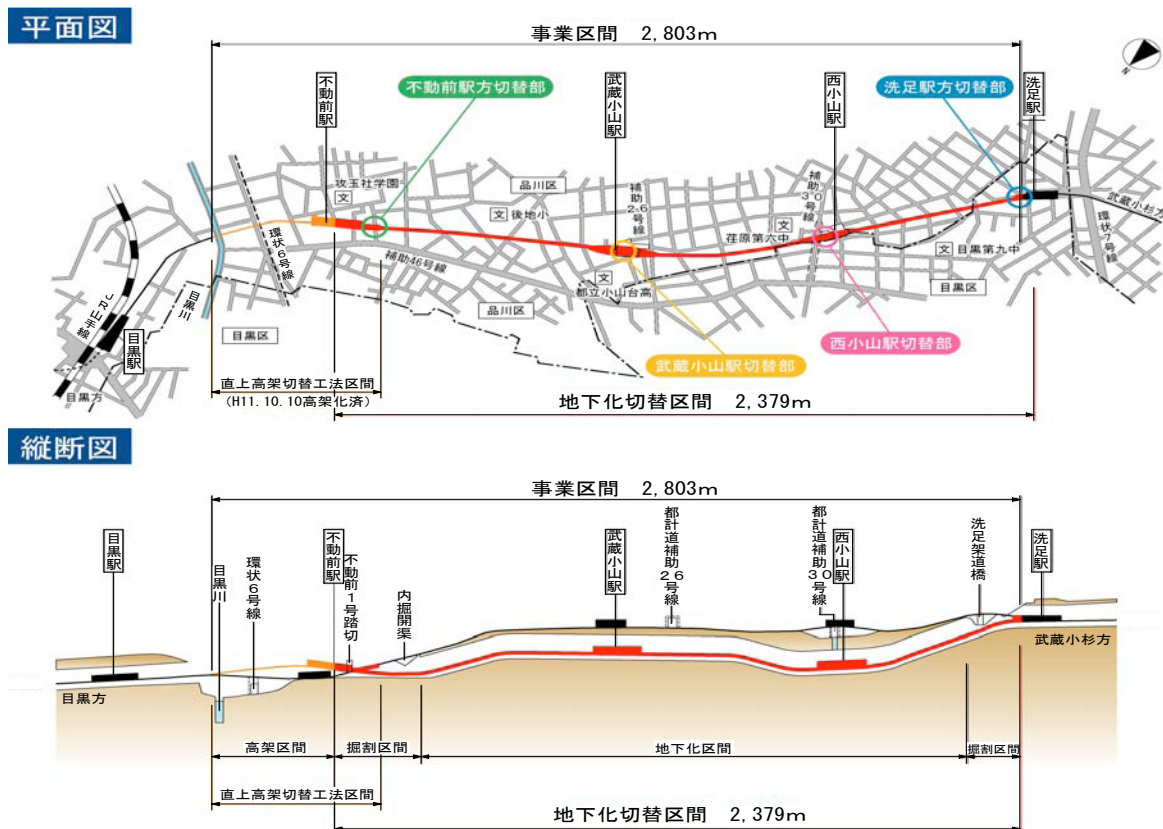
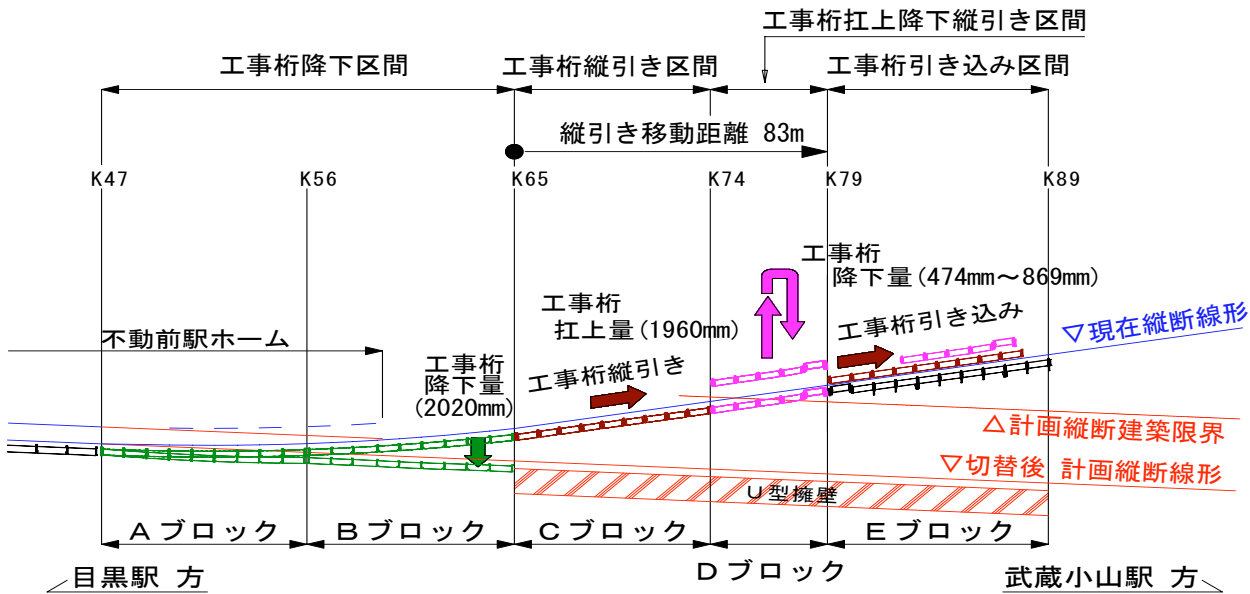


