

RRR 工法協会だより

Reinforced Railroad/road with Rigid Facing Construction System

No. 28 2010. 08

波浪を直接受ける海岸護岸構造物への補強土壁工法 (RRR - B 工法) の適用事例 — 国道 1 号西湘バイパス災害復旧工事 —

施工：大成建設(株)

設計：パシフィックコンサルタンツ(株)

1. はじめに

平成 19 年 9 月に上陸した台風 9 号により被災した西湘バイパス (大磯 IC～西湘二宮 IC 間) の災害復旧工事において、波浪を直接受ける海岸護岸構造物に初めて剛壁面補強土工法の RRR (Reinforced Railroad with Rigid construction system) 工法が採用された。

RRR 工法には、大きく分けて、面状補強材 (ジオテキスタイル) とセメント改良土を用いて耐震性に優れた補強土橋台・橋脚を構築する RRR-A (Abutment) 工法、面状補強材と剛壁面を用いて盛土のり面を鉛直に近い勾配で構築する RRR-B (Bank) 工法、および棒状補強材と剛壁面を用いて斜面を急勾配化する RRR-C (Cut) 工法の 3 つの工法¹⁾があるが、今回採用されたのはこの内の RRR-B 工法である。

RRR 工法は、(財)鉄道総合技術研究所によって開発された補強土工法であり、鉄道盛土というかなり厳しい制約条件を受ける土構造物を中心に本格的に適用されてきたが、現在は道路盛土にも広く用いられている²⁾。

本文では、海岸部における道路護岸に用いられた RRR-B 工法の施工事例を紹介する³⁾。

2. 被災状況およびこれまでの経緯⁴⁾

平成 19 年 9 月 7 日 2:00 頃に小田原市付近に上陸した台風 9 号によって海岸沿いを走る国道 1 号西湘バイパス (図-1 参照) の一部区間 (大磯 IC から西湘二宮 IC) の道路護岸が崩壊した。

国土交通省は速やかに調査検討委員会を設置して、原因究明と対策工法の検討を行った。

その結果、被災後約 3 週間の応急復旧工事により、車両通行が可能になり、平成 20 年 4 月には暫定 4 車線が開通する運びとなった。

その後、平成 20 年 6 月初旬に本復旧工事 (消波ブロック、吸出し防止鋼管矢板設置等) に、平成 21 年 9 月には補強土擁壁護岸の工事にも着手して、平成 22 年秋の完成を目指している。



図-1 西湘バイパスの概要 (出典：横浜国道事務所 WEB サイト⁴⁾)



写真-1 被災時の様子 (出典：横浜国道事務所 WEB サイト⁴⁾)

3. 工事概要

工事名：国道 1 号大磯二宮地区改良工事

工事場所：自) 神奈川県中郡大磯町国府新宿地先
至) 神奈川県中郡二宮町二宮地先

工事内容：

・工事延長	L = 1,020m
・補強土壁工	(h = 8.1m) 約 7,000m ²
・被覆コンクリート	(t = 0.5m) 約 3,200m ³
・消波工	1 式
・構造物撤去工	1 式
・場所打函渠工	1 箇所
・プレキャスト函渠工	2 箇所
・仮設工	1 式

4. RRR 工法選定の経緯³⁾

護岸工については、一次比較として、コンクリート躯体による重力式構造、被覆ブロックを用いた傾斜式構造、ジオテキスタイルなどを用いた補強土壁構造等による比較が行われ、被災形態 (重力式構造での基礎洗掘による全面崩壊)、護岸の安定、周辺の環境・利用面などから総合的に評価し、補強土壁工法が選定された。

次に、補強土壁構造として RRR 工法、ジオテキスタイル工法、テルアルメ工法等による二次比較が行われ、砂浜への張出しによる影響、耐震性能、塩害対策、施工性などの観点から護岸幅が最も狭かつ信頼性の高い剛壁面補強土工法の RRR-B 工法が採用された。

5. 本工事における RRR-B 工法の特徴

5.1 ジオテキスタイル敷設

通常、RRR 工法では、面状補強材のジオテキスタイルを 30cm 厚ごとに敷設し、耐震性向上・転倒防止のために盛土高さ 1.5m 間隔でジオテキスタイルを全層敷き込むものとしている⁵⁾。

