

三陸鉄道北リアス線における補強盛土一体橋梁の構築

東 急 建 設	正会員○白仁田和久	筒井 光夫
	森澤 仁	長井 健作
鉄道・運輸機構	正会員 進藤 良則	川畑 忠司
	正会員 高橋源太郎	正会員 田久 智行

1. はじめに

三陸鉄道北リアス線は、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、駅および近接する松前川橋梁、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。懸命の復旧作業により、順次、運行再開区間が拡大し、小本・田野畑間が最後まで不通区間となっていたが、平成26年4月6日に全線開通した(図-1)。本稿は、小本・田野畑間の復旧工事において、採用された補強盛土一体橋梁(以下、GRS(Geosynthetic-reinforced Soil)一体橋梁)の施工報告を行うものである。なお、本工事においては、GRS一体橋梁は、松前川橋梁、コイコロベ沢橋梁、ハイペ沢橋梁の3橋に適用された。



図-1 北リアス線の復旧経緯

2. 工事概要

本工事区間は、小本駅から田野畑駅間の10km480mで、大部分はトンネル区間で、主な工事箇所は、榎木沢、島越地区、コイコロベ沢、ハイペ沢であった(図-2)。

榎木沢では、橋梁の流失を免れたが、軽微な躯体損傷が見られ、また、付属設備の損傷も見られたため、高欄、階段手摺復旧・沓検査足場復旧、及び橋梁断面の一部補修を行った。島越地区は、被災前的高架橋形式から、第2線堤的な役割が期待できる盛土形式にて復旧されることとなった。ここで、松前川との交差部は、門形カルバート形式が採用され、ここにGRS一体橋梁が適用された。コイコロベ沢では、既設の下部工く体の撤去と2径間連続RC上路形式のGRS一体橋梁の構築を行った。ハイペ沢では、既設の下部工く体の撤去と2径間連続SRC下路形式のGRS一体橋梁の構築を行った。



図-2 工事位置図

以下では、これらのGRS一体橋梁の概要および施工について述べる。

3. GRS一体橋梁の概要と施工

(1)開発経緯

従来式橋梁(橋台+桁)には、以下のような問題があった(図-3(a))。①橋台は、土圧に対し片持構造となるため、マッシブな断面形状となる。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。

ここで、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

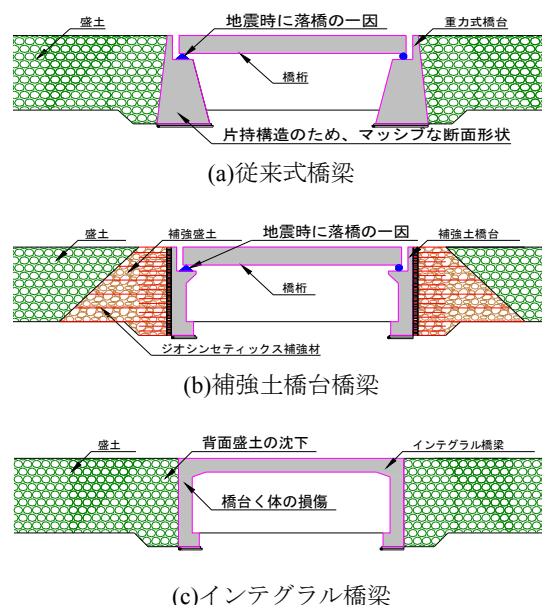


図-3 各橋梁形式での主な問題点

キーワード 補強盛土一体橋梁, 補強土構造, インテグラル橋梁, 新橋梁形式, 災害復旧

連絡先 〒150-8340 渋谷区渋谷 1-16-14 東急建設株式会社 土木本部 土木技術設計部 TEL03-5466-5322

補強土橋台橋梁やインテグラル橋梁が開発されてきた。しかし、補強土橋台橋梁には引続き支承の問題が残っており(図-3(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-3(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、GRS 一体橋梁が開発された¹⁾。GRS 一体橋梁は、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-4)。

(2)施工方法

この橋梁形式の施工順序は、①基礎部掘削、背面盛土・補強盛土構築、②基礎構築・側壁構築、③橋桁構築となる(図-5)。ここで重要となるのは、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、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である。これにより、コンクリートがジオテキスタイルを巻き込む形となり、両者が一体化する(図-6)。

