

## 謝辞

(公財)鉄道総合技術研究所の中島進室長にはワークショップ対応の最前線で陣頭指揮を執っていただきました。また、東京大学渡邊健治教授には、ワークショップにて貴重なご発表と発言を賜りました。心より感謝申し上げます。(独)鉄道建設・運輸施設整備支援機構の玉井真一様・川中島寛様にはワークショップに主体的に参加いただきました。また同機構北海道局の皆様には、第4回ワークショップの現地視察で大変お世話になりました。さらに、ワークショップにおきましては、ADBIのK.E Seetharam様、当時事務局のJICAの森本慎二様、並びにJICA長期専門家として現地に派遣されていた熊本義寛様には、関係者との調整等で多大なるご尽力を賜りました。加えて、東日本旅客鉄道株式会社の中野涼子様や

日本コンサルタンツ株式会社の吉田一様ほか多数の関係者の皆様のお力添えなしには、ワークショップの成功およびL&Tからの現地施工指導の有償要請には決して繋がらなかったものと深く感謝申し上げます。

## 【参考文献】

1) 南、吉田、中野、藤野：インド高速鉄道計画と鋼橋の品質確保に向けた日本とインドとの技術交流、「橋梁と基礎」、2025年7月  
2) 3) 4) T.Kosaka, K.Takano, V.N Linh, S.Nakajima, F.Tatsuoka, K.Watanabe, S.Tamai：「Report of a series of workshops on the design and construction of RRR GRS structures for India High-Speed Rail」、December 2025、https://www.rrr-sys.gr.jp/[2)：Report4.1参照、3)：Report4.2参照、4)：Report4.3参照]

## 事務局だより

### RRR工法協会 令和7年度定時総会を開催しました

令和7年7月4日(金)定時総会が開催され、令和7年度の事業計画・収支予算が承認されました。会員の皆様、お忙しい中出席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29社 計67社です。準会員の三井化学産資株式会社様が社名変更され、前田工織産資株式会社になりました。令和8年度の定時理事会・定時総会は令和8年7月3日(金)で予定しています。

### RRR工法協会 令和7年度技術講習会を開催しました

下記の通り開催いたしました。定員以上のお申込みをいただき、盛況のうちに終了いたしました。お忙しいところご参加いただいた皆様に感謝申し上げます。

- 開催日時：2025年11月13日(木) 13:00～16:40
- 開催場所：TKP名古屋駅前カンファレンスセンター ホール5A
- 講演内容：1)特別講演①:13:05～14:45(100分)  
「GRS構造物 - 擁壁から橋台・橋梁への発展 -」  
東京大学・東京理科大学 名誉教授 龍岡文夫先生  
2)特別講演②:14:55～15:55(60分)  
「都市鉄道プロジェクトや建築プロジェクト等が鉄道地下/基礎構造物に及ぼす諸問題」  
(公財)鉄道総合技術研究所 事業推進部長 神田政幸氏  
3)講演:16:05～16:35(30分)  
「RRR-I(インターナショナル)工法協会の活動とRRR工法の海外展開について」  
RRR-I工法協会 事務局長 小阪拓哉氏

### 英語によるライブ配信を開催しました。(主催:RRR-I工法協会)

令和7年12月10日(水)英語による技術講習会のライブ配信をいたしました。

- 講演内容：1)特別講演①:14:05～15:25(80分)  
「Geosynthetic-reinforced soil structures - Developments from walls to bridges -」  
Fumio Tatsuoka Professor Emeritus University of Tokyo and Tokyo University of Science, Japan  
2)特別講演②:15:25～15:55(30分)  
「Typical Construction Case Histories of RRR GRS Structures」  
Yuichi Tomita Tokyu Construction, Japan

※講演動画のご視聴はこちら→



定時総会会場の様子



講演会の様子



ライブ講演の様子

## 【編集委員会名簿】

委員長：佐藤靖彦(西松建設㈱) 委員：神田隆真(前田建設工業㈱)・田中翔太(㈱クラレ)・西村淳(前田工織産資㈱)・小阪拓哉(㈱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 (㈱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



