

と、ジオテキスタイル補強材をたるませ、仮抑えのはらみ出しの原因となる。

### (3) 壁面付近の施工は人力で行うこと

壁面付近での重機械作業は、その自重により仮抑えの崩壊や過度のはらみ出しの原因となるので、壁面から約1.0m以内は人力施工を基本とするが、施工上安全が確保できる場合はこの限りではない。

### (4) 重機械の急停止、急旋回は行わないこと

一般に、盛土施工面での重機械の急停止や急旋回は土を乱すので避けなければならない。特に、ジオテキスタイル補強材が敷設されている箇所では土を乱すと共にジオテキスタイル補強材にずれを生じさせ、ジオテキスタイル補強材を損傷させることもあるので、重機械の急停止や急旋回を行ってはならない。

### 7.5 壁面工

補強盛土の盛り立てが所定の高さまで完了した後に、盛土と支持地盤の変形が十分に収束したことを確認して、盛土前面に剛性

を有する鉄筋コンクリート壁を構築する。

### 8. 終わりに

以上、道路版RRR-B工法の設計・施工マニュアルについて概説した。紙面の都合上、かなりの部分を端折っている。詳細については、本マニュアルを参照されたい。

#### 【参考文献】

- (1) (社)日本道路協会：道路土工 擁壁工指針（平成24年7月）（【擁壁工指針】と表記）
- (2) 鉄道構造物等設計標準・同解説 土構造物（平成25年改編）（【土構造物標準】と表記）、土留め構造物（平成24年1月）（【土留め標準】）、耐震設計（平成24年9月）（【耐震標準】と表記）、コンクリート構造物（平成16年4月）（【コンクリート標準】と表記）
- (3) 龍岡文夫：RRR補強土擁壁の本質は何？、協会だよりNo.37, 2016.2

#### 【事務局だより】

##### 平成29年度 定時総会を開催しました

平成29年6月28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。議案はすべて原案通り可決承認されました。

##### 【会長交代】

平成28年度定時総会後に会長が交代なされることになり、昨年8月に前任の岡崎 準会長から木村 宏（きむら こう）氏に交代され、同月開催された持ち回り理事会において承認されておりました。平成29年理事会終了後、総会会場において、木村新会長から就任挨拶がありました。



総会で挨拶される木村新会長

#### 【入会・退会】

準会員入会：株式会社ジェイアール総研エンジニアリング、ジェイアール東海コンサルタンツ株式会社

退会：ユニチカ株式会社

臨時会員：河本工業株式会社

当協会会員は現在正会員34社、準会員29社、計63社です。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。

#### 平成29年度 RRR 工法技術講習会を開催いたします。

平成29年11月24日（金）、札幌市において、技術講習会の開催を予定しております。

今年度も東京理科大学 龍岡文夫教授、ならびに（公財）鉄道総合技術研究所 事業推進部長の館山 勝氏に特別講演していただきます。9月中にご案内をお送りいたします。

#### 受賞のお知らせ

RRR-Nail の「ロータスアンカー」が第19回 国土技術開発賞を受賞しました。（代表 ライト工業（株））

#### ■受賞技術名称：繰り返し注入型地山補強土工法

口副題：小径削孔・注入で大径補強材を造成「ロータスアンカー」

受賞技術の概要 URL：<http://www.jice.or.jp/award/detail/217>



国土技術開発賞授賞式

#### 鉄道総研フォーラムに出展いたしました

8月24日、25日と（公財）鉄道総合技術研究所にて、技術フォーラムが開催され、RRR-Nail をメインにブース出展しました。



ミニプレゼン講演の様子



# RRR 工法協会だより

Reinforced-soil Railroad / Road structures with Rigid facing

No. 40 2017. 08

## 『RRR-B 工法 設計(性能照査型)・施工マニュアル (案) 一道路版一』の概要

RRR 工法協会 事務局

### 1. はじめに

RRR-B（剛壁面盛土補強土擁壁）工法は、新幹線を含めた鉄道の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。これら道路の盛土構造物に RRR-B 工法を適用する場合の設計・施工方法に関するマニュアル（以下、本マニュアルと称す。）を平成28年10月に発刊した。本マニュアルにおいては、【道路土工一擁壁工指針】<sup>1)</sup>に導入された性能照査型設計法の方針に準拠した設計・施工方法を基本としているが、同指針に示されていない内容については必要に応じて【鉄道構造物等設計標準】<sup>2)</sup>に準拠するものになっている。以下、本マニュアルの内容について概説する。