(3)アプローチブロックの施工

ジオテキスタイルは、30cm 毎に等長補強材として 30kN/m 級を、3 層に 1 層を長尺補強材として 60kN/m 級を敷設している。また、仮抑え工には、施工性を考慮し、溶接金網を用いた(図-7)。

盛土材としては、橋台背面 1m 範囲の緩衝区間には粒度調整碎石(M-40)を、それ以外の部分には添加量重量比 3%のセメント改良を行った粒度調整碎石(M-40)を用いた。改良土は、20 m³水槽に粒度調整碎石 18 m³およびセメント約 0.7m³(1t)を投入し、バックホウにて攪拌して製造した。締固めは、仕上り厚が 15cm となるよう、撒出し厚を 17cm として、1t 級振動ローラーにて 3 往復 6 回の転圧を行った(図-8)。締固め管理は、3 層毎に 9 点の RI 測定を行い、各締固め度が 92%以上、かつ、平均の締固め度が 95%以上であることを確認した。

(4)コンクリート打設

当初、主筋の継手は圧接となっていた。この場合、火花にて、ジオテキスタイルを損傷させるため、機械式継手に変更した。型枠は、前面側および側面側に合板を設置するが、背面側には設置せず、コンクリートは、ジオテキスタイルに直打ちした(図-9)。

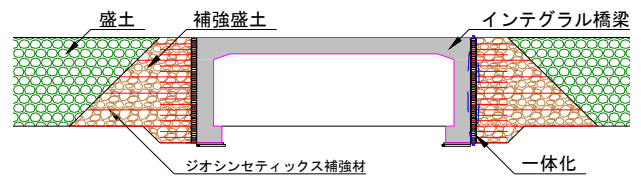
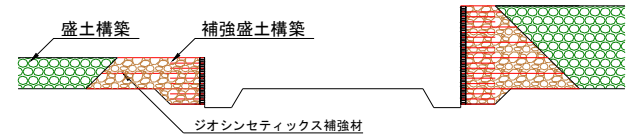
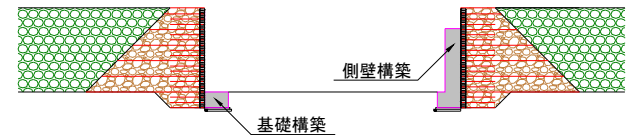


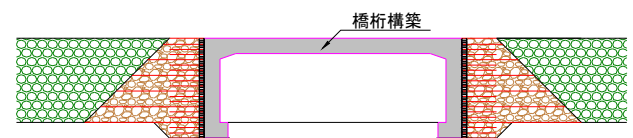
図-4 GRS 一体橋梁の概略図



(a)基礎部掘削、背面盛土・補強盛土構築



(b)基礎構築、側壁構築



(c)橋桁構築

図-5 GRS 一体橋梁の施工順序図

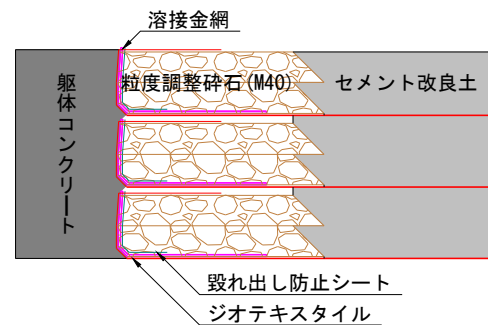


図-6 接触部の模式図



図-7 ジオテキスタイル・溶接金網設置状況



図-8 (a)撒出し状況



図-8 (b)転圧状況



図-9 コンクリート打設状況

3. 松前川橋梁

(1)概要

松前川橋梁は、松前川との交差部に位置し、河川内に中間橋脚を有する2径間連続RC造のGRS一体橋梁である。橋長27.4m、高さ8.4m、幅20.0mである(図-10)。本橋梁では、橋梁上に盛土が構築され、上載荷重が大きくなるため、両側壁基礎下は機械攪拌による地盤改良を行い、中間橋脚基礎は杭基礎形式となっている。

