

# RRR工法協会だより

Reinforced Railroad/road with Rigid Facing Construction System

No. 7 2000. 02

## 廃棄物処理場跡地に計画された 補強盛土(最大盛土高さ15m)工事例 —札幌市モエレ沼公園野外ステージ擁壁工事—

発注 札幌市環境局緑化推進部 石村寛人 武市 毅  
設計 関クレアテック 鄭 光司  
施工 東急建設㈱ 岡本正広 野中隆博

### 1. はじめに

モエレ沼公園は、札幌市の北東部で造成が進められている総合公園である。モエレ沼を含む189haの敷地の内陸部は、以前は廃棄物の最終処分場として使用されており、埋立て跡地を公園として整備しているもので、全面完成は平成16年度が予定されている。

この公園の大きな特徴は、マスタープランを彫刻家の故イサム・ノグチ氏が手がけたことにあり、敷地全体をひとつの彫刻と捉えた壮大なコンセプトに基づくダイナミックな造成が進められている。その概要を図-1に示す。

今回対象となった施設は、図-1に示す野外ステージ擁壁工事である。この野外ステージは、最大盛土高が15mを超える規模であり、設計にあたり、当初は廃棄物層およびその上部の埋立て層の不当沈下対策としてプレロード、地盤改良、杭基礎および軽量盛土工等種々の工法を比較検討し、構造物としては、それらを組合わせた擁壁(もたれ式・重力式)、補強盛土工、補強土壁工等で計画を進めていた。

しかし、廃棄物層の物性値の不確実性から、その支持力・沈下性状が予測しがたく、また、工費・工期および施工性等の点でも工法の見直しが必要となっていた。

### 2. RRR工法の選択

計画地の地層構成は、廃棄物(主に不燃ごみ、焼却残渣)上に礫、砂および粘性土が混在した埋め土層(層厚約15~16m)からなっており、その支持力・沈下特性を検討した結果、一般的なRC擁壁等では、ジオテキスタイル補強盛土工やEPSによる軽量盛土工を併用したとしても擁壁本体には杭基礎が必要になった。杭基礎を採用せざるをえなくなると、コスト・工期・施工性等の点での問題点が指摘され、広く工法の検討を重ねる中、RRR工法が候補に上がった。

前述したように、廃棄物層の物性値は不均一性・不確実性が著しく、その正確な支持力・沈下性状が予測しがたいことから、基礎地盤の沈下終了後、壁面工の施工を実施するRRR工法を最終的に採用することになった。

### 3. 設計検討

RRR-B工法の設計においては、①補強盛土体の内的安定、②補強盛土体の外的安定、③壁面工、④支持地盤の沈下等の検討を行う必要がある。

#### 3.1 補強材料

補強材料は、製品保証強度  $T_a = 3.9\text{tf/m}$ 、バネ係数  $K_s = 20.0\text{tf/m}$  のものを使用した。

#### 3.2 基礎地盤の安定・沈下に対する対策

外的安定に対する所用安全率  $F_s = 1.2$  (常時) を満足させる

モエレ沼公園整備計画

種別: 総合公園  
面積: 183.9ha (都市計画決定面積)



図-1 モエレ沼公園整備計画

表-1 RRR工法安定計算

擁壁高(m)	補強材敷設長(m)	円弧すべり		滑動安定		転倒安定	
		常時	地震時	常時	地震時	常時	地震時
3.0	1.5	1.74	1.46	8.10	4.13	10.3	3.87
5.0	2.0	1.24	1.02	4.61	2.57	6.08	2.83
6.0	2.4	1.30	1.14	4.93	2.74	5.84	2.94
9.0	3.6	1.29	1.06	4.06	2.32	4.57	2.55
12.0	4.8	1.24	1.10	3.22	2.06	3.87	2.36
15.0	6.0	1.20	1.01	2.68	1.86	3.29	2.21

