

鉄道高架橋アプローチ盛土部へのセメント改良礫土の適用について

東日本旅客鉄道(株)	正会員	○滝沢 聡
東日本旅客鉄道(株)	正会員	高橋 俊徳
(財)鉄道総合技術研究所	正会員	渡辺 健治

1. はじめに

JR 両毛線伊勢崎駅付近に新たに建設された高架橋の起点側のアプローチ盛土は、盛土補強土壁(RRR 工法)で計画・設計されていた。しかし、施工に向けて、現地の地質調査を実施した結果、盛土の支持地盤として、支持力不足、圧密沈下が懸念されたため、対策工として、盛土とほぼ同等の施工方法、施工管理が可能なセメント改良礫土¹⁾²⁾工法の適用を検討し採用した。これにより、一般的な支持力増加工法である深層混合処理工法による改良杭の本数を減らすことができたので、本工事の設計・施工の概要を報告する。

2. アプローチ盛土部の概要と地質

アプローチ盛土部の断面図と地質柱状図を図1に示す。N 値が1~4程度の粘土層が5~6m程度あり、その下にN 値30以上の砂礫層(Dg3)が存在する。当初の設計では、粘性土層は、N 値が低いが洪積層と判定されており、盛土の支持地盤としては問題ないとされていたため、表層の置換えのみで、最大高さが約3.7m(将来側道面~RL)の盛土補強土壁を構築することになっていた。しかし、隣接する橋脚の施工時に、支持層としていた層の下層に軟弱な粘性土層が見つかるなど、周辺の地盤は軟弱な層が複雑に入り組んでいることが分かり、再度詳細な地質調査をおこない、軟弱な粘性土をサンプリングして、圧密試験を実施した。圧密試験の結果は、過圧密状態ではあるが、新たな盛土をすることによって、90%圧密沈下量180mm(最終沈下量195mm)、90%圧密沈下時間90日の沈下予測がされた。

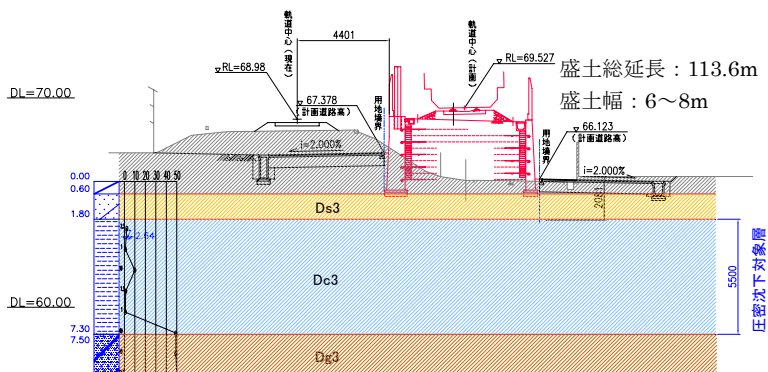


図1 盛土補強土壁部横断面図

3. セメント改良礫土の検討

当該箇所は、営業線が近接していることと、反対側には民家が接近していることから、新たな盛土の構築によって沈下を起こさないような盛土支持地盤の改良を検討して、深層混合処理工法の改良率を減らすことができるセメント改良礫土に着目した。セメント改良礫土は、粒度調整碎石に少量のセメントを添加して、十分に攪拌混合して締固めをおこなうことによって、通常の礫材と比較して高い強度・変形性能を有することが特徴である。また、高分子材料の面状補強材であるジオグリッドをセメント改良礫材内に配置して補強することによって、一般的な盛土の施工方法と施工管理とほぼ同等な手法により、RC 部材に似た特性を有する構造部材を構築することができる。本現場への適用イメージ図を図2に示す。

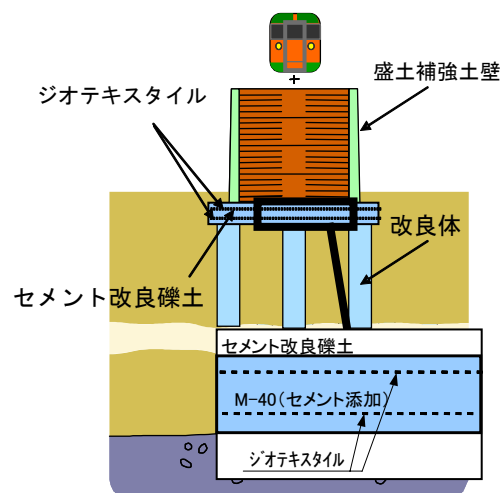


図2 現場モデル図

キーワード セメント改良礫土、軟弱地盤対策、沈下、盛土補強土壁、盛土

連絡先 〒370-8543 群馬県高崎市栄町6-26 東日本旅客鉄道(株)上信越工事事務所 TEL 027-324-9369

4. セメント改良礫土の設計

表1 改良設計値一覧

セメント改良礫土の設計は、(財)鉄道総研において、性能確認試験結果を踏まえた設計方法²⁾が提案されており、今回これを適用した。この設計方法で、盛土高による3タイプに分けて検討した結果、表1のとおりとなり、セメント改良礫土については、厚さ600mmとし、底部から150mm、450mmの面にジオテキスタイルを敷設(必要引張強度37.0、58.7kN/m)することとした。セメント改良礫土の強度は、一般的に2,000kPaを基本としており、圧縮に対しては十分余裕がある設計としている。通常、深層混合処理工法による改良率は、パンチングを防止するために、25%以上とされているが、今回の改良率は、10.0~14.4%となり、約10~15%程度、改良率を減らすことができた。

