

J R東日本 東北工事事務所 新庄工事区 正会員○嶋田 敦
 J R東日本 東北工事事務所 新庄工事区 非会員 多田秀彰
 J R東日本 東北工事事務所 工事管理室 正会員 斎藤道法

1. はじめに

山形新幹線の新庄延伸工事は、奥羽本線山形～新庄間 61.5km を標準軌化し、既に新在直通により営業している山形新幹線（福島～山形）を新庄まで延伸することにより、到達時分の短縮と沿線地域の活性化を図るものである。これに伴い、踏切安全対策として 43 箇所（B v 33 箇所、B o 10 箇所）の立体交差設備を新設した。これらの B v（こ道橋）の施工法については、表-1 に示す 6 種類の開削工法を採用した。施工法の選定にあたっては、図-1 を基本概念とし、規模、現地の条件等により決定した。本報告書は、6 種類の施工法のなかでも、8 箇所採用された場所打ちけん引工法について、新庄地区で施工した亀田 B v、酒田街道 B v を中心に施工実績およびけん引設備に関する考察を行ったものである。

工 法 名	線路状態	製作方法
工事併工法	営業線	場所打ち
プレキャストブロック工法（一夜施工）		工場 プレキャスト
プレキャストブロック工法	工事線	場所打ち
プレキャスト工法		
場所打ちけん引工法		
場所打ち工法		

表-1 B v 施工法

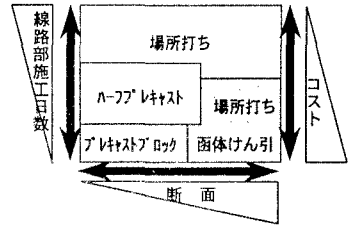


図-1 B v 施工法選定概念

2. 場所打ちけん引工法の工事概要および施工実績

場所打ちけん引工法は、線路部掘削前に予め線路脇で場所打ち函体を構築しておき、軌道部を破線、掘削後、ジャッキで函体を引き込み、埋戻し後、軌道復旧を行うものである（写真-1）。亀田 B v のけん引設備は発進台と函体底版の型枠鋼板の隙間を無くし、砂を用いない構造とした。一方、酒田街道 B v のけん引設備は架台レールとして一般的に用いられる H 形鋼を使用せず、P C スラブ桁を用いた（図-2）。また、他 B v が全てフロンテジャッキを使用したのに対し、両 B v とも、けん引ジャッキは盛替不要で連続けん引が可能な、ダブルツイン型油圧ジャッキ（オックスジャッキ コンサルタント（株）開発）を使用した。亀田 B v のけん引作業の進捗状況を図-3 に示す。両 B v とも縁切時（函体の始動時）の摩擦係数が予想以上に大きかったため、初期縁切時には補助の推進ジャッキを必要とした。

表-2 に、施工実績の総括表を、図-4 に函体重量と摩擦係数の関係を示す。ここで注目すべき点は、摩擦面が鉄と鉄（型枠鋼板と H 形鋼）の場合、最大摩擦係数（縁切時）が約 0.65～0.9 の間に、最小摩擦係数（移動時）が約 0.35～0.55 の間に分布しているのに対し、摩擦面がテフロン板とステンレス板の 2 施工例は、いずれも摩擦係数が小さく、特に移動時では 0.02 と非常に高効率だった点である。また、山形地区において施工された各 B v はいずれも、函体移動時に初期の縁切時よりも大きなけん引力が働く傾向が見られた。これは、H 鋼レールと架台コンクリートの表面高がほぼ同一であり、コンクリート面と型枠鋼板の摩擦が生じたためと推測される。この傾向は後述する亀田 B v においても見られた。

