

J R 東日本 東北工事事務所 正会員 白石 浩三
 J R 東日本 東北工事事務所 正会員 古山 章一
 J R 東日本 東北工事事務所 正会員 佐々木 弘

1. はじめに

列車を走らせながら、線路の下に地下道等の横断構造物を構築する方法には様々なものがある。その中の一つであるフロンテジャッキング工法は、函体をあらかじめ明かりで構築し、フロンテジャッキとPC鋼線によってけん引移動し、所定の線路下の位置に設置する工法である。この工法では、函体けん引の際の軌道防護として、あらかじめ函体隣縁部にパイプルーフを施工する。今回はこのパイプルーフを、函体けん引時におけるけん引反力としても利用できるように計画・設計し、実際の施工においてパイプルーフの軸力の測定を行ったので、パイプルーフ反力工法の概要、並びに軸力測定結果及び若干の考察を報告する。

2. パイプルーフ反力工法の概要

パイプルーフ反力工法の概念図を図1に示す。つまり、通常のフロンテジャッキング工法の場合、反力函体とパイプルーフは結合させないので、反力函体は、第①函体をけん引するためのけん引反力としての機能を果たし、一方、パイプルーフは、軌道等の防護の機能を果たすのであるが、パイプルーフ反力工法の場合は、反力函体とパイプルーフをブラ

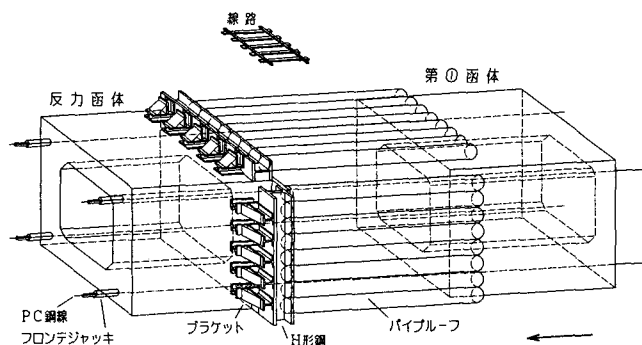


図1 パイプルーフ反力工法の概念図

ケット及びH形鋼による腹起しによって連結させることによって、パイプルーフに、軌道等の防護の機能のみならず、けん引反力としての機能を持たせている。けん引時の反力は、反力函体からブラケット及びH形鋼によってパイプルーフに伝達され、さらには地山に伝達されるのである。この工法の大きな特徴としてはパイプルーフにも反力を期待するため、反力函体を従来より小さくすることができる点があげられる。

3. 実際のけん引について

今回、パイプルーフ反力工法を用いたこ道橋を図2に示す。函体は幅19.00m、高さ6.97m、総延長56.0mであり、4分割の片引きけん引方式である。当該場所は盛土区間であり、N値5程度の礫混じり粘土で、一軸圧縮強度は0.90kgf/cm²である。

また、あらかじめ施工しておいたパイプルーフは図3のように門型に配置している。けん引するためには、けん引反力>必要けん引力を満たす必要があるが、今回の必要けん引力は3000tfと想定された。

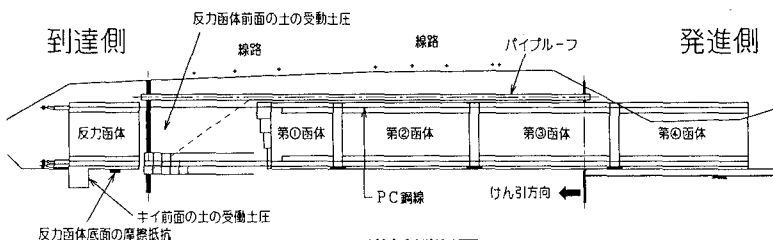


図2 こ道橋縦断面図

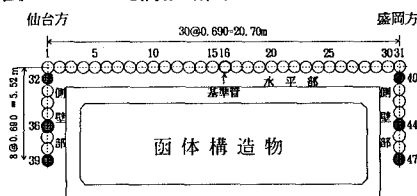


図3 パイプルーフ配置図

けん引反力の内訳は、表1に示すとおりである。パイプルーフにはけん引反力全体の約40%を期待している。パイプルーフにどの程度、けん引反力を期待できるかの算定に当たっては、パイプルーフを圧入する際の推進抵抗の実測値¹⁾を参考にした。つまり、推進抵抗の摩擦分の1/2が反力として期待できると仮定した結果、側壁部では1本当たり平均20tf、水平部では1本当たり30tfが期待でき、合計1250tfと推測したのである。なお、函体のけん引は第①函体～第④函体とも無事完了している。