# RRR工法協会だより

Reinforced Road with Rigid Facing Construction System

No.57 2026.2

## インド高速鉄道 RRR工法に関するWorkshop成果報告

JICA長期専門家(現 日本コンサルタンツ株式会社) 高野 光司  
日本コンサルタンツ株式会社(現 東日本旅客鉄道株式会社) Vu Nhat Linh  
RRR—I(インターナショナル)工法協会 小阪 拓哉  
東京大学・東京理科大学名誉教授 龍岡 文夫

### 1.はじめに

インド亜大陸西海岸の大都市、ムンバイ・アーメダバード間約508kmを最高時速320km/h、所要時間2時間7分で結ぶインド高速鉄道(以下、MAHSR)は、事業主体であるインド高速鉄道公社(以下、NHSRCL)により日本の新幹線システムを利用して鋭意整備が進められている。用地買収対象面積を削減するために、ほとんどの区間が高架化されることになった。構造物割合は、高架橋区間91.6%、橋梁区間1.9%、トンネル区間5.2%、その他土工等が1.3%となっている。土木構造物の設計は、JICA有償勘定技術支援により日本の設計基準をベースにJICC(日本コンサルタンツ・日本工営・オリエンタルコンサルタンツグローバルのコンソーシアム)が設計し、JICAによる技術基準/設計支援委員会が「推薦」したものを、NHSRCLが「採用」というスキームをとった。

本プロジェクトでは、主にトンネル区間と高架橋区間の切替部における橋台と高架橋本線と地平の車両基地を結ぶアプローチ線において、日本で開発されたRRR工法のうち、RRR-A工法(セメント改良補強土橋台:図1(a))、RRR-B工法(盛土補強土擁壁:図1(b))を用いた補強盛土が施工される。適用箇所は表1に示すとおり28か所、総延長が約3kmである。

表-1 MAHSRにおけるRRR-B工法の施工延長

| パッケージ名称 | C3     | C4   | D1            |
|---------|--------|------|---------------|
| 施工会社    | L&T    | L&T  | MG Contractor |
| 箇所数     | 25 か所  | 2 か所 | 1 か所          |
| 総延長     | 2,479m | 38m  | 425m          |

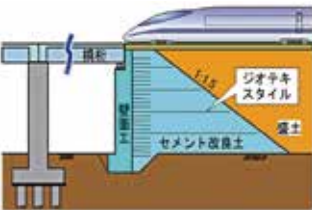


図-1(a) RRR-A工法  
(セメント改良補強土橋台)  
の概念図

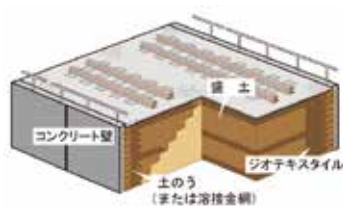


図-1(b) RRR-B工法  
(盛土補強土擁壁)  
の概念図

### 2.標準設計図の作成と図面最終化マニュアルによる施工図作成

インドでは一般的な補強盛土工法の施工実績は多いものの、RRR工法は初めての導入となる。そのため、本工法を適用するにあたり重要となるのは、①日本と同等品質のジオテキスタイルを安定的に供給すること、②設計・施工に関する十分な理解促進を図ることである。ジオテキスタイルの品質確保については、インドにおいてRRR工法の技術的要求を満たし、かつ現地生産が可能な体制を構築するため、IGS(国際ジオシンセティックス学会)に登録されているインドメーカーを中心に調査を行った。その結果、複数社との協議・視察・試作等を経て、日本と同等の編網設備を有し、同一の樹脂コーティングが可能で、かつ技術力の高いメーカー2社に絞り込んだ。両社において日本製原糸を用いたジオテキスタイルを試作し、所要の性能を確認できたため、最終的には原糸を日本から調達し、インド国内の工場でジオテキスタイルを製作する方針とした。さらに、本稿で紹介する様々な取り組みにより現地施工会社の設計・施工に関する疑問点も順次解消しつつある。

