補強土工法の基礎から応用まで
－ RRR工法の歴史と特徴 －
（全編12回）No.10

1. 地盤･盛土の強化改良の必要性と補強土工法の概説

2. 盛土補強土工法による土構造物の復権と発展
－ 補強土の原理と40年の経験 －

3. 地山補強土工法による斜面の安定化

東京大学･東京理科大学名誉教授
龍岡文夫

2. 盛土補強土工法による土構造物の復権と発展の続きです。

補強土工法による土構造物の復権と発展

A. 盛土補強土工法
1)擁壁の力学的原理と補強土擁壁
a)従来形式の擁壁は片持ち梁！補強土擁壁は？
b)ジオテキスタイル補強土擁壁の施工例
2)補強土工法のメカニズム
3) 剛な一体壁面工を持つジオテキスタイル補強土擁壁
a)剛な一体壁面工の効用
b)段階施工の効用
c)洪水・豪雨・津波と補強土
　およびレベル2地震動を考慮した耐震設計
4) GRS橋台とGRS一体橋梁
a) 従来形式の橋梁の諸問題を解決
b) 低い建設費、高い維持管理性・耐震性/耐津波性
c)施工例

B. 地山補強土工法

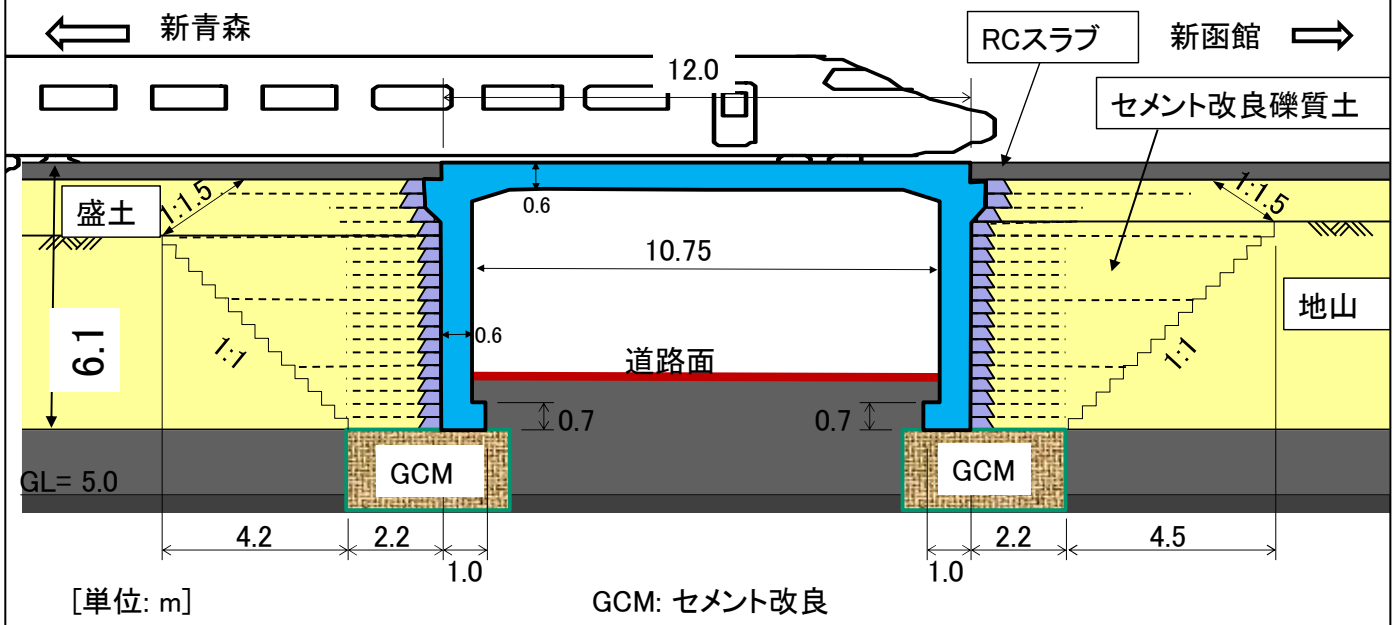
今回は、施工例の続きです。

最初のGRS一体橋梁は、北海道新幹線で、函館の近くの木古内に建設されました。

2011年東日本大震災の前に設計が完了していて、この地震の直後に建設されました。これが絶妙のタイミングとなり、後で説明するように、この地震で被災した三陸鉄道の復旧にこの技術が活用されました。

新幹線新青森～新函館間木古内、GRS一体橋梁（幅11.7 m):

■桁は比較的短いが、長い歴史の第一歩



建設費： 従来形式の橋梁の1/2程度

これが、木古内で建設された最初のGRS一体橋梁です。

従来形式の単純桁橋梁と比較すると、竪壁と桁部の部材が相当薄いことが分かります。これは、竪壁は30cmと言う短い間隔で補強材と連結されており、橋桁は両端が竪壁と連結されているため自由端ではなく変形が拘束されていてため、作用モーメントが大幅に減少しているからです。

新幹線新青森～新函館間木古内、GRS一体橋梁（幅11.7 m):

■桁は比較的短いが、長い歴史の第一歩

上は建設中の写真で、補強盛土は完成していますが、RCの剛な一体壁面工はまだ建設していません。

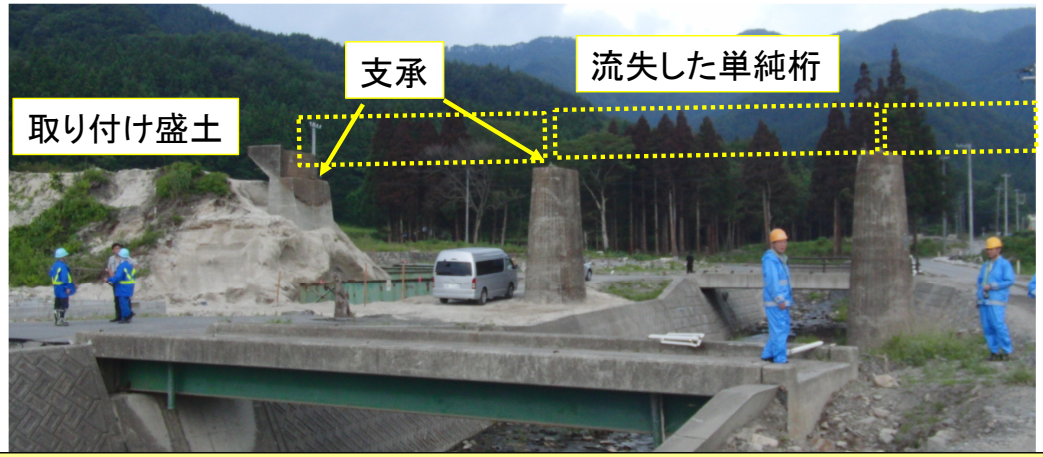
下の写真では、壁面工と桁を建設して両者が連結されています。

2011東日本大震災での巨大津波

2011年東日本大震災では、
巨大な津波が襲来しました。

単純桁を支える支承と取り付け盛土は、橋梁の耐震上の弱点であるばかりでなく、津波に対しても弱点

→支承が無くて取付盛土が補強されているGRS一体橋梁で強化復旧



ジオテキスタイル補強土の橋台　　桁・壁面工・補強盛土が一体となった構造

前に説明したように、340を超える橋梁が津波で被害を受けました。

沓（支承）と取り付け盛土は、橋梁（特に単純桁の橋梁）の耐震上の弱点であるばかりでなく、津波に対しても弱点であることが明らかになりました。

単純桁を支える支承と取り付け盛土は、橋梁の耐震上の弱点であるばかりでなく、津波に対しても弱点

→支承がなく取付盛土が補強されているGRS一体橋梁で強化復旧

桁は流失しなかったが取り付け盛土が流失した事例

ジオテキスタイル補強土の橋台

桁・壁面工・補強盛土が一体となった構造

これらは、桁と竪壁の連結性が良くて桁は流失しなかったが、取り付け盛土が流失した事例です。

このような橋梁は、地震のみならず津波にも高い抵抗力を示すGRS一体橋梁で強化復旧することを提案しました。

橋梁の津波耐力に関する小型模型実験

東京理科大学川邉祥平氏による実験

- 盛土： 突固めた豊浦砂
  D_r = 85 % & w = 15.2 %
- のり面パネル、橋台、橋桁等:
  厚さ5 mmのデュラルミン板で作成

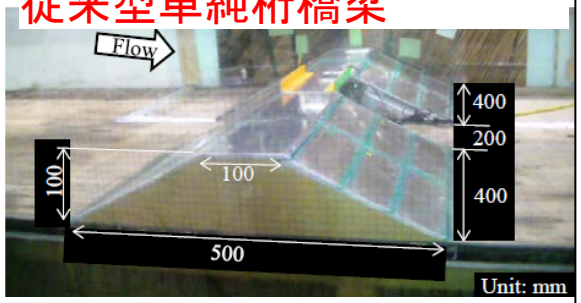
従来型単純桁橋

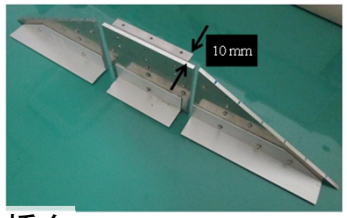
- 取付け盛土： 無補強、
  緩斜面はパネルで保護
- 単純桁: 一対の橋台の上端に設置
- 橋台下端の踵は直接基礎で支持