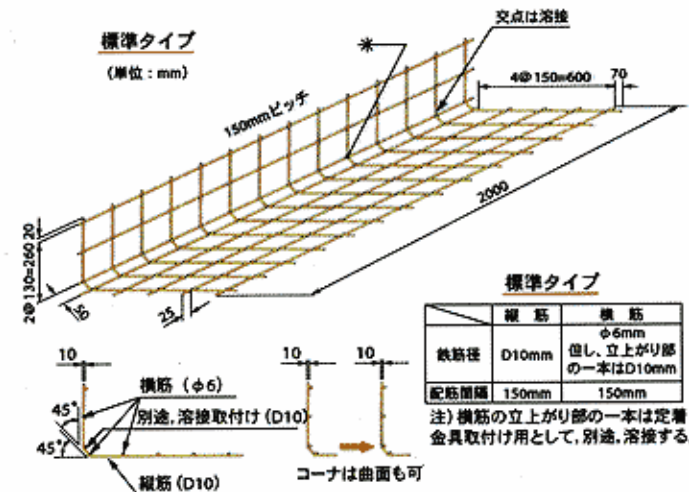


図-2 L型金網の詳細図<sup>2)</sup>

ために深層混合処理工法による地盤改良を検討した。改良強度は、複合地盤として粘着力  $c=20\text{tf/m}^2$  と設定した。

面状補強材の基本敷設長を壁高の40%以上として、Design-RRR for Windows を使用して外的安定および内的安定を検討した結果、両安定に対する安全率は、表-1に示すとおりとなった。

#### 4. 施工

##### 4.1 L型金網を用いた仮抑え<sup>1),2)</sup>

RRR-B工法における「仮抑え」の方法は、現在、以下に示す二つの方法があり、その主流は、①の「排水土のう袋」を用いる方法である。しかし、「土のう」は、その作製段階で人力に頼らざるをえず、また、その数は数万袋にもなり、膨大な単純作業の繰返しとなる。そこで、今回は②の「L型鋼製かご」を使用する方法を採用した。施工中の状況を写真-1に示す。

- ① RRR工法用「土のう袋」を用いる方法
- ② 「L型鋼製かご」を使用する方法(図-2、3、4参照)

##### 4.2 排水処理工

補強盛土は、基本的に補強材と盛土材の摩擦力によって安定が保持されており、間隙水圧の上昇は、盛土の安定にとって大きな問題となる。本工事の主要な盛土材は、発生土を主体とした粘性土であることから、盛土内の排水処理工法として、「L型鋼製かご」の後方に板状ドレーンを敷設した。(写真-2参照)

板状ドレーンは、硬質塩化ビニールの芯体をポリエステル長繊維不織布のフィルターで包んだもの(幅30cm、厚さ1cm)を用いた。

##### 4.3 補強盛土の施工手順

今回実施したRRR-B工法の施工手順は以下の通りである。

- ① 補強材敷設
- ② L型金網設置
- ③ 碎石のこぼれ出しシートの敷設
- ④ 排水層碎石の撤き出し・転圧
- ⑤ 補強材の折り返し
- ⑥ 盛土材の撤き出し・転圧
- ⑦ 人口水平排水材の敷設

以降はこの作業の繰返しであり、「L型鋼製かご」による仮抑えを採用したことによって、土のう体を作製する工程が無いことから、工期を大幅に短縮することができた。なお、ジオテキスタイル補強盛土部の完成が平成11年11月末であったことから、壁面工の施工は、平成12年の雪解け後になった。

##### 4.4 深層混合処理工法による地盤改良

本計画地の地層を構成する廃棄物(主に不燃ごみ、焼却残渣)層とその上部に埋立てられた土層(層厚約15~16m)の安定・沈下対策として、補強土層の基礎部には、深層混合処理工法による地盤改良を実施した。その仕様は下記の通りである。

- ・設計改良強度： $5\text{kgf/cm}^2$ (セメント添加量 $250\text{kg/m}^3$ )
- ・杭 径：1.0m
- ・改良深度：4.5~7.0m

#### 5. おわりに

RRR工法は、施工が容易で合理的であるとともに、経済性に優れていることから、土木分野の様々な用途への適用が可能な工法である。今回、廃棄物処理場跡地に計画された公園内の野外ステージの擁壁に適用したRRR工法の概要を紹介した。

