

RRR 工法協会だより

Reinforced Railroad/road with Rigid Facing Construction System

No. 25 2009. 02

市街地鉄道工事に用いられた RRR-A 工法によるセメント改良補強土橋台の施工

— 東急東横線複々線化工事 目黒線新設工事 —

施 主: 東京急行電鉄株式会社
施工業者: 東急建設株式会社

1. はじめに

東急東横線複々線化工事における元住吉駅付近の目黒線新線は、東横線の旧線上に渋谷方から現在の元住吉駅に摺り付くようなスロープ状で計画されており、このスロープ部に工期・工費ともに有利な RRR-B (盛土補強土壁) 工法、および RRR-A (セメント改良補強土橋台) 工法を採用した。本文では、本工事において採用された新しい形式の橋台であるセメント改良補強土橋台の施工事例を紹介する。

2. 工事概要と RRR 工法の採用経過

図-1の平面図および断面図に示すように、本工事は、東急東横線切替え高架(緑線で表示)後、旧東横線上に新たに目黒線(赤線で表示)を引き込み、旧元住吉駅までスロープ構造の軌道を新設する工事である。

本工事は、切り替えの期日が決定されており工期を確実に厳守する必要があった。このため杭基礎工事等を必要とせず、定期的に確実性が高く、耐震性に優れた新しい形式の RRR-A 工法が採用された。

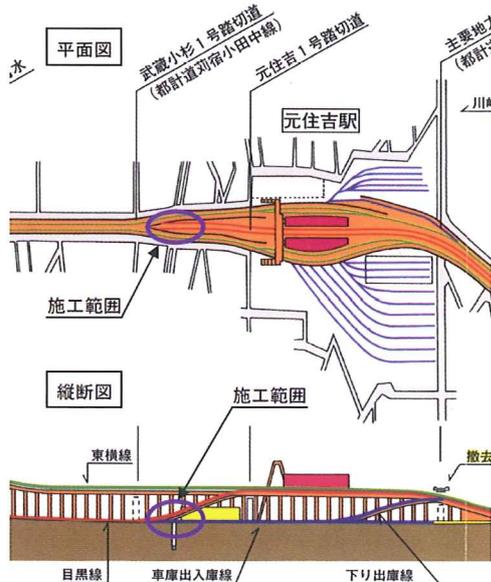


図-1 現場平面図、縦断面図

工事期間、主要工種数量等は、以下の通りである。

① 施工期間

平成 18 年 11 月～平成 19 年 4 月

② 補強盛土 (RRR-B) 工法

上下線延長 74m

ジオテキスタイル 1590.4m²

盛土材 482m³

③ セメント改良補強土橋台 (RRR-A 工法)

橋台高 H=3.7m

橋台幅 W=7.8m

ジオテキスタイル 396m²

セメント改良土量 92m³

3. RRR-A 工法の概要

RRR-A 工法とは、RRR-B 工法の発展型・高度利用工法の一つで、兵庫県南部地震のような大地震 (L2 地震動) に対しても十分な耐震性を有する新しい橋台構造として開発された工法である。本耐震性橋台は、ジオテキスタイルで橋台と背面のセメント改良土を連結する構造で、セメント改良補強土橋台と呼ばれている。

セメント改良補強土橋台は、図-2に示すように、セメント安定処理アプローチブロックとジオテキスタイルおよび RC 橋台躯体から構成され、構造物全体としての一体化を高めることで耐震性能を向上させたものである。ジオテキスタイルを用いた補強土工法を用いてセメント安定処理したアプローチブロックを先行施工し、地盤の変形が終了した段階で、アプローチブロック前面に橋台躯体を構築し、アプローチブロックと橋台をジオテキスタイルを介して一体化することにより L2 地震動に対しても耐震性の高い構造となっている。



図-2 セメント改良補強土橋台の概要

従来の RC 橋台は桁などの地震時慣性力や背面盛土からの地震時土圧に対して、自重や基礎の地盤反力によって抵抗する、いわゆる『抗土圧構造物』である。これに対して、本橋台は、背面のアプローチブロック部をセメント改良補強土構造とし、ジオテキスタイルを介して橋台躯体と連結する構造とすることで、地震時土圧を橋台に作用させずにセメント改良補強土体が橋台躯体を支持するところに構造的な特徴がある。

4. 設計

設計は、限界状態設計法をベースとした性能照査設計法により耐震設計を行う。本構造は背面のセメント改良アプローチブロックと橋台が補強材パネによって接合された複合構造物であり、