しかし、本工事では背後に道路応急復旧用鋼矢板が打設されており、かつ、砂浜幅を最大限広く確保し、護岸幅をできる限り狭くする必要があったことから、安定計算で所要安全率を満足する最小幅とした。

図-2 に補強土擁壁の標準断面図を示す。RRR-B 工法の設計敷設長の最小敷設長は 1.5m、もしくはは壁高の 35% の長さのうち、長い方とされており³⁾、今回の場合、壁高 H=8.5m の 35% であることから約 3m となり、この長さを上部の最小敷設長とした。また、鋼矢板の法線方向に鉄筋を溶接して、5 段ごとに巻き返すこととした。図-3 にその概要を示す。

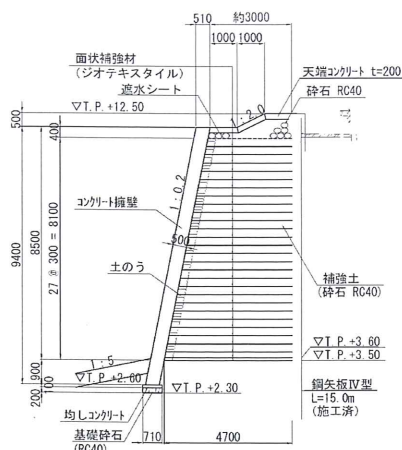


図-2 補強土壁標準断面図

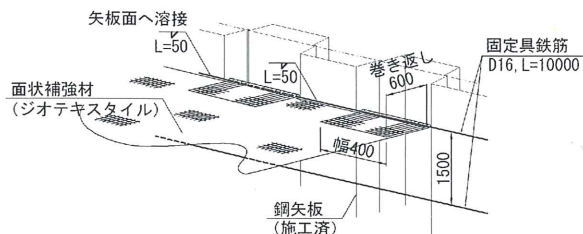


図-3 鋼矢板へのジオテキスタイルの巻き込み

5.2 被覆コンクリート

本護岸は道路護岸であるものの海岸に面しており、直接波浪を受けることから被覆コンクリート厚は0.5mとし、被覆コンクリートのり面上に遡上・越波した水を速やかに海側へ返すことが必要であることから、のり面勾配を1:0.2とした。また、目地部には海水等侵入を防止するため止水板を設置した。

5.3 補強土壁盛土材

本工事は、建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律（いわゆる「建設リサイクル法」）に基づき、特定建設資材の分別解体等及び再資源化等の実施について適切な措置を講ずることになっており、補強土壁盛土材に再生クラッシャーラン（RC-40）を使用した。

5.4 耐久性に優れた補強材

再生砕石（RC-40）はセメント成分を含んでいることからアルカリ性を呈し、耐アルカリ性に優れた性能を有するビニロン繊維が主材料の面状補強材を採用した。

6. 試験施工

補強盛土の転圧機種・転圧回数を決定するために本施工前に試験施工を実施した。概要を図-4に示す。壁面付近での重機作業は、その自重により仮抑えの崩壊やはらみ出しの原因になるので壁面から約1m以内は人力施工によらなければならないこととなっている⁵⁾。よって、本工事においても仮抑え部から1mの範囲は人力による撒きだし・敷き均しの範囲とし、その背面を機械転圧とした。また、現場密度はRI水分密度計を用いて測定した。

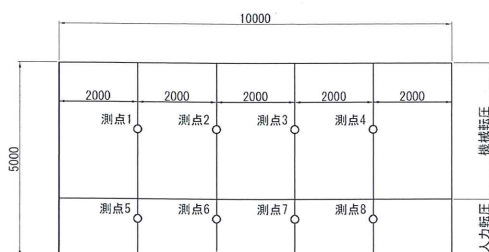


図-4 試験施工の概要

試験結果を図-5および図-6に示す。試験施工の結果から、再生クラッシャーラン（RC-40）を用いた補強土壁盛土材の転圧機種として、機械転圧部には4tコンパインドローラ、人力転圧部には300kg前後進パイロコンパクターを用い、転圧回

