

RRR 工法協会だより

Reinforced Road with Rigid Facing Construction System

No. 47 2021. 02

RRR 工法協会 29 年の歩みと最近の動き

RRR 工法協会事務局

1. はじめに

RRR 工法協会は、平成 3 年 7 月に関係各位のご協力を得て設立され、会員 63 社にてスタートし、今年度で満 29 周年を迎えました。来年度には、節目の 30 周年を迎えることとなります。これもひとえに、協会設立以来の会員各位の変わらぬご支援による賜物と厚く御礼申し上げます。現在は、正会員 38 社、準会員 29 社の計 67 社（臨時会員 2 社別途加入）に参画していただいております。

RRR 工法は、表-1 に示しますように現在までに RRR-A（補強土橋台・橋梁）工法、RRR-B（剛壁面盛土補強土擁壁）工法、RRR-C（剛壁面切土補強土擁壁）工法、および RRR-D（水際防災補強盛土）工法の 4 つの工法（別途、関連工法あり）が開発されておりますが、新幹線をはじめとする多くの鉄道、道路構造物、および海岸護岸等に採用していただき、日本全国、および外国（ベトナムやインドネシア）において多数の施工実績が積み上げられております。これら工法の概要については関連工法を含めて図-1～図-6 に示す通りです。

表-1 RRR 工法の種類

工法名	構造物の種類	略称
RRR-A 工法	補強土橋台・橋梁工法	補強土耐震性橋台
		RRR-GRS 橋台
		補強土併用一体橋梁
		RRR-GRS 一体橋梁
RRR-B 工法	剛壁面盛土補強土擁壁工法	盛土補強土壁
RRR-C 工法	剛壁面切土補強土擁壁工法	切土補強土壁
RRR-D 工法	水際防災補強盛土工法	補強土併用一体堤防
関連工法	補強土ボックスカルバート工法	補強土併用ボックスカルバート
	トンネル坑門補強土工法	補強土併用トンネル坑門壁
RRR-Nail 工法	ラディッシュアンカー工法	中径～大径棒状補強体による法面安定化
	キャロットアンカー工法	
	ロータスアンカー工法	
その他の工法	補強土式掘削土留め工法	親杭横矢板などの土留め工の支保工として RRR ネイルを用いる工法
	既設斜面の耐震・耐降雨補強工法	自然斜面、切土のり面、盛土のり面の RRR ネイルとのり面工による補強工法
	既設擁壁・橋台補強工法	既設擁壁・橋台などの RRR ネイルと RC 壁体を用いての耐震補強工法
	ピンナップ工法	自立性を有する地山の前面に施工された石積み擁壁の耐震補強工法



RRR-A 工法
(A: Abutments)

RRR-C 工法
(C: Cut)



RRR-D 工法
(D: Disaster)

RRR-B 工法
(B: Bank)



