

減災，建設・維持管理費用低減を目指した 新橋梁形式

三陸鉄道北リアス線の災害復旧工事における補強盛土一体橋梁の施工 GRS 一体橋梁

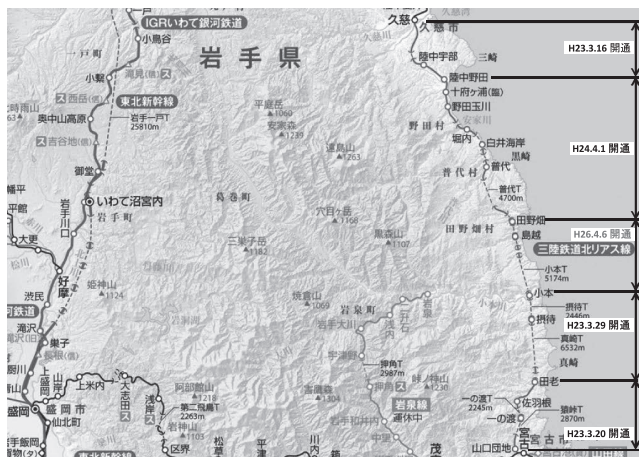
白仁田 和 久・進 藤 良 則・筒 井 光 夫

東日本大震災において、三陸鉄道北リアス線は甚大な被害を受けた。特に被害の大きかった島越駅～田野畑駅間の災害復旧に際しては、減災・費用低減の観点から復旧工法が検討された。その結果、島越駅付近の旧高架橋区間は盛土構造により、流出した3つの従来式橋梁（橋台・橋脚＋桁）は補強盛土一体橋梁により、復旧されることとなった。本稿は、流出した橋梁の復旧に採用された補強盛土一体橋梁の概要及び実施工について記述するものである。

キーワード：新橋梁形式，GRS 一体橋梁，インテグラル橋梁，補強土工法，建設費用低減，維持管理費用低減

1. はじめに

三陸鉄道北リアス線は、岩手県沿岸北部の宮古・久慈間を結ぶ71.0 kmの路線であり、先の東日本大震災において、甚大な被害を受けた。特に、陸中野田駅から野田玉川駅間においては道床が、島越駅付近においては駅舎・高架橋および松前川橋梁が、島越駅から田野畑駅間においてはコイコロベ沢橋梁・ハイペ沢橋梁が流失する等、被害が深刻であった。しかし、懸命の復旧により、平成24年4月までに、宮古～小本間および田野畑～久慈間において、営業運転が再開されており、小本～田野畑間のみが不通区間となっていたが、平成26年4月6日に全線で運転が再開された（図—1）。



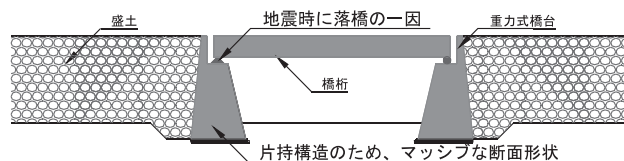
図—1 北リアス線の復旧経緯

本稿は、小本～田野畑間の復旧工事において、ハイペ沢橋梁の再構築に採用された補強盛土一体橋梁（GRS（Geosynthetic-reinforced Soil）一体橋梁，以下「本工法」という）の概要および施工について記す。

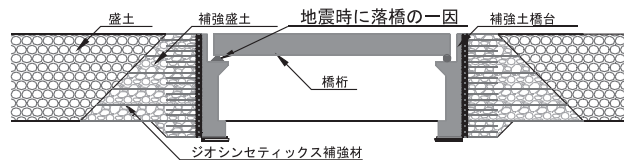
2. 本工法の概要

従来式橋梁（橋台＋桁）には、以下のような問題があった（図—2（a））。

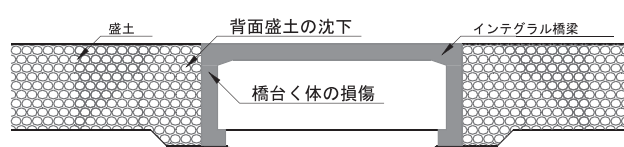
①橋台は、土圧に対し片持構造となるため、マッシュな断面形状となる。



(a) 従来式橋梁の場合



(b) 補強土橋台の場合



(c) インテグラル橋梁の場合

図—2 各橋梁形式での主な問題点

②橋桁と橋台の接触部には、温度変化の影響に対応できるように支承構造が採用されており、地震時の落橋の一因となっている。

①は盛土に起因する問題であり、②は構造形式に起因する問題である。これまでに、各々の問題への対応策として補強土橋台やインテグラル橋梁が開発されてきた。しかし、補強土橋台には引続き支承の問題が残っており（図-2 (b)）、インテグラル橋梁には温度変化の影響による背面地盤の沈下および橋台く体の損傷という問題が発生した（図-2 (c)）。

