

HEP&JES 工法におけるエレメントけん引力に関する一考察について

東海旅客鉄道株式会社 建設工事事部 正会員 日下部昭彦
 東海旅客鉄道株式会社 建設工事事部 正会員 藤原 隆
 東海旅客鉄道株式会社 建設工事事部 正会員 ○佐藤 大

1. はじめに

本工事は、新幹線と横須賀線が並走している盛土直下に、横須賀線と南武線を結ぶ武蔵小杉駅内連絡通路を、東海道新幹線では初めてとなる HEP&JES 工法を採用した。この工法のけん引ジャッキ選定に用いる計画けん引力は、HEP&JES 工法技術資料¹⁾（以下技術資料）に記されているが、掘削方式や土質性状による区分が無く、一律な値を適用している。そのため計画けん引力は、必ずしも現場に即したものではないものと考えられる。そこで本稿では、HEP&JES 工法の施工効率の向上のために、掘削方式や土質性状によるけん引力の変化について、施工結果を踏まえて考察したので報告する。

2. 施工概要

(1) 施工箇所の土質性状 (図-1, 2)

本工事は施工箇所は盛土（土被り厚 5m）直下の原地盤面（素地）より下の部分であり、当該箇所の土質区分は、上床版及び側壁 1 段目はシルト層、それ以深の側壁 2・3 段目及び下床版は微細砂を含むシルト層である。各層の土質性状を表-1 に示す。

(2) 施工方法

施工に用いたエレメントは、標準寸法（□850×850）の鋼製であり、施工延長は 28.8m である。また掘削方式は、上床版及び側壁 1 段目は営業線から近い箇所であるため人力掘削とし、側壁 2・3 段目及び下床版は機械掘削とした（図-2）。

3. 検討方法

エレメントに必要なけん引力は式(1)で示す通り、刃口先端抵抗、継手部摩擦抵抗、エレメント全周摩擦抵抗の合計である。

けん引力(P)=刃口先端抵抗(P1)+継手部摩擦抵抗(P2)+エレメント全周摩擦抵抗(P3)・・・・・・式(1)

ここで継手部摩擦抵抗(P2)は、けん引完了後の JES 継手とけん引中の JES 継手との摩擦抵抗であり、掘削方式や土質性状により変化するものではない。一方、刃口先端抵抗(P1)とエレメント全周摩擦抵抗(P3)は、掘削方式や土質性状により変化する値と考えられる。そこで実施工により得たけん引力(P)のデータより、刃口先端抵抗(P1)とエレメント全周摩擦抵抗(P3)を求めることで、掘削方式や土質性状がけん引力に与える影響を検討することとした。

4. 施工結果

(1) けん引距離とけん引力(P)の関係

各エレメントにおけるけん引距離とけん引力(P)の関係を図-3 に示す。上床版及び側壁 1 段目（シルト層・人力掘削）と比較し、側壁 2・3 段目及び下床版（微細砂を含むシルト層・機械掘削）のけん引力が大きい結果となった。また同じ掘削方式・

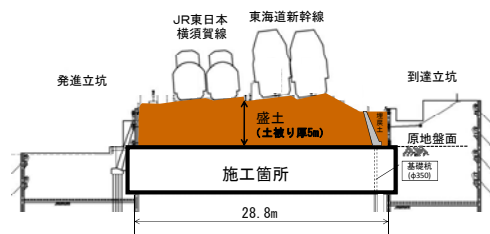


図-1 施工箇所の現場環境(横断面図)

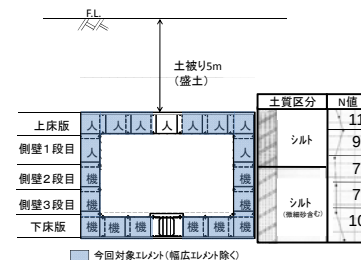


図-2 掘削方法と土質区分(断面図)

表-1 土質別の工学的土質定数

土質名	N値	粘着力度(c) (kN/m ²)	内部摩擦角 (φ)	単位体積重量 (kN/m ³)	土粒子の密度 (g/cm ³)	自然含水比 (%)
シルト	9~11	30	20	14	2.684	40.6
シルト (微細砂含む)	7~10	36	30	15	2.707	26.5