図-1 RRR-A～D 工法の概要

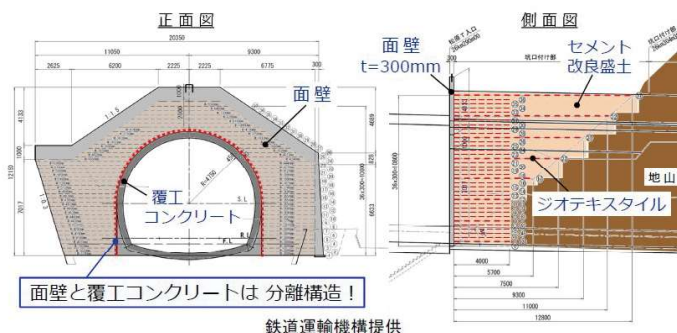


図-2 関連工法 1 : RRR-GRS トンネル坑門工法

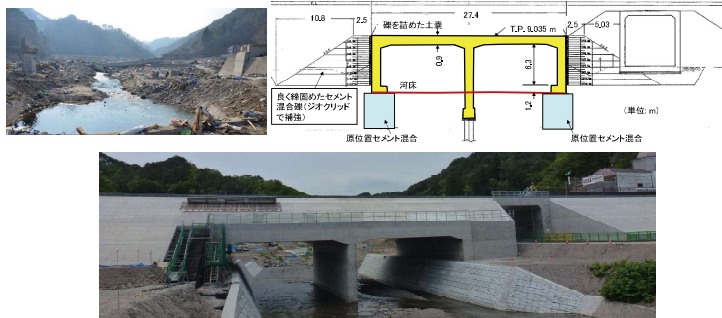


図-3 関連工法 2 : RRR-GRS ボックスカルバート工法

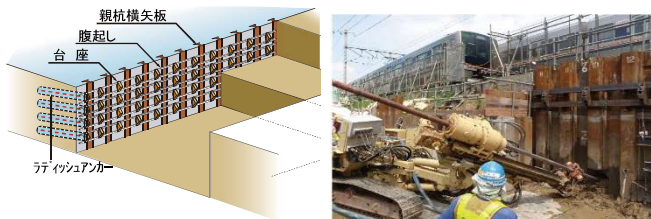


図-4 関連工法 3 : 補強土式掘削土留め工法



図-5 関連工法 4 : 斜面補強工法



図-6 関連工法 5 : 既設擁壁の耐震補強工法

開発当初から 30 年余経過した現在、RRR-A および B 工法の日本全国での施工実績は、図-7 に示しますように 1,332 件を超え、壁の総延長は 194km に及んでおります。その間、建設中の支障、ならびにレベル 2 地震動クラスの大規模地震や集中豪雨等の自然災害を数多く受けたにもかかわらず建設後の事故（崩壊等）、長期維持管理での問題は、それぞれ皆無です。

特に、1995 年 1 月兵庫県南部地震や 2011 年 3 月東日本大震災の被害地域では 100～200 箇所程度の施工済みの

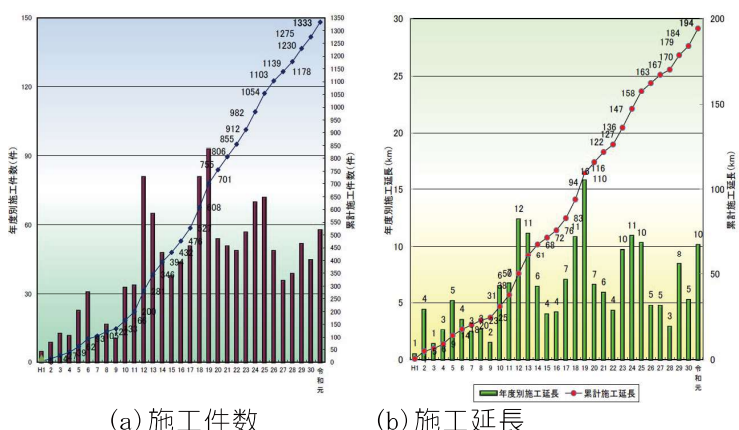


図-7 RRR-B 工法施工実績の推移

「RRR-GRS 構造物」がレベル 2 地震動の洗礼を受けましたが、軽微な補修が数例生じただけでした。

さらに、2016 年 4 月の熊本地震においても、被害地域に 250 箇所を超える「RRR-GRS 構造物」が建設されていましたが、被害は皆無でした。なお、ここで言う「RRR-GRS 構造物」とは、盛土補強土を対象とした RRR-A、B および D 工法で構築される「RRR-GRS 擁壁」や「RRR-GRS 橋台（GRS 一体橋梁含む）」を指しています。

また、1990 年および 2012 年の北九州豪雨によって被災した JR 九州の豊肥線や 2013 年 7 月山口豪雨によって被災した JR 山口線の復旧工事にも RRR 工法が採用され自然災害に強い工法として高く評価されております。

なお、RRR 工法の研究・技術開発や実施工等の実績に対して、国際地盤工学会、国際ジオシンセティック学会 (IGS)、土木学会、地盤工学会、IGS 日本支部、鉄道施設協会から 1993 年～2019 年の間に合計 17 の表彰を受け、国内外で高い評価を受けています。2020 年には、国際地盤工学会のホームページに RRR 工法を紹介した講義 (Webinar) が公開されました。