GRS一体橋梁

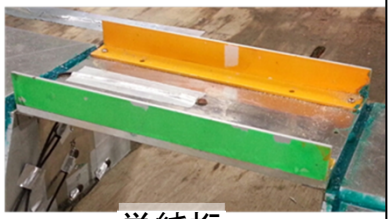
- 取付盛土: ジオグリッド（目合い
  4mmのPVCコーティングしたPET）
  で補強、急斜面はジオグリッドに
  連結したパネルで保護
- 橋台： 剛な一体壁面工
  （ジオグリッド層に連結）
- 桁： 一対の剛な一体壁面工の上端に連結

従来型単純桁橋梁



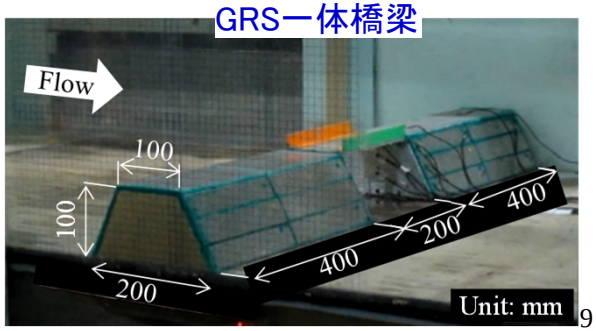


橋台



単純桁

GRS一体橋梁



橋梁の津波に対する設計法を色々検討しました。

その間、橋梁の津波耐力に関する小型模型実験を東京理科大学で水理研究室の実験水路で行いました。

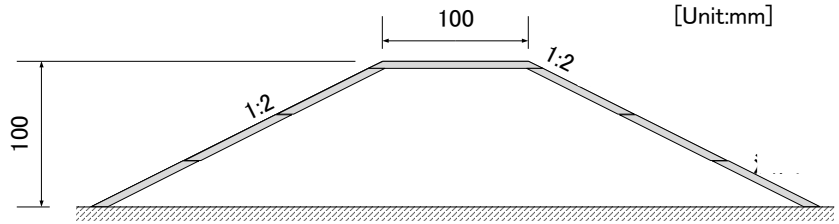
右上は、従来形式の単純桁橋梁の模型であり、取付盛土は無補強であり、のり面は緩勾配でパネルによって覆われています。

右下は、GRS一体橋梁の模型であり、取付盛土は補強されており、のり面は急勾配で、補強材に連結されたのり面工で覆われています。

理科大学での模型実験

従来型単純桁橋梁

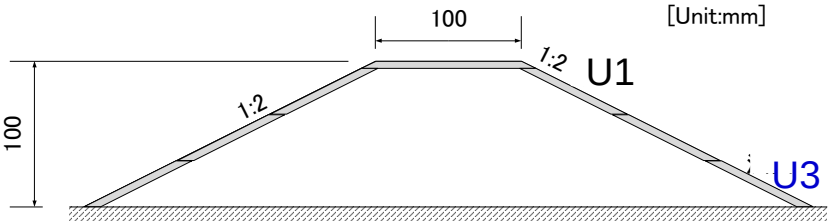
桁は壁面工（橋台の竪壁）上端と一体化していない

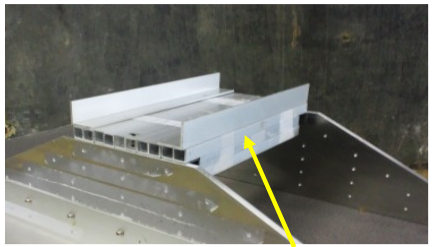


これは、従来形式の単純桁橋梁の模型の詳細です。単純桁は、壁面工（橋台の竪壁）の上端と一体化していません。

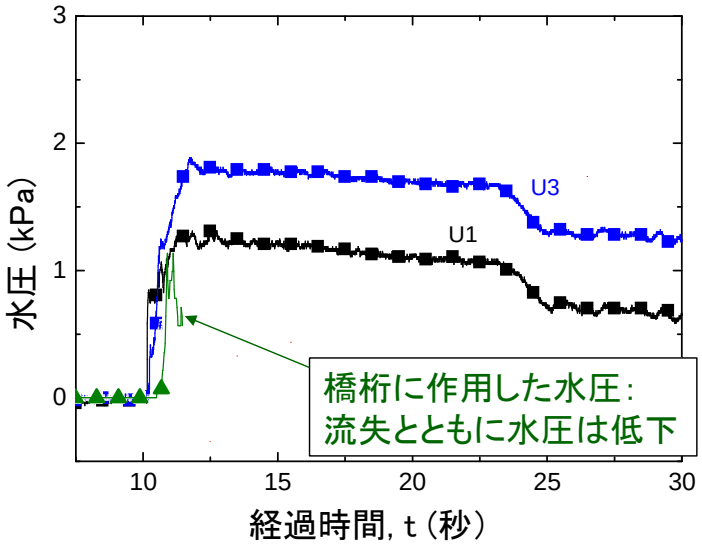
従来型単純桁橋梁

津波来襲とともに、桁は流失





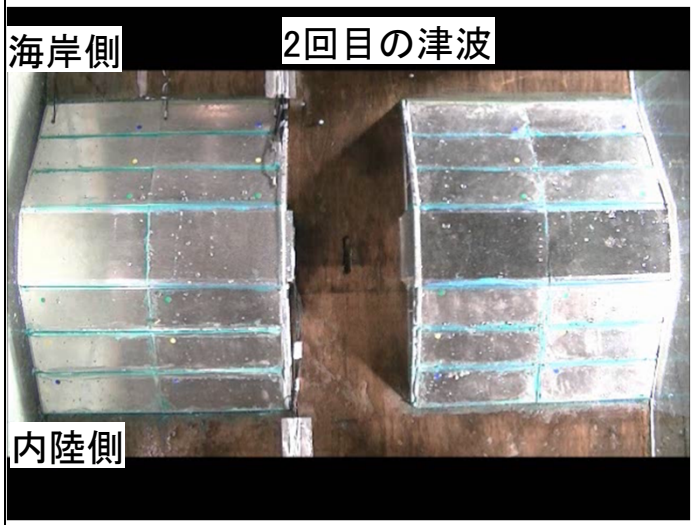
橋台と一体化してない桁



従来形式の単純桁橋梁の模型では、桁は津波が来襲とともに、直ぐ流失しました。

下段の図に盛土のり面と桁に作用した水圧の時刻歴を示したものです。桁に作用した水圧は、津波が来襲すると上昇しますが、最大値に達する前に低下し始めて、桁が瞬く間に流失したことを示しています。

単純桁橋梁の崩壊



1. 桁は一回目の津波で流失
2. 2回目の津波で、パネルは流失開始
3. その後、盛土材は下流のり面から侵食
4. その後、橋台が流失

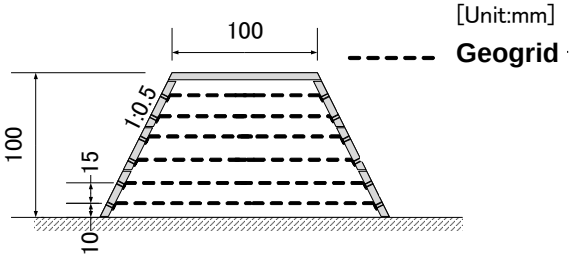
従来型単純桁橋梁の弱点:
- 支承
- 斜面保護パネル
- 無補強の盛土

桁と盛土のり面保護パネルが流失することによって、橋梁は完全に崩壊

これは、従来形式の単純桁橋梁の津波による崩壊の様子を示したものです。

GRS一体橋梁

桁は壁面工（橋台の竪壁）上端と一体化

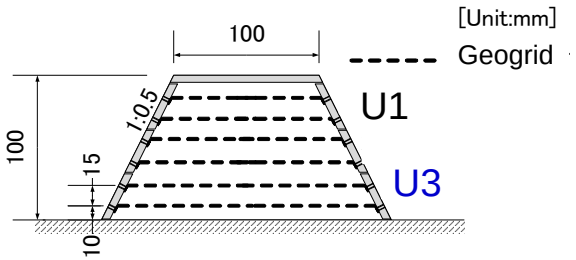


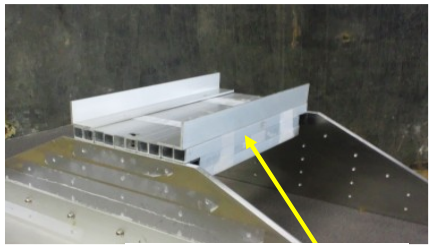
これは、GRS一体橋梁の模型であり、取付盛土は補強されており、のり面は急勾配で、補強材に連結されたのり面工で覆われていて、桁は補強材と連結した壁面工と一体化してあります。