施工の容易性ならびに適用の柔軟性に優れたRRR工法の特長を活かし、今後ますます新しい用途に適用されることを期待する。

〈謝辞〉

RRR工法の設計に当たっては、(財)鉄道総合技術研究所の館山 勝主任技師にご指導、ならびに設計照査をして頂いた。末筆ながら感謝の意を表します。

〈参考文献〉

- 1)補強盛土工法設計施工マニュアル、RRR工法協会、平成10年10月
- 2)RRR工法協会だより、No.6、1999

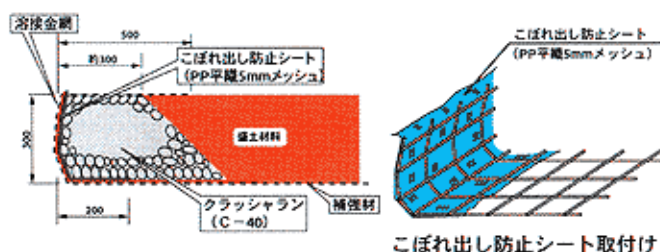


図-3 L型金網を用いた仮抑え部の詳細図<sup>2)</sup>

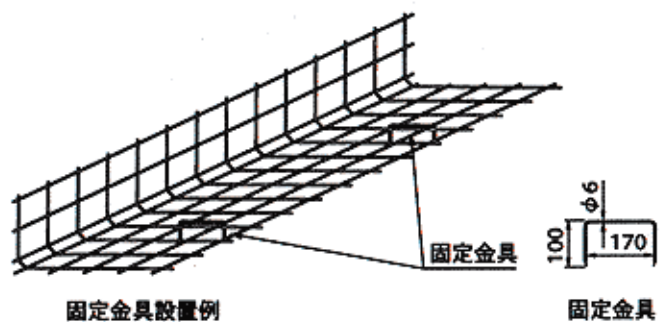


図-4 L型鋼製かごの固定法<sup>2)</sup>

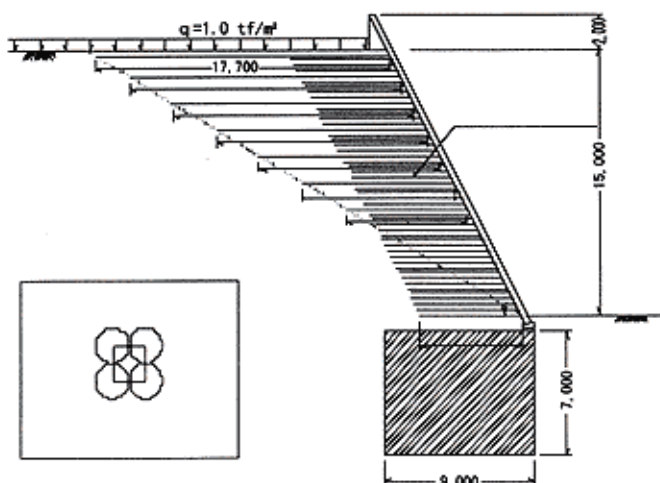


図-5 RRR工法標準断面図



写真-1 L型金網を用いた仮抑え部の施工状況



写真-2 水平ドレーンの設置状況

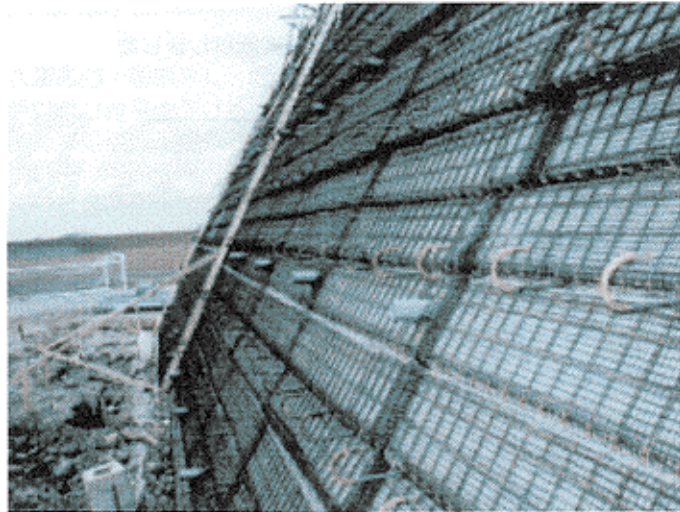


写真-3 補強盛土の施工状況

## 【技術関連連絡事項】

### S I 単位移行に伴う対応について

国際単位系 (S I) への統一化について、各種専門雑誌等既に周知のことと存じますが、平成11年9月30日の最終猶予期限を経て、平成11年10月1日をもってS I単位への移行が義務付けられました。従って、従来単位であるところのkgf (力)、kgf/cm<sup>2</sup> (応力) 等の非S I単位の使用はできなくなり、代わりkN (力)、kN/m<sup>2</sup>、kPa (応力) 等のS I単位を使用することが義務付けられました。

なお、このS I単位使用の義務付けの法的根拠である計量法では、「取引や証明」にS Iを使わずkgf/cm<sup>2</sup>などの従来単位を使うと「50万円以下の罰金」(法第173条)という罰則規定があります。基本となる二つの規制があり、以下の通りです。

#### ① 非法定計量単位の使用の禁止 (法8条1項)

この規制は、「取引又は証明に用いる計量単位は、法定計量単位でなければならない」というものです。

#### ① 非法定計量単位による目盛りなどを付した計量器販売の禁止 (法9条1項)

この規制は、取引または証明に使用すると否とを問わず、その販売・陳列を禁止しています。

このような状況下、当協会としましては、遅ればせながら、S I単位への移行へ向けて対応中です。昨年の11月9日には、補強盛土工法部会の議題の一つにS I単位への対応問題を上げ、具体的な対応の方向性を議論しました。ここに、現在の対応状況と今後の予定について概要を報告致します。