<https://www.issmge.org/education/recorded-webinars/geosynthetics-reinforced-soil-structures-developments-from-walls-to-bridges>

QR コードはこちら

本報文では、設立後 29 年が経過した RRR 工法協会の歩みと最近の動きについて紹介いたします。

2. RRR 工法協会 29 年の歩み

RRR 工法 (Reinforced Road with Rigid Facing Construction System) は、1981 年からの東京大学生産技術研究所での基礎研究に基づいて、(公財)鉄道総合技術研究所によって開発された補強土工法です。前述したように、現在は RRR-A～D 工法、およびその関連工法で構成されていますが、開発当初は RRR-B (bank、盛土)、および RRR-C (cut、切土) 工法を対象にスタートいたしました。

この RRR-B 工法を基本として、RRR-A 工法での「RRR-GRS (耐震性) 橋台」と「RRR-GRS 一体橋梁」、および RRR-D 工法へと発展していきました。

一方、RRR-C 工法については、原位置攪拌混合方式による円柱形の大径 (直径 400mm 程度) 補強体を構築するラディッシュアンカー工法の開発から始まり、その後中径～大径補強体の構築工法としてロータスアンカー、キャロットアンカー工法の 2 工法が新たに参画することになり、現在は RRR-Nail 工法として展開しております。(図-8 参照)



図-8 RRR-Nail 工法の種類

表-2 に工法の開発に着手した 1981 年から 2020 年に至るまでの主な歩みを示します。

RRR 工法協会 29 年の歩み

2021.01.07

時期	RRR 工法の基本工法	
	RRR-B 工法(盛土タイプ)	RRR-C 工法(切土タイプ)
1981～	■東京大学生産技術研究所龍岡研究室において補強土の基礎的研究を開始	
1984 ～ 1986	■東大生研西千葉実験所において「不織布で補強した関東ロームの補強盛土構築および長期計測・諸実験」の実施	
1985	■国鉄構設・館山 勝氏が東大生研龍岡研究室に内地留学(短い補強材と剛な壁面で補強した盛土の模型実験: RRR 工法の基礎的実験を開始)	
1986～	■(財)鉄道総研で補強盛土工法(RRR-B 工法)の実用化研究開発に着手(運輸整備事業) ①砂質土試験補強盛土の構築・長期計測(1986.9～) ②粘性土試験補強盛土の構築・長期計測(1987.10～) ③試験補強盛土(2 盛土)の静的載荷試験(1988) ④試験補強盛土(2 盛土)の水平載荷試験(1989)他 ■RRR-B 工法の実施工開始 ①天王寺駅保守線増設工事(1986) ②函館駅ホーム延伸(1987)等	
1988～	■RRR-B 工法の実績も増え始め、協会設立の動きを始める(RRR-C 工法も含め)。鉄道総研・東急建設を中心に協会設立の調整本格化	■既設盛土法面急勾配化工法(RRR-C 工法)の開発に着手 ①第 1 次共同研究: 鉄道総研・東急建設 ②第 2 次共同研究: 鉄道総研・テノックス・東急建設(大径補強体(ラディッシュアンカー)の開発)
1990.12	■RRR 工法協会 入会説明会開催(1990(H.2)12.17) ・会長会社(鹿島建設)、副会長会社(東急建設、鉄建建設)、事務局(東急建設)	
1991.04	■RRR 工法協会発起人会開催(1991(平成 3 年)4.17) ・発起人: 大林組、鹿島建設、熊谷組、清水建設、大成建設、鉄建建設、東急建設、飛島建設、西松建設、間組、前田建設工業 ■RRR 工法協会設立総会開催(1991(平成 3 年).7.12) ・協会員 63 社でスタート	
1992.02	RRR 工法設計プログラム「Design RRR」リリース	①山手線立体交差化工事 ②奈良線六地藏駅新設工事 他において実施工開始
1992.6	■東京大学龍岡文夫教授、(財)鉄道総合技術研究所村田 修・館山 勝氏他が「短い面状補強材と剛な壁面を有する補強土擁壁工法の開発」で土質工学会技術賞を受賞	
1993	■技術マニュアル作成発刊、PR ビデオ製作	
1994.03	■(財)国土開発技術研究センターより、「一般土木工法・技術審査証明(第 0505 号)」取得	
1994.04	■軟弱地盤上の大規模開発工事内の調整池護岸工事に RRR-B 工法が初めて採用される。	
1995.06		■兵庫県南部地震によって被災した既設構造物の災害復旧対策として RRR-C 工法が採用される。
1994.09	国際ジオシンセティックス学会(IGS)から“Development of geosynthetic-reinforced soil retaining wall system having staged-constructed full-height facing”で IGS 賞を受賞	
1995.12	■「RRR 工法協会だより」創刊号発刊	
1996	国際地盤工学会(ISSMGE)と IGS による“Geosynthetic-reinforced soil retaining walls as important permanent structures”の表題による Mercer Lecture を実施	
1996.04	■日本道路公団山形自動車道滑川工事において RRR-B 工法が初めて採用される。	
1997.11		■「ラディッシュアンカー(太径棒状補強体)工法」(財)先端建設技術センターより技術審査証明(第 1902 号)を取得
1996.11		■日本道路公団東金インターチェンジ工事において RRR-C 工法が初めて採用される。
1998.8	■事務局移転(東急建設→複合技術研究所)	
1998.12		■ラディッシュアンカー工法協会設立(テノックス・小野田ケミコ・クラレ・複合技術研究所の 4 社でスタート)