図-2 事業概要図

2. 直下地下切替工法「STRUM」の施工方法

切替概要縦断図を図－3に示す。



図－3 切替概要縦断図

今回施工を担当した不動前駅付近は、商店・住宅・事務所ビルが混在する高密度市街地で、仮線用地の確保が困難な為、直下地下切替工法「STRUM」にて線路切替を行った。切替工事範囲は不動前駅ホームを含む約250mで、終電車から始発電車のわずかな時間で工事桁を撤去し、地下化切替を行うものである。

工事始点よりA～Eブロックの5区間に分け、A・Bブロックを降下区間、Cブロックを縦引き（終点方に桁を移動すること）区間、Dブロックを扛上（こうじょう）区間、Eブロックを引き込み区間とした。

- (1) Aブロック（降下量0～508mm）
工事桁を降下させ、計画線形に据え付ける。
- (2) Bブロック（降下量527～2,020mm）
工事桁を降下させ、計画線形に据え付ける。
- (3) C～Eブロック（縦引き量83.0m）
Dブロックを扛上させた後、Cブロックの1回目の縦引きを行う。縦引き完了後、Dブロックを降下させ、Cブロック工事桁と固定させる。固定完了後、C・Dブロックを同時にEブロック引き込み部へ2回目の縦引きを行い、建築限界外へ移動させる。

表－1 切替概要表

	ブロック	桁延長	扛上・降下・縦引き量	桁重量	使用設備
降下区間	降下区間(1) Aブロック	L=54.350m	降下量 0～508mm	144.719t	500KN油圧ジャッキ
	降下区間(2) Bブロック	L=54.875m	降下量 527～2,020mm	130.482t	500KNセンターホールジャッキ
縦引き区間	縦引き区間 Cブロック	L=51.863m	縦引き量 83.0m	173.266t	複胴ウインチ
	扛上区間 Dブロック	L=31.000m	扛上量 2,400mm	95.765t	200KN電動チェーンブロック
			降下量 914～1,309mm		
	引き込み区間 Eブロック	L=51.863m			

3. 施工機械の選定

(1) Aブロック

Aブロックは不動前駅構内である。工事桁降下には実績のあるセンターホールジャッキを使用することが多いが、ホーム幅員が減少し旅客への影響が大きいので、500kN 油圧ジャッキを採用した。

