

RRR工法協会だより

Reinforced Road with Rigid Facing Construction System

No.52 2023.08

⑦ 壁面構築工

補強盛土体の構築に伴う盛土体と支持地盤の変形が十分に生じてから、打設ブロック毎に型枠用アンカーを用いてセパレーターを設置し、排水パイプを所定の位置に設置した。また配筋および鉄筋被りの確認も行った。型枠は型枠設計計算と図面に従って強固に固め、打ち込み時に型枠が動かないよう注意した。(写真-11,12,13参照)



写真-11 鉄筋組立状況



写真-12 型枠組立状況



写真-13 コンクリート打設状況

6. 今後普及に向けての改善点・要望点

① JIS規格

フィリピン国内および当現場の適用規格は、主にASTMであり、JIS規格に基づいて試験を実施できる第三者試験機関はフィリピン国内に存在しない。そのため、マニュアル記載のJIS規格同等のコード調査に時間を費やした。そこでRRR工法協会が発行する設計・施工マニュアルの品質管理において、JIS規格に加えてASTMやBSなどの同等規格コードを加えることで、そのマニュアルの有用性や関連性を高めることができると考えられる。また、水抜き排水パイプ、壁面収縮目地等、現地で調達できる材料の規格も併せて詳細な仕様をマニュアルに記載されると、一層活用しやすいと言える。

② 英語による情報公開と教育

ローカルスタッフに作業手順を十分に浸透させるために、日本語作業手順書を英訳し、日本国内の現場写真等を使用しながら当現場独自の作業手順の作成・教育を行った。(写真-14参照)

今後外国人エンジニアの理解をより一層深めるためには、公開されているマニュアルやホームページだけでなく、国内で使用されている作業手順書の英語版や施工状況写真等、現場施工に必要な情報をホームページに公開することが有効である。



写真-14 教育状況

7. おわりに

特に海外工事と言う特殊な条件下工事の特徴として、その品質を均質化するためには、施工開始前の施工計画を密に練り、施工サイクルを早期に確立することで、専門工事業者作業員の慣れによる作業効率化を図ることが重要である。施工開始前の事前計画の検討と作業開始後のロールプレイによる作業手順周知会とその確認が最も重要である。分かりやすいシンプルな施工計画を策定することで、各作業員の役割を明確にでき、且つ安全管理も容易になる。上記の経験を活かし、現在分岐線部両側擁壁工事においても精力的に施工に励んでいる。(写真-15参照)

係各省庁、日本大使館、JICA、施工管理コンサルタント(NSTren)、また龍岡文夫東京大学・東京理科大学名誉教授、RRR-I工法協会、材料供給会社でもある岡三リピーク様のご支援・ご協力を頂きながら、安全第一でより良い品質の構造物をフィリピンの地図に残すようこれからも邁進していく所存である。



写真-15 両側擁壁部施工状況

発注者であるフィリピン運輸省(DOTr)をはじめフィリピン国関

【参考文献】

- 1) 鉄道総合技術研究所編 鉄道構造物等設計標準・同解説 土留め構造物、丸善出版・平成24年1月
- 2) RRR工法協会:「RRR-B工法(剛壁面盛土補強土擁壁工法)設計・施工マニュアル」, 令和元年6月
- 3) RRR工法協会だより:「インドネシアで初めて適用された剛壁面を有する盛土補強土擁壁(RRR 盛土補強土擁壁)の施工報告」No.44, 2019年8月

事務局だより

■ 令和5年度 定時総会について

令和5年7月7日(金)対面形式にて定時総会が開催され、令和5年度の事業計画・収支予算が承認されました。懇親会は、感染対策を講じて人数を制限して開催され、森藤眞治副会長のご退任に際し記念品と花束を贈呈いたしました。森藤様、長い間お疲れ様でした。会員の皆様、お忙しい中ご参加ありがとうございました。【入会・退会】当協会会員は現在正会員38社、準会員28社、計66社です。

【編集委員会名簿】

委員長: 佐藤靖彦(西松建設株) 委員: 神田隆真(前田建設工業株)・竹本慎一(株クラレ)・西村淳(三井化学産資株)・小阪拓哉(株複合技術研究所) 事務局: 田村幸彦・川上美子(株複合技術研究所)

【協会事務局】

〒160-0004 東京都四谷1-23-6 協立四谷ビル5F (株)複合技術研究所内
 TEL:03-5368-4103 FAX:03-5368-4105 ホームページ <https://www.rrr-sys.gr.jp>