2000.03	■彫刻家故イサム・ノグチ氏設計の札幌モエレ公園内の野外ステージ建設工事に(高さ15mの擁壁)RRR-B工法が採用される。	
2001.06	■(財)鉄道総合技術研究所館山 勝氏他が「大径棒状補強材による地山補強土工法の開発」で土木学会技術開発賞を受賞	
2002.04		■人工的な土構造物としては国内最大(高さ52m、容積165万m ³)の札幌公園内モエレ山の耐震補強対策としてラディッシュアンカー工法が採用される。
2003.02	■九州新幹線高田トンネル入口において、「セメント改良補強土橋台(耐震性橋台)」の水平載荷試験を実施。L2地震動に対して十分な耐震性能を有することを確認。RRR-B工法の発展型・高度利用工法として、「RRR-A工法」と命名。	
2003.06	■「耐震性(セメント改良補強土)橋台の開発」で、鉄道・運輸機構、鉄道総合技術研究所他が土木学会技術開発賞を受賞	
2005.05	■「RRR工法の理論と実際」発刊	
2005.10	■東京理科大学龍岡文夫教授監修「新しい補強土擁壁のすべてー盛土から地山までー」(総合土木研究所)発刊	
2007.06	■協会員60社(正会員34社、準会員26社)	
	■平成19年3月現在の施工実績 ①施工件数:608件 ②施工延長(片側盛土延長換算):93.4km	■平成19年3月現在の施工実績 ①施工件数:129件 ②施工延長(片側盛土延長換算):12.9km
2008.03	■RRR-B工法の施工総延長が100kmを突破。 ■RRR工法施工事例集初版発刊	
2009.03		■ラディッシュアンカー工法協会解散
2009.06	■ラディッシュアンカー工法協会がRRR工法協会に編入され、ラディッシュアンカー工法部会として発足	
2010.07	■国道1号西湘バイパスの災害復旧工事(外洋に面して波浪を直接受ける海岸護岸構造物)にRRR-B工法が採用される。RRR-B工法の発展型・高度利用工法として、「RRR-D工法」と命名	
2011.05	■事務局、飯田橋より現在の住所に移転(新宿区四谷1-23-6 協立四谷ビル5F)	
2011.07	■北海道新幹線木古内工区にて、補強土併用インテグラル橋梁(GRS一体橋梁)の施工が開始されるとともに、GRS耐震性橋台をはじめとする多様なRRR工法が採用される。	
2012.06	■協会員55社(正会員34社、準会員21社)	
	■平成24年3月現在の施工実績 ①施工件数:912件 ②施工延長(片側盛土延長換算):136km	■平成24年3月現在の施工実績 ①施工件数:197件 ②施工延長(片側盛土延長換算):17.4km
2013.01	■三陸鉄道北リアス線災害復旧工事の3橋梁に「GRS一体橋梁」および「RRR-D工法」の補強土併用防潮堤が採用される。	
2014.06	■(独)鉄道建設・運輸施設整備機構、(公財)鉄道総合技術研究所が、「北海道新幹線への補強土構造物の適用(補強盛土、補強土擁壁から補強盛土一体橋梁まで)」で地盤工学会技術賞部門の地盤業績賞を受賞	
2014.06	■当協会最高技術顧問の東京理科大学教授 龍岡 文夫先生が、「補強土工法を活用した構造一体化による橋梁の高性能化の研究」で「平成26年度科学技術分野の文部科学大臣表彰科学技術賞(研究部門)」を受賞	
2015.04	■ラディッシュアンカーの他に、中径～大径補強体の構築工法としてロータスアンカー、キャロットアンカー工法の2工法が新たに参画	
2015.06	■ラディッシュアンカー工法部会を「ネイル部会」に改称	
2015.06	■ネイル部会にて中径～大径補強体に関する設計・施工、および積算マニュアルを発刊	
2015.06	■三陸鉄道復旧工事(GRS一体橋梁他)で(独)鉄道建設・運輸施設整備機構他が、土木学会賞(田中賞と技術賞)と地盤工学会賞(技術業績賞)の3件を受賞	
2015.10	■RRR-B工法の性能照査型設計・施工マニュアル案(鉄道版)を発刊	
2016.04	■熊本地震発生するも被害地域に250ヶ所ものRRR-GRS構造物が建設されていたが、被害は皆無であった。	
2016.07	■協会設立満25周年を迎える。	
2016.11	■九州新幹線西九州ルートにおいて様々なRRR-GRS構造物が採用される。 ・RRR-GRS擁壁:約5,000m(壁延長)・RRR-GRSトンネル坑門:55箇所 ・RRR-GRS橋台:80基・RRR-GRS一体橋梁:7箇所	
2018.05	■ピンナップ部会新設される。	
2018.07	■2013年7月に山口県を襲った集中豪雨によって被災したJR山口線の復旧工事にRRR-GRS擁壁が採用されて供用されていたが、復旧箇所は、2018年7月に再度、集中豪雨の洗礼を受けたが、被害は全く発生していない。	
2019.07	■インドネシアのJakarta MRT Projectの車両基地建設工事にRRR-GRS擁壁が採用される。	
2020.07	■芳賀・宇都宮LRT整備事業にRRR-B工法(RRR-GRS擁壁)が採用される。	
2021.01	現在に至る。	