そこで、それぞれの特長を生かしつつ、互いの弱点を補える橋梁形式として、本工法が開発された¹⁾。本工法は、盛土や地山の中に補強材を入れ法面勾配を急勾配化する工法である「補強土工法」と、支承を省略し上部工と下部工をラーメン構造化した橋梁である「インテグラル橋梁」を融合させた新しい橋梁形式である（図-3）。

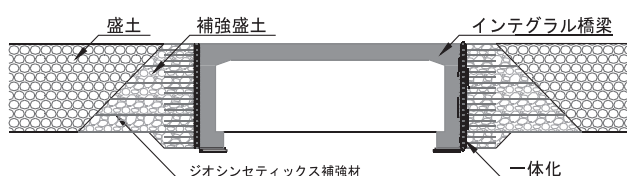


図-3 GRS 一体橋梁の概略図

この橋梁形式で重要となるのは、補強盛土とインテグラル橋梁との一体化である。具体的には、側壁コンクリート打設時、背面側の裏型枠を設けずに、補強盛土のジオテキスタイルに直接コンクリートを打ち込むことにより、一体化する。仮に、裏型枠を設け、一体化が図られない場合には、背面盛土の沈下抑制の効果が低減する。

3. ハイペ沢橋梁の再構築

(1) 概要

ハイペ沢橋梁は、防潮堤のない切り立った海食崖に挟まれた区間で、海岸から 50 m 程度のところに位置



図-4 ハイペ沢橋梁位置図



写真-1 ハイペ沢橋梁の被災状況

しており（図-4）、両端部の橋台および中間橋脚を有する 2 径間の単純桁橋（PC 下路桁（ $L = 32.1$ m）+ RCT 形桁（ $L = 16.6$ m））であった。東北地方太平洋沖地震による津波で、起点側橋台と桁 2 連が流失し、中間橋脚は流失を免れたが、躯体基部が洗掘された（写真-1）。

ハイペ沢橋梁の再構築に当っては、減災、建設費用及び維持管理費用の低減を考慮した本工法が採用された^{2), 3)}。

再構築されるハイペ沢橋梁の特徴としては、以下の点が挙げられる。

①径間長は、起点方が 30.36 m、終点方が 26.04 m と長く、また、起点側径間において、県道との離隔が小さいため、SRC 下路桁構造が採用された。

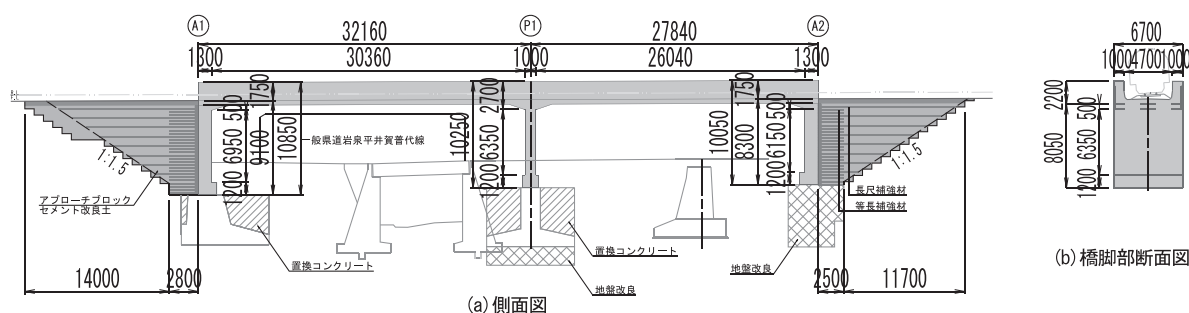


図-5 ハイペ沢橋梁一般図

- ②直下の県道および迂回路の建築限界と桁下面の離隔内での支保工の設置が不可能であったため、桁下面には埋設型枠が採用された。また、桁側面に関しても塩害対策として、埋設型枠が採用された。
- ③起点方スパンの8割以上となるよう再配置したA2橋台を除いた既設橋梁の基礎部分は、建設廃棄物を抑制するため、再利用された。
- ハイペ沢橋梁の一般図を図—5に示す。