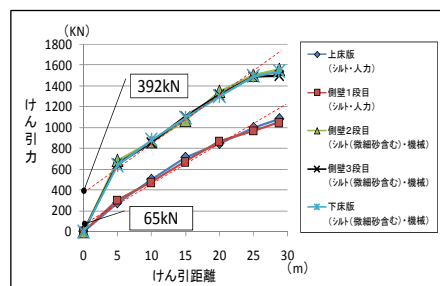


図-3 けん引力の推移

キーワード：HEP&JES 工法，エレメントけん引力，土とエレメントの摩擦係数

連絡先：〒104-0028 東京都中央区八重洲 2-4-11 h+ビル 4 階 東海旅客鉄道（株）

土質性状であれば、施工位置に関わらずほぼ同じ関係を示すことが分かった。

(2) 掘削方式による刃口先端抵抗 (P1) への影響

刃口先端抵抗は、けん引距離に関係せず一定値であることを考えると、図-3 に示す通り、けん引力(P)の近似直線(点線)の切片の値から得ることができる。この方法により刃口先端抵抗を求めると、上床版及び側壁1段目(シルト層・人力掘削)は65kN、側壁2・3段目及び下床版(微細砂含むシルト層・機械掘削)は392kNとなった。この値の差の理由は図-4に示すように、人力掘削は刃口内から全断面の掘削が可能であるため刃口先端抵抗が小さくなる一方、機械掘削は刃口先端の四辺端部の土の掘削ができないため、刃口先端抵抗が大きくなるからだと考えられる。なお技術資料の刃口先端抵抗の値(経験値:370kN)と比較し、人力掘削では18%と低い値である一方、機械掘削は106%でほぼ同数値となった。

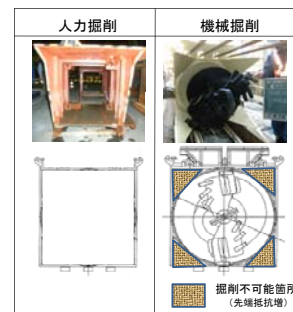


図-4 刃口先端の形状

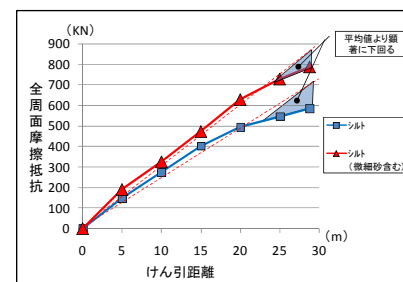


図-5 全周面摩擦抵抗の推移

(3) 土質性状によるエレメント全周摩擦抵抗 (P3) への影響

式(1)よりエレメント全周摩擦抵抗 (P3) は、けん引力(P)から上述した刃口先端抵抗 (P1) の値と、継手部摩擦抵抗 (P2) の値(技術資料の値 15kN/m を採用)を引くことにより求めることができる。この方法により求めたエレメント全周摩擦抵抗 (P3) とけん引距離との関係を、土質性状別に整理したものを図-5に示す。この傾きを比較した結果、微細砂含むシルト層のほうが大きかった。また 25m 付近～28.8m 区間においては、近似直線(点線)より顕著に下回る値を示した。これは、この区間に既設擁壁基礎杭をてっ去した空間があったため、摩擦抵抗が減少したものと考えられる。

(4) 本現場における土とエレメントとの摩擦係数 (μ) の算出

次に、全周摩擦抵抗 (P3) の値からエレメント全周長およびけん引長を除することにより、土とエレメントの摩擦係数 μ に周辺平均土圧 P_m を乗じた値 $\mu \cdot P_m$ を求めた。技術資料では $\mu \cdot P_m = 9.8$ (経験値) とあるが、今回の施工結果では、シルト層で 7.1 (技術資料の 72%)、微細砂含むシルト層で 9.4 (技術資料の 96%) となった(表-3)。さらにこの $\mu \cdot P_m$ の値から周辺平均土圧 (P_m) を除することにより、土とエレメントとの摩擦係数 μ を算出した(表-3)。その結果、エレメントとの摩擦係数は、シルト層で 0.10、微細砂含むシルト層では 0.13 となった。

表-3 土とエレメントとの摩擦係数

	$\mu \cdot P_m$	P_m	μ
シルト	7.1(72%)	上床～側壁1段目 67.8～74.0	側壁1段目～上床 0.096～0.105
シルト (微細砂含む)	9.4(96%)	側壁2段目～下床 73.0～76.9	下床～側壁2段目 0.122～0.132

() の率は、技術資料(経験値)との差

表-4 抵抗値の内訳

	シルト ・人力	シルト(微細砂含む) ・機械	技術資料 (経験値)
P1	65(18%)	392(106%)	370
P2	432(100%)	432(100%)	432
P3	593(72%)	791(96%)	824
計 総けん引力	1,090(67%)	1,615(99%)	1,626

() の率は、技術資料(経験値)との差

5. まとめ

本現場で得られた各抵抗値の結果は、表-4の通りとなった。機械掘削では技術資料とほぼ同等値であったが、人力掘削では、技術資料と比較し、刃口先端抵抗(P1)が低い値となった。またシルト層では、エレメント全周面摩擦抵抗も低いため、けん引力は67%と低い結果が得られた。

6. 提案(参考)

以上は一現場で得られた結果であり、今後さらなる検討が必要であるが、今回と同様な施工条件であれば、人力掘削箇所では必要なけん引力を小さくすることができると考えられることから、施工に必要なジャッキの台数を減らすことが可能になる。例えば今回の施工条件であれば、ジャッキの台数を4台から3台に減少させることが可能になるため、施工コストを低減することができる。

このように現場から得られた多くのけん引力データを蓄積し整理することで、より現場に即した計画けん引力の算出(掘削方式や土質性状別)が可能になると考えている。本稿がその一助となることを期待する。

【参考文献】 1) HEP&JES 工法技術資料, 2010. 3, 鉄道 ACT 研究会