本プロジェクトでは土木パッケージは契約約款としてFIDIC Yellow BOOKを基本としたが、日本の設計基準に基づくため、コントラクターの理解不足による設計・施工ミス为了避免のため、上部工、下部工、基礎工全てにおいて配筋図付きの標準設計を発注者設計として提供した。巨大プロジェクトにおいて施工総延長約3kmの補強土橋台および盛土補強土擁壁においても、構造物高さ・複線or複々線・電柱有無をパラメータとした標準設計図(図面総枚数 約180枚)を用意した(表2)。コントラクターは施工箇所を精査した後、現地条件に適した標準設計図を選択し、あわせて契約図書の一部として整備した図面最終化マニュアル(Drawing Finalization Manual:DFM)を用いて、標準設計図(図2(a))の寸法を修正し現地に適合した施工図(図2(b))とすることができる。施工箇所の精査において、コントラクターは支持地盤をボーリング、標準貫入試験を含む地盤調査・土質試験・平板載荷試験によって確認する必要がある。仮に、支持地盤において要求極限支持力度が得られない場合には、DFMに示すフローチャートに基づき、地盤改良を実施しなければならない。



| 表2 RRR-A工法（セメント改良補強土橋台）および<br>RRR-B工法（盛土補強土擁壁）の標準設計の種類 |          |         |              |
|--------------------------------------------------------|----------|---------|--------------|
| 名称                                                     | 条件       | 適用      |              |
| RRR-A 工法<br>（セメント改良補強土橋台）                              | 複線       | H=3.0m  | 2.0m≦H≦3.0m  |
|                                                        |          | H=6.0m  | 3.0m<H≦6.0m  |
|                                                        |          | H=9.0m  | 6.0m<H≦9.0m  |
|                                                        | 複々線      | H=12.0m | 9.0m<H≦12.0m |
|                                                        |          | H=4.0m  | 2.0m≦H≦4.0m  |
| RRR-B 工法<br>（盛土補強土擁壁）                                  | 複線・電柱なし  | H=4.0m  | 4.0m≦H≦8.0m  |
|                                                        |          | H=8.0m  | 1.6m≦H≦4.0m  |
|                                                        |          | H=8.0m  | 4.0m≦H≦8.0m  |
|                                                        |          | H=12.0m | 8.0m<H≦12.0m |
|                                                        | 複線・電柱あり  | H=4.0m  | 3.0m≦H≦4.0m  |
|                                                        |          | H=8.0m  | 4.0m<H≦8.0m  |
|                                                        |          | H=12.0m | 8.0m<H≦12.0m |
|                                                        |          | H=4.0m  | 1.6m≦H≦4.0m  |
|                                                        | 複々線・電柱なし | H=8.0m  | 4.0m≦H≦8.0m  |
|                                                        |          | H=12.0m | 8.0m<H≦12.0m |
|                                                        |          | H=4.0m  | 3.0m≦H≦4.0m  |
|                                                        |          | H=8.0m  | 4.0m<H≦8.0m  |
|                                                        | 複々線・電柱あり | H=8.0m  | 4.0m<H≦8.0m  |
|                                                        |          | H=12.0m | 8.0m<H≦12.0m |

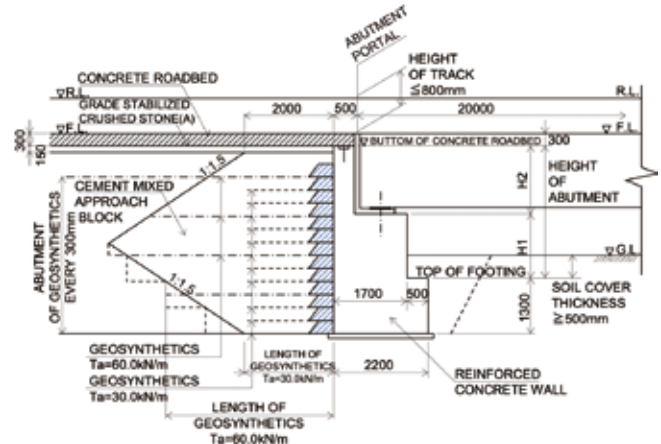


図2(a) 標準設計図例 (RRR-A工法)