タイプ	延長(m)	改良杭間隔(m)	改良杭径(m)	改良率(%)	版に作用する曲げモーメント(KN/m ²)	必要な引張強度(KN/m)
A	14.0	2.4	1.0	13.6	15.0	37.0
B	32.3	2.8	1.0	10.0	23.8	58.7
C	67.3	2.8	1.2	14.4	23.8	58.7

セメント改良礫土の設計は、(財)鉄道総研において、性能確認試験結果を踏まえた設計方法²⁾が提案されており、今回これを適用した。この設計方法で、盛土高による3タイプに分けて検討した結果、表1のとおりとなり、セメント改良礫土については、厚さ600mmとし、底部から150mm、450mmの面にジオテキスタイルを敷設(必要引張強度37.0、58.7kN/m)することとした。セメント改良礫土の強度は、一般的に2,000kPaを基本としており、圧縮に対しては十分余裕がある設計としている。通常、深層混合処理工法による改良率は、パンチングを防止するために、25%以上とされているが、今回の改良率は、10.0~14.4%となり、約10~15%程度、改良率を減らすことができた。

5. セメント改良礫土の施工

表2 施工管理試験結果

セメント添加量は、いままでの研究¹⁾から、重量比2.5%で、締固め度95%以上で締固めると、一軸圧縮強さが2,000kPaを超えることが分かっていたため、60kg/m³とした。施工試験の結果より施工は、8tの振動ローラで150mmの撤出し厚で2回以上転圧することとし、施工管理は、盛土と同様に密度管理でおこなった。当初、RIで密度を測定する計画であったが、転圧したセメント改良度は非常に固く、RIの放射棒が突き刺さらなかったため、砂置換法で密度を測定した。各施工管理試験の結果は、表2のとおりで、現地の締固め度は100.9%、107.5%であり、共に管理値の95%以上を満たしていることを確認した。また、施工も特に問題なく順調に終わった。

管理断面	1	2
地盤反力係数 K_{30} (MN/m ³)	221.3	248.0
締固め度 D_c (%)	100.9	107.5

※各管理断面の三箇所試験の平均値

6. セメント改良礫土の適用の効果

セメント改良礫土の効果を確認するために、アプローチ盛土の施工段階ごと(荷重が増加するごと)に計測することにした。計測位置は、セメント改良礫土の効果が分かるように、改良体の直上を避けた位置で、セメント改良礫土のスラブ版上面に測点を設けた。測点は、設計タイプごとに設け、3箇所とした。計測結果を、図3に示す。本文の執筆段階では、開業直前のため、列車荷重はまだ載荷されていないが、軌道を敷設し終わった段階(2010年2月)まで、沈下量は測点1で6mm程度、測点3で1mmであり、大きな沈下は発生していない。また、2009年8月に設計荷重の9割程度が載荷された状態である盛土完成時(軌道未敷設)から2010年2月まで、約半年経過しているが、大きく沈下が進行している様子はなく、今回のセメント改良礫土による対策工は、沈下防止に効果があったことがわかる。

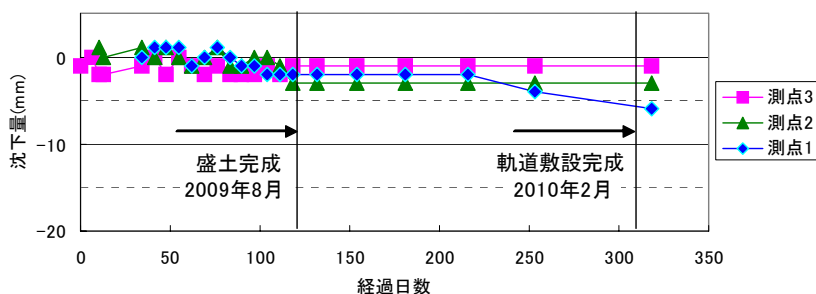


図3 沈下計測結果図

7. 最後に

新設盛土の軟弱地盤対策として、セメント改良礫土を採用したが、深層混合処理工法による改良体の本数を減らすことができたため、工事費を抑え、工期も短縮することができて、さらに、その後の沈下もほとんどなく、効果の確認もできた。今後、盛土の軟弱地盤対策等の適用例として、この報告が役に立つと幸いである。

- 参考文献 1) 渡辺健治, 舘山勝: セメント改良礫土の締固めと鉄道構造物への適用, 基礎工 Vol.37, 2009.7
2) 渡辺健治: セメント改良礫土を用いた軟弱地盤上への盛土構築方法, 土木施工 Vol.50, 2009.7