(2) 施工順序

ハイペ沢橋梁の施工順序は、以下の通りである（図—6）。

- ①既設A2橋台上半部の撤去およびその背面の段切掘削を行うとともに、河川を埋戻し、迂回道路を整備する。また、中間橋脚部の土留杭を打設する。
- ②P1橋脚部およびA2橋台部の地盤改良を行い、土留掘削・段切掘削を行い、P1橋脚部には、置換コンクリートを打設する。
- ③道路を迂回路へ切廻し、A1橋台部の土留杭を打設する。
- ④既設A1橋台上半部を撤去するとともに、土留掘削・段切掘削を行い、置換コンクリートを打設する。
- ⑤アプローチブロックの構築を行う。
- ⑥橋台・橋脚の下半部のコンクリートを打設し、埋戻す。
- ⑦道路を元の位置へ戻し、終点方のベント組立・鋼桁架設を行う。
- ⑧道路を再度、迂回路へ切廻し、起点方のベント組立・鋼桁架設を行う。
- ⑨鋼桁架設完了後、埋設型枠を設置し、鉄筋を組立て、コンクリートを打設する。また、補強盛土側面の壁面コンクリートを打設する。
- ⑩適宜、道路を切廻しながら、ベントを解体した後、最後に、P1部の埋戻し・護岸整備を行うと共に、河川埋戻しを撤去し、施工完了となる。

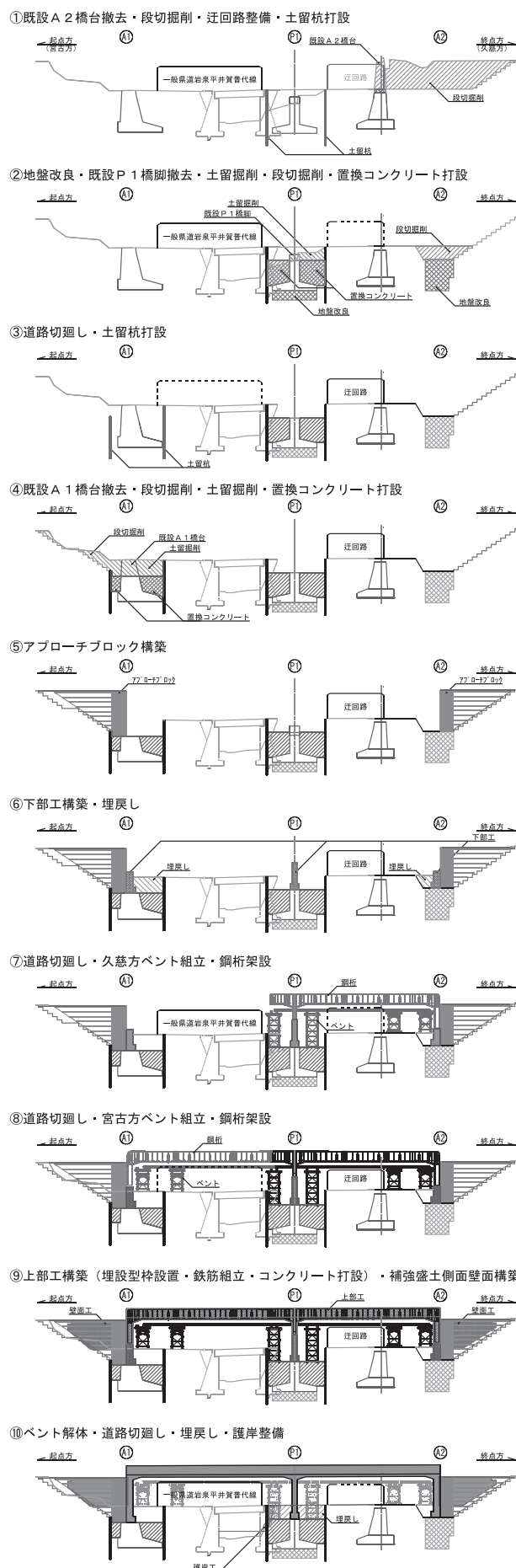
(3) アプローチブロックの施工

(a) ジオテキスタイルの敷設

ジオテキスタイルは、30 cm 毎に等長補強材として30 kN/m 級を、3層に1層を長尺補強材として、60kN/m 級を敷設した。また、仮抑え工としては、省力化が図れる溶接金網を用いた（写真—2）。