## 【I】RRR工法の設計ソフトDesign-RRR

事実上、RRR設計に必須のこの電算ソフトにつきましては、今後提出の計算書ならびに設計図書への記載はS I単位への対応が必要となり、特に早急の対応が重要であります。これに関しては、当初よりこのDesign-RRRの開発に携わっており協会会員でもある中央開発㈱にて既に対応済みです。

本年1月よりS I対応バージョンが出荷されています。新規導入やバージョンアップ等につきましては、下記の中央開発㈱の担当窓口へお問い合わせください。

### <問い合わせ先>

中央開発 株式会社

土木工学センター 地盤解析室 電話 03-3208-3641

FAX 03-3208-9915

## 【II】RRR工法の技術マニュアル

### 1) 改訂図書の種類と出版時期

設計用図書として、協会発行の図書が下記の5種あります。どれも早急に対応が必要と思われませんが、中でも特に影響の大きいと思われるものから下記の順で、逐次出版の予定です。

- ① 補強盛土工法—設計施工マニュアル (4月ごろ予定)
- ② 材料マニュアル (4月ごろ予定)
- ③ 既設盛土急勾配化工法—設計施工マニュアル
- ④ 補強盛土工法—積算マニュアル
- ⑤ 既設盛土急勾配化工法—積算マニュアル

①および②につきましては、現在対応中で、4月頃には出版・配布の予定です。また、③につきましては、引続き対応の予定です。また、④および⑤につきましては、12年度上期には配布の予定です。

### 2) S I 単位への移行における主な留意点

- ①従来単位「キログラム重」をS I単位の「ニュートン」に読み替えるときの換算倍率を「9.80665」とする。
- ②S Iでの表示単位の基本をkN およびmとする。
- ③換算される数値の有効数字を損なわない程度にS I単位へ換算する。例えば、従来単位での設計標準破断強度(Tk)が有効数字2桁表示のものは、S I単位への換算後も有効数字2桁表示とする。
- ④換算過程において、数個の係数を掛合せる場合、段階的に丸める方法を探ると誤差が累積する可能性があることを考慮して、最終の1段階で所定の換算を行なう。
- ⑤上記④の換算過程において換算方法の違いによる換算誤差が生じてしまうことを避ける意味と設計者の利便のためという2つの理由から、材料マニュアルの登録材料一覧表には、設計に用いるTaj、Tai、Tacを換算結果として追加表示することにした。
- ⑥材料マニュアル記載のジオテキスタイルの主要諸元であるメーカーの製品保証強度 Ta に関しては、その決定方法はS Iとは直接関係ないので従来の決め方を踏襲するものとし、S I換算に付した。すなわち、メーカーの申請値が、Tkの0.8倍より小さい場合は、申請値をTaとして採用し、その他の場合は、Tk×0.8をTaとし、これに対してS I換算をした。

