

補強土式土留め工の掘削施工時の影響評価解析に関する一考察

東日本旅客鉄道(株)	正会員	○太田 正彦
同上	フェロー	渡邊 康夫
(株)複合技術研究所	正会員	矢崎 澄雄
同上	正会員	三平 伸吾

1. はじめに

駅や線路下地盤の高架化など既設構造物に近接して掘削工事を実施する事例が増えている。しかし現状では掘削時の地山の緩みや変位が及ぼす影響を予測・検討する手法は整備されておらず、その影響度合いや対策工の良否を定量的に評価することができない。そのため施工計画を策定する際に検討材料が少なく対策工計画の良否の判断が難しく、時に過剰な対策工事を行い却って悪影響を与えてしまう場合すら生じ得る。

そこでこのような掘削工事における検討項目や着目点などについて既往の施工事例を元に整理し、検討手法として確立する必要がある。本稿はその序論として既往施工事例を用いた復元解析を行い、その結果と実際の計測結果との比較照合を行って考察を試みたものである。

2. 影響評価解析手法の現状と問題点

土留め壁施工時の壁の変形および周辺地盤の変状予測は、一般には大別して以下の2つの方法が用いられることが多い。

- ①壁面と地盤とを一体モデルとして、逐次地盤内応力を解放・支保工要素を追加してゆく検討
- ②弾塑性解析法にて壁面水平変位を計算し、これをFEM解析時に強制変位として付与する検討

上記①の手法では施工段階に応じた掘削や支保工要素を忠実に再現できるため解析精度を高める観点から好ましいと考えられるが、土質定数や境界条件などの解析条件を実態に即し精度良く設定することが必須であるため難易度がやや高くならざるを得ない。一方②の手法ではFEMでのモデル化対象が地盤のみとできるため壁体など構造物との境界条件にかかわる問題は生じないものの、壁体と地盤との連成効果やモデルとしての連続性など土留壁周囲の変状評価への影響が大きい解析条件の設定と評価が問題となる。条件によっては解析結果が単に計算上の現象にすぎない場合もあり、解析技術者が高度な判断を下す必要が生ずる場合もありうる。

このように上記の2つの手法にはそれぞれ問題が内包され、いずれも精度の高い変形解析を行うには高度な技能を必要としていると考えられる。そこで既往の施工実績データをもとに、より簡便で再現性の高い変形解析を行うために必要な事柄について分析と考察を行い、実務における検討実施時の注意点等の整理が必要と考えられる。

3. 既往施工事例を用いた復元解析と結果検証

3.1 対象事例

今回対象とする施工事例は開削工法による掘削事例として、既設線へのプラットフォーム新設工事において施工された補強土式(ラディッシュアンカー式)土留工²⁾工事とした。断面概要を図1、解析に用いた土質条件を表1に示す。また解析モデルでは壁面と地盤とを一体でモデル化したものを用いた(2章

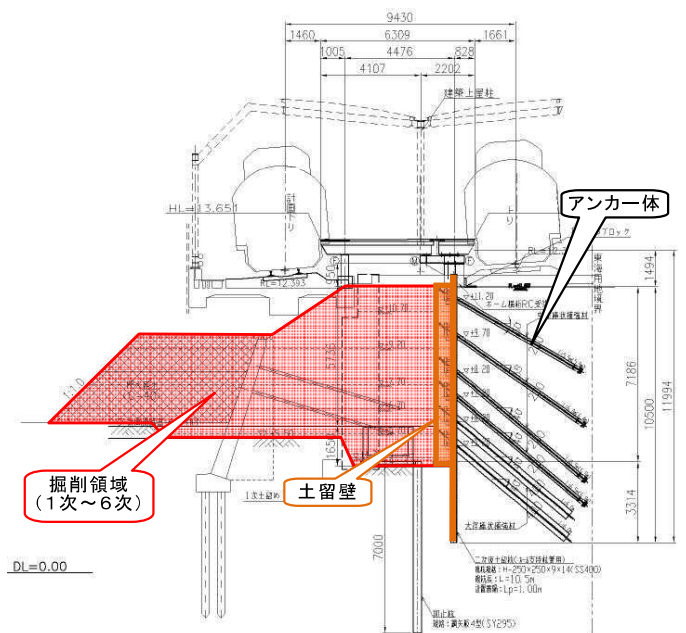


図1 検討断面概要

キーワード：土留壁 変形 復元解析

連絡先：〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町2-479 JR東日本研究開発センター 電話 048-651-2552

の手法①).

3.2 復元解析と結果分析

図2に今回の解析で用いたFEMメッシュ概要を示す. 解析モデルは地山・土留壁・アンカー体を一括してモデル化し, アンカー体は剛性の微小な梁要素とみなした. また土留め壁下端は鉛直・水平変位を拘束し, 掘削に伴う応力解放に起因したリバウンドによる地盤変位が過度に生じないようにした.

次に5段目アンカー設置時までのステップ解析を行った結果を図3に示す. また図4は掘削完了時点での計測結果と今回計算結果とを併記したグラフであるが, 変形量・変形モードとも大きく相違している. 原因の一つとしては, アンカー体には地山との摩擦抵抗力が作用するがモデル上はこれが考慮されていないことがあげられる. そこで, アンカー体周面にジョイント要素を追加配置した改良モデルで再度計算を行うこととした.