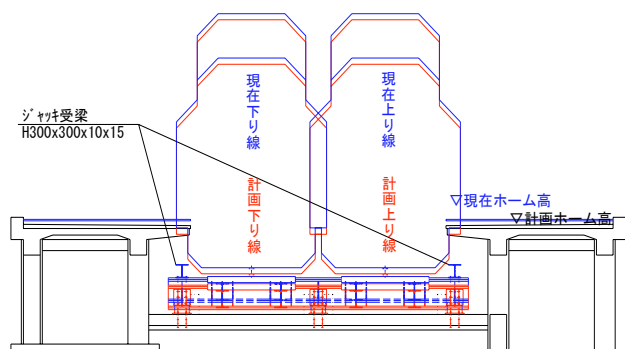


図-4 Aブロック断面図

降下量は最大 508 mm であるため、1 回で降下出来ない箇所は 1 支点到 2 台のジャッキを設置し、サンドルを盛替ながら降下させることとした。

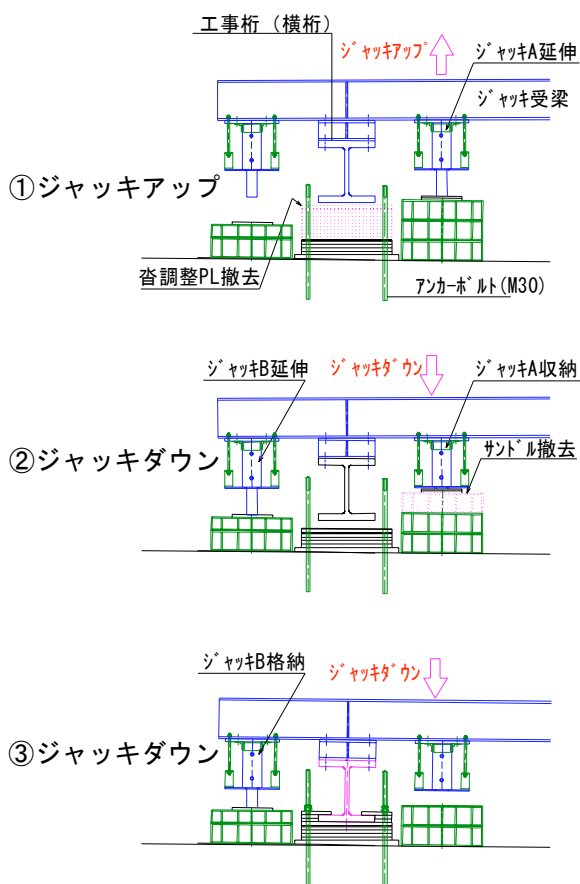


図-5 Aブロック降下手順縦断面図

(2) Bブロック

Bブロックは旅客への影響が無いので、使用実績があり、安定して桁を降下できる 500kN センターホールジャッキを採用した。降下速度を一定にするため、油圧ホース長を同一にした。

