

駅構内における礫・玉石含有地盤でのエレメントけん引工法の施工

東日本旅客鉄道（株） 東北工事事務所 正会員 ○加藤 格
 東日本旅客鉄道（株） 東北工事事務所 正会員 佐藤 拓也
 東日本旅客鉄道（株） 東北工事事務所 正会員 玄順 貴史

1. はじめに

双葉町こ道橋新設工事は、奥羽本線山形駅構内において山形市が進めている都市計画道路十日町双葉町線と交差するボックスカルバートを新設するものである。本稿では、列車を運行させながら非開削で施工した上床版エレメントの施工について報告する。

2. 工事概要

函体の外寸は、高さ 7.9m、幅 27m の 1 層 4 径間である。当社施工総延長 98m の内、乗車場 1 面を含む本線（標準軌）3 線と交差する箇所については HEP&JES 工法による非開削での施工（L=35m）、側線（狭軌）1 線を含む他の箇所については開削で RC 函体を施工する（L=49m（西側）+14m（東側）=63m）。非開削区間の施工手順は、上床版、両側壁および中壁をエレメントで門型に構築し、内空部をストラットを仮設しながら掘削した後、支持層が良質な砂礫層であるため、下床版は場所打ちコンクリートで閉合する。

施工箇所は、土被りが約 2.5m あるため、薬液注入による地盤の強化を行った上で、基準エレメントを除いては列車の間合いでけん引を行っている。また、上床版構築箇所直上にはホームおよび上屋の基礎が存在しているため、ホームの沈下への影響を考慮しつつ施工を行った（図-1、図-2）。

3. 上床エレメントの施工管理

3-1. 設計けん引力の検討

基準となるエレメントは図-3のように予め立坑間で水平ボーリングを行い、削孔した穴に挿入した PC 鋼より線を用い土留めを反力としてけん引される。後に続くエレメントは基準エレメントに継手を沿わす形でけん引していく。エレメントのけん引においてはけん引力の管理が重要であり、けん引力（P）は刃口の先端抵抗（P1）、エレメントの全周摩擦抵抗（P2）、継手の摩擦抵抗（P3）の和により求められる。

当該箇所では、事前に行った地質調査および立坑掘削時に転石、玉石が混在していることを確認している。そのため、けん引掘削作業は人力で行う計画とし、先端抵抗は考慮しないこととした。さらに安全を考慮して 20% の割増しをして設計けん引力（Pd）を算出した（表-1）。

3-2. 設計施工精度の検討

（1）水平方向（エレメントの割付）

函体幅は、歩車道の必要幅員に対し JES 継手遊間の伸び縮

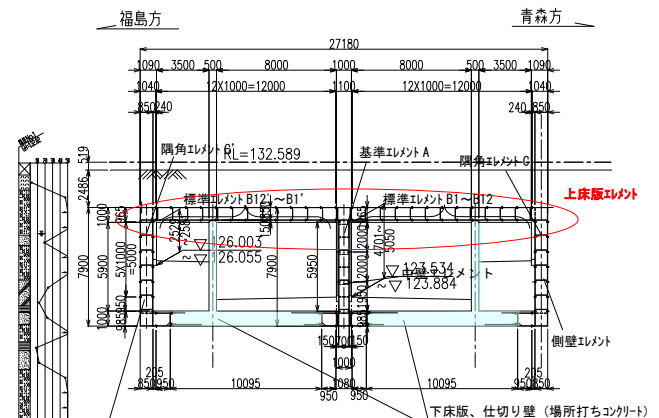


図-1 断面図（JES 函体）

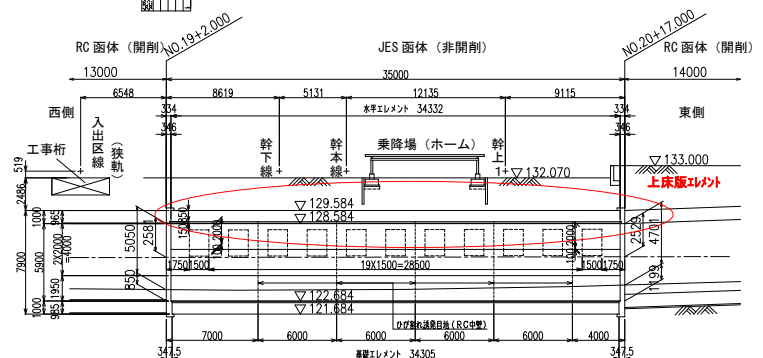


図-2 側面図（JES 函体）

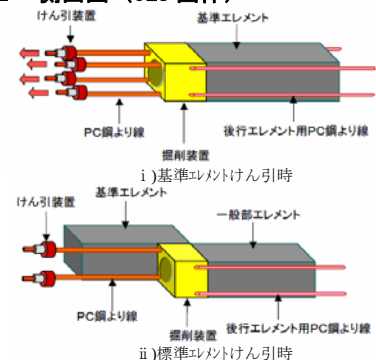


図-3 エレメントけん引方法

表-1 設計けん引力

	P1	P2	P3	P	Pd=1.2P
基準エレメント		1287kN		1287kN	1545kN
標準エレメント		948kN	660kN	1608kN	1929kN
隅角エレメント		961kN	660kN	1621kN	1945kN