3. 定時総会、定時理事会、運営委員会、技術委員会・幹事会、および各種部会、ワーキング

令和2年度の定時総会、定時理事会、運営委員会、技術委員会・幹事会、および各種部会、ワーキングは、新型コロナウイルス感染の収束が見通せない現状を鑑み、感染拡大を防止するために中止とさせていただきます、議案採決につきましては提案いたしました議案ごとに、「賛成」・「反対」のどちらかに〇印を記入して、事務局までにメール、もしくはFAXにて提出していただく方法を採用させていただきました。会員各位におきましては、ご協力ありがとうございました。

なお、総会終了後の懇親パーティーにつきましても同様の理由で中止とさせていただきます、予定していた懇親パーティー費用の一部150万円を熊本集中豪雨で壊滅的な被災を被ったくま川鉄道の復興支援として寄付させていただきました。くま川鉄道の社長より図-9に示す礼状が届いております。

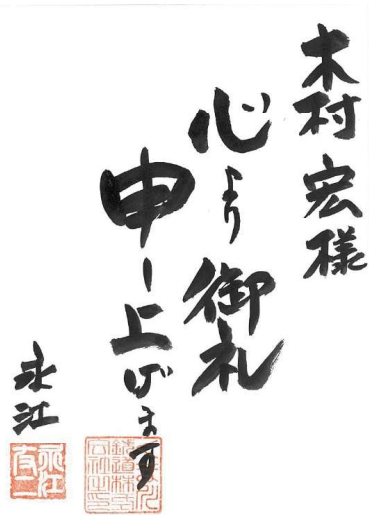


図-9 くま川鉄道永江社長からの礼状

4. Web セミナーの開催

今年度の技術講習会は、表-3に示す通りの内容で実施いたします。各講師の皆様には音声つきの動画で作成していただきました。RRR 工法協会ホームページ <http://www.rrr-sys.gr.jp> にて公開しております。