この実験のvideoは、添付してあります。

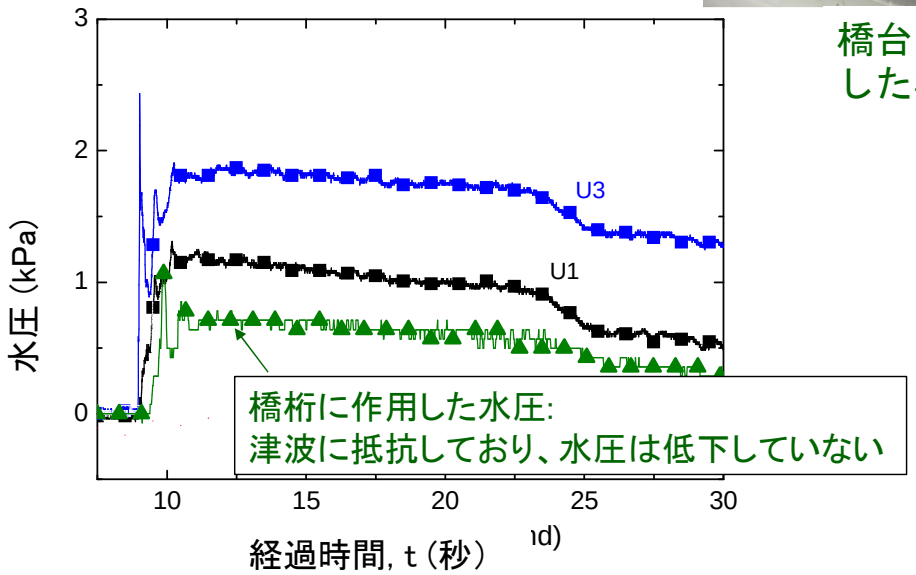
GRS一体橋梁

津波が来襲しても、流失しない



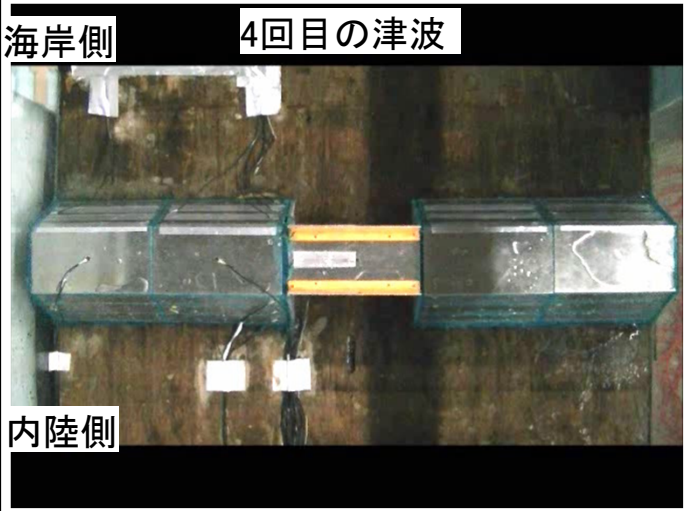


橋台と一体化した桁



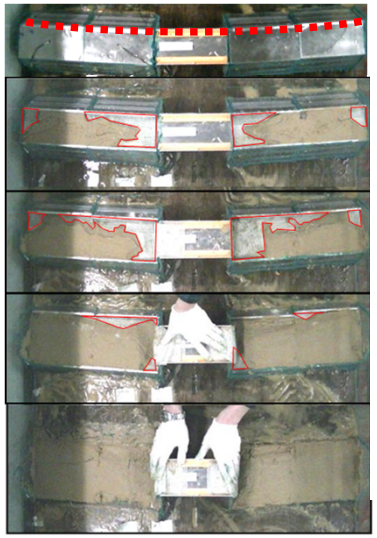
下段の図に盛土のり面と桁に作用した水圧の時刻歴を示してあるが、桁に作用する水圧は津波が来襲した後で低下しておらず、桁は流失しなかったことを示しています。

GRS一体橋梁の高い津波耐力



1. 桁は非常に安定している
2. のり面保護パネルは安定していて、
   盛土の侵食を防いでいる
3. 盛土は若干侵食されたが、安定性は保持

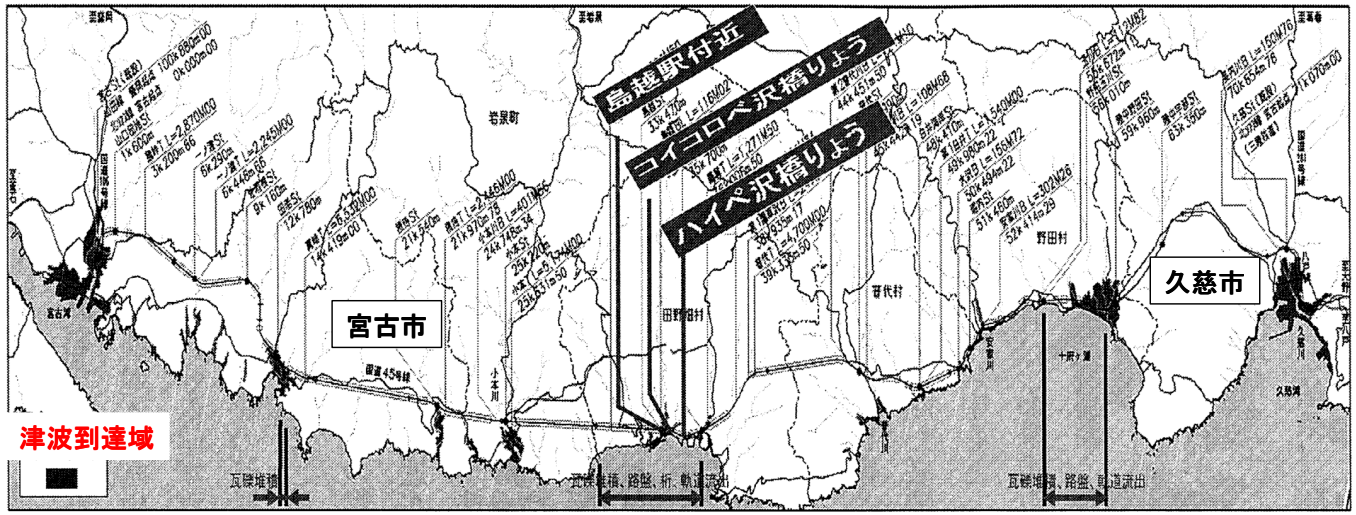
模型解体時に観察された
盛土の水平断面



桁、橋台、補強盛土本体、盛土のり面保護パネルの構造的一体化によって、
桁の流失と盛土の侵食破壊を効果的に防いでいる
⇒ GRS一体橋梁の津波耐力は非常に高い

これは、GRS一体橋梁の挙動を説明したものです。

桁、橋台、補強盛土本体、盛土のり面保護パネルが構造的に一体化されていることによって、桁の流失と盛土の侵食破壊が効果的を防いでいます。つまり、GRS一体橋梁の津波耐力は非常に高いことを示しています。



三陸鉄道　北リアス線　被災　（土木学会誌2012年5月号）→ 北

1975年までに、19601年チリ地震津波の被害を考慮して軌道位置を高くして建設

・それでも、この三か所は最も低くて海岸に最も近く、防潮堤は無かった

・最も激しい津波被害

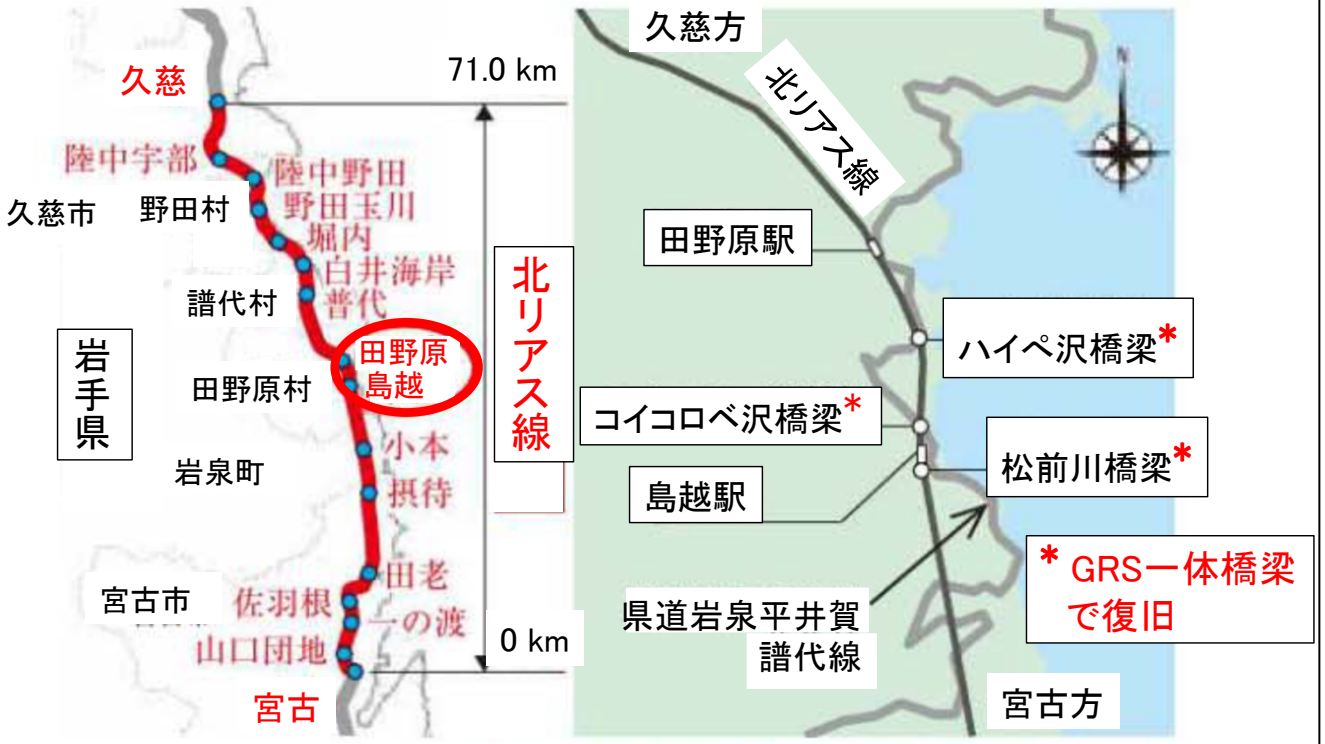
三陸鉄道北リアス線は、著しい津波の被害を受けました。

三陸鉄道は、この地震の35年前の1975年までに、1960年の三陸チリ地震津波の経験に基づき、軌道は海抜10 m程度以上の高い位置に建設された。

それでも、この三か所は、リアス式海岸の入り江であり、最も低くて海岸に最も近く、防潮堤は無かったため、津波の遡上高さは35mにも及ぶ場所もあり、最も激しい津波被害を受けました。