キーワード HEP&JES 乗降場 線路下横断工

連絡先 〒980-8580 宮城県仙台市青葉区五橋 1-1-1 JR 東日本東北工事事務所 TEL022-266-9661

み、エレメントの施工誤差、内装余裕を考慮し設定した（表－２）。エレメントの割付は、設計函体幅を確保できるよう隅角エレメント幅で調整を行った。実施工においては、設計値に加えて、エレメント 1 本当たり 5mm 余裕幅を持たせ製作することで、確実に内空幅を確保できるようにした。

（２）鉛直方向

エレメントの施工精度（許容変位）は延長の $1/500$ ($33\text{m}/500=66\text{mm}$) 以内に収めることが定められているため、鉛直方向についてはあらかじめ 66mm エレメントを上げ越して施工した。

３－３．基準エレメントの施工

基準エレメントは、全エレメントに先立って施工される要であり、構造物全体に影響を与える。そのため、基準エレメントけん引のための先行ボーリングにも高い施工精度が求められる。そこで、数パターンの水平ボーリング工法を比較し、礫、玉石にも対応でき、方向修正機能も有する小口径推進工法（ハードロック工法 $\phi 400$ ）を採用した（図－４）。

３－４．けん引実績

エレメント施工時の最大けん引力、最大水平変位、最大鉛直変位と日進量（平均）の抜粋を表－３に示す。

（１）けん引力

各エレメントにおける最大けん引力は、概ね設計けん引力の 6 割程度であった。理由として、30cm 程度に分けて人力掘削を行い、転石が接触しないよう警戒しながら刃口の引き込みを行ったため、全周摩擦が設計値より小さな値になったことが考えられる。また、極力無理な力をかけなかったため、継手摩擦も抑えることができた。B2' で全エレメント中での最大けん引力 1343kN が確認されたが、これはエレメントのローリングの修正を行ったためである。

（２）鉛直、水平変位

B2 でプラス側の最大変位 26mm、B7' でマイナス側の最大変位 48mm といずれも許容値内に収まっている。基準エレメントから離れたエレメントほど下方変位する傾向にあり、それに伴いけん引作業を行いながら上方修正した。

B12 で福島方へ 47mm、C' で青森方へ 48mm と許容値の 66mm 以内に収まっているが、両エレメントとも内空幅が縮まる方へ変位している。けん引に伴う継手の縮みが原因であると考えられるが、先に示したように、設計および製作段階で誤差を考慮した割付としているため、内空幅に対して水平変位を吸収できる施工結果となっている。

平均日進 2.5m 程度の標準エレメントと比較し、基準エレメント A については、後に続くエレメントの変位にも影響を与える最初のけん引であり、また、直上にある駅ホームの沈下等に警戒しながらの施工のため、平均日進 1.38m とスローペースとなっている。また隅角エレメントは、後に側壁エレメントを接続していくため、調整しながらのけん引となり、C' で平均日進 2.2m となった。

軌道については週 1 回の軌道検測と軌道整備を行うと共に、所定の離隔、高さが確保できるように、乗降場は定期的な変位計測を行っている。変位が確認された箇所についてはジャッキアップで一時的な対応をとっており、JES 函体が完成後、基礎の補強等による最終据付を検討している。

４．まとめ

上床エレメントは所定の施工精度、工期内に無事完了することができた。平成 21 年 2 月の完成に向け、引き続き施工管理および品質管理体制には万全を期し進めていく。

表－２ 割付に対する余裕幅

	幅(mm)	備考
歩車道総幅員	25000	
側壁厚	1700	850×2箇所
継手の誤差	140	5mm×26箇所≒140
けん引による誤差	140	33/500≒70×2pt施工
内装余裕	200	100×2箇所
設計函体幅	27180	



図－４ ハードロック施工状況

表－３ けん引実績

	けん引力		最大変位※		日進 (平均)
	設計	最大	鉛直	水平	
基準エレメントA	1545kN	911kN	-26mm	13mm	1.38m
標準エレメントB2'	1929kN	1343kN	-23mm	-8mm	1.94m
標準エレメントB2	1929kN	1078kN	26mm	21mm	1.94m
標準エレメントB7'	1929kN	1254kN	-48mm	-30mm	2.75m
標準エレメントB12	1929kN	686kN	-39mm	47mm	3.3m
隅角エレメントC'	1945kN	715kN	-43mm	-48mm	2.2m

※ 鉛直変位・・・上方変位＋ 下方変位－ 水平変位・・・福島方変位＋ 青森方変位－



図－５ エレメントけん引状況