(b) 盛土材撤出しおよび締固め

アプローチブロックの盛土材は、配合試験の結果、添加量重量比3%のセメント改良を行った粒度調整碎石を用いることとなっていた。実際の施工においては、施工性を考慮し、20 m³ 水槽に粒度調整碎石



図—6 施工順序図



写真一2 ジオテキスタイル敷設・溶接金網設置状況

18 m³ およびセメント 1t を投入し、バックホウにて攪拌することで、添加量重量比 3% 以上のセメント改良粒度調整碎石の作製を行った。

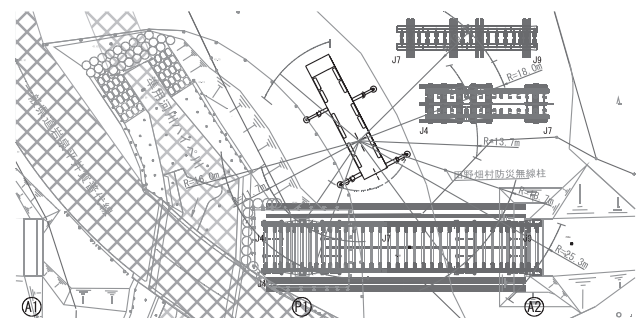
締固めは、本盛土に先立ち、試験盛土を行い、仕上り厚が 15 cm となるよう、撒出し厚を 18 cm, 1t ローターにて 3 往復 6 回の転圧を行うこととした（写真一3）。また、締固め管理に関しては、3 層毎に 9 点の RI 測定を行い、各締固め度が 92% 以上、かつ、平均締固め度が 95% 以上であることを確認した。



写真一3 転圧状況

(4) 鋼部材の架設

鋼部材の架設は、トラッククレーンベント工法にて行った。まず、25t 吊ラフタークレーンにてベントを組立て、次に、架設用足場を組立てる。その後、160t 吊トラッククレーンを使用し、作業ヤード内から、主桁、横桁の順番で架設した。主桁は、単材または 2～3 の単材を地組した状態で架設した。架設時の車両配置を図一7、架設状況を写真一4に示す。



図一7 架設時車両配置図（終点方架設時）

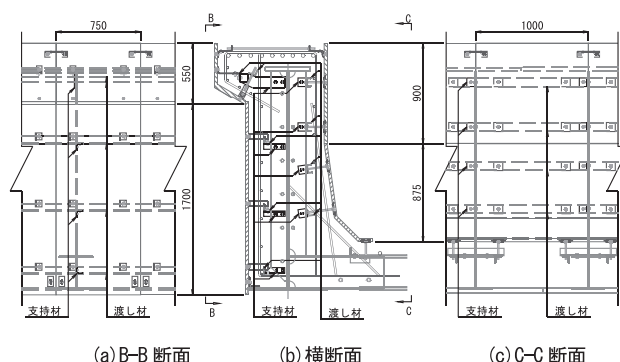


写真一4 鋼部材架設状況（終点方架設時）

(5) 埋設型枠の設置

ハイベシ橋梁では、施工性および耐久性を考慮し、上部工に埋設型枠を採用しており、適用箇所は、U 型断面の主桁内外側面およびスラブ底面である。

主桁側面の埋設型枠は、断面形状を考慮して上下二分割とし、幅は施工重量を考慮し決定した。埋設型枠の設置は、取付治具として主桁補剛材に支持材を、この支持材に渡し材を設置し、これにボルト等にて固定することとした。埋設型枠取付治具の配置要領を図一8に示す。また、スラブ底面の埋設型枠は、横桁方向に 5 分割とし、横桁下フランジ上に、掛り代を設けて載せる構造とした。



図一8 埋設型枠設置要領図

(6) コンクリート打設

下部工は、フーチング、側壁を上下二分割の 3 回打設とし、上部工は、径間中央部、両端部および中間部の隅角部の 5 回打設とした。本工法においては、アプローチブロックとインテグラル橋梁との一体化が重要となるため、下部工の両端部側壁の打設の際には、背面側には型枠を設けず、ジオテキスタイルに直にコンクリートを打込む。上部工の打設順序は、ひび割れを抑制できるよう径間中央部を先行して打設し、残りの隅角部には膨張材を添加した上で、両端部、中間部の順とした（写真一5）。