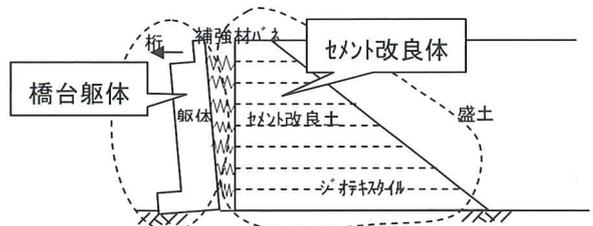


図-3 セメント改良補強土橋台の設計モデル

設計にあたっては、「橋台躯体部」と「セメント改良躯体部」に分けてモデル化し、それぞれに対して設計することになっている(図-3参照)。設計の詳細については、参考文献2)を参照されたい。図-4に今回採用したセメント改良補強土橋台の断面図を示す。

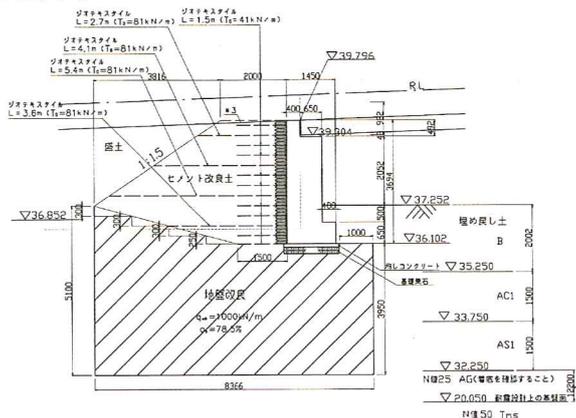


図-4 セメント改良補強土橋台断面図

5. 施工

施工箇所は、図-5、および写真-1に示すように、営業線(車庫線)に挟まれた狭い施工ヤードで、重機、資機材の搬入口が一箇所しかないという厳しい施工条件であったため、施工手順、品質管理に十分注意を払う必要があった。

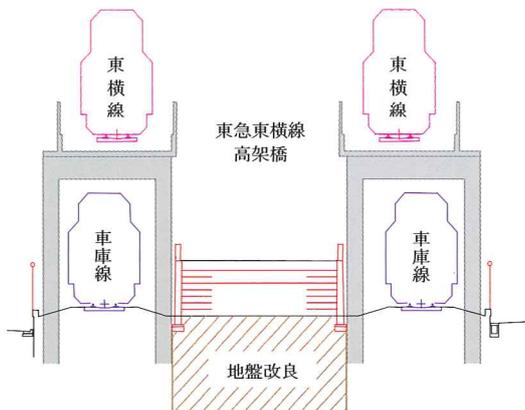


図-5 施工箇所概要



写真-1 施工箇所の状況

施工手順については、盛土材の締め固め方法(ローラー転圧時の転圧方向や旋回の禁止など)、転圧回数が完成後の盛土の性能に大きな影響を与えるため、その施工手順、厳守すべき項目について担当作業員に徹底した教育を行った。

また、搬入口が一箇所、地元商店街を通行するため午前中しか資機材の搬入ができないという条件があった。このため、盛土材をストックしておく必要があり、その施工方法、機械配置について効率的な施工となるよう施工計画を行った。

図-6に、本現場におけるセメント改良補強土橋台の施工フローを示す。

5.1 セメント改良土配合試験

設計において採用したセメント改良強度を確保するための配合設計試験を実施した。その結果、重量比4%の添加量で、必

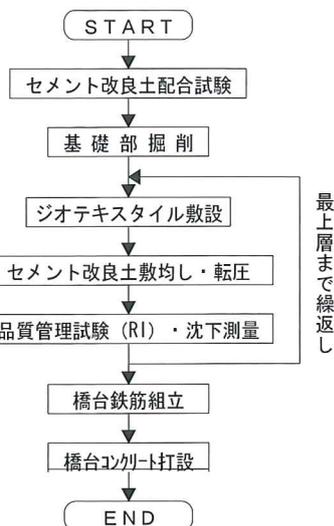


図-6 セメント改良補強土橋台施工フロー

要な設計基準強度を満足する結果が得られたため、セメント改良土の添加量は重量比4%に設定した。

実施工におけるセメント改良土の配合は、指針においては現場配合でも問題ないとされているが、現場配合では、最適含水比の管理、添加量の管理など難しい問題があるため、本現場では、プラントで配合された改良土を用いて施工を行った。