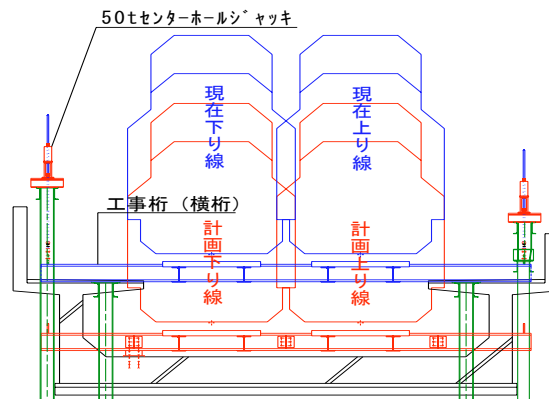


図-6 Bブロック断面図

降下量は最大 2,020 mm であり、ジャッキのストロークは 220 mm であるので、地切り量を考慮し、各支点とも 11 回に分けて降下させることとした。

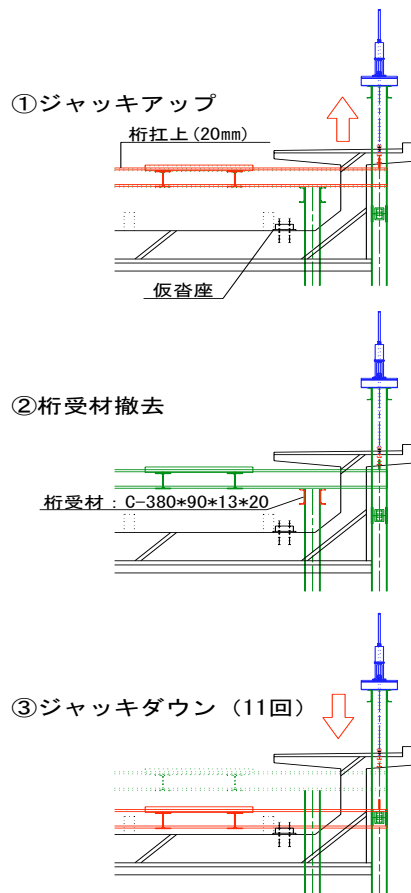
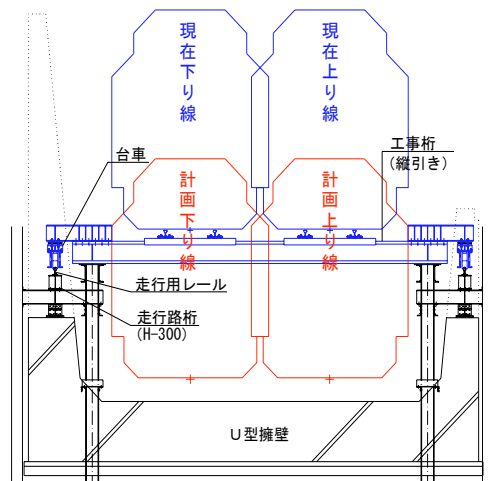


図-7 Bブロック降下手順断面図

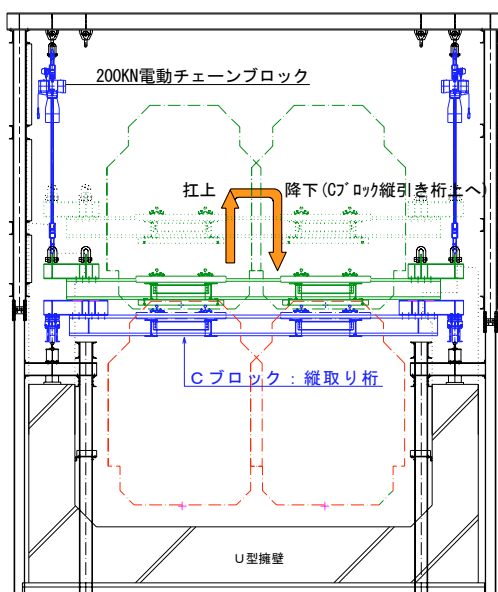
(3) C～Eブロック

Cブロック工事桁を 500kN 油圧ジャッキを使用して台車へ受替える。Dブロック工事桁扛上完了後、1回目の縦引きをEブロックに配置した電動ウィンチにて行う。台車の1輪当りの最大反力は90.2kNであるので、車輪材質 S55C、許容輪圧 1900MPa の台車を採用した。



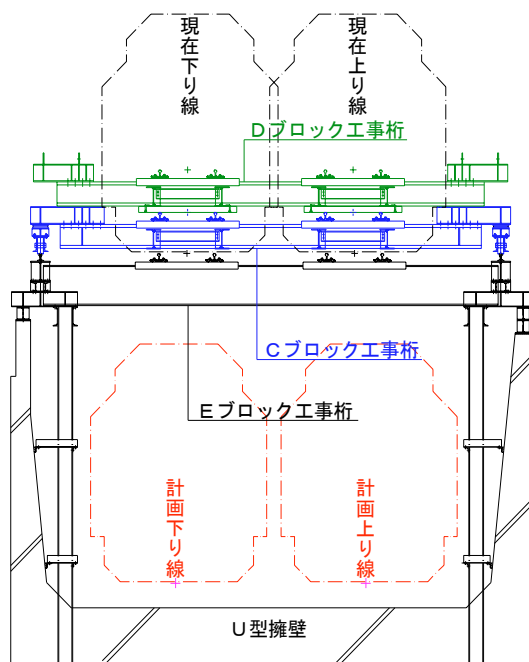
図－8 Cブロック断面図

Dブロックは工事桁を扛上させなければ縦引きを開始出来ないので、時間工程上クリティカルとなる。扛上・降下を素早く行える電動チェーンブロックを採用した。扛上量 2.4mと少ないが、個々の機械の巻上げ速度にバラつきが予想されたので、1回の扛上量を 600 mmとし、4回に分け、各支点を均等に上げることとした。



