

開削トンネル工事における自立土留壁の変位計測

阪神高速道路株式会社 ○ 正会員 小林 寛
 阪神高速道路株式会社 非会員 黒須早智子
 阪神高速道路株式会社 正会員 林 訓裕

1. はじめに

阪神高速道路の大和川線三宝第2工区開削トンネル工事では、掘削深度が浅く用地に余裕があることから、掘削時に切梁や腹起し等が不要で、施工性も有利となる、自立式土留が採用された。これまで改良体による自立式土留について明確な設計指針はないものの、条件が合えばメリットも大きく今後の採用も期待できることから、今回、自立土留壁の構築にあわせて変位計測を行い、設計変位量との違いについて比較検討した結果を報告する。

2. 自立土留の設計

2-1 土留壁の設計

地盤改良による剛体の改良体を自立土留壁として構築した。設計においては、深層混合処理工法設計・施工マニュアル¹⁾をもとに重力式擁壁の考え方から安定計算・応力計算および盤膨れ検討をおこなった。また、FEMによる変位の事前予測を実施した。なお、本工事における許容変位量は60mmとした。

また、当工区は軟弱地盤であるため、当初より圧密沈下対策として底版改良を予定していた。なお、強度は650kN/m²、改良率は50%とした。断面図を図-1に示す。

2-2 FEMによる事前予測

自立土留壁区間の掘削断面が最深となる断面のモデルを作成し、FEMによる事前予測を行った。この時、初期状態での側圧係数をK=1.0とした。FEMモデル図を図-2に示す。改良体については、遮水壁と自立土留壁のみ考慮し、底盤改良については考慮しなかった。また、解析ステップでは、初期状態、遮水壁・自立壁造成時、1次掘削完了時、2次掘削完了時、床付け完了時の5ステップとした。その結果、2次掘削完了時における地表面の最大水平変位は12.2mm、床付け完了時は21.8mmとなった。

3. 掘削時における変位計測と結果

3-1 計測計画

掘削段階における自立土留壁の変位を計測するため、自立土留区間の最深部付近の断面において自立土留壁内部に計測管を設置し、挿入式傾斜計を用いて変位を計測した。計測機器の設置断面を図-2に示す。

計測は施工ステップに合わせて行うものとし、各ステップにおいて予測値の80%を超える場合や予測と変形状が異なる場合は直ちに施工を中断し、事象の検証をすることとした。

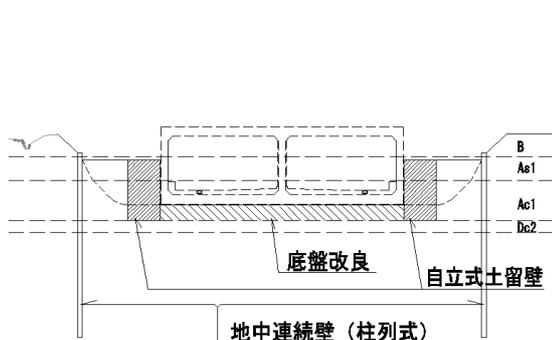


図-1 断面図

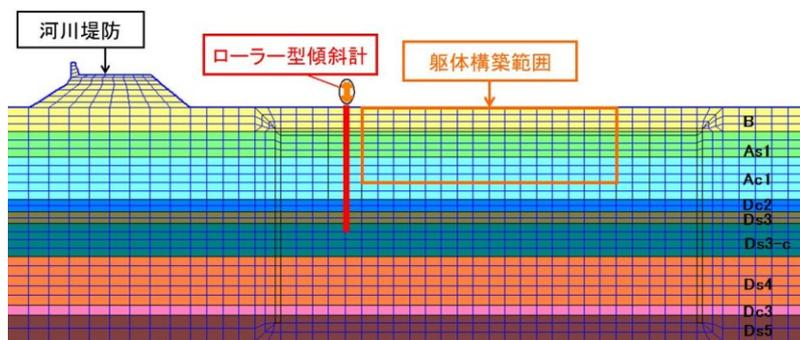


図-2 FEMモデル図(断面図)