数は、1層目は8回、2層目以降は6回とした。

7. 施工

本工事における補強盛土での補強材敷設および盛土材の撒きだし・敷き均し作業は、人力作業と重機械作業が狭隘かつ高所で行われる。このような状況での施工となるため、重機械との接触事故、のり面からの転落事故のないような安全管理の下で施工した。写真-2にジオテキスタイルの敷設状況を、また、写真-3に盛土転圧状況を示す。写真-4および写真-5には施工状況を示す。

なお、再生砕石 RC-40 の締固め管理は 100m²につき 1 箇所の頻度で実施し、施工中の締固め度 D 値は平均で 93.7%であった。



写真-2 ジオテキスタイルの敷設状況

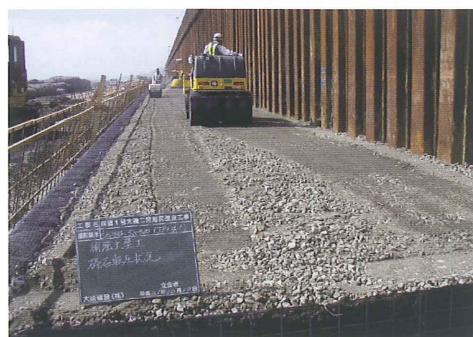


写真-3 盛土転圧状況



写真-4 施工状況(出典:横浜国道事務所 WEB サイト⁴⁾)



写真-5 施工状況(補強盛土の盛り立て)

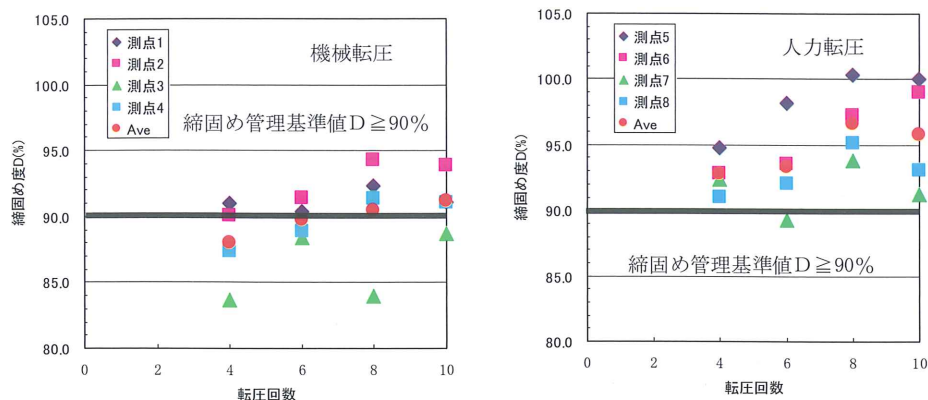


図-5 試験施工結果(1 層目)

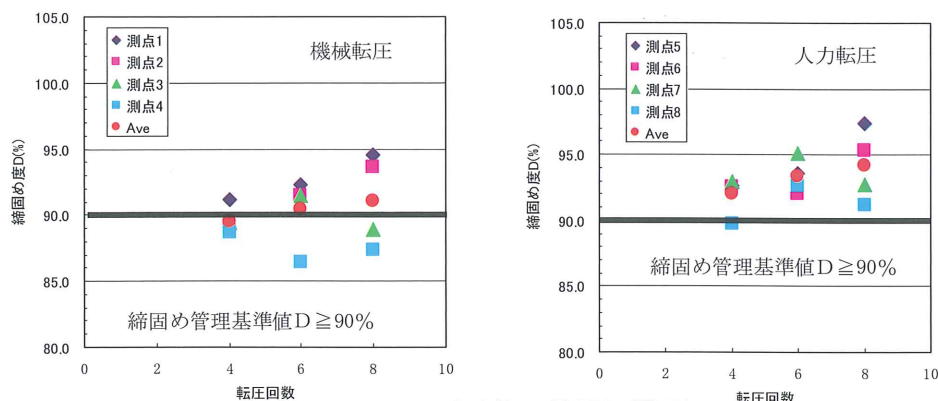


図-6 試験施工結果(2 層目)

8. おわりに

台風により被災した護岸工事において、波浪を直接受ける海岸構造物に初めて採用された RRR-B 工法（補強土壁工法）の施工事例を紹介した。RRR 工法が開発され、既に 20 年以上経過し、本工法によって建設された補強土擁壁は約 120km 以上に達している。その間、建設中の事故、建設された補強土壁の大変形や崩壊は全く無く、耐震性・安全性の高い工法として評価されており、今回のような新たな分野への拡大が期待されている。本報告が RRR 工法の今後の普及の際に参考になれば幸いである。

