るが、盛土中央部で最大約 1.0m、壁面位置では約 60cm 沈下が発生していた。**写真－2**は壁面構築箇所の沈下の状況を示すが、施工開始から約 17 ヶ月程度で概ね沈下が収束し、その後プレロードを除去して壁面工を施工して問題なく車両基地の役目を果たしたのだよ。

図－3 地質縦断図

写真－2 壁面構築位置の沈下状況

【事務局だより】

平成 19 年度 定時総会を開催しました

平成 19 年 6 月 8 日に八重洲富士屋ホテルにおいて、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 18 年度事業報告　②平成 18 年度収支決算
③平成 19 年度事業計画　④平成 19 年度収支予算

【退会】

①（株）新井組（正会員）　②（株）大本組（正会員）
③（株）錢高組（正会員）　④（株）地崎工業（正会員）
⑤ 東洋建設（株）（正会員）⑥（株）森本組（正会員）
⑦ タキロン（株）（準会員）

以上が報告されました。

よって当協会会員は正会員３４社、準会員 26 社 計 60 社となりました。

総会終了後、ご来賓をお招きして懇親会も行われ盛況のうちに終了致しました。

また当日、総会に先立ち理事会も開催されました

定 期 総 会 の 写 真

【現場紹介】

・ＲＲＲ－Ｂ工法(補強盛土工法)

No	発 注 者	工 事 件 名	現 況	施 工 会 社
①	東日本旅客鉄道㈱	衣川橋南部高架橋工事	11 月～施工	鉄建・東洋 JV
②	(独)鉄道・運輸機構	東北幹、上北 T 工事	11 月～施工	熊谷・本間・南・西田 JV
③	(独)鉄道・運輸機構	九幹、不知火北 BL 工事	11 月～施工	佐藤・徳倉・名興 JV

・ＲＲＲ－Ｃ工法(既設盛土のり面急勾配化工法)

No	発 注 者	工 事 件 名	現 況	施 工 会 社
①	東武鉄道㈱	新鹿沼～北鹿沼間土留工事	11 月～施工	東武鉄道㈱
②	日本貨物旅客鉄㈱	新小岩駅北口整備に伴う擁壁新設他	11 月～施工	鉄建建設㈱
③	九州旅客鉄道㈱	日向市高架高砂 BL 新設他３その１	11 月～施工	三軌建設㈱

【編集委員会名簿】

委員長：宮崎啓一(西松建設㈱)　　幹事：田村幸彦(㈱複合技術研究所)
委　員：眞岸　徹(前田建設工業㈱)・伊勢智一(㈱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６Ｆ　　―㈱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

RRR スリーアール工法協会

RRR工法協会だより

Reinforced Railroad/road with Rigid Facing Construction System

No. 22　2007. 08

トンネル坑門に用いられた RRR－B 工法による盛土補強土壁の施工　－東北新幹線牛鍵トンネル工事－

施　　主：鉄道建設・運輸施設整備支援機構　東北新幹線建設局
施工業者：日本国土開発・りんかい日産建設・古久根建設・田中組　建設共同企業体

1. はじめに

RRR-B 工法による盛土補強土壁は、トンネル坑口から橋台に至る盛土側面の擁壁に用いられることが多いが、最近ではトンネル坑口の坑門にも適用される事例が増えてきた。東北新幹線牛鍵トンネル工事における坑門への適用事例を紹介し、その設計・施工の留意点について述べる。

2. トンネル坑門の構築方法

トンネルの坑門は、坑口におけるトンネル周囲の保護盛土に対する土留め擁壁である。その坑門の構築方法は、従来は RC 土留め擁壁が多用されていたが、トンネル上部は、覆工コンクリートと一体化した RC 擁壁となり、設計・施工上煩雑な面があった。そのような事情もあり、道路トンネルなどでは、近年、分割壁面を有する補強土擁壁なども用いられるようになった。しかし、沈下がほとんどないトンネルの上部に、盛土施工と同時に分割壁面を設置していく盛土補強土壁工法では、トンネル覆工コンクリート上に設置された分割壁面と背面盛土の不等沈下により、分割壁面と鋼製補強材との接合部に応力集中が生じるなど、構造上問題となる場合が多かった。また、円形断面の覆工コンクリートと分割壁面の取り合い箇所は、現場打ちコンクリートにならざるを得ず、施工性もよくなかった。その点、RRR-B 工法による盛土補強土壁は、溶接金網(または土のう)と面状補強材(ジオテキスタイル)により構成される補強盛土部分を先行して構築し、沈下や側方変形が収束したあとに、RC 壁面を施工する段階施工であり、沈下に対する諸問題が解決される。また、坑門壁面は全面現場打ちコンクリートで対応できるので、覆工コンクリートとの境界部の施工性もよく、RRR-B 工法の坑門への適用性が優れている点である。

3. 施工事例の概要

牛鍵トンネルは、東北新幹線八戸～新青森間のうち、八戸から 30km 北西に位置する三本木原台地を小土被りで掘削する延長 2070m の山岳トンネルである。**図－1**に東北新幹線ルートおよび施工箇所の位置を示す。

牛鍵トンネルの両坑口の坑門に RRR-B 工法が適用されたが、本稿では、八戸方の坑門について紹介する。**図－2**に坑門の正面図を、同図中の A-A 断面を**図－3**に示す。トンネル覆工天端から約 2.5m 上部に突出した最大高さ約 10m の坑門である。この断面において使用した面状補強材は、設計破断強度 Tk＝60kN/m、基準敷設長 3.5m で、鉛直間隔 1.5m に１層長尺補強材を敷設する仕様となっている。トンネル覆工から離れた地山に