キーワード 自立式土留, 変位計測, FEM

連絡先 〒590-0075 大阪府堺市堺区南花田口町 2-3-20 住友生命堺東ビル 5F 阪神高速道路株式会社堺建設部 TEL072-226-4730

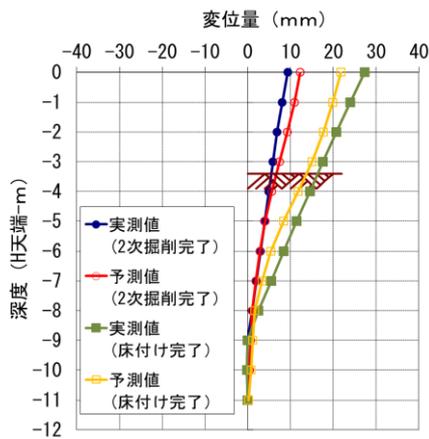


図-3 実測値と予測値の比較

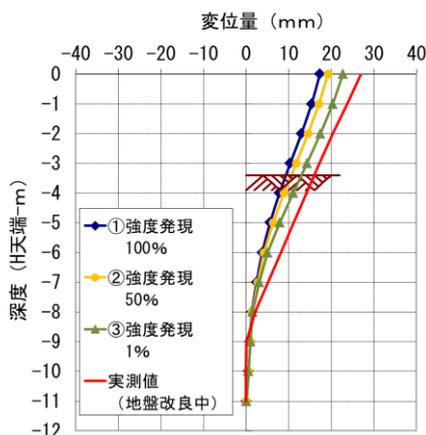


図-4 実測値と逆解析値の比較
(地盤改良時)

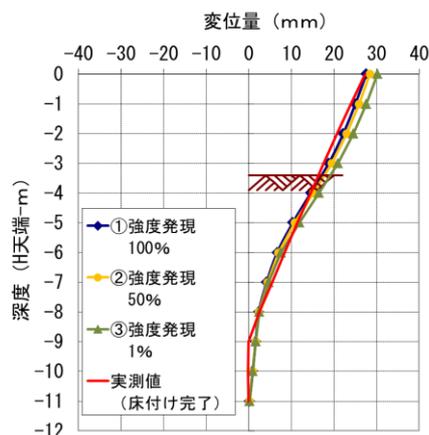


図-5 実測値と逆解析値の比較
(床付け完了時)

3-2 計測結果

地表面の変位計測結果と予測値との比較を図-3に示す。二次掘削完了時の実測値は9.3 mm, 予測値は12.2mmであった。しかし, 床付け掘削前の地盤改良時においては, 実測値27.3 mmが予測値21.8mmを大きく上回った。この原因として, 解析時に底盤改良を考慮しなかったこと, 初期側圧時の側圧係数の設定が不適切だったことが考えられる。そこで, 側圧係数を変更し, 底盤改良を考慮して逆解析を行った。

4. FEMによる逆解析

軟弱地盤であることを考慮して初期状態の側圧係数を $K=1.0$ から $K=1.2$ に変更することとし, 底盤改良を土質条件に考慮して実測値と比較した。ただし, 底盤改良開始から改良体の強度発現までの地盤変形係数の値が不明のため下記の3パターンで解析を行った。

- ① 改良体の強度発現時の変形係数
- ② 改良体の変形係数を強度発現時の50%と仮定
- ③ 改良体の変形係数1%と仮定

地表面の変位計測結果と解析結果の比較を図-4, 図-5に示す。地盤改良時の変位は, 実測値27.0mmに対して, ①は17.3mm, ②は19.2mm, ③は22.8mmとなった。また, 床付け完了時の変位は, 実測値27.3mmに対して, ①は27.6mm, ②は28.5mm, ③は30.3mmとなった。

5. まとめ

本検討により, 以下のことが明らかとなった。

- ・設計条件に底盤改良を考慮しない場合, 土留の変位量は, 床付け掘削前の地盤改良時に事前予測による変位量を上回った。
- ・初期状態の側圧係数を $K=1.2$ とし, 底盤改良を解析に考慮するため改良体の変形係数を 1%から 100%へ変動させると地盤改良時の地表面の変位は実測値 27.0 mm に対し, 逆解析値は 17.3 mm から 22.8 mm と大きくことなるものの, 地表面の最大変位は実測値 27.3 mm に対し, 逆解析値は 27.6 mm から 30.3 mm の間であり, 変位差が最大 10%程度であった。

以上より, 底盤改良中の変位は解析結果と異なるものの変位差は最大で 10%程度と小さいため, 正確な地盤条件・掘削条件を考慮する場合, 一般的な柱列式土留と同等の精度で設計することが可能となる。

謝辞 自立土留の変位計測および逆解析にあたり, 前田建設工業株式会社の仲井幹雄氏や関係者の皆様にご協力いただきました。ここに記して関係者の方々にお礼申し上げます。

参考文献 1) 陸上工事における深層混合処理工法 設計・施工マニュアル 改訂版 (財)土木研究センター