## 【III】その他

S I関連のホームページアドレス

→ <http://www.offer.ne.jp/SI/index.html>

## 【会員紹介】

### 西武建設株式会社

当社は、西武グループの総合建設業者として、特に鉄道関連工事においては豊富な実績を有しています。RRR 工法実施例として、西武新宿線での既設盛土のり面急勾配化工法があります。

近年、社会資本整備が進められるなか、ライフラインの軌道下横断が必要となっています。特に小口径管の推進工事は、各鉄道路線において増加しています。今回本誌をお借りし、多種ある工法の中で、曲線管を施工する TULIP 工法を紹介いたします。

本工法は、TULIP 工法研究会 8 社により開発研究が進められ当社においては、平成 9 年新宿区大久保通りでの施工実績があります。変電所新設工事で、既設埋設物と道路調整等に問題が生じ開削施工が困難となり、本工法が採用されました。推進方向は立坑内から斜め上方への、電力ケーブル鞘管（外径φ216mm・曲率 R=12.5m・管長11m4本）施工でした。

また、今年度は曲線管を連結させ、地下空間を拡大させる工法の試験施工を実施し、実用化の見通しも確認しています。（土木技術設計部 中山経男）

#### 曲線埋設管敷設

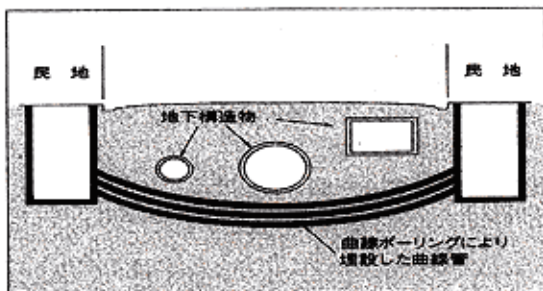


図-1 曲線埋設管施工

#### 地下基地（立坑の拡幅）

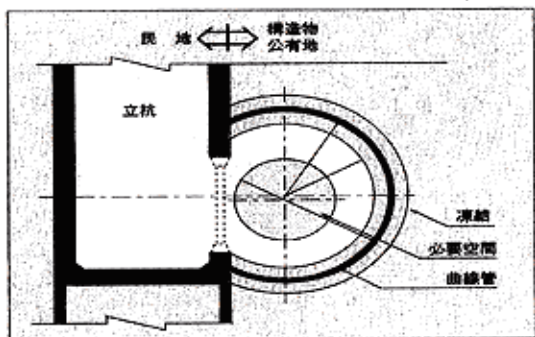


図-2 地下空間拡大



写真-1 試験施工状況

### J R 東海建設株式会社

当社は、JR東海グループの一翼になう建設子会社として、昭和63年に発足しました。設立以来11年、「レールとともに地域開発」をモットーに、明るく・豊かで環境にやさしい未来の生活をサポートするゼネラル・コントラクターとして、JR東海の事業エリアを中心に、設計、建設、開発、営繕の各事業を展開しています。

当社では、発足当初から RRR 工法を積極的に採用してきました。最近の施工事例としては、補強盛土工法（RRR-B）では、JR東海・中央線の「勝川高架西工区工事」、同・東海道本線の「愛野駅（仮称）新設工事」などで、また既設盛土のり面急勾配化工法（RRR-C）では、JR東海・東海道本線の「尾頭橋駅新設工事」などが挙げられ、いずれも発注者より高い評価をいただいています。

これまで鉄道近接工事という特異な工事についての数多くの施工経験から、「工事の安全」と「信頼される品質」の確保については絶対の自信を得ています。これらを礎として、鉄道関連工事のパイオニアとしてのノウハウを活かし、今後は鉄道とその周辺におけるライフラインの整備、駅を中心とした地域開発、「まちづくり」といった分野で、新しい時代の社会の発展を支えてまいります。