最後に、本稿を作成するに当たり国土交通省関東地方整備局横浜国道事務所より写真・図面の提供等をはじめ、多大なるご指導をいただいた。末筆ながら感謝の意を表します。

なお、本報文は設計・施工各社の了承のもと協会事務局がまとめたものである。

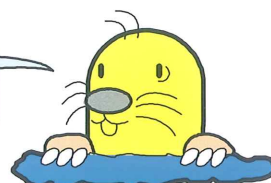
<参考文献>

- 1) 岡本正広：RRR 工法の課題と取組み，基礎工，Vol38，No.2，pp.58～61，2010
- 2) 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－，pp.341～345，2005
- 3) 石河雅典，永澤豪，藤平欣司，嶋田宏：台風により被災した道路護岸における補強土壁工法の適用事例，基礎工，Vol38，No.2，pp.93～95，2010
- 4) <http://www.ktr.mlit.go.jp/yokohama/seisyou/index.htm>
- 5) RRR 工法協会：RRR-B 工法（補強盛土工法）設計・施工マニュアル，平成 13 年 3 月

Q&A

※Q&A の添番号は連載通し番号です。

Q8：RRR-B 工法に使用する盛土材は？



A8：RRR-B 工法に用いる盛土材料は、RRR-B 工法設計・施工マニュアル¹⁾（平成 13 年 3 月、以下設計・施工マニュアルと称す）第 4 章材料に規定されており、「締固めの施工がしやすく、外力に対して安定を保ち、かつ有害な圧縮沈下を生じないものでなければならない。」とされているんだよ。・・・（*に続く）

＊表－1を用いて説明しよう。鉄道の場合には性能ランクごとに使用できる盛土材料が決まっているんだよ。²⁾

鉄道の盛土は、軌道構造や保守との関係から沈下に対する制限が厳しいため、盛土材料には完成後長期にわたって列車荷重や自重による圧縮性が小さく、地震や降雨等に対する安定性が高いことが求められているんだよ。

そこで鉄道では、施工基面から3mまでの範囲が列車荷重による影響が大きいことから、この範囲を上部盛土（ただし、路盤部分を除く）、それ以下の盛土を下部盛土として、上部盛土においては、列車等交通荷重の影響が大きいことから、上記のほか、列車荷重に対して、有害な変形・沈下が進行せず、また適正な剛性を確保することが必要であるとされているんだよ。

一方、下部盛土に対しては、発生土を最大限活用することを基本としてよいとされている。また、補強盛土は、ジオテキスタイルを用いることにより、土との摩擦を大きく期待することができ、また、不織布等排水機能を加味したジオテキスタイルを用いることにより、高含水比粘性土にも適用できる等、使用する盛土材料の範囲を広げることが可能であるんだよ。ただし、下記の土は原則として用いてはならないとされているんだよ。

- ①ベントナイト、酸性白土、温泉余土などの膨張性の土、岩
- ②蛇紋岩、泥岩などで吸水膨張により風化の著しい岩
- ③高有機質土などの圧縮性の高い土
- ④凍土

ただし、泥岩の場合には、スレーキング試験³⁾によるスレーキング率が50%以下のものであれば、設計・施工マニュアル「第3編 第3章・施工管理」に示す管理を入念に行うことにより、下部盛土に使用することができることになっているんだよ。

なお、盛土材料の群分類と土質分類との対応は表－2の通りであり、それぞれの群分類の盛土材料の特徴については参考文献1)、2)を参照されたい。

表－1 性能ランクと使用できる盛土材料²⁾

性能ランク	上部盛土に使用できる盛土材料	下部盛土に使用できる盛土材料
I	[A 群] 安定処理した [B 群]（細粒分の少ない材料に限る）、産業副産物である再生資源等 ^{*1}	[A 群] 安定処理した [B 群]（細粒分の少ない材料に限る）、産業副産物である再生資源等 ^{*1}
II	[A 群]、[B 群] 安定処理した [C 群] [D1 群] [V 群]、産業副産物である再生資源等 ^{*1}	[A 群]、[B 群] 安定処理した [C 群] [D1 群] [D2 群] [V 群]、産業副産物である再生資源等 ^{*1}
III	[A 群]、[B 群] 安定処理した [C 群] [D1 群] [V 群]、産業副産物である再生資源等 ^{*1}	[A 群]、[B 群]、[C 群] 安定処理した [D1 群] [D2 群] [V 群]、産業副産物である再生資源等 ^{*1}