5.2 セメント改良補強土の構築

セメント改良補強土については、その施工方法、施工手順が補強盛土の性能に大きな影響を与えるため、以下の施工方法、施工手順に注意して施工を行った。

①転圧機械の選定、転圧回数、使用範囲、転圧方向、禁止事項
壁面から1.0m程度の範囲は、敷設したジオテキスタイルを乱さないように、また転圧機械の転落防止のためランマーを用いて転圧を行った。また、その他の範囲は1t級手押しローラーにて転圧を行った。ローラーの転圧回数に関しては、同様のセメント改良補強土橋台を施工した九州新幹線の施工実績より、転圧回数10回を設定し、1層目を試験施工とし、所定の締め固め密度が確保できることを確認した。

ローラー転圧は、橋台壁面に対して平行に行い、急停止・急旋回は行わないよう作業員に指示し徹底させた。

また、1日の施工量は、撒きだした盛土材の締め固め作業が当日中に完了するように計画し、雨天時は作業を中止し、作業中に降雨が予想された場合には、盛土表面をシートで養生するなどの対策をとり、盛土体の品質保持に努めた。

②ジオテキスタイル施工時留意事項

セメント改良補強土橋台の壁面部は、土嚢積みにより構成されており、その部分が橋台躯体との接地面となり一体化するための重要な部位となる。この土嚢部分の締め固めが十分に行われていないと、セメント改良補強土橋台としての性能が十分に果たせないという結果になってしまうため、土嚢部については土嚢1段ごとにランマーにて締め固めるとともに、ジオテキスタイル巻き込み後にも締め固めを十分に行い、土嚢とジオテキスタイルの一体化を図った。写真-2~写真-4に施工状況写真を示す。



写真-2 転圧状況



写真-3 ジオテキ壁面(橋台背面)



写真-4 橋台コンクリート打設完了

5.3 施工時の施工管理

セメント改良補強土の現場品質管理は、原則として層厚 90cm ごとの密度管理のみであるが、一般的な鉄道盛土と比較して厳しい ρ_{dmax} の 95% 以上という品質管理値が設定されている。実施工においては、全ての測点で管理値を満足する値を得ることができた。平板載荷試験結果からは、 K_{30} 値として 840MN/m^3 という値を得ており、基準値が 150MN/m^3 であることから、アプローチブロック部としての要求性能を十分満足する結果となっている。また、現場条件として営業線に挟まれた範囲であり、盛土による営業線への影響が懸念されていたため、営業線に対して慎重に施工を進めた。

6. おわりに

今回、本工事において、セメント改良補強土橋台が採用されたことにより、武蔵小杉～日吉駅間の線増工事において、RRR 工法に関連する A (Abut) : 橋台、B (Bank) : 盛土、C (Cut) : 切土の各工法の施工が完了したこととなる。このような短い区間で、これら 3 工法が採用される例は少なく、本工法の今後の普及・PR の際の参考になれば幸いである。

<参考文献>

- 1) 龍岡文夫監修：新しい補強土擁壁のすべて－盛土から地山まで－、総合土木研究所
- 2) (独) 鉄道・運輸機構編：セメント改良補強土橋台設計・施工指針(案)、平成 16 年 2 月

Q&A

※Q&A の添番号は連載通し番号です。

Q5：RRR 工法に使われる面状補強材はどんな性能が必要なの？

A5：長期耐久性のある補強土擁壁を構築するには、ジオテキスタイルなどの面状補強材が不可欠なんだ。補強材に必要とされる性能を簡単に説明しよう。・・・(※に続く)



読者の皆様からの質問をお待ちしています。協会事務局までお寄せ下さい。

※面状補強材が使われる、RRR-B 工法に限って説明しよう。一般的に、①引張剛性や強度が高いこと、②土との摩擦特性に優れること、③壁面コンクリートに接触するから耐アルカリ性に優れること、④経済性に優れること、は必要とされる。材料の引張り破断強度は、補強に使われる際の材料の設計定数として、実際の製品のバラつき、クリープ、擁壁コンクリートによるアルカリ、施工時の破損、地震の際の瞬間的な荷重、交通荷重など、使用環境を考えて設定されている。

$$\text{常時荷重} : T_{aj} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot T_a$$

$$\text{一時荷重} : T_{ai} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_5 \cdot T_a$$

$$\text{地震荷重} : T_{ae} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_4 \cdot T_a$$

ここで、 α_1 ：耐アルカリ性低減係数、 α_2 ：施工時低減係数、 α_3 ：クリープ低減係数、 α_4 ：瞬時荷重低減係数、 α_5 ：交通荷重低減係数、 T_a ：製品保証強度

上のとおり、環境条件を考慮した低減係数は、面状補強材の種類によって違うから、材料によってそれぞれ実測されて決定されているんだ。検定を行ってこれらの数値を明らかにし、使用できるように登録された RRR-B 工法の面状補強材は、「RRR-B 工法材料マニュアル」に詳細が記載されているよ。