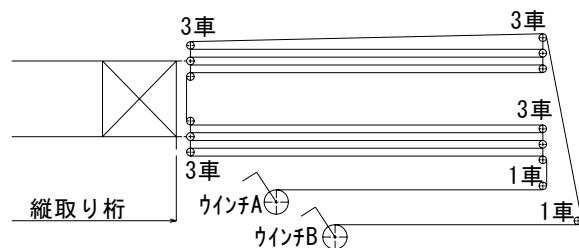
図－9 Dブロック断面図

Eブロックは計画線に対して建築限界外にあるので工事桁は動かさない。縦引き完了後、桁の固定を行うのみである。

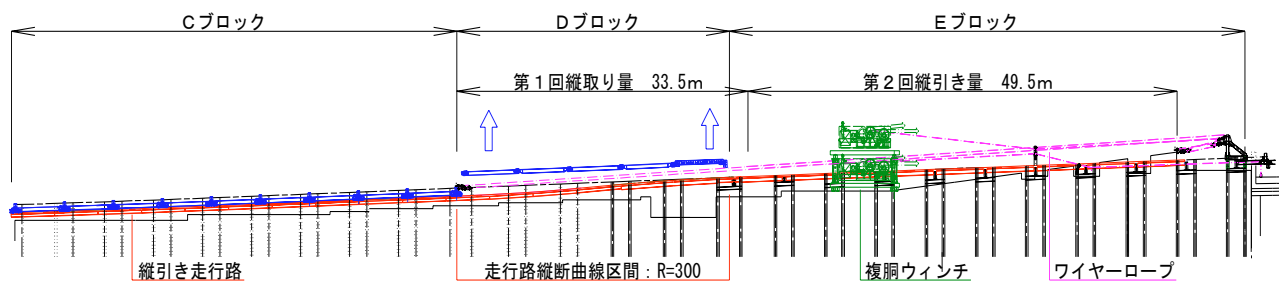


図－10 Eブロック断面図

縦引きに必要な牽引力は「実用クレーン便覧」より、走行抵抗・勾配抵抗・出発抵抗・ワイヤー抵抗・付加抵抗を算出した結果、161.7kNであった。滑車（3車）を使用した場合のワイヤーロープ張力の最大値は30.5kNであるので6号16φ(6×37)B種 J I S G3525を採用した。ワイヤーロープ必要長は、繰込み長・当初巻取り長・余裕長を足し、1,600mである。以上の条件と縦引き速度 3.0m/min 以上を満たす機械として、45kW 複胴ウィンチを採用した（ロープ張力：54.4kN・ロープ速度：25.6m/min・ロープ巻取り長：3,098m）。図－11にワイヤー繰込み概要平面図、図－12にワイヤー繰込み縦断面図を示す。



図－11 ワイヤー繰込み概要平面図



図－１２ ワイヤー繰込み縦断図

4. 緊急時対策（リスク管理）

営業線の切替工事であるため、トラブルによる工事の遅れは旅客・都市機能へ多大な影響を与える。切替工事中にトラブルが無いように採った対策を以下に述べる。

（１）試験施工の実施

A～Eブロック全て、現地で実際に使用する機械を動かして試験施工を行い、全作業員へ作業手順・機械の習熟を図った。試験時に不備が発見された場所については、再度試験を行った。

（２）施工機械のトラブル対策

ジャッキ・油圧ポンプ類は全て予備機を各２台用意した。また、故障時の機械交換手順を事前に決定し、交換訓練を行い、トラブル時の遅延時間を把握した。

電動チェーンブロックは、最大吊り上げ荷重が120kNであったが、１台故障しても隣り合う機械でカバー出来るよう、200kNの物を採用した。２台目の故障に備え予備機と、即座に設置できるようラフテレーンクレーンを配置した。