図－1 東北新幹線(八戸～新青森)ルートおよび施工位置

図－2 トンネル坑門正面図

図－3 トンネル坑門断面図(A-A 断面)

腹付けされる箇所およびトンネル直上は、壁高さが低くなるので、設計強度 30kN/m の補強材を使用したり、敷設長も短くなっている。

4. 坑門の施工

トンネル覆工コンクリート完成後に、坑門の施工を開始した。通常は、壁面根入れ部分（前面 G.L.以下）を先行して、前面 G.L. ラインまで埋め戻したあとに背面の補強盛土を構築するが、本工事では、工期短縮を目的として壁面コンクリートの打設回数を減らすために、壁面根入れ部分の 2 段分（高さ 60cm）の補強盛土を施工して、引き続き所定の高さまで補強盛土を施工した。仮抑え材は溶接金網を用い、補強材は 30kN/m タイプと 60kN/m タイプのものを所定の位置に敷設した。**写真－1**にその施工状況を示す。盛土材の投入は、坑門前面の作業ヤードからロングブームのバックホウを使用して行い、人力により敷き均しを行った。盛土の転圧は振動ローラー（1 トン）およびランマーを使用した（**写真－2**）。転圧管理は、簡易な平板載荷試験、砂置換法による密度管理（締固め度 90%基準）を行い、基準値をクリアした。

写 真 －1　補強材敷設・溶接金網設置状況

写 真 －2　盛 土 転 圧 状 況

写真－3は、所定の高さまで補強盛土部の施工が完了し、壁面工の準備に取り掛かっている状況を示しており、覆工コンクリートと壁面コンクリート間には、止水ゴムを設置した。本工事では、坑門構築の位置が地山であり、トンネル覆工と坑門壁体の不等沈下がほとんどない状態なので、相対変形による壁面への影響は、伸縮目地で対処した。トンネル覆工と坑門壁面との相対残留沈下がある程度予想される場合は、トンネル覆工コンクリートの外周にも伸縮目地を設置するなどの対策を講じることが望ましい。

写 真 －3　補強盛土完成・壁面工準備状況

写 真 －4　壁面コンクリート完成状況

5. おわりに

RRR-B 工法による盛土補強土擁壁をトンネル坑門に適用した事例は、東北新幹線工事においては、現在計画されているものも含めると 20 箇所程度の実績がある。

従来の擁壁構造や分割壁面盛土補強土壁に比べて、補強盛土部分の施工中の沈下を許容し、その沈下が収束した後に壁面コンクリートを構築することにより、トンネル覆工コンクリートと坑門壁面との不等沈下の問題が解消されることから、今後は、トンネル坑門構築の標準工法として更なる展開が期待される。

（日本国土開発株式会社：植野 義英）

Q&A

Q４：たより 20 号で RRR 工法の剛な壁面が、力持ちってことが分ったけど、他に特徴があるの？

☆Q&A の添番号は連載通し番号です。

Ａ４：他の補強土工法と比べてもう一つの大きな特徴は、地盤の沈下に対する許容が大きいことが特徴としてあげられるんだ。これも壁面に関係することなんだけど。今回はその話をしよう。・・・（※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。

※　RRR 工法には、盛土の RRR-B 工法と、急勾配化の RRR-C 工法があるけど、RRR-C 工法は切土するから、地盤に対しては荷重減となるので沈下の心配はないと考えてよいから、RRR-B 工法の場合に限定して説明しよう。一般的に、基礎地盤は盛土荷重により沈下(圧縮)するが、砂地盤のように比較的早い時間で沈下する場合は問題が少ない。粘性土地盤の場合は、盛土載荷してから長い時間をかけて細かい土粒子間の水が抜けて沈下する。この現象を圧密と呼んでいるんだが、この圧密は時間がかかり、沈下量が多い場合には、施工上問題が多い。RRR 工法以外の補強盛土工法は、分割壁面と背面の補強盛土を同時に施工して積み上げていくので、壁面と補強盛土の荷重が基礎地盤に対して載荷荷重となり、壁面も施工時に沈下が生じる。また、基礎地盤の厚さや土質が異なると一様に沈下しない不等沈下が生じて、壁面の構造上も見た目も好ましくない状態となる。この点 RRR-B 工法は、溶接金網や土のうを補強材で巻き込んで作る補強盛土部分を先に構築して基礎地盤を沈下させる。許容できる沈下量以内に収束した時点で壁面工を施工すれば、構造上も景観上も合格となる。しかし、基礎地盤が軟弱で層厚が厚い場合は沈下量が大きく、また沈下が収束する時間が長くなり、供用開始時期の制約によっては、沈下をさせない対策工として地盤改良などが必要となる。壁面と同時に盛り立てていく他の補強盛土工法と比べると、RRR-B 工法は、壁面を構築するまでの沈下は OK だから、地盤改良の程度も少なくてすみ経済的となる。このような沈下の大きい軟弱地盤での RRR 工法の施工例があるので紹介しよう。1997 年に開業した北陸新幹線（長野新幹線）の長野車両基地は、基礎地盤が非常に軟弱であり粘土層が約 30m にわたって堆積している軟弱地盤**図－3**の上に造らなければならなかったんだが、**図－1**や**写真－1**に示すように補強盛土で造った車両基地盛土の上に、予めプレロードと呼ばれる盛土荷重をかける圧密促進工法により、基礎地盤を早期に沈下させることにした。**図－2**は盛土沈下の時間経過を示したものであ

図－1　長野車両基地の標準断面およびプレロードの概要

写真－1　補強盛土およびプレロード盛土

図－2　盛土沈下の経時変化