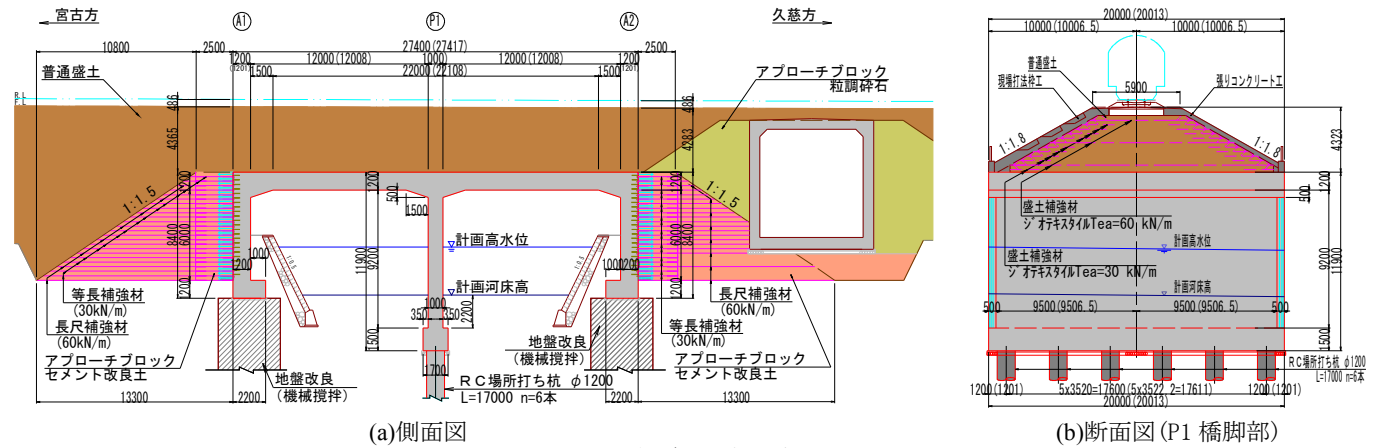


図-10 松前川橋梁一般図

(2)施工方法

施工順序は、以下の通りである。①既設構造物の撤去を行うとともに、河川仮切廻しのための大型土のうを設置する。②河川を起点方に切廻した後に、橋台下の地盤改良を行い、中間橋脚部の場所打ち杭を施工する。③中間橋脚部を掘削、躯体構築をし、埋戻すとともに、A2 側において、Box カルバート下までのアプローチブロックの構築を行う。④アプローチブロックおよび Box カルバート下半の構築を行う(図-11(b))。この際、起点方は切廻した河道が、終点方は松前川架道橋が近接しているため、等長補強材部分のアプローチブロックを構築する。⑤両橋台・中間橋脚の構築を行うと共に、Box カルバート上半の構築を行う(図-11(c))。⑥スラブ構築のため桁式支保工を設置し、河川を元の位置に仮移設すると共に、Box カルバート脇のアプローチブロックを構築する。⑦A1 側の残りのアプローチブロックを構築し、スラブコンクリートを打設する(図-11(d),(e))。⑧支保工の撤去、法面部の張コンクリート打設、護岸整備を行い、施工完了となる(図-11(f),(g))。



図-11 松前川橋梁施工状況

4. コイコロベ沢橋梁

(1)概要

コイコロベ沢橋梁は、準用河川コイコロベ川および一般県道岩泉平井賀普代線との交差部に位置する、2 径間連続の GRS 一体橋梁で、橋長 39.86m、高さ 8.976m、幅 5.3m である(図-12)。本橋梁は、径間長が 18.23m と長いが、ラーメン構造であり、単純桁の場合と比べ桁高を抑えられたため、RC 上路桁となっている。

