

孔内水平載荷試験による土留め掘削側地盤の水平地盤反力係数に関する一考察

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○吉川 登代子
西日本旅客鉄道株式会社 正会員 山田 孝弘
株式会社 銭高組 非会員 丸山 達彦

西日本旅客鉄道株式会社 非会員 吉田 晋
西日本旅客鉄道株式会社 正会員 猿渡 隆史
株式会社地域地盤環境研究所 正会員 稲垣 祐輔

1. はじめに

大阪平野は、軟弱な沖積粘性土層が広がっており、過去の開削トンネル工事において、掘削中に土留め壁の水平変位が設計値を上回る報告¹⁾がされている。また、JR 東海道線支線地下化工事においても、土留め壁の水平変位量が設計値を上回ったが、これは、軟弱な沖積粘性土層における地盤反力係数が、土留め壁の変位が大きくなる深度において小さくなったことが原因の1つであると考察した²⁾。この地盤反力係数は、土留め壁の水平変位に依存変化することが知られているが³⁾、複雑な挙動を示す土留め掘削側地盤における具体的なメカニズムも含めて、未解決な部分が残されている。

軟弱粘性土地盤における土留め壁の変形挙動を適切に予測することを目的に、掘削側地盤において変形係数を直接確認できる孔内水平載荷試験を実施し、その結果を報告する。

2. 原位置試験および現場計測の概要

JR 東海道線支線地下化工事は、大阪駅北地区の西端地上を南北に走行している東海道線支線を大阪駅側に移設・地下化する工事である。

孔内水平載荷試験を実施した計測位置断面図および計測位置平面図を図-1に示す。当該箇所における掘削幅は11.85[m]、最終深度はGL-12.3[m]である。孔内水平載荷試験は、ボーリング孔内にゴムチューブを挿入し、高压ガスを圧力源とする圧力水を注入することによってゴムチューブを加圧膨張させるタイプの試験機を用い、圧力とゴムチューブの膨張量の関係から地盤の変形係数 E を求めた。なお、試験は掘削深度ごとに図-1中のS-1～S-4の4箇所で行った。合わせて、土留め壁に隣接した掘削側地盤の挙動を確認するために掘削側地盤の水平・鉛直変位量を測定した。土留め壁および掘削側地盤内の水平変