フィリピン・南北通勤鉄道事業CPO1工区におけるRRR工法適用事例

大成建設株式会社 田中 哲也

1. はじめに

本工事は、フィリピン国ルソン島北部からマニラ首都圏を結ぶ南北通勤鉄道事業(マロロス〜ツツパン、路線長37.9km)の一環であり、本線21.2kmの高架橋、補強盛土構造物、6駅舎、1車両基地から構成されるCPO1工区(図-1参照)が対象である。発注者はフィリピン運輸省(DOTr)であり、ODAの有償資金協力対象案件(STEP案件)である。現在、先行工事エリア引渡しを受けた路線14km(中北工区)の下部工98%、車両基地工事57%(土建合算)を終え、駅舎工事及び上部工のセグメント製作とスパンバイスパン架設工法による架設工事に傾注し、工事を進めている。

本工事において適用された剛壁面盛土補強土擁壁工法(RRR-B工法)は、南工区7km区間に両側擁壁1.8km(最大盛土高さ10.3m)、中北工区14km区間に両側擁壁100m、片側擁壁200m(最大盛土高さ5.0m)である。(図-2参照)

南工区は既設高速道路下に計画されている本線部の盛土であり、中北工区は車両基地から本線に繋がる分岐線部及び車両基地外周擁壁工事の軌道近接範囲の盛土に適用されている。(図-3,4,5参照)

RRR工法(Reinforced Railroad with Rigid Facing-Method)とは、補強土工法の原理を用いて、従来形式の擁壁の代替工法として開発された土留め(補強土擁壁)工法である。従来の擁壁は、力学的に考えれば、土による作用外力(土圧)に対して、躯体重量と基礎地盤反力で支持する片持ち梁構造であり、土と敵対し、力には力に対抗しようとする思想の構造物であった。一方、剛壁面盛土補強土擁壁工法は、土中に引張り補強材を配置して土自身の安定化を促進し補強材と連結した剛な一体壁面工で補強盛土を安定化する工法であり、土と共存する思想の構造物である。