### 2. 本マニュアルの構成

本マニュアルの構成は、以下のようになっている。

まえがき

第1章 総則

第2章 調査

第3章 計画

第4章 設計に関する一般事項

第5章 道路構造物に用いる「RRR盛土擁壁」の設計

第6章 施工

付属資料 設計事例

### 3. RRR-B 工法を道路構造物に適用した場合の例

補強土擁壁に分離パネル式壁面およびRRR-B工法に用いる剛壁面を用いた場合の例を図-3.1に示す。図-3.1(a)に示すように、分離パネル式壁面を用いる補強土擁壁の場合には、構造安全上、付帯構造物の位置を壁面から数m離す必要があり、かつ、付帯構造物の基礎も別途構築する必要がある。<sup>3)</sup>

一方、本工法での壁面工は、剛で一体であり背後の補強盛土と壁面工に連結された多層のジオテキスタイル補強材層を介して安定化されている。このため、図-3.1(b)に示すように、防護柵（ガードレール）、防音壁、電柱等の付帯構造物を直接設置できる。また、壁面工背後の盛土は壁面工とそれに連結された多層のジオテキスタイル補強材層によって変形を拘束されているため、壁面工間際までを道路面として活用できる。

### 4. 適用範囲

本マニュアルは、主に道路関係の盛土構造物に適用する盛土高15m程度までのRRR-B工法の調査・計画・設計・施工および維持管理に適用する。したがって、道路構造物以外に適用する場合や、本マニュアルに規定されていない事項については、各種基準・示方書などによるものとする。

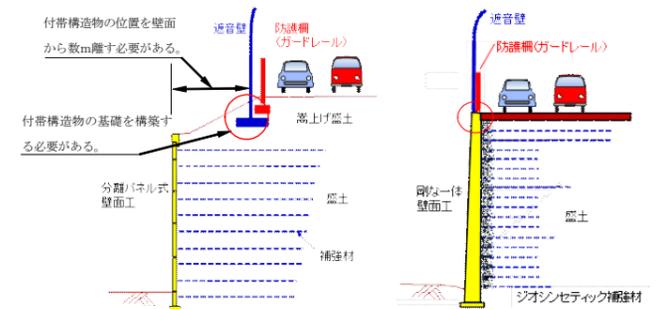
### 5. 設計一般

#### 5.1 設計における留意事項

RRR-B工法によって構築される剛壁面盛土補強土擁壁（以下、「RRR盛土擁壁」と称す）の設計法は、密に配置されたジ

オテキスタイル補強材と十分な曲げ剛性を有する一体壁体により構成され、補強盛土の建設後に盛土と支持地盤の変形が十分に生じた後に一体壁面をジオテキスタイル補強材と一体となるように建設した場合に適用することができるものである。したがって、これらの構成と施工法によらない場合は、本マニュアルに示す「RRR盛土擁壁」の設計法を適用することはできないことに留意する必要がある。

また、「RRR盛土擁壁」の設計に当たっては、使用目的との適合性、構造物の安全性・供用性・修復性・耐久性、施工品質の確保、維持管理、経済性などにも留意しなければならない。



(a) 分離パネル式壁面工を用いる場合の例<sup>3)</sup> (b) RRR-B工法による剛な一体壁面工を用いる場合の例<sup>3)</sup>

図-3.1 RRR-B工法を道路構造物に適用した場合の例

### 5.2 想定する作用

設計において想定する作用は、本マニュアルでは【擁壁工指針】および【鉄道構造物等設計標準】等に準拠するものとし、以下に示すものを基本としている。

(1) 性能照査においては、施工中および設計耐用期間中における作用（常時作用、変動作用、偶発作用）を要求性能に応じて適切な組み合わせのもとに考慮するものとする。

ここに、常時作用としては、自重、載荷重等の死荷重が当たる。また、自重による土圧も常時作用として扱う。水圧や浮力（平水位）等、常に作用すると想定される作用を考慮するものとする。変動作用としては、頻繁あるいは継続的に働き、その変動が無視できない作用がこれに当たる。