土中に敷設される面状補強材は、土のインターロッキング効果を阻害しないように、グリッド・メッシュ形状のものが好適なんだ。インターロッキング効果を発揮させるには、目合いは砂礫の最大粒径の 1/4 以上が目安で、概ね 20mm 程度のジオグリッドが面状補強材としてよく使用されているんだよ。

面状補強材もいろいろな種類があるけれど、要求される補強土擁壁の性能に応じて、登録材料から選定を行っているんだよ。

【会員紹介】

全日本コンサルタント株式会社

当社は、昭和 41 年に近鉄グループの一員として設立され、来年で 45 周年を迎えます。近畿 2 府 4 県に亘り営業線をもつ近鉄での豊富な設計業務経験を活かして、地域の社会基盤整備のトータルプロデューサーとして、安全・安心・良質な社会資本の整備保全に地域とともに取り組んでいます。

業務内容は、土木、建築、電気分野の設計業務や環境影響評価の業務、また測量、土質調査などの調査業務であり、最近では構造物の高齢化による診断業務も増える傾向にあり、健全度調査や劣化対策に併せて耐震性能向上の補強設計などの維持管理業務も行っています。



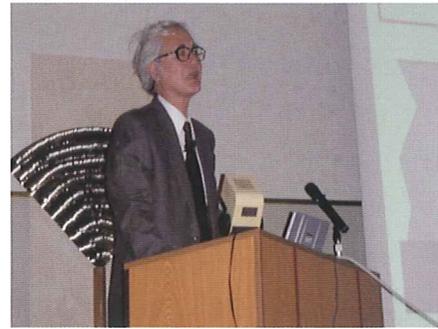
近鉄奈良線若江岩田駅付近高架工事

【事務局だより】

RRR 技術講習会を開催致しました

平成 20 年 11 月 14 日、大阪市において、技術講習会を開催しました。鉄道・道路関係者の皆様にご多数のご出席をいただき、総勢 96 名と多数の参加をいただき、盛況のうちに終了いたしました。

内 容	講 師 等
開会の挨拶	講習会 WG リーダー 川崎 廣貴 氏
特別講演① 『補強土工法による盛土構造物の復権 補強土擁壁の原理・実際・展望』	東京理科大学 土木工学科 龍岡文夫 教授
『補強土工法による耐震対策』	(財)鉄道総合技術研究所 構造物技術研究部長 館山 勝氏
補強土構造物の性能照査型設計に関する基本的考え方(具体的な設計を行うに当たっての関連事項・留意点)	(株)複合技術研究所 三平 伸吾氏
RRR 工法・性能照査型設計プログラム(Design-RRR)の基本的操作方法(設計事例を基に)	(株)複合技術研究所 山田 康裕氏
閉会の挨拶	協会事務局 岡本 正広



講演中の東京理科大学 龍岡文夫教授

ホームページ更新のお知らせ (平成 21 年 3 月上旬)

- ・ NETIS 情報、保有特許情報を掲載しています。
- ・ セメント改良補強土(耐震性)橋台を RRR-A 工法として紹介しています。
- ・ RRR 関連工法として、補強土式掘削土留め工法 既設斜面の耐震・耐降雨補強工法 既設擁壁・橋台補強工法を紹介しています。



講習会会場の写真



【現場紹介】

・ RRR-B 工法(盛土補強土壁工法)

No	発注者	工 事 件 名	現 況	施 工 会 社
①	近畿日本鉄道(株)	東花園・奈良線工事	施工中	清水・浅沼 JV
②	(独)鉄道・運輸機構	九幹・楠田 T 工事	施工中	飛島・森本・為広 JV
③	南海電気鉄道(株)	和歌山大学前新駅建設工事	施工中	銭高組

・ RRR-C 工法(切土補強土壁工法)

No	発注者	工 事 件 名	現 況	施 工 会 社
①	国交省 九州地方整備局	福岡 201 号下三緒地区改良(4 工区)工事	施工中	福東建設(株)
②	東京都南多摩東部建設事務所	街路築造工事および保障代行工事(20 南東・町田 3・3・8 朝日町)	施工中	(株)清水組

【編集委員会名簿】

委員長：宮崎啓一(西松建設(株)) 幹事：田村幸彦(株)複合技術研究所
委員：田島 直毅(前田建設工業(株))・小川 敦久(株)クラレ・弘中 淳市(三井化学産資(株))

【協会事務局】

〒102-0072 東京都千代田区飯田橋 4-6-9 ロックフィールドビル 6 F 一(株)複合技術研究所内—
電話 03-5276-5319 FAX 03-5276-5309 ホームページ・アドレス <http://www.RRR-SYS.GR.JP>