右下の写真は、島越一田野畑間ハイペ沢での橋梁の流失の跡です。

三陸鉄道で最も津波被害が激しかった箇所

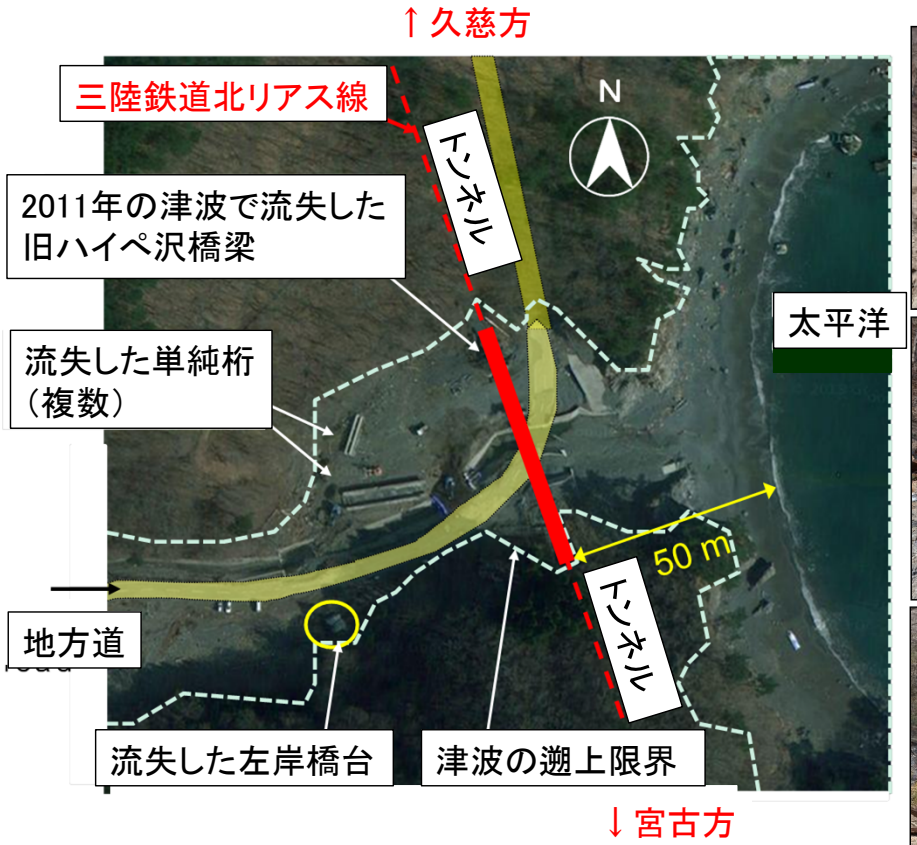


進藤良則(2015): 津波で被災した橋梁基礎を再利用したGRS一体橋梁の施工、雑誌基礎工、7月号, 54-57頁

ここに示す田野原駅の南の島越駅までのリアス式海岸の入り江と渓谷は、三陸鉄道で最も津波被害が激しかった場所でした。

＊印の橋梁は津波で流失して、GRS一体橋梁が建設されました。

ハイペ沢橋梁の被災状況



（鉄道運輸機構による）

これは、ハイペ沢の津波の状況と橋梁の被害を示しています。

津波の力の凄まじさが分かります。

ハイペ沢　2011年8月

これは、ハイペ沢の北からの写真です。道路橋と鉄道橋は、完全に流失しています。

ハイペ沢

2011年3月30日

太平洋

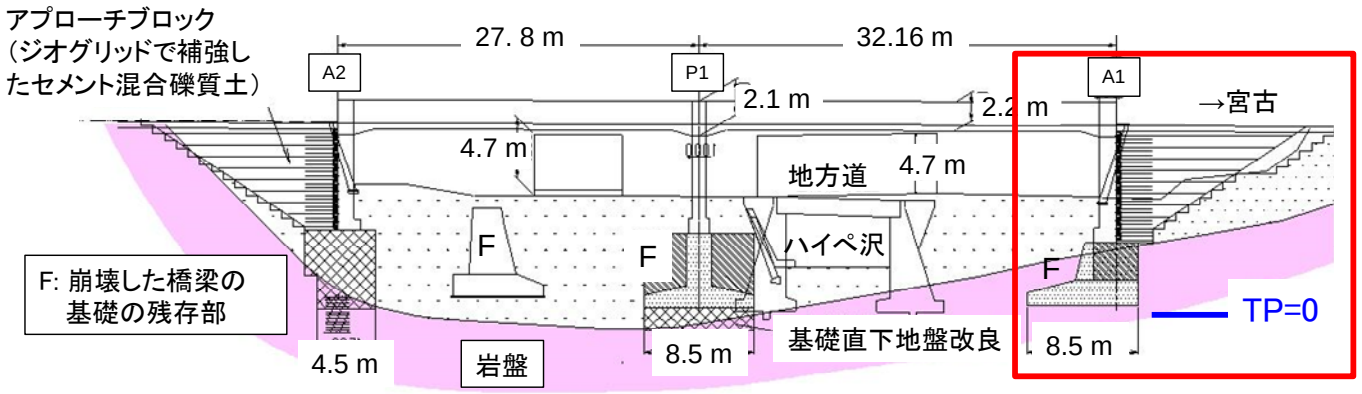
復旧後
GRS一体橋梁
2014年5月19日

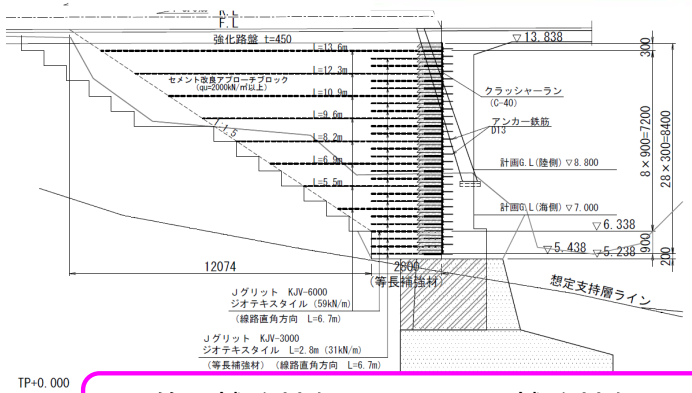
上の写真と同じ
アングルで撮影

上は、ハイペ沢の南からの写真です。道路橋と鉄道橋は、完全に流失しています。

下は、GRS一体橋梁で復旧したあとです。上の写真と同じアングルから撮影しています。

三陸鉄道岩手県島越ー田野畑間ハイペ沢橋梁
ジオテキスタイル補強土一体橋梁での復旧(2012～2014年度建設)