車両荷重、衝撃荷重、風荷重、車両荷重による土圧などがあり、供用期間中にしばしば生じることが予想される降雨、凍結融解に関する作用、車両による防護柵に対する衝突荷重もこれに分類される。また、偶発作用としては、発生する頻度は極めて小さいがいったん生じると影響が甚大である作用がこれに当たる。最大級の地震動や豪雨・洪水・波力等がある。地震動の作用としては、レベル1地震動およびレベル2地震動の2種類の地震動を想定するものとする。

(2) 作用の種類については、死荷重、地震による作用、降雨による作用、風荷重、衝突荷重を含む車両荷重による作用、凍結による作用の他、原則として【擁壁工指針】および【鉄道構造物等設計標準】等によるものとする。

(3) 設計作用は、作用の特性値に作用係数を乗じた値とする。

(4) 設計作用の組合せ  
性能照査に考慮する作用の組合せは、各性能項目に応じて【道

#### 【編集委員会名簿】

委員長：佐藤靖彦(西松建設(株)) 幹事：田村幸彦(株)複合技術研究所) 事務局：岡本正広(株)複合技術研究所)

委員：神田隆真(前田建設工業(株))・片山 隆(株)クラレ)・西村 淳(三井化学産資(株))

#### 【協会事務局】

〒160-0004 東京都新宿区四谷1-2-3-6 協立四谷ビル 5F (株)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>

**路土工指針** および【**土留め標準** 解説表 8.3.5-1】、【**土留め標準** 解説表 4.5.2】を参考に設定するものとする。

**5.3 要求性能**

道路に用いられる補強土擁壁の設計に当たっては、施工時および設計耐用期間内において使用目的に適合するために要求されるすべての性能を設定するものとする。

(1) 道路に用いられる補強土擁壁には、一般に安全性、供用性、修復性に対する要求性能を【**擁壁工指針**】に準拠して設定するものとする。

(2) 安全性とは、想定する作用による変状によって人命を損なうことのないようにするための性能をいう。

(3) 供用性とは、想定する作用による変形や損傷に対して、「*RRR* 盛土擁壁」により形成される道路が、本来有すべき通行機能や避難路、救助・救急・医療・消火活動・緊急物資の輸送路としての機能を維持できる性能をいう。

(4) 修復性とは、想定する作用によって生じた損傷を短期間で回復可能な状態に留めるための性能をいう。

(5) 道路に用いられる補強土擁壁の要求性能の水準は、土構造物全体系に要求される性能から適切に判断して設定するものとする。

(6) 道路に用いられる補強土擁壁の重要度区分は、【**擁壁工指針**】に準拠して以下を基本とする。

・重要度 1：万一損傷すると交通機能に著しい影響を与える場合、あるいは隣接する施設に重大な影響を与える場合

・重要度 2：上記以外の場合

**5.4 性能照査の方法**

本マニュアルにおける性能照査の方法は、要求性能に対して等価な限界状態を設定し、性能項目ごとに照査する際の限界値を設定し、応答値と対比することを基本とする。

(1) 性能照査は、「**5.4.5 安全係数**」に定める安全係数を用い、設計応答値を算定した上で「**5.4.1 安全性**」、「**5.4.2 供用性**」および「**5.4.3 修復性**」に定める方法に基づき行うものとする。

(2) 性能照査は、一般に次式により行うものとする。

*γ*<sub>*i*</sub>・




I

Rd




I

Ld




{\displaystyle \gamma \_{i}\cdot {\frac {I\_{Rd}}{I\_{Ld}}}

 ≤ 1.0 …… (5.4-1)