ジョイント要素には地山の周面せん断ばね定数をばね値として与えた. ただし盛土部分の地山は土質調査結果が得られていなかったことから, 既往設計図書を参考にして「粒度配合の悪い砂」として諸数値を設定した. 計算結果を図5に示す. また図6に図4と同様の掘削完了時点での実測比較のグラフを示す. これらの結果より, 変位量は依然として乖離が大きく検討条件等になお課題があるものの, 変形モードとしては当初時より改善が見られ, アンカー体へのジョイント要素配置に一定の有効性を見出すことができたと考えられる.

4. まとめ・今後の展開

一般に設計計算においては土質条件や壁体剛性などを安全側に設定する場合が多いため, 構造物設計としては安全・適正であったとしても変位・変形を再現性高く算定するという観点では課題がある. 今回はアンカーを有する土留壁について1事例を用いて検討を行ったが, ジョイント要素の導入という対策により一定の効果を確認することができた. 今後は変形解析時の検討条件として構造設計条件との整合性などについて, 試解析および小型模型実験を通じてさらに追究し, 最終目標である検討解析手法の構築をめざしてゆく予定である.

参考文献

- 1) 横賀賀線武蔵小杉駅新設工事におけるラディッシュアンカーを用いた鉛直土留めの設計・施工, SED第38号, 東日本旅客鉄道(株), 2011
- 2) 鉄道構造物等設計標準・同解説 開削トンネル, 鉄道総合技術研究所編, 平成13年3月

表1 土質条件概要

	層厚 (m)	N値	位体積重 (kN/m ³)		内部摩擦角 (°)		粘着力 (kN/m ²) c	変形係数 (kN/m ²)						
			一般/水	採用σ _v '	Φ	Φ _E		α	設定区分	E ₀ (kN/m ²)		α・E ₀		
										常時	地震時			
BS	1.8	1	14	4	50		10	1	2	N値	2500	2500	5000	
Ac1	0.55	2	17	7	50		20	4	8	一軸	2025	8100	16200	
Ac1	1.15	2	17	7	50		20	4	8	一軸	2025	8100	16200	
Ag	2.5	26	18	8	50	38	37	-	1	2	N値	65000	65000	130000
As	4.7	5	19	9	78.25	30	27	-	4	8	孔内水平	6250	25000	50000
Ac2	1.1	2	15	5	102.15		70	4	8	孔内水平	4650	18600	37200	
Dc1	2.2	3	15	5	110.4		70	4	8	孔内水平	4000	16000	32000	
Dg1	1.4	48	19	9	122.2	39	48	-	1	2	N値	120000	120000	240000
Kz	11.87	92 50	18	8		21		250	4	8	N値	61800	247200	494400

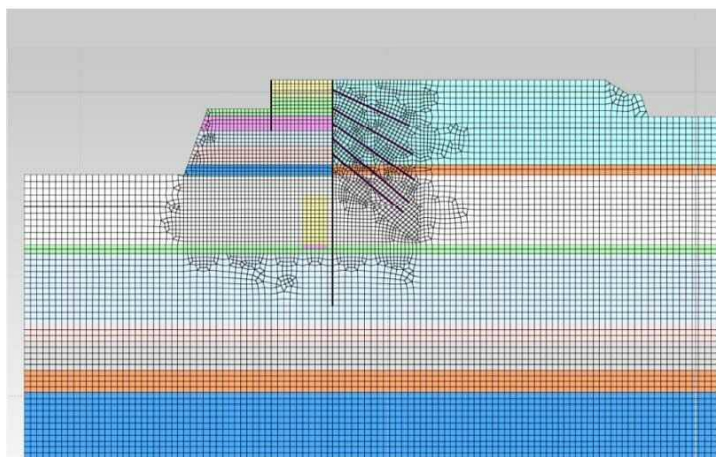


図2 FEMメッシュ概要

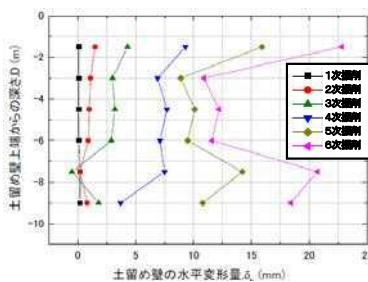


図3 ステップ解析結果

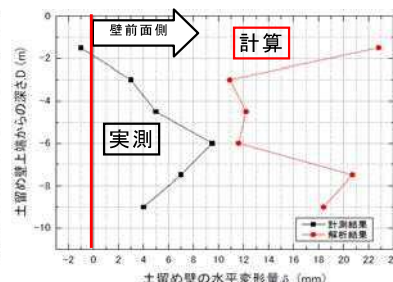


図4 実計測/解析結果比較

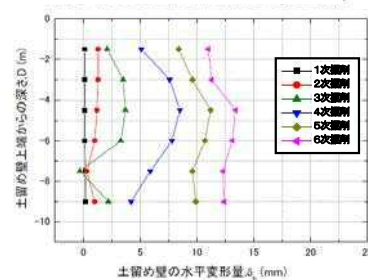


図5 ステップ解析結果 (アンカー抵抗考慮)

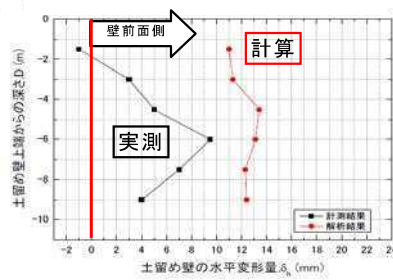


図6 実計測/解析結果比較 (アンカー抵抗考慮)