特記）※1：列車の繰返し荷重や雨水等の自然条件に対する耐久性を検討し、十分適用可能と判断で着る場合は、盛土材料として適用しても良い。

※2：下部盛土においては発生土をできる限り有効利用する。

表－2 盛土材料の群分類²⁾

群記号	土質および岩質	
	土の分類記号	備考
[A 群]	(G) (G-S) (GS)	
	(G-F) (G-FS) (GS-F)	細粒分が主に有機質土のものを除く
	(S) (S-G) (SG)	粒度が $U_c \geq 10$, $1 < U_c < \sqrt{U_c}$
	(S-F) (S-FG) (SG-F)	細粒分が主に有機質土または火山灰質土のものを除く
[B 群]	硬岩ずり	剥離性の著しいものを除く
	(G-F) (G-FS) (GS-F)	細粒分が主に有機質土のもの
	(GF) (GF-S) (GFS)	細粒分が主に有機質土または火山灰質土のものを除く
	(S) (S-G) (SG)	粒度が $U_c \geq 10$, $1 < U_c < \sqrt{U_c}$ 以外
	(S-F) (S-FG) (SG-F)	細粒分が主に有機質土または火山灰質土のもの
	(SF) (SF-G) (SFG)	細粒分が主に有機質土または火山灰質土のものを除く
[C 群]	(GF) (GF-S) (GFS)	細粒分が主に有機質土または火山灰質土のもの
	(SF) (SF-G) (SFG)	細粒分が主に火山灰質土のもの
[D1 群]	(ML) (CL)	
	(MH) (CH)	

【参考文献】

- 1) RRR工法協会：RRR－B工法（補強盛土工法）設計・施工マニュアル、平成13年3月
- 2) (財)鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説－土構造物、平成19年1月
- 3) 日本道路公団：「日本道路公団試験方法」KODAN110岩のスレーキング試験方法、昭和60年10月

【事務局便り】

平成 22 年度 定時総会を開催しました

平成 22 年 6 月 2 日にホテルメトロポリタンエドモントにおいて、定時総会を開催致しました。

以下の議案はすべて原案とおり可決承認されました。

- ①平成 21 年度事業報告 ②平成 21 年度収支決算
- ③平成 22 年度事業計画 ④平成 22 年度収支予算

また、本年は役員の改選年であり、役員の改選が審議され、岡崎会長以下、その他の役員は再選されました。

総会終了後、顧問の方々ならびに日頃お世話になっておりますご来賓の方々をお招きして懇親会が開催されました。また、当日は総会に先駆けて理事会も開催されました。

【元会長半谷哲夫様 叙勲受賞の件】

事務局から元会長半谷哲夫様が瑞宝重光賞の叙勲を受賞されたことが報告されました。

【退会会社】準会員 帝人ファイバー（株）

以上が報告されました。よって当協会会員は正会員 35 社、準会員 24 社、臨時会員 1 社 計 60 社となりました。



総会会場の様子

平成 22 年度 RRR 工法技術講習会を開催します。

平成 22 年 10 月 15 日（金）、札幌市きょうさいサロンにおいて技術講習会を開催いたします。今年度も東京理科大学 龍文夫教授、ならびに（財）鉄道総合技術研究所 構造物研究部長の館山 勝氏の特別講演に引き続き、RRR－A（セメント改良土補強土橋台）工法の性能照査型設計法等についての講習会を開催いたします。本講習会は、建設コンサルタンツ協会(JCCA)認定の建設系 CPD プログラム（3.5 ポイント）になっております。奮ってご参加下さい。

【編集委員会名簿】

委員長：今村眞一郎(西松建設㈱) 幹事：田村幸彦(㈱複合技術研究所) 事務局：岡本正広(㈱複合技術研究所)
委員：田島直毅(前田建設工業㈱)・鎌田英樹(㈱クラレ)・西村 淳(三井化学産資㈱)

【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(㈱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>