ここに、*I*<sub>*Rd*</sub>： 設計応答値

*I*<sub>*Ld*</sub>： 設計限界値

*γ*<sub>*i*</sub>： 構造物係数

**5.4.1 安全性**

「*RRR* 盛土擁壁」の安全性に対する照査は、壁体（壁面工）、ジオテキスタイル補強材の破壊、支持地盤・補強土体の安定性について、設計応答値を算定し、「*RRR* 盛土擁壁」の安全性から定まる設計限界値を設定して式 (5.4-1) により行うものとする。

(1) 「*RRR* 盛土擁壁」の壁体（壁面工）の破壊の照査は、【**コンクリート標準**】に従い行うものとする。

(2) 「*RRR* 盛土擁壁」のジオテキスタイル補強材の破壊の照査は、補強材の引抜けおよび破断に対して行うものとする。

(3) 「*RRR* 盛土擁壁」の支持地盤の安定の照査は、【**土構造標準**】に従い行うものとする。

(4) 「*RRR* 盛土擁壁」の補強体の安定の照査は、内的安定および外的安定に対して行うものとする。

「*RRR* 盛土擁壁」の設計において考慮する安全性の性能項目例を表-5.4-1に示す。

表-5.4-1「 <i>RRR</i> 盛土擁壁」の設計において考慮する安全性の性能項目例【土留め標準 解説表 3.5.1】		
要求性能	性能項目	照査項目・照査指標
安 全 性	破 壊	壁体の断面力、曲率、補強材の引抜け・破断
	安 定	支持地盤の安定 <p>基礎の安定</p> <p>背面地盤・補強土体の安定</p>

なお、壁体基礎の安定については直接照査を行わないが、補強土体の内的安定の照査において壁体の水平支持力あるいは鉛直支持力の上限値を考慮して滑動・転倒安定の照査を行うものとする。

**5.4.2 供用性**

「*RRR* 盛土擁壁」の供用性に対する照査は、保守の作業性および壁体の外観について、設計応答値を算定し、「盛土補強土擁壁」の供用性から定まる設計限界値を設定して式 (5.4-1) により行うものとする。

「*RRR* 盛土擁壁」の設計において考慮する供用性の性能項目例を表-5.4-2に示す。

表-5.4-2「 <i>RRR</i> 盛土擁壁」の設計において考慮する供用性の性能項目例【土留め標準 解説表 3.6.1】		
要求性能	性能項目	照査項目・照査指標
使用(供用)性	保守の作業性	残留変位・沈下速度
	外観	壁体のひび割れ幅、応力度

**5.4.3 修復性**

「*RRR* 盛土擁壁」の修復性に対する照査は、【**土留め標準 3.7、8.3**】に示される通り、壁体（壁面工）・ジオテキスタイル補強材の損傷、支持地盤・補強土体の残留変位について設計応答値を算定し、「盛土補強土擁壁」の修復性を考慮した設計限界値を設定して式 (5.4-1) により必要に応じて行うものとする。

「*RRR* 盛土擁壁」の設計において考慮する修復性の性能項目例を表-5.4-3に示す。

表-5.4-3「 <i>RRR</i> 盛土擁壁」の設計において考慮する修復性の性能項目例【土留め標準 解説表-8.3.5-1】		
要求性能	性能項目	照査項目・照査指標
復旧(修復)性	損 傷	壁体の曲率 <p>補強材の引抜け・破断</p>
	残留変位	支持地盤の残留沈下 <p>補強土体の残留変位</p>

**5.4.4 耐久性**

「*RRR* 盛土擁壁」の耐久性に対する照査は、壁体の前面側については環境条件を設定し、背面側については土中のフォーチングと同様の扱いとする。補強材に関しては耐アルカリ性、クリープ等の影響を考慮し、また、【**土留め標準 5.6**】を参照して適切に評価するものとする。