表1 必要けん引力とけん引反力

必要けん引力	反力函体左右の土留め壁前面の受働土圧	下床版に設けたキイ前面の受働土圧	反力函体底面の摩擦抵抗	パイプルーフ
3000tf	210tf	980tf	630tf	1250tf

今回の軸力測定は、第①函体が反力函体前面5mに位置するときと、第①函体と反力函体がドッキングする直前の2回行った。軸力測定位置は、反力函体からの距離が1m、5m、10m、15m、20m、30mの位置であり、一箇所あたり水平に2枚の歪みゲージをパイプルーフ内側に貼りつけた。なお、実際に測定を行ったパイプルーフは図3のNo40、No44、No47、No32、No36、No39、No16の7本である。測定結果の一部を表2に示す。また、パイプルーフ推進時の推進抵抗¹⁾と今回の測定結果の比較を表3に示す。

4. けん引反力として利用時のパイプルーフの軸力測定

表2 パイプルーフ軸力測定結果

パイ	測定時 反力函体と第1函体との距離	測定位置（反力函体からの距離）（m）					
		1	5	10	15	20	30
No40	5mの場合	23.5	20.0	17.8	17.3	13.0	7.5
	0mの場合	25.5	21.5	14.3	13.3	10.5	4.8
No44	5mの場合	37.8	25.8	24.5	31.3	22.5	14.5
	0mの場合	48.0	26.3	24.5	23.5	18.8	16.0
No47	5mの場合	73.3	45.0	40.0	38.3	25.5	16.5
	0mの場合	71.0	48.8	33.5	31.0	25.5	19.3
No32	5mの場合	25.0	30.8	25.5	20.5	12.8	8.3
	0mの場合	15.8	23.3	19.0	10.0	7.8	6.0
No36	5mの場合	25.3	24.0	23.3	20.3	15.0	10.0
	0mの場合	23.0	16.3	17.3	10.8	11.8	7.8
No39	5mの場合	35.5	29.8	32.5	36.0	24.5	13.0
	0mの場合	29.0	23.5	21.3	12.8	13.5	9.3

注）反力函体と第1函体の距離 5mの場合 けん引力=2,960tf
反力函体と第1函体の距離 0mの場合 けん引力=3,122tf

表3 推進時との比較

測定時 パイプルーフ位置			パイプルーフ推進時 A(tf)	反力利用時 B(tf)	比率 B/A
水平部	中央	No16	30	20	0.67
側壁部	盛岡方	No40	30	26	0.87
側壁部	盛岡方	No44	50	48	0.96
側壁部	盛岡方	No47	60	73	1.22
側壁部	仙台方	No32	20	25	1.25
側壁部	仙台方	No36	50	25	0.50
側壁部	仙台方	No39	60	36	0.60

測定結果より、パイプルーフの配置位置によってかなりの軸力のばらつきがみられることが分かる。これは、力の伝達を果たすブラケット部に隙間があったこと、地盤強度が一定でなかったことに起因すると思われる。また、表3に示すように、パイプルーフをけん引反力として利用したとき、1本当たり少なくとも推進抵抗の1/2をけん引反力として期待できることが分かる。さらにパイプルーフの軸力の分布は摩擦杭の軸力分布に似ているという結果が表2から読み取れた。

そこで、パイプルーフを杭と想定し、JRの「建造物設計標準（基礎構造物）」を用いて、せん断ばね値を計算し図4のモデルで解析した。解析結果は図5の太線で表している。点線は仙台方、実線は盛岡方の実測値である。なお、縦軸の値については反力函体からの距離が1mの位置の値を100に換算して相対的に表している。その結果、ほとんどのパイプルーフについて、図4のモデルで解析した値と同様な傾向がみられることが分かった。

パイプルーフ反力工法は今回初めて考案、採用したものであり、様々な問題点や課題もあるが、けん引反力の確保として有効な一手法であると結論できる。

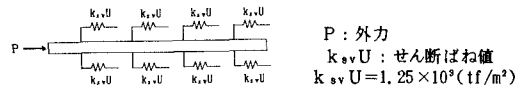


図4 解析モデル

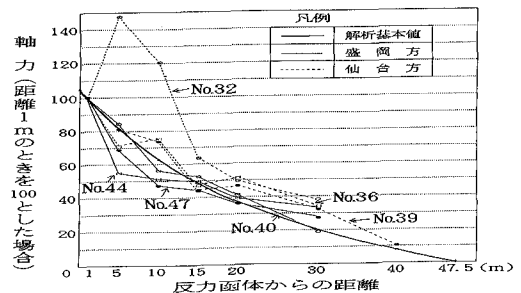


図5 解析結果

〔参考文献〕1) 古山、佐々木：パイプルーフの推進抵抗に関する一考察、第27回土質工学研究発表会、1992