（土木部 林 保弘）

### 中央復建コンサルタンツ株式会社

当社は、先の兵庫県南部地震より耐震関連業務に対応して各種耐震解析プログラムの充実を図るとともに、学識経験者および（財）鉄道総合技術研究所をはじめとする公的研究機関のご指導を随時いただく体制づくりを確立しております。

（第二設計部 田中隆一郎）

機能 プログラム	適 応 対 象	
SHAKE	1	動的応答解析 地盤
Soilm	4	動的応答解析 地盤
RESP-3T	1	動的応答解析 高架/橋梁
SINATORA	3	静的非線形解析 高架/橋梁・地下構造物
SNAP	4	静的非線形解析 高架/橋梁・地下構造物
M-φ DATA	1	M-φ 曲線作成 RCはり部材
SUPER-FLUSH	1	動的応答解析 地盤・地下・高架/橋梁
SIGNAS	1	動的応答解析 地盤・地下・高架/橋梁
LIQCA-2D	2	液状化解析 盤および地下構造物
CONSEP/G	1	液状化解析 地盤・地下・高架/橋梁
FERED	2	FEM 応答変位法 地下構造物
GPILE-3D	2	静的地盤解析 地盤と基礎杭の相互作用
DYNA-3D	1	衝撃応答解析 高架/橋梁・地下構造物
Fancy Plane	1	静的骨組解析 高架/橋梁・地下構造物
GPILE-3D-D	3	動的応答解析 地下/高架/地下・高架一体構造 3次元モデル

（注）1：購入 2：共同開発 3：自社開発を示す。  
4：鉄道総研より借用中

## 住友建設株式会社

本誌をお借りして、当社が開発した「SPER 工法」を適用している常磐新線の北園高架橋他工事を紹介します。

本工事は、事業者が首都圏新都市鉄道株式会社である常磐新線の中で、日本鉄道建設公団関東支社により発注された茨城県内の守屋町～谷和原村付近に建設される鉄道高架橋です。橋脚数108基のうち、等断面(2,000×2,500)かつ橋脚高さが4.0m以上の72基に対して、プレキャスト型枠工法であるSPER 工法を採用しています。

SPER 工法は、工場製作したプレキャスト型枠の採用による現場施工の省力化と、型枠内部に埋め込む帯鉄筋に高強度鉄筋の採用による型枠のスリム化を図っています。

工法の特徴は、

- ・帯鉄筋の組立作業および型枠解体作業が不要となるため、通常の施工法と比較して、約30%以上の工期短縮が図れ、コストの増加も生じません。
- ・工場製作されたプレキャスト版を採用しているため、高品質で美しい仕上がりを確保できるとともに、型枠材などが削減できるため、地球環境に優しくできます。

(技術部 奥村一彦)



## 中央開発株式会社

弊社は、創業以来53年、一貫して地盤調査から設計・施工管理までの総合的な建設コンサルティングを行っています。現在、全国において業務を展開し、各種公共施設ならびに産業基盤の整備、増強等の土木建設事業に、地質調査・地盤解析・土木計画設計等の技術をもって貢献しています。