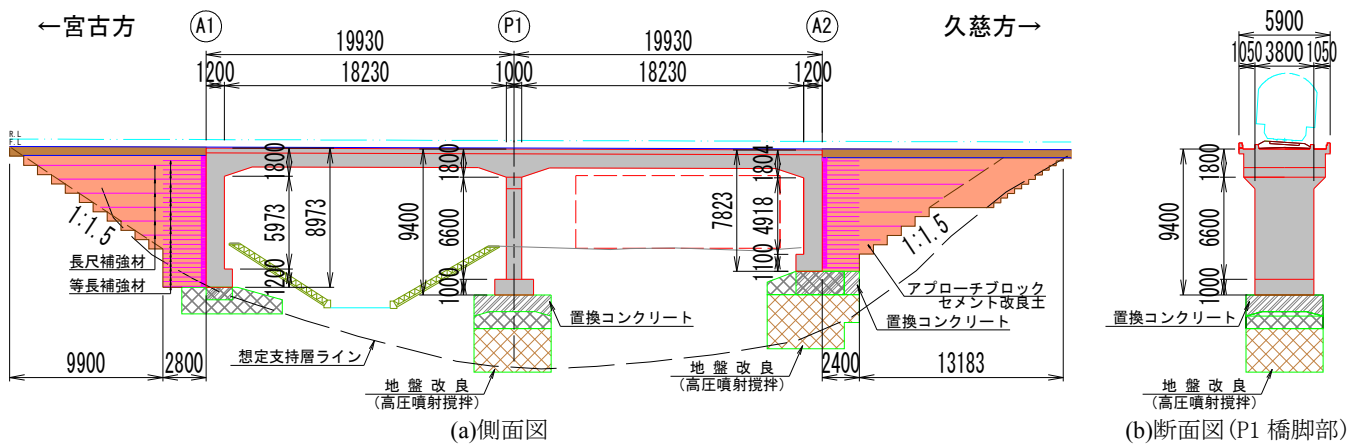


図-12 コイコロベ沢橋梁一般図

(2)施工方法

施工順序は、以下の通りである。①準用河川に通水断面を確保できるコルゲート管を設置した後、現況道路高まで埋める。②既設構造物を撤去するとともに、段切掘削を行う。③土留杭を打設し、地盤改良を行った後、所定の深さまで掘削する。その後、置換コンクリートを打設する。④橋台背面アプローチブロックを盛土する(図-13(b))。⑤橋台・橋脚躯体のハンチ下までコンクリート打設を行い、埋戻す(図-13(c))。⑥起点方は全支保形式にて、終点方は桁形式にて支保工を設置する(図-13(d))。⑦スラブ、隅角部のコンクリートを打設する(図-13(e))。⑧打設後、支保工を解体した後に、河川復旧・護岸工を行い、施工完了となる(図-13(f))。



図-13 コイコロベ沢橋梁施工状況

5. ハイペ沢桥梁の構築

(1)概要

ハイペ沢桥梁は、準用河川ハイペ川および一般県道岩泉平井賀普代線との交差部に位置し、橋長は3橋の中では、最も長く60.0mで、高さ8.65m、幅6.7mである(図-14)。被災前は、2連の単純桁(PC下路桁L=32.1m+RCT桁L=16.6m)であったが、ラーメン構造化にあたり、左右のスパン差を抑えるために、A2橋台を終点方にセットバックしている。本桥梁は、径間長が起点方30.36m、終点方26.04m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下路桁構造となっている。

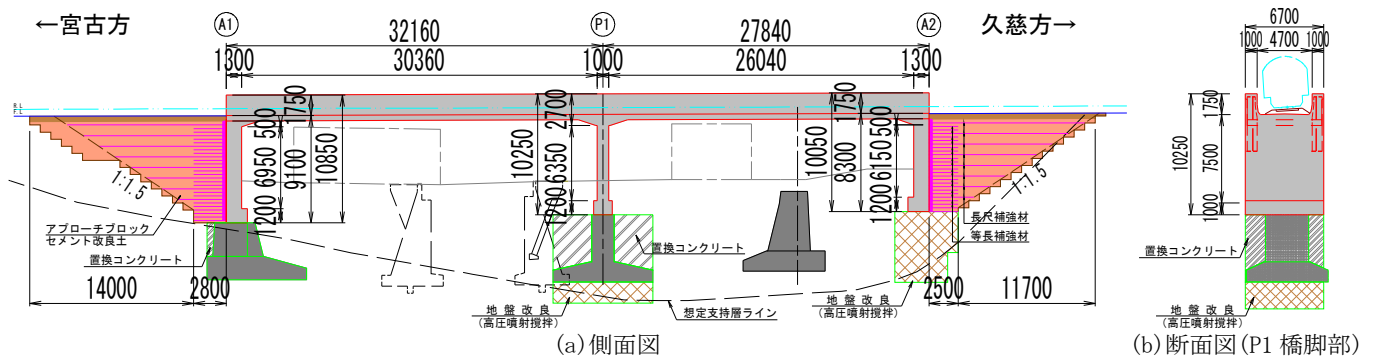


図-14 ハイペ沢桥梁一般図

(2)施工方法

施工順序は、以下の通りである。①既設A2橋台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、迂回道路を整備し、土留杭を打設する。②地盤改良を行い、掘削土留・段切掘削を行い、置換コンクリートを打設する。③道路を迂回路へ切廻し、土留杭を打設する。④既設A1橋台を撤去するとともに、掘削土留・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(図-15(b))。⑥橋台・橋脚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、P1終点方のベント組立・鋼桁架設を行う(図-15(c))。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(図-15(d))。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(図-15(e),(f))。⑩打設完了後、道路