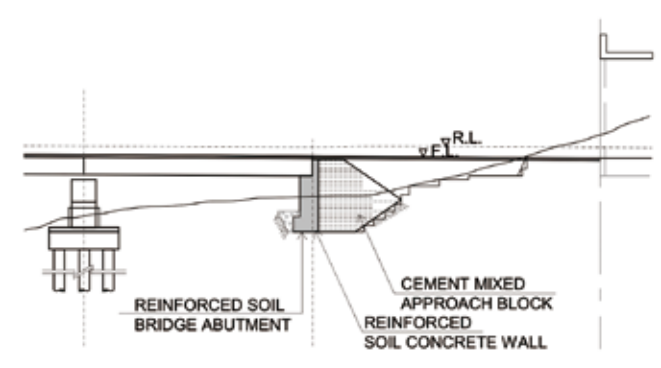


図2(b) 図面最終化マニュアルによる施工図例 (全体一般図)

### 3.ワークショップの開催

#### 3.1 全体概要

施工監理は設計を担当したJICCが特命随契で受注すること、および一部の難易度の高い土木工事パッケージは品質確保の観点から、日本リード(日本企業単独か日本企業がプライムとなるコンソーシアム)パッケージとすることが日印の合意事項であった。しかし、インド側からの強い要請があったこと及びコロナ禍で日本企業の応札が困難な時期があったことから、土木工事パッケージは全てインド企業に開放するとともに、土木工事の施工監理もインドコンサルタントに開放することとなった。これにより、日本側で設計した土木構造物の工事品質確保に日本側の関与が難しい状況となってしまった。当時JICA長期専門家としてJR東日本から派遣されていた熊本義寛氏と高野(本稿筆者の一人)がNHSRCLに対し強く慫慂し、設計時に意図した構造物品質の確実な確保を目的としたワークショップを定期的に開催することとした。

#### 3.2 RRR工法に関するワークショップ

2023年5月の第1回ワークショップへ技術基準／設計支援委員会委員長であった鉄道総合技術研究所フェロー垂水尚志氏にご参加いただき、クローズングリマークにおいてMAHSRIにおける補強土構造の品質確保に対する強い懸念と危機意識についてプレゼンテーションを行っていただいた。あわせて、同氏から2024年2月に補強土工法の品質確保に対する懸念とRRR-I工

法協会による技術的サポート提供の意思を伝えるレターをNHSRCLに発出いただいたことにより、補強土構造に関する技術交流の機運が高まった。補強土構造における施工時留意点などについて、NHSRCL、コントラクター、施工監理エンジニアを対象とし、前述のJICA長期専門家が企画・主催してRRR協会によるウェビナーを2024年3月に開催した<sup>2)</sup>。このウェビナーが契機となり、第3回<sup>3)</sup>、第4回<sup>4)</sup>ワークショップのテーマとして、補強土構造を選定し開催することとなった(表3)。

表3 ワークショップ開催状況

(JICA・NHSRCL・ADBI・JARTS共催)

| 回 | 開催日           | WSテーマ              | WS会場         | WS参加者         | サテビジット                      |
|---|---------------|--------------------|--------------|---------------|-----------------------------|
| 1 | 2023.9～11     | コンクリート構造部          | NHSRCL(スーラト) | 60名           | C4スーラト、PRAJMA-NHSサト、アビシバ橋、橋 |
| 2 | 2024.2.19～20  | 鋼橋・橋梁の耐震技術         | NHSRCL(プーリ)  | 80名+オランダ 80名  | プーリ・パルマノコブリタ 鋼橋製作工場         |
| 3 | 2024.10.23～24 | 補強土構造-鉄道防災         | NHSRCL(スーラト) | 80名+オランダ 120名 | C4 NAEM トンネル終点方坑口付近         |
| 4 | 2025.5.19～22  | 補強土構造-日印ベネネワークショップ | 鉄道総研(国印)     | 80名+オランダ 45名  | 北海道新幹線(補強土盛土 他)             |