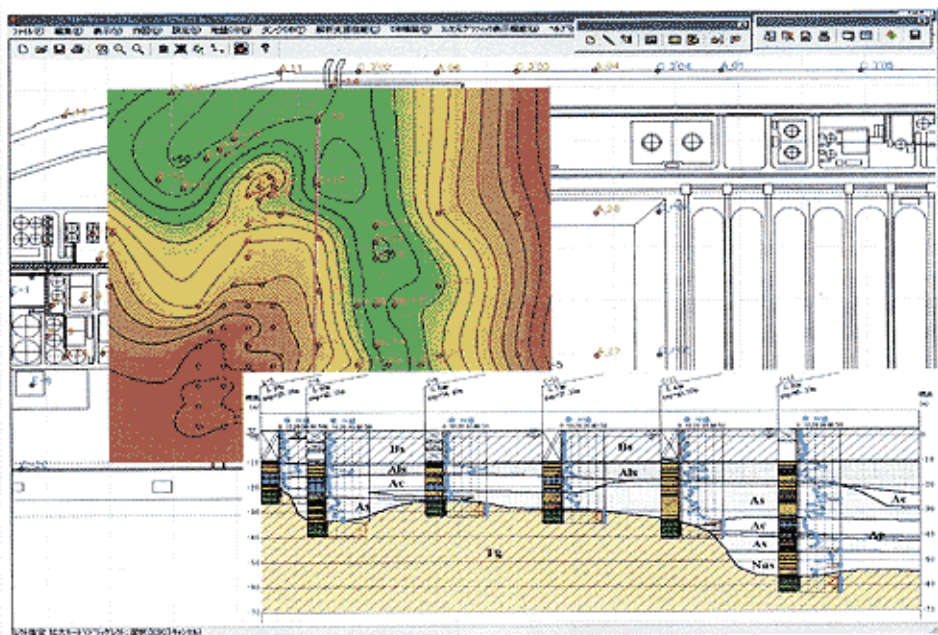
RRR 工法についても設計プログラムの開発に参画しています。

弊社では、これまでの地盤調査のノウハウを生かし事業計画から維持管理段階までお客様のニーズに応じたデータベース構築のお手伝いをさせて頂いております。本誌をお借りして弊社の開発した統合地盤情報管理システム<G-Cube for Windows>を紹介させて頂きます。

システムの特長として、①高速 GIS エンジンとリンクすることにより GIS を基盤として、図形、属性、地盤情報など多種多様なデータを同時に取り扱うことができ、②各種データの一元管理や検索～描画までの高速処理を実現し、③地盤の可視化システムにより、本システムで作成した地質モデルの立体表示や内部地質構造の表示を行える、などがあげられます。

詳細は<<http://g-cube.ckcnet.co.jp/>>をご参照下さい。また、柱状図作成ツール、液状化判定プログラムの無償ダウンロードサービスを行っています。

※お問い合わせは、中央開発(株)地盤情報システム事業室 後藤 晃治までお願いいたします。 TEL 03-3208-3706 (地盤情報システム事業室 後藤 晃治)



### <技術マニュアル最終発行日のお知らせ>

技術マニュアルは初版の発行以来、数度の改訂が行われています。

現時点での各マニュアルの最新版は、以下のものです。

これ以前のマニュアルは、内容の変更されている箇所がありますので注意してください。

- |                 |          |                 |          |
|-----------------|----------|-----------------|----------|
| ① RRR-B 工法/設計施工 | 平成10年10月 | ④ RRR-C 工法/設計施工 | 平成10年 6月 |
| ② RRR-B 工法/材料   | 平成11年 7月 | ⑤ RRR-C 工法/積算   | 平成 6年10月 |
| ③ RRR-B 工法/積算   | 平成11年 8月 |                 |          |

【事務局だより】

技術説明会（四国地区）を実施致しました

四国地区において、建設省・道路公団・JR四国・四国電力等の発注者の方々並びに協会会員を対象として、平成11年12月1日に香川厚生年金会館（高松市）にてRRR工法の技術説明会を実施しました。

以下のスケジュールに従って進められ、東京大学の龍岡先生はじめ各講師の方の熱意ある説明と、約70名の参加者の熱心な受講により、盛況のうちに終了出来ました。

特に、RRR工法の耐震性や台湾地震のスライドを交えての龍岡先生のご講演には、注目が集まりました。

内 容	講 師 等
開会の挨拶	川崎講習会リーダー（清水建設）
特別講演 「新しい時代の 擁壁構造物」	龍岡教授（東京大学 工学部）
補強盛土工法 ① 設計・施工について ② 施工事例報告	田村部会長（複合技術研究所）
既設盛土急勾配化工法 ① 設計・施工について ② 施工事例報告	丸尾部会長（鉄建建設） 吉田副部長（テクノックス）
閉会の挨拶	川崎講習会リーダー（清水建設）