RRR工法は、現在一般の盛土・切土擁壁、海岸・貯水池護岸や橋台等に広く用いられ、これまでに4つの工法が開発されている。

RRR-A工法:補強土橋台・橋梁工法

RRR-B工法:盛土を対象とした補強土擁壁工法

RRR-C工法:地山を対象とした補強土擁壁工法

RRR-D工法:水際防災補強盛土工法

いずれの工法も剛な一体型壁面工を補強盛土構築後に打設構築することを特長としている。

本報告では、引き渡された中北工区における車両基地外周擁壁工事の軌道近接範囲の盛土に適用された剛壁面盛土補強土擁壁工法(RRR-B工法)を紹介する。

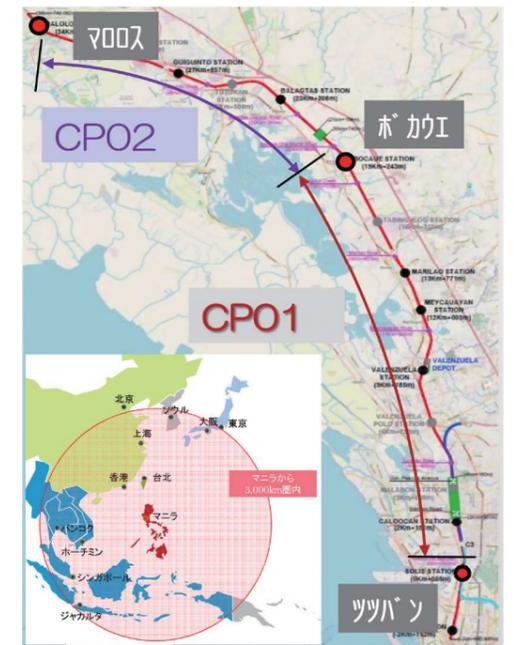


図-1 CPO1工区施工範囲

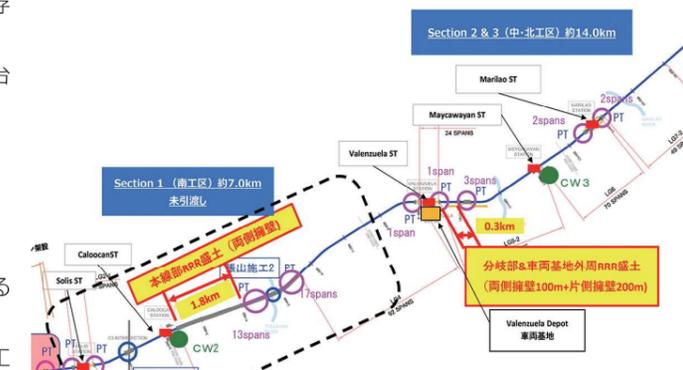


図-2 剛壁面盛土補強土擁壁工法(RRR-B工法)適用範囲

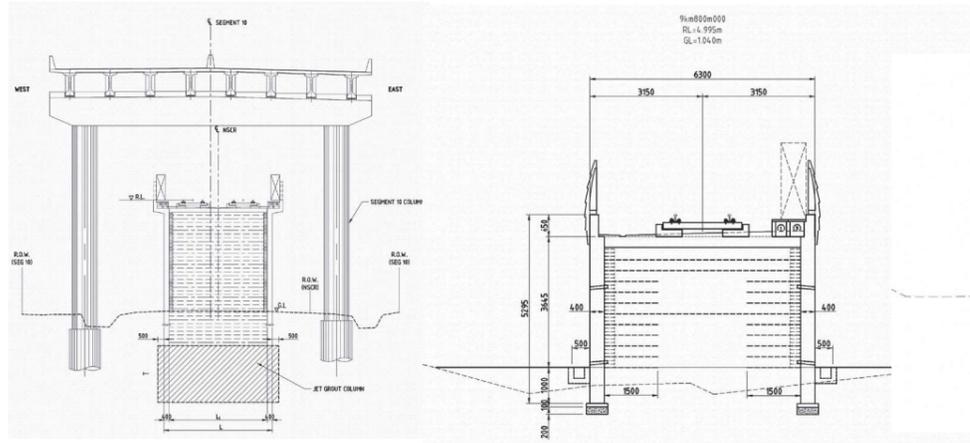


図-3 設計断面図(本線部)

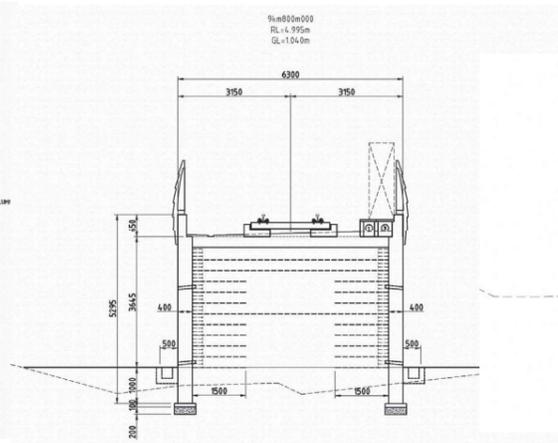


図-4 設計断面図(分岐線部)

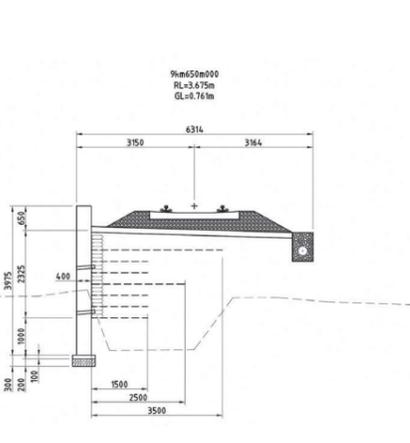


図-5 設計断面図(車両基地外周擁壁部)

2.車両基地工事概要

車両基地は、敷地面積約13.6万㎡の湿地帯に約32万㎡の盛土造成工事を実施、車両基地外周に高さ1.0～3.0mのRC擁壁および排水路が計画されている。敷地内には管理棟、修理点検工場建屋他大小多数の建屋が計画され、敷地内植栽等も含まれる。(図-6,7,8参照)

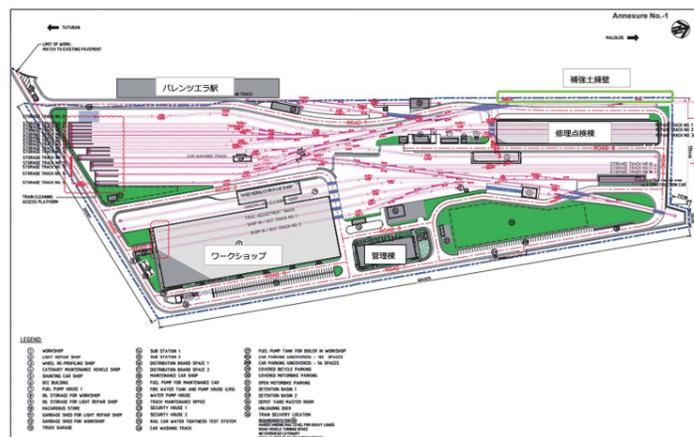


図-6 車両基地計画平面図

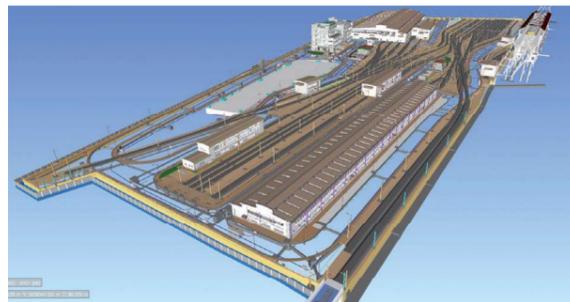


図-7 車両基地完成イメージ(全景)