#### (1) 第3回ワークショップ

2024年10月23日～24日の二日間、RRR工法と土構造区間の防災対策をテーマに、「Construction method and Quality Control of Geosynthetic-Reinforced Soil (GRS) structure for High-Speed Rail」と題した第3回ワークショップを開催した。ワークショップには、技術基準／設計支援委員会の玉井真一委員(JRTT)、同委員会土構造分科会の滝沢 聡主査(JR東日本)、中島 進委員(RTRI)、川中島寛幸委員(JRTT)の他、インド側からDr. G. Venkatappa Rao(IIT Gandhi Nagar)他にご参加いただいた。ワークショップ前日のサイトビジットとして、C4パッケージ唯一のトンネル(Ch156km付近)の終点方坑口付近の補強土工法実施個所の現地調査を実施した(写真1)。本工法ではコンクリートとジオテキスタイルを一体化することが肝要である。しかし、ワークショップの一環で現地を視察したところ、RRR工法の施工において補強盛土部分完了後に壁面コンクリートを施工すべきところ、補強盛土施工前に「フーチングコンクリートの打設が完了し、壁面用鉄筋組み立てがなされているところであり、明確に施工手順に誤認があることを、まさに間一髪のタイミングで直接指摘することができた。



写真1 RRR-A工法（セメント改良補強土橋台）の現地施工状況

また、講演会のセッション1ではExperience in Japanをテーマに、日本側5名からプレゼンテーションがなされた(表4(a))。セッション2ではExperience in IndiaをテーマにNHSRCL、学識経験者、コントラクター、施工監理エンジニアから発表があった(表4(b))。Rao氏からはRRR工法をインドで実施する際の注意点として、埋戻し材の材料均一性確保、トンネル坑口付近での裏面排水工の入念な施工、地盤改良工の設計に際し使用する数値パラメータを原位置で得ることの重要性などのプレゼンテーションがあっ

表4(a) セッション1（セッションチェア：高野光司）

| 講演者               | テーマ                                                                                                                               |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 中島 進<br>RTRI      | Outline and matters necessary to achieve sufficient performance of Geosynthetic Reinforced Soil structures for high-speed railway |
| 玉井 真一<br>JRTT     | GRS Structures along Latest SHINKANSEN                                                                                            |
| 小阪 拓哉<br>RRR-I 協会 | Key Construction Procedures for RRR-GRS Retaining Walls and Bridge Abutments                                                      |
| 興石 逸樹<br>JARTS    | Maintenance of Earth Structures and Disaster Prevention                                                                           |
| 滝沢 聡<br>JR 東日本    | Disaster prevention measures for earth structure sections at JR East                                                              |

た。セッション3ではセッション1での日本側プレゼンテーションに対する質疑応答が行われ極めて充実した内容であった。

表4(b) セッション2（セッションチェア：H.L Suthar）

| 講演者                             | テーマ                                                                                                                 |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| H.L Suthar<br>NHSRCL            | Construction method and Quality Control of Geosynthetic-Reinforced Soil (GRS) structure for High-Speed Rail         |
| Dr. G. Venkatappa Rao<br>IIT GN | Indian Experience with Geosynthetic Reinforced Earth Structures: Key Considerations for Adapting Japan's RRR System |
| Dr G D Raju<br>L&T              | Construction Method and Quality Control of Geosynthetic Reinforced Earth Structure For High-Speed Rail              |
| Dr. Prashant<br>IIT GN          | Research and Development Project on Geosynthetic Reinforced Soil Walls and Abutments for High-Speed Railway Systems |
| Mr. Narayana<br>TCAP            | Reinforced Backfill Retaining Wall at Ch 156                                                                        |