- 等長補強材を30kN/m; 長尺補強材を60kN/m
- 等長補強材3段ごとに長尺補強材を1段配置

これは、建設されたGRS一体橋を海岸に向かって見た場合の構造図です。

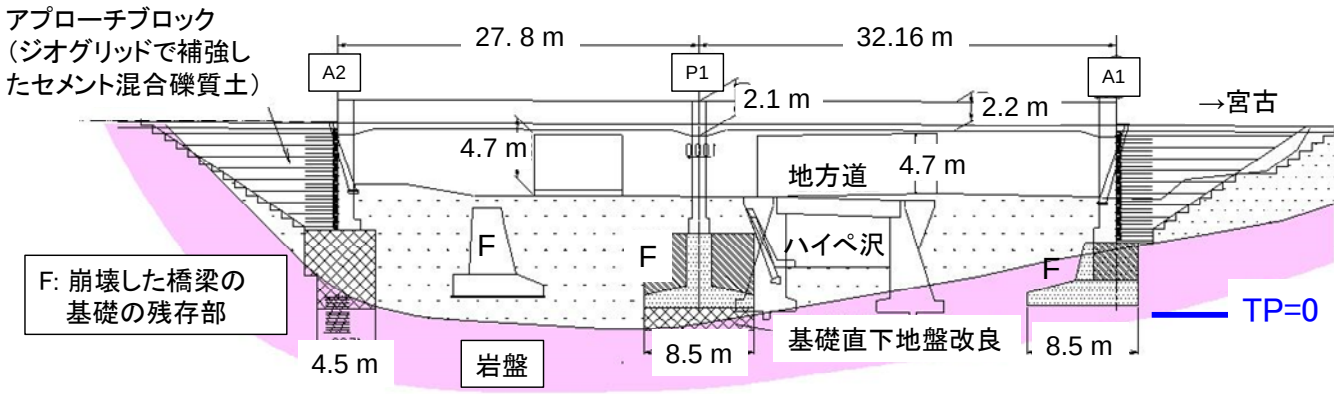
上の図の右下に海抜ゼロの高さを示してあります。

総スパン長は60mであり、これは、現在の所、スパンが最長のGRS一体橋梁です。

中央の橋脚は連続桁を中央で鉛直に支持しています。

下の図と写真は、上の構造図の右側の□の中のジオテキスタイル補強土盛土の橋台です。写真は、まだRCの壁面工を建設する前の状態です。

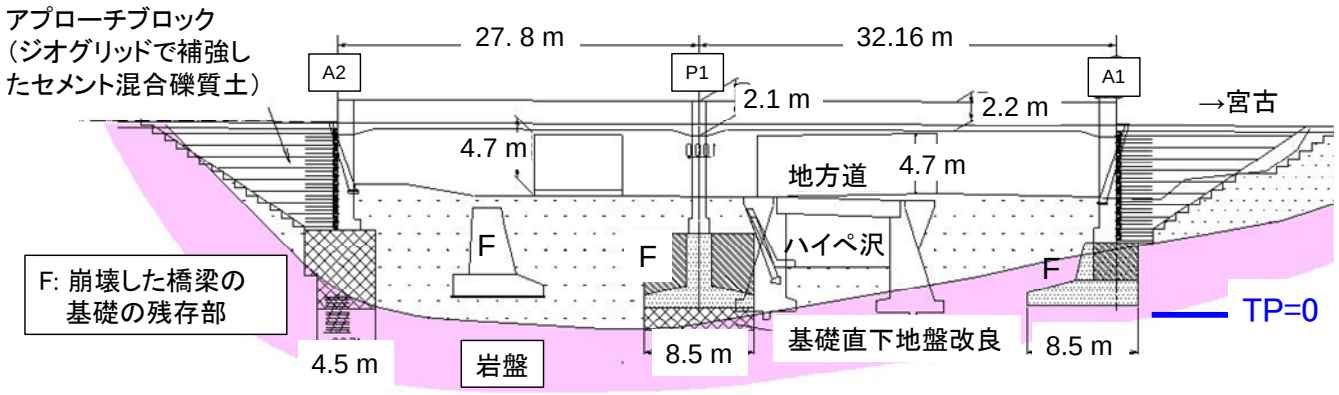
三陸鉄道岩手県島越ー田野畑間ハイペ沢橋梁
ジオテキスタイル補強土一体橋梁での復旧(2012～2014年度建設)



2013年6月19日

これは、左右のジオテキスタイル補強土盛土の橋台を建設した後、桁を建設しているところです。

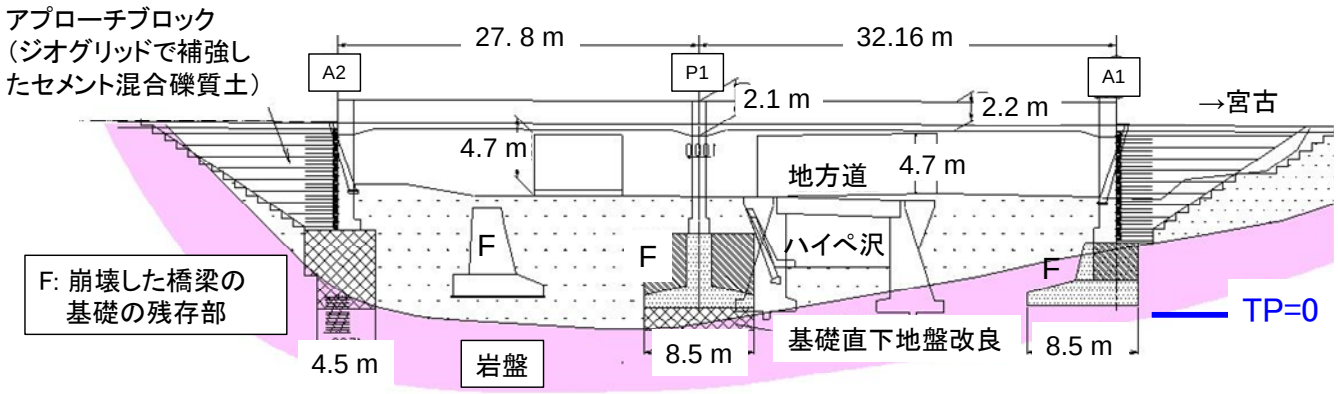
三陸鉄道岩手県島越ー田野畑間ハイペ沢橋梁
ジオテキスタイル補強土一体橋梁での復旧(2012～2014年度建設)



2013年8月23日

これは、桁とRC壁面工を建設しているところです。

三陸鉄道岩手県島越ー田野畑間ハイペ沢橋梁
ジオテキスタイル補強土一体橋梁での復旧(2012～2014年度建設)



2014年4月6日

桁とRC壁面工を連結して、橋梁が完成したところです。

これは、一番電車が通過しているところです。

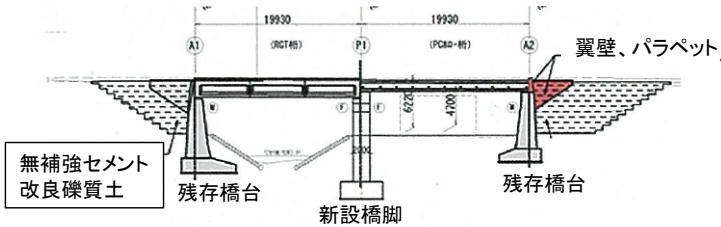
コイコロベ沢

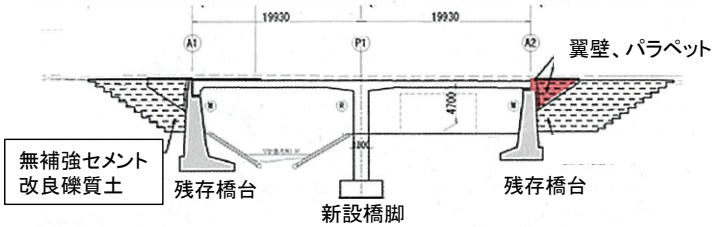
2011年3月30日

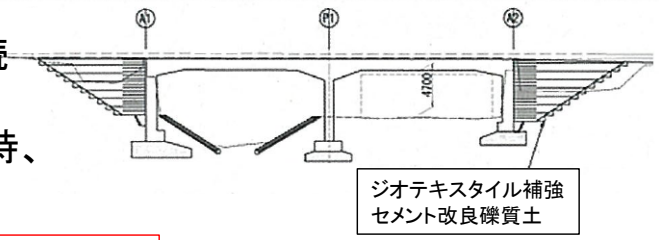
これは、コイコロベ沢の津波直後とGRS一体橋梁が完成した後の写真です。

コイコロベ橋梁の復旧計画での三候補の比較

	コスト	耐震安定性	対津波安定性
2スパン単純桁橋梁（旧橋梁形式：支承で桁支持、盛土無補強）	高	低	低
単一連続桁橋梁（両端支承支持、盛土無補強）	高	中間	低
GRS一体橋梁（連続桁、支承なし、中央橋脚による鉛直支持、盛土補強）	低	高	高







P最高、C/P最低　⇒ 採用

（鉄道運輸機構による）

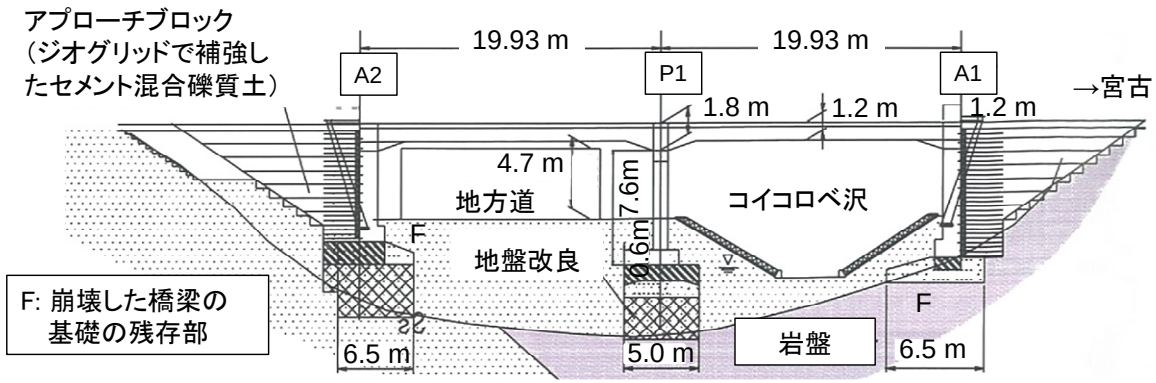
これは、コイコロベ沢の津波で流失した橋梁を復旧する際に比較した三つの橋梁形式です。