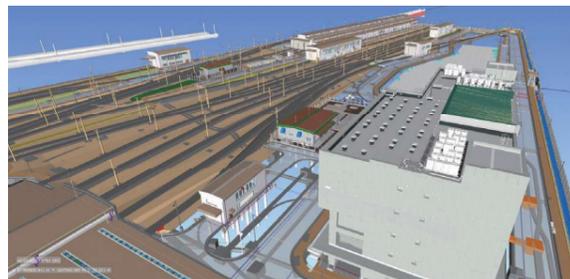


図-8 車両基地完成イメージ(近景)

3.剛壁面盛土補強土擁壁工法(RRR-B工法)の

設計概要と施工数量

RRR-B工法は、多層の面状ジオテキスタイル補強材を盛土内に密に配置し、曲げ剛性の高い壁面と組み合わせることにより、鉛直に近い補強盛土擁壁(RRR-GRS擁壁)を構築する工法である。ジオテキスタイルの敷設長は、設計計算により決定されるが、一般的に壁高の35%程度となる。

具体的な施工手順は

- ①壁面根入れ部分構築
- ②土嚢袋(または溶接金網)による仮抑え材を土層端部に配置し、ジオテキスタイル補強材を巻き込むことにより定着をとり、背面を盛土する。
- ③層厚30cmで撒き出し、盛土転圧後、ジオテキスタイル補強材を同様に再敷設。
- ④以降、上記工程を繰り返して所定高さまで補強盛土体を盛り立て。
- ⑤支持地盤と盛土に予想される変形が収束するまで放置した後、盛土内に埋設したアンカーを用いて壁面工用コンクリート外型枠を設置。
- ⑥壁厚40cm(架空架線基礎部は80cm)の場所打ちコンクリートを背面で

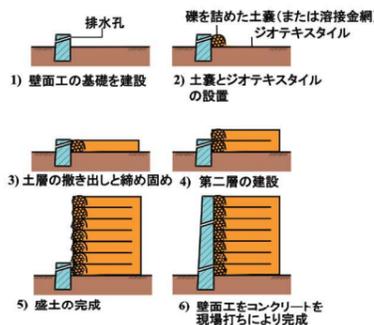


図-9 RRR-B工法の概要

補強材と連結するように打設し、補強盛土体と一体化。

これにより、安定性・変形拘束性に優れた急こう配の補強盛土の擁壁を構築するものである(図-9参照)。本工法の特徴である⑤と⑥の工程によって、補強盛土体の構築に伴う盛土と支持地盤の変形による壁面工の変位・変形による障害と壁面工と補強材の相対鉛直変位による壁面工背面での補強材連結部の損傷を防ぐことができる。

当現場の施工全体数量は下記の通りである。(表-1参照)

表-1 施工全体数量

(1) 補強盛土区域 (インテグラルブリッジ含む)				
対象区域	始点	終点	延長	備考
本線部	STA.2+361	STA.4+160	1,799	両側擁壁
分岐線部	STA.9+516	STA.9+842	326	片側擁壁 + 両側擁壁

(2) 主要数量表					
工種	区分	単位	数量	備考	
構造物掘削	GSR用	(m ³)	12,491		
	補強土盛土	土質(1)	(m ³)	66,676	For Slab Truck
	地盤改良 (Jet Grout)	土質(2) 30%改良 100%改良	(m ³)	2,928 74,493	For Ballasted Truck 本線部および分岐部両側擁壁直下(後に工法変更)
ゼメト混合処理アロク	quz2000kN/m ²	(m ³)	11,174	構造物背面埋戻しセメント改良土	
	37.5kN/m	(m ²)	220,285	GeoAce DHV-30, 37.5kN/m	
	75.0kN/m	(m ²)	117,572	GeoAce DHV-60, 75.0kN/m	
	100.0kN/m	(m ²)	2,341	GeoAce DHV-60, 100.0kN/m	
土嚢袋	碎石	(m ³)	6,745	分岐線部は溶接金網を採用	
鉄筋	G60盛土部	(kg)	2,903,425		
GRS擁壁	28MPa	(m ³)	11,361		