また、中性化に関する検討においては、【**コンクリート標準 10.2.3 付属資料 13**】を満足するものとする。

**5.4.5 安全係数**

安全係数は、作用係数 *γ*<sub>*a*</sub>、構造解析係数 *γ*<sub>*a*</sub>、材料係数 *γ*<sub>*m*</sub>・*f*<sub>*m*</sub>、部材係数 *γ*<sub>*b*</sub>、構造物係数 *γ*<sub>*i*</sub>、土質調査係数 *γ*<sub>*s*</sub>、地盤調査係数 *γ*<sub>*s*</sub>、地盤抵抗係数 *f*<sub>*r*</sub>、円弧すべり抵抗係数 *f*<sub>*rs*</sub>、内的安定抵抗係数 *f*<sub>*n*</sub>、補強材の引抜けに関する抵抗係数 *f*<sub>*rg*</sub>および壁体底面と地盤との摩擦抵抗係数 *f*<sub>*fs*</sub> によるものとする。

**6. 道路構造物に用いる「*RRR* 盛土擁壁」の要求性能と性能照査**

「*RRR* 盛土擁壁」の設計における安全性、供用性および修復性に対する要求性能は、迂回路の有無、緊急輸送路であるか否か、あるいは、万一損傷した場合に道路ネットワークとしての機能に与える影響などを勘案し、適切に設定するものとし、本マニュアルでは、【**土留め標準**】および【**耐震標準**】に準拠し、土構造物全体系に対する要求性能を 3 水準（性能ランクⅠ～Ⅲ）に区分けし、「*RRR* 盛土擁壁」の要求性能の設定に際しては、**表-6.1** に示す通り背面にある土構造物（盛土）と同じ性能ランクを適用することを原則としている。

ただし、ここで、**表-6.1** に示す適用の例は、あくまでも適用のイメージを伝えるために道路の重要度の観点から示したものであり、適用に当たっては、迂回路の有無、緊急輸送路であるか否か、あるいは、万一損傷した場合に道路ネットワークとし

表-6.1 性能ランクと要求性能水準、適用のイメージ(【土留め標準 解説表 3.2.2】を修正加筆)			
	性能ランクⅠ	性能ランクⅡ	性能ランクⅢ
要求性能の水準	常時においては極めて小さな変形であり、L2地震動や極めて稀な豪雨に対しても過大な変形が生じない性能を有する擁壁。	常時においては通常の保守で対応できる程度の変形は生じるが、L2地震動や極めて稀な豪雨に対しても壊滅的な破壊には至らない性能を有する擁壁。	常時においての変形は許容するが、L1地震動や年に数度程度の降雨に対して破壊しない程度の性能を有する擁壁。
適用の例	例えば、道路ネットワークとして幹線道路として機能する役割を果たす道路、あるいは緊急輸送路等の極めて重要な道路土構造物に付帯した擁壁	例えば、周辺に迂回路の少ない場合等重要度の高い道路土構造物に付帯した擁壁	例えば、一般的な道路土構造物に付帯した擁壁

での機能に与える影響などを勘案し、要求される性能の適切な設定に注意するものとする。

**6.1 性能照査の原則**

(1) 本マニュアルでは、「*RRR* 盛土擁壁」の要求性能に対して性能項目ごとに限界状態を設定し、同擁壁または構造部材が限界状態に達しないことを基本的に照査するものとする。

(2) 「*RRR* 盛土擁壁」の性能照査は、施工中および設計耐用期間内の性能の経時変化を考慮して、設定された要求性能を満足することを確かめることにより行うものとする。

(3) 本マニュアルに規定する性能照査は、「**5.4.4 耐久性**」および【**土留め標準 7章 施工および維持管理**】などを満足することを前提とする。

**6.2 構造細目**

道路構造物としての「*RRR* 盛土擁壁」は、以下に示す項目を標準的な仕様で配置するものとする。

- 補強材の継ぎ目
- 壁面工の基礎
- 根入れ深さ
- 壁体（壁面工）
- 目地
- 仮抑え
- 排水工
- その他付帯構造物（防護柵（ガードレール）、防音壁等）

**6.3 性能照査手法とモデル化**

**6.3.1 内的安定に対する性能照査手法**

「*RRR* 盛土擁壁」の内的安定の照査では、滑動と転倒を分離しそれぞれのモードに対して 2 ウェッジ法（二直線試行くさび法）によって設計応答値を算定するものとする。