一番上は、原状の橋梁形式で、2スパンの単純桁で、桁を支承で支持して盛土は補強していませn。中央は、単一の連続桁です。いずれも、支承を用いて、盛土は補強していません。

一番下は、GRS一体橋梁です。支承を用いておらず、盛土は補強しています。

コスト、耐震安定性、対津波安定性のいずれでもGRS一体橋梁が優れており、費用便益比が最低であるこから、GRS一体橋梁で強化復旧することが決定されました。

三陸鉄道岩手県島越一田野畑間コイコロベ沢橋梁
ジオテキスタイル補強土一体橋梁での復旧(2012～2014年度建設)

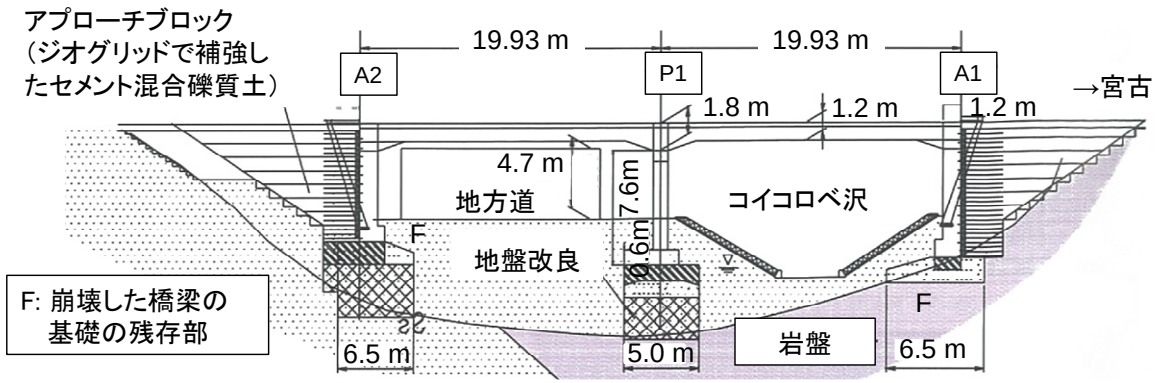


2013年6月19日

これは、コイコロベ沢のGRS一体橋梁です。

左右のジオテキスタイル補強土の橋台と、長さ40 mの連続桁を中央で鉛直に支持する橋脚を建設した所です。

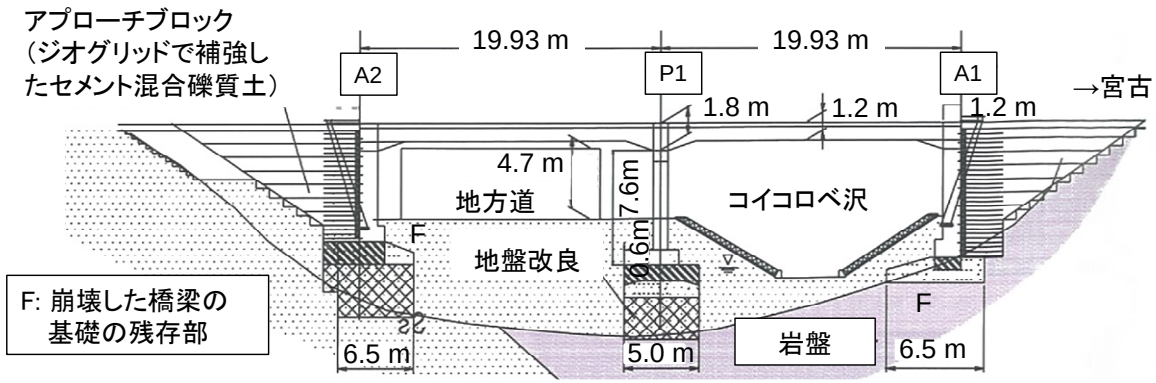
三陸鉄道岩手県島越ー田野畑間コイコロベ沢橋梁
ジオテキスタイル補強土一体橋梁での復旧(2012～2014年度建設)



2013年8月23日

これは、桁とRC壁面工を建設しているところです。

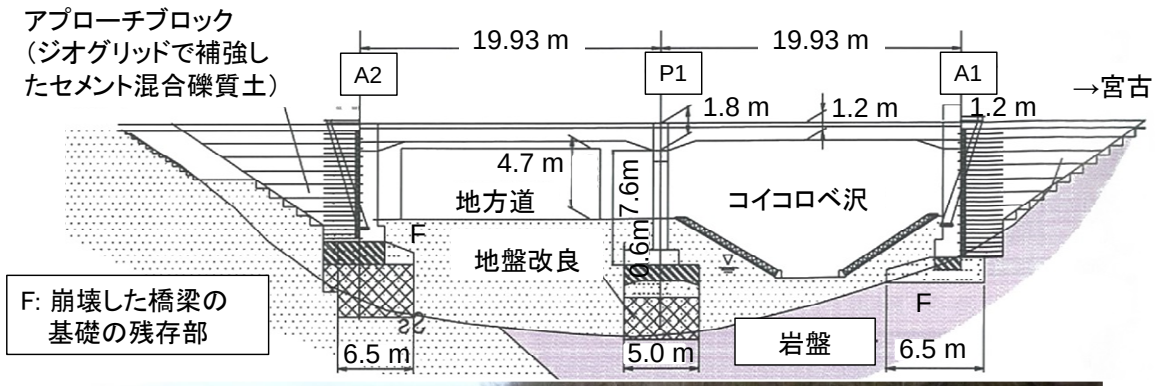
三陸鉄道岩手県島越ー田野畑間コイコロベ沢橋梁
ジオテキスタイル補強土一体橋梁での復旧(2012～2014年度建設)



2013年11月3日

桁とRC壁面工を連結したあとです。橋台の側面の壁面工はまだ建設していません。

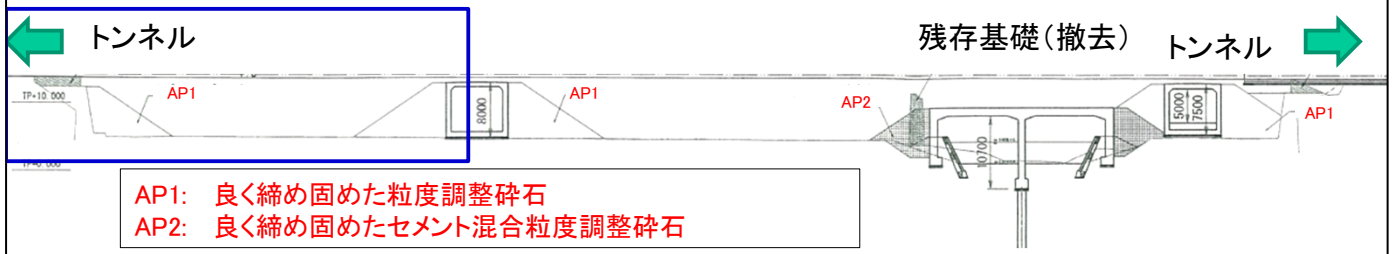
三陸鉄道岩手県島越ー田野畑間コイコロベ沢橋梁
ジオテキスタイル補強土一体橋梁での復旧(2012～2014年度建設)



2014年4月6日

橋梁が完成して、一番電車が通過しているところです。

三陸鉄道北リアス線島越駅周辺： 住民の要望により、高架橋を防潮堤としての盛土に変更、GRS一体橋梁も建設



AP1:　良く締め固めた粒度調整砕石
AP2:　良く締め固めたセメント混合粒度調整砕石

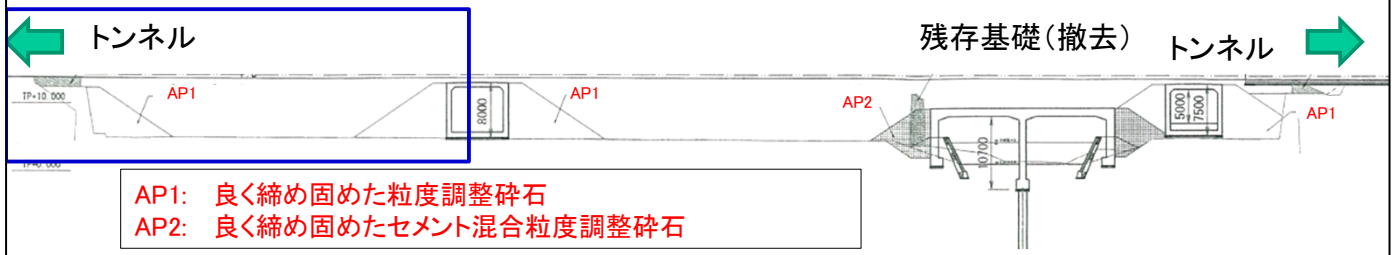
陸側から

2011年3月30日

三陸鉄道北リアス線島越駅周辺のRC高架橋は、津波で崩壊しました。

住民の要望によって、防潮堤としても機能する盛土に変更されました。

三陸鉄道北リアス線島越駅周辺： 住民の要望により、高架橋を防潮堤としての盛土に変更、GRS一体橋梁も建設



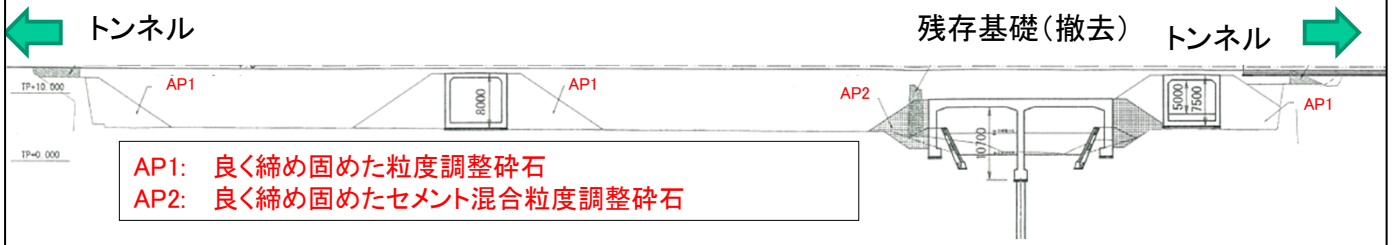
AP1:　良く締め固めた粒度調整砕石
AP2:　良く締め固めたセメント混合粒度調整砕石