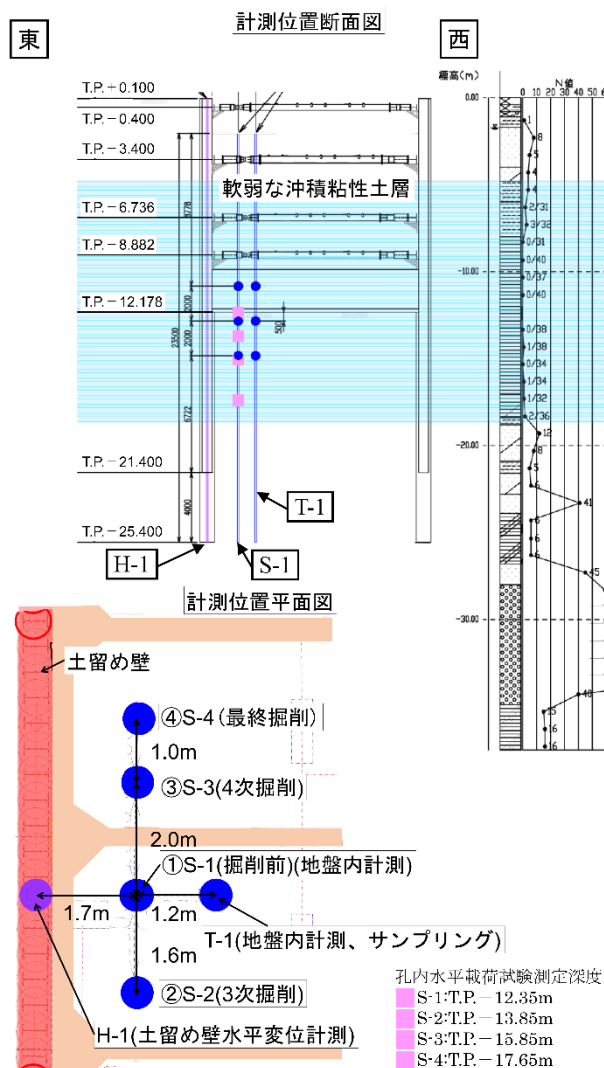


図-1 孔内水平載荷試験位置および計測断面図

位計測は、傾斜計を用いて測定し、掘削側地盤内の鉛直変位計測は、沈下計を用いて測定した。

3. 原位置試験および現場計測の結果と考察

土留め壁水平変位分布および掘削地盤内の水平・鉛直変位、孔内水平載荷試験の $p-r$ 関係、孔内水平載荷試験から得られた変形係数の深度分布を図-2に示す。

キーワード 孔内水平載荷試験, 軟弱地盤, 水平地盤反力係数

〒532-0011 大阪市淀川区西中島 5-4-20 中央ビル 7 階 西日本旅客鉄道株式会社大阪工事事務所うめきた工事事務所 TEL06-6304-1016

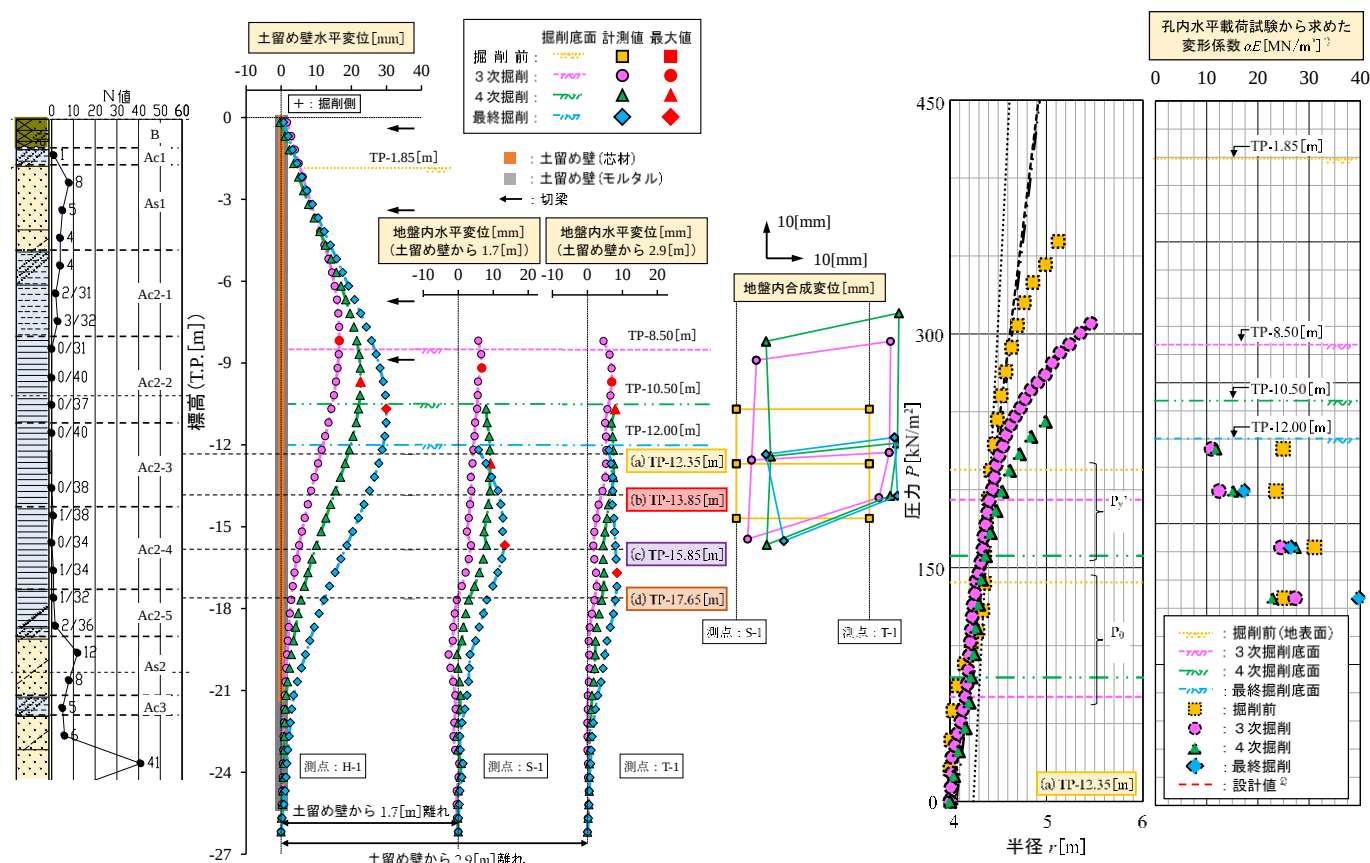


図-2 土留め壁水平変位および変形係数，掘削地盤内水平・鉛直変位

土留め壁は，掘削に伴って掘削側に水平変位し，掘削地盤も土留め壁に類似した挙動を示しているが，変位量そのものは土留め壁から離れるにつれて小さくなる傾向にあった．一方，掘削側地盤の鉛直変位は，3次掘削終了時において，その大部分が隆起挙動を示したが，これは，上載荷重の除荷に伴うリバウンドの影響と考えられる．また，S-1測点の最深部では沈下挙動を示したが，これは，リバウンドによる影響よりも土留め壁の変形に伴う測点上部からの押さえつけによる影響の方が大きかったためと考えられる．

孔内水平載荷試験から得られた変形係数は，掘削前時点で4深度測点ともに同程度であったが，3次掘削終了時には，浅部3深度測点では掘削前より変形係数は低下し，最浅部測点での低下率が最大であった．一方，最終掘削終了時の最深部測点において，変形係数は掘削前よりも増加する結果になった．

これは，掘削側地盤の変形挙動と符合している．つまり，掘削底面付近の掘削側地盤は，土留め壁の変形とリバウンドの影響から乱され，水平地盤反力係数

は低下している．一方，深部の掘削側地盤は，土留め壁の変位量は小さく，リバウンドによる影響も小さいことから乱れは少なく，変形係数の低下は小さい．逆に，土留め壁から押されるような測点では，変形係数が増加する傾向にあった．

4. おわりに

土留め掘削側の軟弱粘性土地盤を対象に孔内水平載荷試験を実施し，水平地盤反力係数に関する変位依存性を分析した結果，以下の知見が得られた．

- (1) 掘削底面に近い深度での水平地盤反力係数は，掘削前に比べて低下する．
- (2) 掘削底面よりも深くなると，変形係数の低減率は低下し，最深部では逆に増加する場合もありえることを孔内水平載荷試験の結果から確認した．

参考文献

- 1) 太田他：現場計測結果に基づいた山留め設計法に関する一考察，第42回地盤工学研究発表会講演概要集，pp.1451-1452，2007．
- 2) 吉田他：軟弱粘土地盤での開削工事における土留め壁変形挙動に関する一考察，第53回地盤工学研究発表会，pp.1555-1556，2018．
- 3) 例えば，(社)日本道路協会：共同溝指針，pp.122-124，1986．