縦引き設備は、ウィンチが１台故障しても、１台でワイヤーロープを巻き取れるドラムを装備したも

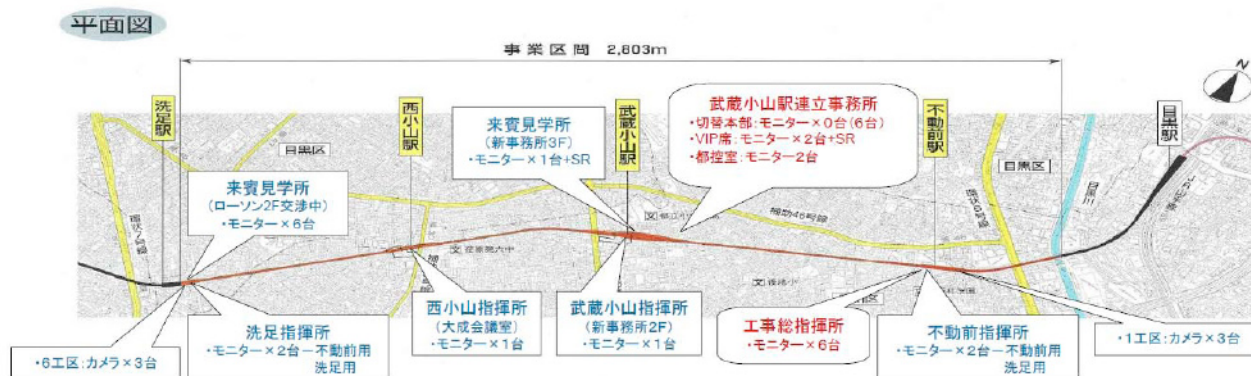
のを採用した。さらにウィンチが２台共故障しても縦引きが可能にするため、500kN ジャッキ・レールクランプを配置した。ジャッキ・レールクランプを使用した長距離移動時のデータ（桁の挙動・サイクルタイム等）が無い場合、500kN ジャッキ・レールクランプを使用し、実験施工を行った。



写真－１ 実験施工状況

（３）工事進捗管理

本報告では不動前駅付近について述べてきたが、切替当日は他の駅部・踏切部でも工事を行っており、全体の進捗を把握する必要があった。無線機・電話では、進捗が把握しにくいので、ウェブカメラを各所に配置し、工事本部・指揮所にモニターを設置して、映像にて進捗管理・確認を行った。



図－１３ ウェブカメラ・モニター配置図

5. 施工実績

表－2に実施時間工程を示す。

表－2 切替工事実施時間工程

工種		時間	24	1	2	3	4	5
準備工			機材確認調整					
降下区間	Aブロック		ボルト撤去・地切り	桁降下	調整・固定			
	Bブロック		ボルト撤去・桁地切り	仮受材撤去	桁降下	調整・固定		
縦引き区間	Cブロック		地切り	受替え	1回目縦引き	2回目縦引き		
	Dブロック		レールガス切断	桁扛	桁降下・固定			
	Eブロック					桁固定		
ホーム部			ハンスリップ合板撤去・復旧(調整材含む)					
保線工事			ガードレール撤去・破線			レール復旧・軌道検査		
信号工事						ポイント復旧	ATC軌道回路調整	
電路工事				トローリ線切断・撤去		トローリ線嵩上・連結		

下り終電0:42
上り終電0:35

き電停止1:10
線路閉鎖0:49

送電依頼4:20

上り初電5:10
下り初電5:01

切替当日は20時から最終打合せを行い、定刻通り終電車を通過させた後、工事に着手した。Bブロックの桁降下前作業に手間取り、降下開始が予定より遅れたが、時間内にレール復旧作業を終えることができた。C Eブロックは順調に作業を行い、予定より7分早く終わることができた。

今回の切替工事に動員された人員は、土木工事500名、保線工事200名、電気工事120名の合計820名であった。

6. おわりに

今回は直線区間での切替工事であったが、今後は曲線部にも対応できるよう、施工方法・施工機械の検討が必要とされる。

都市部での鉄道立体交差事業ではSTRUM工法の必要性が増すと考えられるので、本報告が参考になれば幸いである。



写真－2 地下化切替前



写真－3 地下化切替状況



写真－4 地下化切替完了