写真-5 コンクリート打設状況

(7) 計測工

ハイベ沢橋梁に関しては、本工法では、初めてとなる2径間連続橋、また、SRC下路桁形式を採用したことから、橋梁の挙動を把握するため、動態計測を行っている。主な計測項目は、鉄筋、鉄骨およびジオテキスタイルのひずみであり、計測位置を図-9に示す。この動態計測は、運転再開後も1年程度継続される予定である。

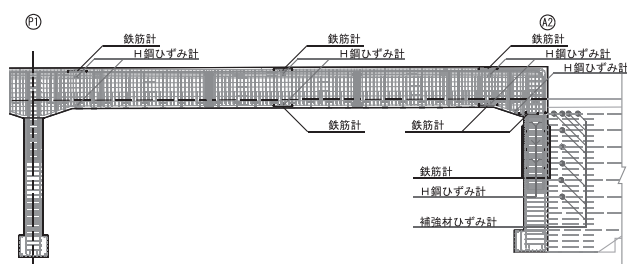
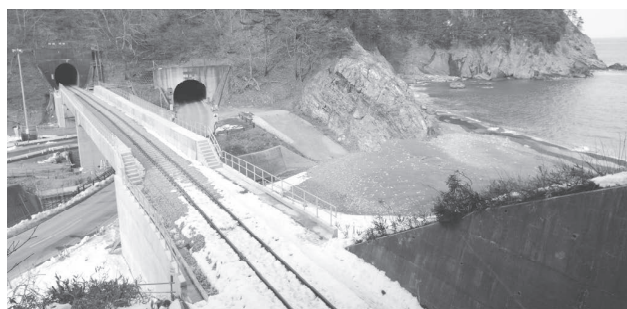


図-9 主な計測機器配置図

4. おわりに

三陸鉄道北リアス線復旧工事において、本工法



(a) 起点方より撮影



(b) 山側より撮影

写真-6 完成したハイベ沢橋梁全景



写真-7 運転再開した北リアス線 (ハイベ沢橋梁)

GRS一体橋梁は、本橋以外に松前川橋梁およびコイコロベ沢橋梁に採用されており、いずれの橋梁も施工は、完了している(写真-6)⁴⁾。現在、三陸鉄道は、平成26年4月5日に南リアス線、翌6日に北リアス線が運行再開(写真-7)し、全線で運行再開を果たした。但し、一部の土木附帯工事および島越駅舎の建築工事が継続して行われており、6月末の竣工まで、活線での工事を安全に留意し、行っていく所存である。最後に、沿線部の完全復興は、未だ、達成されておらず、三陸鉄道の運転再開が弾みとなり、さらなる復興が進むことを願っております。

J C M A

《参考文献》

- 1) 野中隆博, 神田政幸, 館山勝, 龍岡文夫: 補強盛土一体橋梁 (GRS一体橋梁) の開発, 橋梁と基礎, Vol.47, No.8, pp.54-56, (2013.8)
- 2) 小田文夫, 進藤良則: 三陸鉄道北リアス線の復旧工事における GRS 一体橋梁の適用, 橋梁と基礎, Vol.47, No.8, pp.106-108, (2013.8)
- 3) 陶山雄介, 進藤良則, 阿部雅史: GRS 一体橋梁を用いた三陸鉄道北リアス線の復旧計画と設計, ジオシンセティックス論文集, Vol.24, pp.375-382, (2013.12)
- 4) 白仁田和久, 筒井光夫, 森澤仁, 阿南直幸, 田中卓也, 服部尚道: 三陸鉄道北リアス線における補強盛土一体橋梁の施工事例, ジオシンセティックス論文集, Vol.24, pp.383-388, (2013.12)

【筆者紹介】

白仁田 和久 (しらにた かずひさ)
東急建設㈱
土木本部 土木技術設計部
課長代理



進藤 良則 (しんどう よしのり)
(独)鉄道建設・運輸施設整備支援機構
東京支社 三陸鉄道復興鉄道建設所
所長



筒井 光夫 (つつい みつお)
東急建設㈱
東日本支店 三陸鉄道北リアス線災害復旧 JV 作業所
現場代理人