2015年5月20日

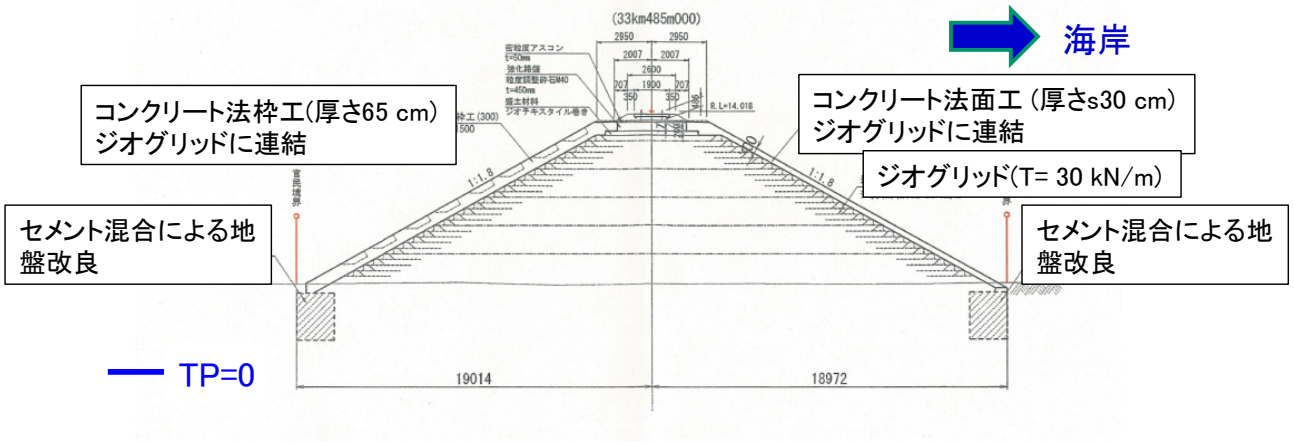
これが、防潮堤としても機能するジオテキスタイル補強した盛土です。ジオテキスタイル補強盛土の上で列車運行を再開した所であり、のり面工を施工している状態です。

列車の後ろの茶色の木々は、津波によって変色したものです。津波の高さが如何に高かったかが分かると思います。

三陸鉄道北リアス線島越駅周辺： 住民の要望により、高架橋を防潮堤としての盛土に変更、GRS一体橋梁も建設



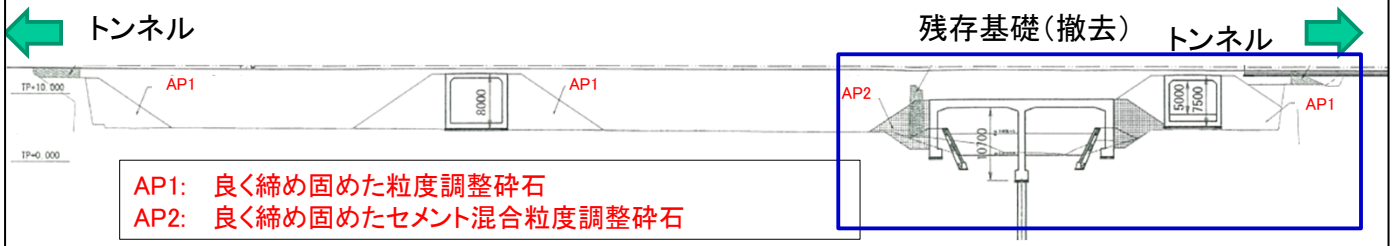
典型的な盛土断面



これが、防潮堤としても機能するジオテキスタイル補強した盛土の断面図です。

耐震性が高いだけではなく、コンクリートのり面工は補強材に連結されているので、越流した津波による法尻の洗堀と引き離し力によって不安定化しないので、盛土の侵食を防止できます。

三陸鉄道北リアス線島越駅周辺： 単純支持の橋梁も津波で流失　⇒　GRS一体橋梁で強化復旧



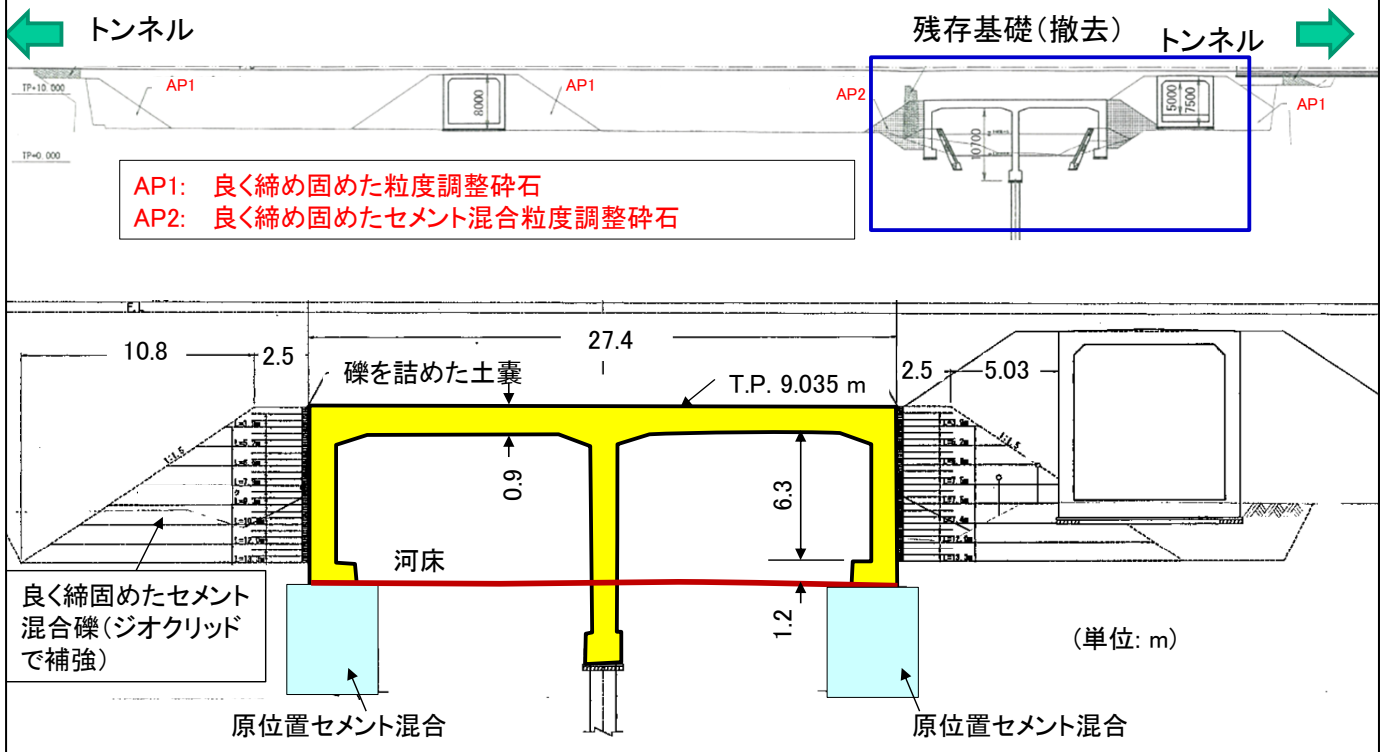
AP1:　良く締め固めた粒度調整砕石
AP2:　良く締め固めたセメント混合粒度調整砕石