■ : STEP対象品目

4.実施前検討事項

①仮抑え材料変更

当初設計図面はジオテキスタイルの仮抑え材として土嚢袋を採用していたが、南工区を含めると製作数量が莫大になること、また日本では現在生産できる工場が少ないこと、溶接金網の方が歩掛りに優れ生産性が高まることから、溶接金網に変更した。

また、日本からの調達コストの試算を行い、材料供給会社に溶接金網の現地製作可否を検討してもらった。しかしながら、現地工場では満足できる溶接金網の曲げ加工が得られなかったため、日本から調達した。

②高圧噴射攪拌工変更

当初設計では当該盛土下部に高圧噴射攪拌工(改良径2.50m)が計画されていたが、2020年新型コロナウイルス拡大により、日本をはじめ他国から資機材輸入ほか工事関係者の入国が不可能になった。そのため、エンジニアと協議の上、フィリピン国で調達可能な代案工法CFA (Continuous Flight Auger) 工法(連続オー

5.実施状況

①ジオテキスタイル補強材・溶接金網・こぼれ出し防止シート設置

当該箇所で使用されたジオテキスタイル補強材(引張り強度Tk=37.5kN/m)、溶接金網を仕上り厚30cm毎に設計で定められた配置(規格、形状、長さ)で敷設。その際、ジオテキスタイル補強材は、引張抵抗が十分に発揮されるように、水平かつ極端な不陸やずれや破損が生じないように十分配慮した。また架空架線の基礎が設けられる箇所では、補強材の詳細レイアウトを作成し、施工時には敷設間違いが生じないように注意した。(写真-1,2,3参照)

②型枠用アンカー設置

壁面工用のコンクリート外型枠用アンカーは現場にて製作し、設計で定められた定着長を確保しながら所定の位置に設置した。その際、アンカー材末端に溶接したL型鋼材が突起物となって、補強材を破損することのないよう盛土に埋め込ませた。(写真-4参照)

③クラッシャーラン敷き均し

クラッシャーラン(C40)同等品をフィリピン国内で調達し、撒き出し厚を確認しながら人力にて敷設した。(写真-5参照)



写真-1 ジオテキスタイル補強材溶接金網敷設置状況



写真-2 こぼれ出し防止シート設置状況



写真-3 架空架線基礎部施工状況



写真-4 型枠アンカー設置状況



写真-5 クラッシャーラン敷設状況

ガー杭による支持地盤構築工)を採用し、地盤の支持力を確保した。

③施工管理

当現場はフィリピンで初めてRRR補強盛土擁壁が適用された現場であるため、作業経験者不在の状況下で施工計画を練り、施工方法を周知していく必要があった。

しかしながら、新型コロナウイルス拡大により、専門技術者が渡航できなくなったため、オンラインにより作業開始前に細部にわたり作業手順を確認し、当社RRR工法経験者参加のもと施工技術検討会を実施し、施工計画を立案した。特に盛土締め固め時の溶接金網の過大なはらみ出しには十分留意し、試験施工を通じて擁壁コンクリート背面の被りを維持できるように計画した。また作業開始前、複数回に渡り作業手順周知会を実施し、全ての作業員に施工ステップを理解させ、施工中は、経験者・資材納入会社立会いのもと、適宜オンラインにて作業状況の中継し、作業手順通りの施工が行われているかを確認した。

④盛土材敷設

第三者試験機関にて、盛土材料の設計要求条件を満たしているか確認し、調達可能な供給会社を調査、供給能力の確認を行った。(写真-6参照)



写真-6 盛土材敷き均し状況

⑤盛土材転圧

転圧は大型重機を使用することなく、壁面側から盛土中心に向かって順次、人力にて行い、ジオテキスタイル補強材のたるみ、仮抑えのはらみ出しに細心の注意を払った。また雨期は翌日の作業への影響を最低限にするため、施工場所をブルーシートにて雨養生を行った。(写真-7,8参照)



写真-7 盛土材転圧状況



写真-8 雨養生状況

⑥品質管理

仕様書にて定められた層にて現場密度試験を実施した。また仕上り面にて平板載荷試験を実施し耐力を確認した。(写真-9,10参照)

下記に規格値を示す。
【設計要求性能ランクII:パラスト軌道】
施工延長50m毎に・土の密度試験(砂置換)に基づく締め固め密度比の90%以上・K₃₀値の70 MN/m²以上



写真-9 現場密度試験実施状況



写真-10 平板載荷試験実施状況