

北海道新幹線に用いた補強盛土一体橋梁（GRS 一体橋梁）その 1：計画・設計・施工

鉄道・運輸機構

正　○阪田暁，山崎貴之，高野裕輔

鉄道総合技術研究所

正　小島謙一，神田政幸

1. はじめに

GRS(Geosynthetic Reinforced Soil)一体橋梁は上床版，橋台壁，ジオシンセティックスで補強したセメント改良アプローチブロックの三者がすべて一体化された橋梁である（図-1）．この構造形式は，①支

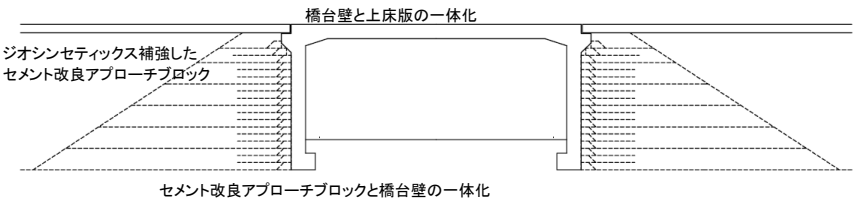


図-1 GRS 一体橋梁の概要

部が無くなり、建設費と維持管理費の低減、②上床版がストラットとして壁面土圧に抵抗するため橋台壁下端の水平滑動力と転倒モーメントの減少、③従来の左右橋台壁の独立な動きが解消され、耐震性能が向上するという利点がある．これまで鉄道総研や東京理科大らの共同研究により，模型振動台実験¹⁾や水平繰返し載荷試験²⁾等により基本的な特性については解明され，実物大模型試験では長期動態観測や地震時を模擬した水平載荷試験を実施し，本構造物の有用性が確認された³⁾⁴⁾．そして鉄道・運輸機構では，平成 28 年 3 月 26 日に開業した北海道新幹線（新青森・新函館北斗間）に世界で初めて GRS 一体橋梁を採用した．しかし，実構造物としては初の事例であるため，挙動や安全性の確認が必要である．本論文では，北海道新幹線で GRS 一体橋梁を採用するに至った経緯や設計，施工，計測計画について報告する．

2. 計画

GRS 一体橋梁を計画した場所は、北海道新幹線の北海道方新設区間、木古内町内にある中学校線架道橋である．当初はボックスカルバートとしていたが、スパンが長く上床版が厚くなり、町道中学校線の前後の

表-1 中学校線架道橋構造案比較

	当初案：ボックスカルバート	代案 1：PC 下路桁	代案 2：GRS 一体橋梁
断面図			
側面図			
構造	空頭確保のために道路を切り下げると、踏切道前後の道路縦断勾配（2.5% 以下）を満足しない。（×）	基礎や橋台壁が大きい。スパン 14 m。スパンと桁幅がほぼ等しい特殊構造であり、FEM 等高度な解析が必要。（△）	橋台壁や上床版が薄い。スパン 12 m。当初案と比べ下床版とその直下の地盤改良が不要。（○）
工費	2.00（○）	2.47（△）	1.00（◎）
管理	支承部の維持管理が不要。（◎）	支承部の維持管理が必要。（△）	支承部の維持管理が不要。（◎）
総合	×	△	◎

制約から道路空頭が確保できないことが分かった．そこで GRS 一体橋梁、PC 下路桁の 2 つの代替案を作成し、比較検討を行った⁵⁾．条件として、道路平面線形は変更しないこと、橋台壁のフーチングが道路に支障しないような最小橋長とすること、道路空頭を 4.0 m 以上確保すること、の 3 つの条件により、代案 2 の GRS 一体橋梁が最も優れると判断した．

キーワード：補強盛土一体橋梁，GRS 一体橋梁，計画・設計
連絡先：〒231-8315 横浜市中区本町 6-50-1 鉄道・運輸機構 設計技術部 TEL：045-222-9082

3. 設計

地盤条件について、支持層（泥岩層）が橋台基礎底面より下方約 1.7 m と比較的浅くにあると予想されたため、本構造物の基礎形式は底面地盤改良（ $q_u=1,000\text{kN/m}^2$ ）による直接基礎とした。構造解析において、線路方向では常時・地震時ともに橋台壁と上床版を一体とした梁ばねモデルとし、部材剛性は常時は線形、地震時は非線形とした。また、セメント改良アプローチブロックと橋台壁との接触部分（セメント非改良部）には補強材と土嚢が存在するが、主働ばねとしては補強材、受働ばねとしては土嚢が機能すると仮定してモデル化を行った。