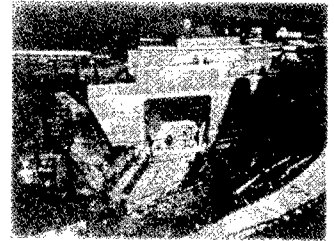


写真-1 函体けん引工（酒田街道 B v）

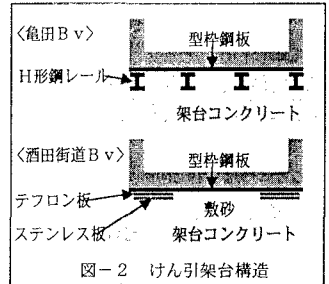


図-2 けん引架台構造

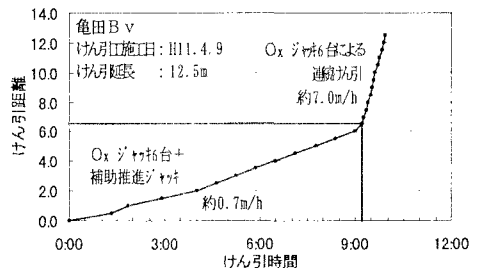


図-3 けん引工進捗状況（亀田 B v）

表-2 けん引口建設	図体重量 w (t)	ジャッキ負荷 (t)		摩擦係数 μ		下床版 面積 a (m ²)	摩擦面 面積 b (m ²)	面積比 b/a	単位当り 重量 w/b (t/m ²)	摩擦面材質		レール間隔 (m)	工 区
		Max	Min	Max	Min					図体側	架台側		
Bv名称													
六田	1040	761	358	0.73	0.34	189.8	17.0	0.09	61.2	鉄(鉄板)	鉄(H鋼)	1.8	山 形
東根温泉	1145	907	420	0.79	0.37	192.0	21.9	0.11	52.3	鉄(鉄板)	鉄(H鋼)	1.8	
長瀬	515	336	284	0.65	0.55	89.9	16.1	0.18	32.0	鉄(鉄板)	鉄(H鋼)	2.0	
西郷	665	588	288	0.88	0.43	103.4	13.2	0.13	50.4	鉄(鉄板)	鉄(H鋼)	3.0	
名取	964	666	512	0.69	0.53	137.8	18.2	0.13	53.0	鉄(鉄板)	鉄(H鋼)	1.6	
亀田	1186	669	178	0.56	0.15	189.8	10.9	0.06	108.8	鉄(鉄板)	鉄(H鋼)	3.0	
酒田街道	412	150	10	0.36	0.02	70.8	12.0	0.17	34.3	テフロン板	ステンレス板	4.0	新 庄
関屋	1300	238	28	0.18	0.02	232.0	17.2	0.07	75.6	テフロン板	ステンレス板	中10.0、端5.3	

3. けん引設備に関する考察

新庄地区で施工した亀田B v・酒田街道B vでは、いずれも初期けん引時の縁切に予想以上の荷重を要し時間がかかった。両B vの施工実績を踏まえ、縁切時摩擦係数を低く抑え、効率的なけん引作業が可能な2タイプの架台構造（H形鋼を用いる場合とステンレス板を用いる場合）について考察する。両B vの縁切に時間を要した原因は、以下の通りである。

- (1) 亀田B v: 架台コンクリートとH鋼レールの表面高がほぼ同一であったため、場所によってはH鋼レール以外の部分に、型枠鋼板とコンクリート面の摩擦が生じた事が原因と考えられる。そこで、補助推進ジャッキを使用した、ジャッキの設置、盛替に時間を要し、補助推進ジャッキが取れるまでは、ダブルツインジャッキの特長を生かせなかった。
- (2) 酒田街道B v: 発進台レール間が2.8mあり、鋼板型枠のたわみ防止の為に敷砂が雨等により湿った状態になり、鋼板と砂の間に錆が生じた事が原因と思われる。応急対策として、敷砂を高圧洗浄車で3〜4割程度流し出し、補助推進ジャッキを用いたが、ジャッキの取付に時間を要した。

そこで、滑り面の材料による摩擦係数の相違を把握するため、簡易な実験を行った。実験方法および結果を表-3に示す。ここで、鉄板とコンクリート面との摩擦実験は、亀田B vでの走行レール以外の摩擦面を考慮したものである。数値を見る限り摩擦係数が低く現れているが、コンクリート表面の凹凸が摩擦面積を減少させ、値が小さく出たものと思われる。山形地区の各B vのけん引実績では同様の条件下で、初期縁切力を越えるけん引力を移動時に記録しているため、実際には実験結果よりも大きい摩擦力が働くものと思われる。また、鉄と湿った砂の摩擦実験は、酒田街道B vでの走行レール以外の摩擦面を考慮したものである。簡易な実験のため、数値はあくまで参考であるが、湿った砂の上をけん引する場合、他の材料の約2倍もの摩擦力が発生していることが読み取れる。

4. まとめ

- 以上より、けん引設備を設計、施工する上での留意点についてまとめると、以下の通りである。
- ① 亀田B vのようにH鋼レールを使用する場合は架台コンクリート打設時の表面高の管理が必要である。
 - ② 酒田街道B vのように架台レールの支間を確保し敷砂を用いる場合は砂の除去を前提とした架台設備とする必要がある。（同工法の関屋B vは、敷砂の下に土木用シートを布設し、敷砂の除去がスムーズであった。）
 - ③ 初期縁切りのための、補助ジャッキ設置の反力体等を予め考慮した架台構造とする。
 - ④ 移動時摩擦係数を小さくし、ジャッキ能力を抑えるためには、H鋼レールと型枠鋼板で摩擦を低減するよりも、テフロン板とステンレス板で摩擦を低減する方が効果的である。

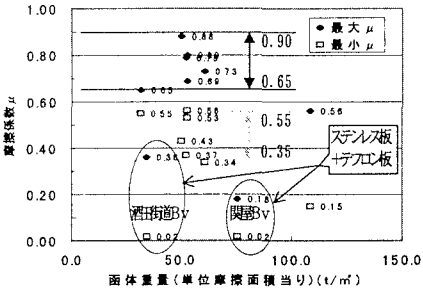


図-4 図体重量（単位摩擦面あたり）－摩擦係数

表-3 摩擦係数に関する実験

摩擦面		特記事項	けん引力 (kgf)	摩擦係数
上面	下面			
鉄板 (23kg) 0.26t/m ²	ステンレス	グリース無	6	0.26
	ステンレス	グリース有	4.5	0.20
	ステンレス	石鹸水使用	4.5～5.0	0.22
	ステンレス	鉄板2枚、石鹸水	7.5	0.33
	テフロン板	グリース無	6	0.26
	濡った砂	—	10.0～12.0	0.52
コンクリート		—	5.0～5.5	0.24