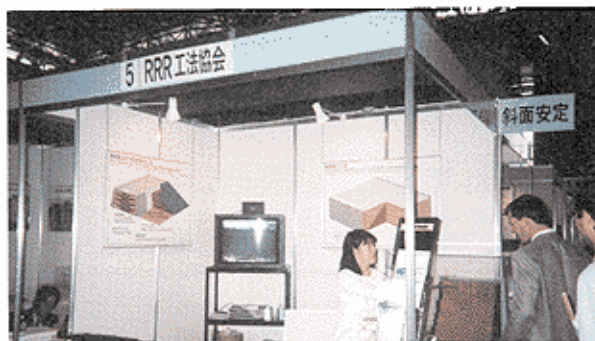
技術説明会状況の写真

技術展示会にブース出展を実施しました。

地盤工学会創立50周年記念事業として、東京ビッグサイトにおいて、第34回地盤工学会研究発表会が開催されました。当協会も工法の普及活動の一環として技術展示を実施しました。多方面の方に訪問いただきました。

ブース出展の概要は、以下のとおりです。

- 1) 出展場所 東京ビッグサイト
- 2) 出展日時 平成11年7月21日～23日
- 3) 出展内容 補強盛土模型・工法ビデオ・説明パネル  
パンフレット・技術マニュアル・補強材料



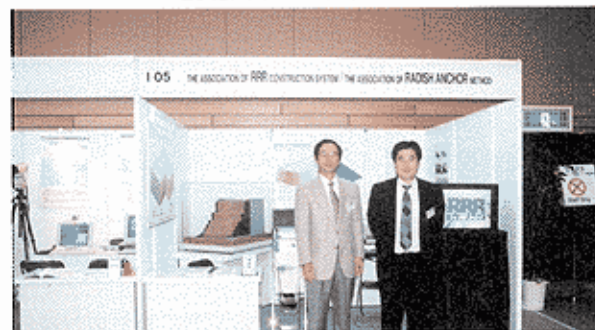
展示状況の写真

世界鉄道研究会議にブース出展を実施しました。

ほぼ2年に一度開催の世界鉄道研究会議W C R R '99が「21世紀の鉄道と社会を創造する新技術」と題して、今年日本で開催（鉄道総研主催）され、鉄道での実績が豊富なRRR工法をExhibition Boothに展示しました。日本人のほか、外国からの参加者の訪問も多数ありました。

ブース出展の概要は、以下のとおりです。

- 1) 出展場所 国分寺市ひかりプラザ
- 2) 出展日時 平成11年10月19日～20日
- 3) 出展内容 補強盛土模型・工法ビデオ  
説明パネル・パンフレット



展示状況の写真

【現場紹介】

・補強盛土工法（RRR-B）

No	発注者	工 事 件 名	現況（2月末現在）	施 工 会 社
①	東日本旅客鉄道株式会社	両毛線栃木駅付近高架化片柳町B1他	施工中	鉄建建設 株式会社
②	建設省近畿地方建設局	8号線神照跨ぎ線橋取付道路工事	施工中	株式会社 明豊建設
③	都市基盤整備公団九州支社	香椎副都心地区鉄道高架盛土(その1)	施工中	鹿島建設 株式会社

・既設盛土のり面急勾配化工法（RRR-C）

No	発注者	工 事 件 名	現況（2月末現在）	施 工 会 社
①	四国旅客鉄道株式会社	牟岐線法華川橋りょう改良北工区その2工事	施工中	株式会社 大林組
②	阪急電鉄株式会社	千里線山田駅北東側軌道防護擁壁新設工事	施工中	
③	九州旅客鉄道株式会社	仮）近見沖新線急勾配化工事	準備中	3月着工予定 株式会社 銭高組

【編集委員名簿】

委員長：宮崎啓一（西松建設（株）） 幹事：田村幸彦（（株）複合技術研究所）  
委員：木内 栄（前田建設工業（株））・花森一郎（（株）クラレ）・西村淳（三井石化産資（株））

【協会事務局】

〒107-0052 東京都港区赤坂2-15-16（赤坂心く源ビル7F） -（株）複合技術研究所内-  
電話 03-3589-6163 FAX 03-3582-3509 ホームページ・アドレス <http://www.RRR-SYS.GR.JP>