通常の補強土構造は、テールアルメ壁体(分割コンクリートパネル)と補強土を交互に立ち上げていくが、RRR工法は補強土を仕上げてから壁体を構築する。C4コントラクターがCh156km付近にて技術仕様TSや図面に定める手順とは異なり、補強盛土体を構築する前にコンクリート橋台基礎を施工しようとしていたので、正しい手順および是正のための施工方法をコントラクターに教示することができた。今回は本プロジェクトで初めてのRRR工法の工事本格化前に現地視察を実施したことで大事に至る前に処置できた。

全体を通して、補強盛土工法のコンセプト(ジオテキスタイルの特長、セメント改良土の扱い他)や施工方法(支持地盤の沈下管理、埋戻し時の締固め方法、現場試験頻度他)、日本の斜面防災の考え方などについて闊達な意見交換ができ(写真2)、ワークショップの開催目的である日印間の技術や知見・経験の移転、技術者ネットワークづくりに大きく貢献することができた(写真3)。



写真2 第3回ワークショップ講演会の様子



写真3 第3回ワークショップ参加者の集合写真 (at NHSRCLスーラト)

#### (2) 第4回ワークショップ

2024年10月の第3回ワークショップをフォローアップすることを目的として鉄道総研および鉄道建設・運輸施設整備支援機構に全面協力いただき、2025年5月19日～22日の間、鉄道総研実験施設視察および座学、北海道新幹線長万部エリアでのRRR工法現地視察とラップアップからなる第4回ワークショップを日本で開催した。インドからIIT等の学識者、NHSRCL、C3およびD1パッケージコントラクター、施工監理コンサルタントTCAPの関係者16名を日本へ招聘した(写真4)。

北海道新幹線における約1.1kmの連続補強土構造や補強土橋台・擁壁など施工中のRRR構造の多彩なバリエーションを実際に視察する機会創出ができたことは、インド初のRRR工法の施工品質の確保に大きく貢献できたと確信している(写真5)。最終日には

IITマドラス校のNikhil Bugalia氏がモデレーターとなり、「Key Learnings from the Field Trip with Participants」と題したQ&Aセッションを行い、現地視察での気づきや質問に対して、鉄道総研中島室長他が回答するというスタイルをとった。参加者からは、マハーラーシュトラ州内において本格施工開始となるので今回の訪日研修は絶好のタイミングであった、施工方法の基礎や理論を理解できた、等ポジティブなフィードバックが多く寄せられた(写真6)。



写真4 第4回ワークショップ講演会の様子



写真5 北海道新幹線 RRR工法建設現場の視察状況



写真6 第4回ワークショップ参加者の集合写真 (at ADBI霞が関)

### 4.おわりに

2025年6月に入り、C3コントラクター(L&T)から鉄道総研中島進研究室長のもとに現地施工指導(有償)の依頼の連絡があった。RRR-I工法協会の主幹事を務めている(株)複合技術研究所が、L&TやTATAIに対して施工指導を行う予定である。2024年3月に実施したウェビナーや第3回及び第4回ワークショップがきっかけとなり技術移転に向けた具体的アクションにつながったことは大きな成果であった。

NHSRCL(インド国家高速鉄道公社)のホームページによれば、2025年12月末日現在、ムンバイ～アメダバード間の総延長距離508kmのうちの約7割の350kmの桁式高架橋が完成し、2026年度から土構造物の施工に本格的に着工するとの記事があった。今後も可能な範囲で現場状況に応じた設計や施工のサポートを継続していきたいと考えている。

近い将来、RRR構造物の上を新幹線が走行する姿がみられることを心待ちにしている。インドで高速鉄道が開通した暁には、できれば現地に赴き、微力ながらも安全・安心のできる土構造物の設計に携わることが出来たことへの万感の想いに浸りたい。