**6.3.2 外的安定に対する性能照査手法**

「*RRR* 盛土擁壁」の外的安定の照査は、一般的には修正フェレニウス法による円弧すべり安定解析によって行うものとする。この場合、円弧すべり面は壁体（壁面工）の根入れ底面位置あるいはその下方を通過するものとする。なお、本マニュアルにおいては、外的安定に対する照査は、*L*1地震動を対象とし、必要に応じて*L*2地震動を考慮するものとする。その水平震度*K*<sub>*h*</sub>は、【**擁壁工指針 解表 5-1**】に準拠して適切に決定するものとする。

**6.3.3 残留変位に対する性能照査手法**

「*RRR* 盛土擁壁」の修復性に対する検討は、必要に応じて、壁体(壁面工)とジオテキスタイル補強材の損傷、支持地盤・補強土体の残留変位についてL2 設計地震動に対する設計応答値を算定し、「*RRR* 盛土擁壁」の修復性を考慮した設計限界を設定して式(6.3-1)により行うものとする。

図-6.3-1 背面盛土の沈下算定方法の概要図

照査式 




γ

i



δ

RV



δ

LV




≤
1.0
 
⋯
⋯
(6.3-1)

ここに、*γ*<sub>*i*</sub>：構造物係数（一般に 1.0 としてよい）

*δ*<sub>*RV*</sub>：沈下量の応答値（mm）

*δ*<sub>*LV*</sub>：沈下量の限界値（mm）

**7. 施工**

*RRR* *−B* 工法の代表的な工程について概説する。詳細については本マニュアルを参照されたい。

**7.1 基礎工**

基礎工は、壁面部の自重及び壁面背面に作用する土圧の鉛直成分を保持できる

程度のものでよい。一般的に *RRR* *−B* 工法の壁面部（壁面工）の基礎は、構造細目に例示されたような簡単なものでよい。なお、壁面工本体の施工は原則的に盛土完了後に行うが、本体壁の地下部分（壁面工根入部）は盛土工事に先行して施工する。

**7.2 ジオテキスタイル補強材の敷設**

ジオテキスタイル補強材の敷設は、以下の事項に留意して行わなければならない。

(1) ジオテキスタイル補強材は設計図書に示された所定の規格、形状、長さのものを、定められた位置に敷設しなければならない。

(2) ジオテキスタイル補強材の継ぎ目は、原則として壁面直角方向（主方向）には設けないものとする。

(3) ジオテキスタイル補強材は壁面に対して直角に敷設するものとする。

(4) ジオテキスタイル補強材は水平に、かつ極端な凹凸やずれが生じないように敷設するものとする。

**7.3 仮抑え**

*RRR* *−B* 工法では施工中の盛土ののり面に、仮抑え工を設けるものとする。*RRR* *−B* 工法における仮抑えには以下の機能が期待されている。

(1) のり面が急勾配であることから、のり面から盛土材が抜け落ちるのを防ぐとともに盛土に安定に必要な拘束圧が発揮できるようにする等によって施工時における盛土の安定を確保する。

(2) 補強盛土構築後には排水層として機能する。

(3) 圧縮剛性の高い壁面工と壁面に比較して剛性が低い盛土部との間の緩衝材としての役割

(4) 壁面と盛土との間の不同沈下を吸収する。

上記の機能を持つ仮抑え材としては「土のう」や「エキスバンドメタル」等幾つかのものが試用されたが、現状では「土のう」または「溶接金網」が多く用いられている。これらの構造に関しては、構造細目に詳細を示してあるので、参照されたい。

**7.4 盛土材の撒き出しおよび締固め**

重機械の施工に関する注意事項として以下が挙げられている。

(1) 重機械は壁面に平行に走行すること

壁面に向かって土の撒き出し、敷き均し作業を行うと、ジオテキスタイル補強材をたるませ、仮抑えのはらみ出しの原因となる。

(2)作業は壁面側から順次行うこと

盛土材の撒き出し、敷き均し作業を壁面から遠い側から行う