QR コードはこちらです。

表-3 Web セミナーの概要

	講 師（敬称略）	題 名	時間分）
1	東京大学名誉教授 東京理科大学名誉教授 龍岡 文夫	ジオテキスタイル補強土工法（GRS 工法）による土構造物の復権と発展	116
2 ※	東京大学大学院工学系研究科 社会基盤学専攻 准教授 渡邊 健治	RRR 工法の海外展開に向けた課題	56
3 ※	（公財）鉄道総合技術研究所 構造物技術研究部長 神田 政幸	鉄道構造物の災害からの復旧技術	30
4	RRR 工法協会 事務局	剛壁面盛土補強土擁壁工法	7

※注：特別講演2と3は、2021年5月4日までの限定公開

5. 「国際事業検討部会」の設立

RRR 工法の海外案件が、近年、設計業務やフィジビリティ・スタディ（FS）等を含めて増えてきており、今後も日本からのインフラ輸出の一環として増加する傾向にあると想定されます。

現在、RRR 工法の海外案件は、政府開発援助の ODA 案件がほとんどで、日本国内の設計コンサルタントが設計した PJ において、日本国内の RRR 工法協会会員であるゼネコンが施工を担当し、日本国内で製作された RRR 工法用ジオテキスタイルを用いて実施しているのが現状です。

そのため、設計・施工、補強材に関する技術等のノウハウが供与されているために、RRR 工法としての品質が高く確保されており、日本国内での施工実績で示されている安全性が特に問題となることは無いと判断されます。しかしながら、今後、RRR 工法の普及が進み、海外の現地法人が設計・施工、および施工管理を担当し、また、ジオテキスタイル補強材も現地で生産するようになると、設計・施工・施工管理・維持管理に至る過程での工法としての品質および安全性の担保をどのように確保するかが課題として挙げられます。

以上のような現状を背景に、将来増大が予想される海外案件に対応するための方策を検討することを目的として、技術委員会・幹事会による承認のもと「国際事業検討部会」が設立され、活動を開始いたしました。委員は下記の通りです。（敬称略）

- 部会長：小阪 拓哉（複合技術研究所）
委 員：吉田 健治（熊谷組・技術委員会委員長）
同：佐藤 靖彦（西松建設・技術委員会副委員長）
同：西村 淳（三井化学産資）
同：片山 隆（クラレ）
同：新 正行（前田工織）
同：石井 大悟（旭化成アドバンス）
同：田村 幸彦（複合技術研究所）
顧問 鉄道総研 神田政幸 構造物技術研究部長
顧問 同 中島 進 基礎土構造研究室 主任研究員

終わりに

以上、RRR 工法協会の 29 年の歩みと最近の RRR 工法協会の取り組みについて概略報告いたしました。今後はさらに、事故や長期維持管理上の問題等が発生しないように、工法のメカニズム、設計・施工法の認識を徹底するとともに新規分野や海外へのさらなる展開を図って行く予定です。今後とも、関係各位のご助言をいただきながら、益々の発展を期して、意義深い活動を行っていきたく考えておりますので、会員各位におかれましては変わらぬご指導・ご鞭撻のほどお願いいたします。

【編集委員会名簿】

委員長：佐藤靖彦（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：神田隆真（前田建設工業㈱）・片山 隆（㈱クラレ）・西村 淳（三井化学産資㈱）
【協会事務局】
〒160-0004 東京都新宿区四谷1-23-6 協立四谷ビル 5F ㈱ 複合技術研究所 内
電話 03-5368-4103 FAX 03-5368-4105 ホームページ・アドレス <http://www.rrr-sys.gr.jp>