表-2 解析ケース

	橋台壁ばね状態	作用の組合せ
1	ばね無し	全て(温度上昇・下降)
2	全て土嚢ばね (低減係数=1.0)	温度上昇を考慮
3	全て土嚢ばね (低減係数=0.5)	
4	上部:補強材ばね 下部:土嚢ばね (低減係数=1.0)	温度下降を考慮
5	上部:補強材ばね 下部:土嚢ばね (低減係数=0.5)	

常時照査における地盤ばねモデルについて、表-2 に示すように橋台壁ばね及び作用の組合せの異なる 5 つのケースを想定した。次に、地震時の照査（L2 地震動）における地盤ばねモデルでは、橋台壁が盛土に対して主働側に相対変位した場合は補強材ばね、受働側に相対変位した場合は土嚢ばねを用いた。また、セメント改良アプローチブロックの安定検討では、アプローチブロックを擬似擁壁と仮定し、地震時の照査で求めた補強材引張力、仮想背面に作用する地震時土圧及び擬似擁壁荷重に対して、鉛直支持に関する安定性、L1 地震時の滑動及び転倒に関する安定性、L2 地震動の底面塑性率及び滑動に関する安定性の照査を行った。

4. 施工

2011 年 6 月に躯体およびセメント改良アプローチブロック直下の地盤改良の施工より開始し、その後セメント改良アプローチブロックの施工（ $q_u=2,000\text{ kN/m}^2$ ）を行った。なお、盛土材には粒度調整碎石（M-40）に高炉セメント 53.7kg/m³ を混合攪拌したものをを用いた。各層の転圧は、1 層（15cm）毎に行い、30cm 毎では等長補強材（ $T_a=30\text{kN/m}$ ）を、90cm 毎では長尺補強材（ $T_a=60\text{kN/m}$ ）をそれぞれ敷設した（写真-1）。さらに、90cm 毎に 5 箇所 RI 計測器により乾燥密度と含水比を測定し、締固め密度比 $D=102\%$ （平均値）の結果を得た。セメント改良アプローチブロック完成後、門型ラーメンの施工に入り、橋台壁と上床版の 2 回に分けてコンクリートを打設し 2011 年 12 月末に本体施工を完了した。



写真-1 補強材の敷設

5. 計測計画

表-3 に GRS 一体橋梁における計測項目とその計測内容を示す。各計測器の初期値は設置時とし、施工過程ならびに施工完了後における各部材の長期的な挙動について確認

表-3 計測項目と計測内容

計測項目	計測器	計測内容
補強材張力	ひずみゲージ	温度変化による上床版の熱伸縮に対し、補強材を介して橋梁部とセメント改良アプローチブロック部が一体化していることを確認するため、補強材張力を計測
水平方向の変位	変位計	温度変化による上床版の熱伸縮に対し、セメント改良アプローチブロックと橋梁部の相対変位およびフーチング間の水平変位を計測
土圧	土圧計	温度変化による上床版の熱伸縮に対し、側壁背面やフーチング底面に作用する土圧を計測
鉄筋応力	鉄筋計	温度変化による上床版の熱伸縮や外力に伴う橋梁の断面力を把握するため、鉄筋応力を計測
壁体の傾斜角	傾斜計	補強土一体橋梁の絶対変位量を確認するため、側壁の傾斜角を計測
アプローチブロックの鉛直変位	層別沈下計	背面盛土およびセメント改良アプローチブロックの沈下および隆起を確認するため、鉛直変位量を計測
温度	温度計	外気温や上床版、側壁の鉄筋温度、セメント改良アプローチブロック内の温度の計測

していくこととした。本構造物の長期挙動計測結果については、その 2 にて報告する。

参考文献：1) 野尻ら：模型振動台実験による各種橋梁形式の崩壊メカニズムの検討，ジオシンセティックス論文集，Vol.21，pp.159-166，2006，2) 平川ら：GRS 一体橋梁の気温変動を想定した水平繰返し載荷時の変形特性，ジオシンセティックス論文集，Vol. 22，pp.83-90，2007，3) 永谷ら：GRS 一体橋梁（実物大試験）の施工と動態計測，ジオシンセティックス論文集，Vol. 24，pp.219-226，2009，4) 須賀ら：GRS 一体橋梁（実大試験橋梁）の長期動態計測，土木学会年次学術講演会，pp.115-116，2011，5) 渡辺ら，新幹線における補強盛土一体橋梁の適用と長期動態計測，地盤工学研究発表会，pp7-8，2012