(a)施工前



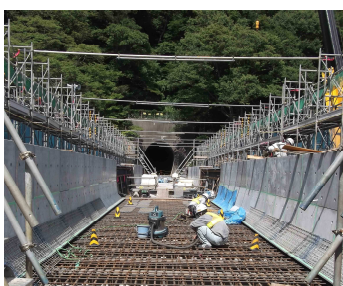
(b)アプローチブロック構築



(c)起点方径間鋼桁架設



(d)起点方径間鋼桁架設



(e)橋桁部鉄筋・型枠組立



(f)コンクリート打設



(g)施工完了

図-15 ハイペ沢桥梁施工状況

を切廻しながら、ベントを解体した後、最後に、P1 部の埋戻・護岸整備を行うと共に、河川埋戻を撤去し、施工完了となる(図-15(g)).

(3)動態計測

本橋梁は、GRS 一体橋梁では、初めてとなる SRC 構造であるため、ジオテキスタイル、鉄筋、鉄骨にひずみ計を、また、橋台基礎に変位計を設置し、動態観測を行っている(図-16).

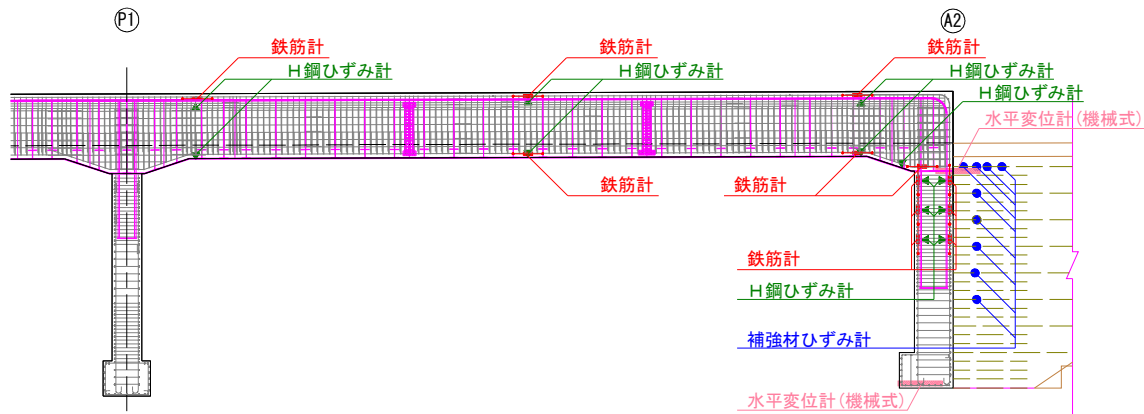


図-16 計測器設置位置図

6. おわりに

三陸鉄道北リアス線は、平成 26 年 4 月 6 日に運行を再開しており、前日の南リアス線の運行再開と併せ、三陸鉄道は全線で運行再開を果たした。但し、沿線部の完全復興は、未だ、達成されておらず、三陸鉄道の運行再開が弾みとなり、さらなる復興が進むことを願っております。



(a)松前川橋梁



(b)コイコロベ沢橋梁



(c)ハイペ沢橋梁

図-17 運行再開状況 (H26.4.6)

参考文献

- 1) 野中隆博, 神田政幸, 舘山勝, 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, No8, pp.54-56, 2013
- 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, No8, pp.106-108, 2013
- 3) 野田軍治, 佐々木健: 自治体の防災計画と一体化した鉄道盛土の造成, 土木施工, Vol.55, No.4, pp.24-28, 2014
- 4) 進藤良則, 筒井光夫: 被災を免れた橋梁基礎を再利用した GRS 一体橋梁の施工, 土木施工, Vol.55, No.4, pp.29-34, 2014