海側から撮影

2011年3月30日

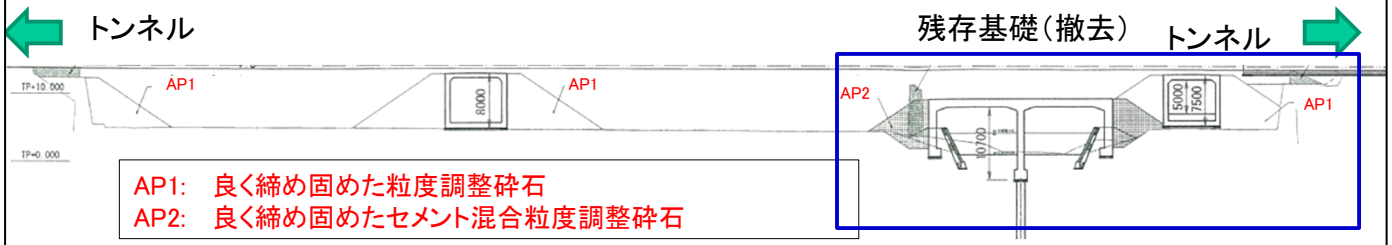
三陸鉄道島越駅では、津波によって単純桁橋梁が完全に流失しました。

三陸鉄道北リアス線島越駅周辺： 単純支持の橋梁も津波で流失　⇒　GRS一体橋梁で強化復旧



これは、GRS一体橋梁で強化復旧したことを示す図です。

三陸鉄道北リアス線島越駅周辺： 単純支持の橋梁も津波で流失　⇒　GRS一体橋梁で強化復旧



AP1:　良く締め固めた粒度調整砕石
AP2:　良く締め固めたセメント混合粒度調整砕石

GRS一体橋梁

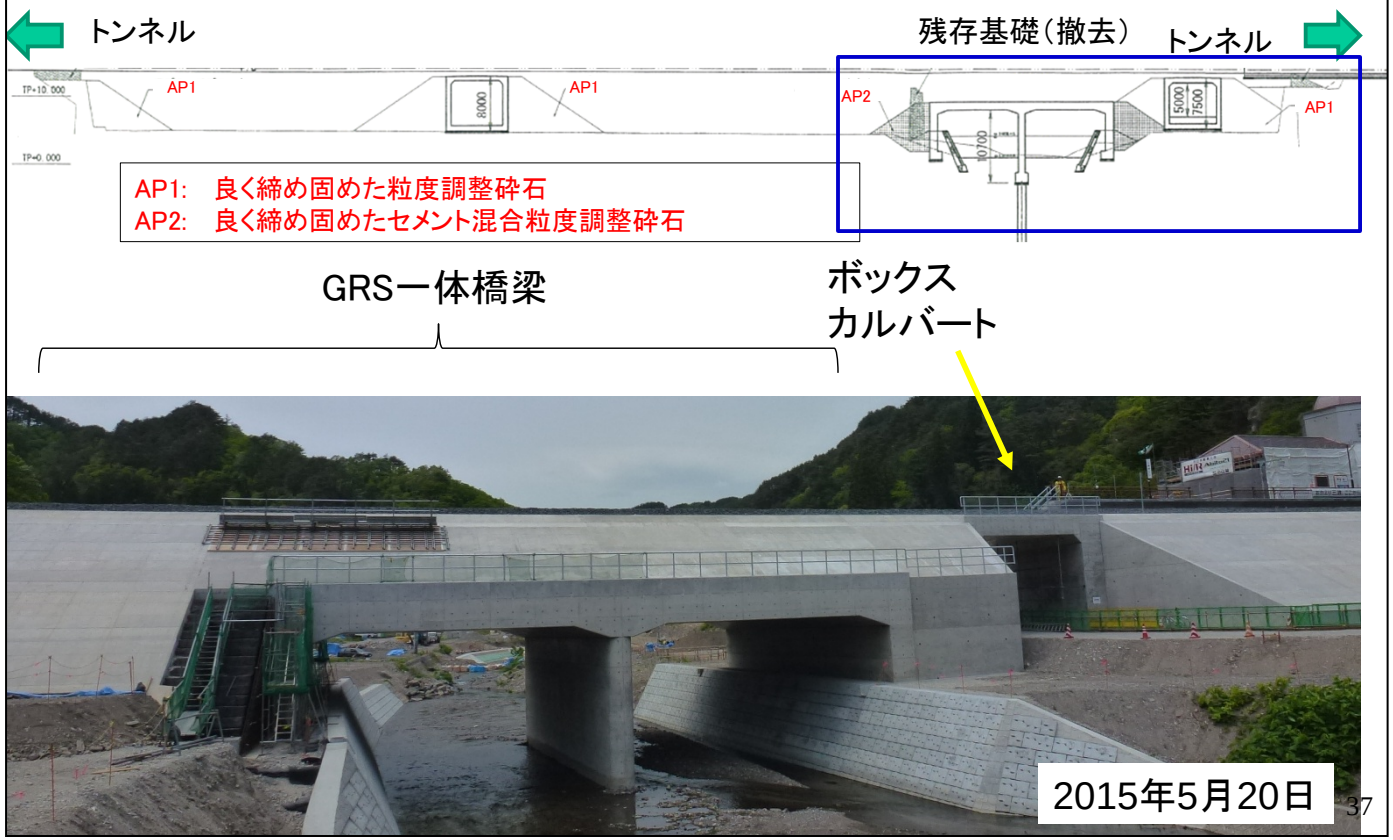
ボックス
カルバート

崩壊した橋梁の
橋台（撤去）

2013年6月19日 36

GRS一体橋梁の建設中であり、まずジオテキスタイル補強土の橋台を建設しています。

三陸鉄道北リアス線島越駅周辺： 単純支持の橋梁も津波で流失　⇒　GRS一体橋梁で強化復旧



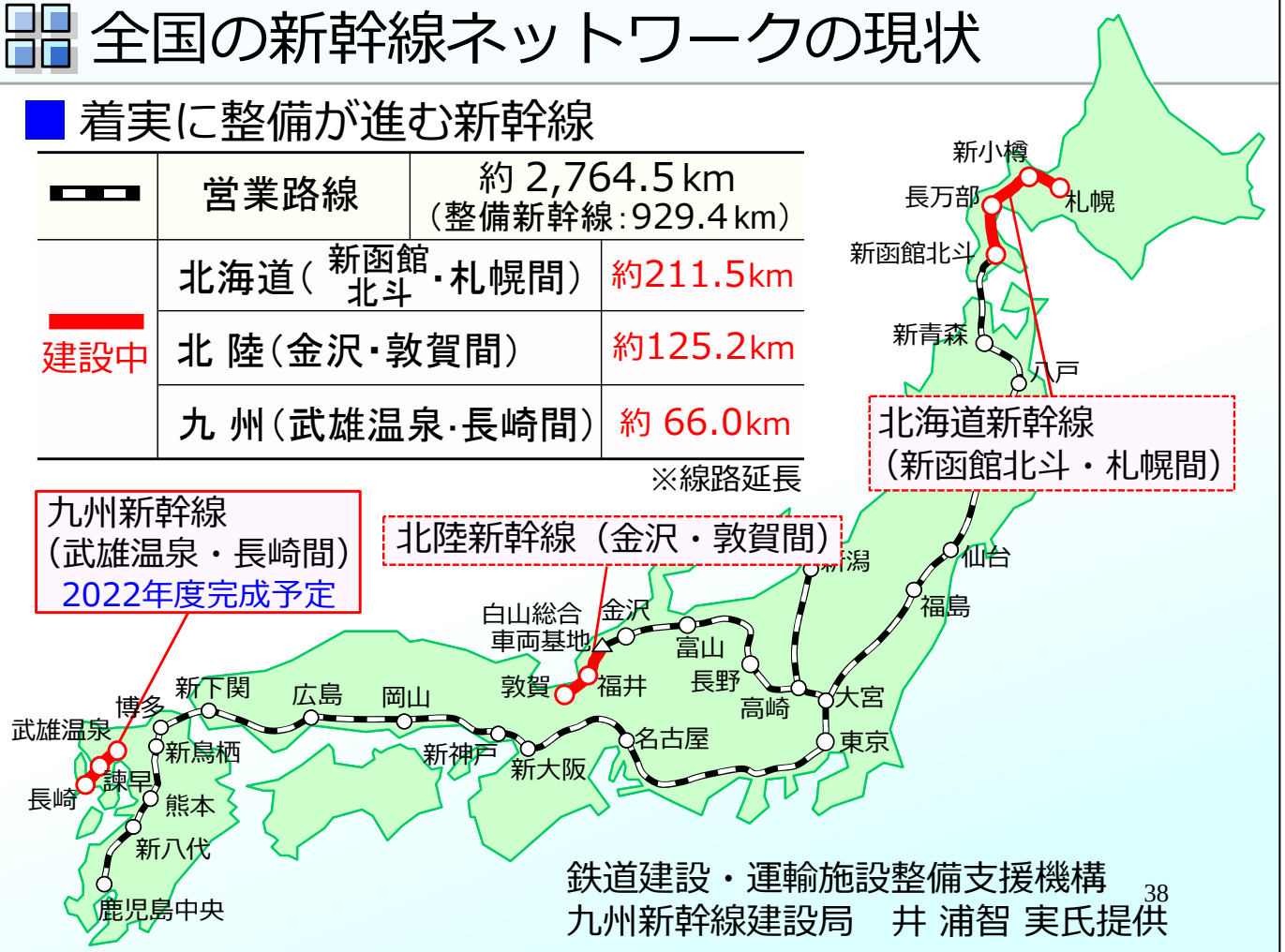
これは、完成したGRS一体橋梁です。

全国の新幹線ネットワークの現状

着実に整備が進む新幹線

	営業路線	約 2,764.5 km （整備新幹線：929.4 km）
建設中	北海道（新函館北斗・札幌間）	約211.5km
	北 陸（金沢・敦賀間）	約125.2km
	九 州（武雄温泉・長崎間）	約 66.0km

※線路延長

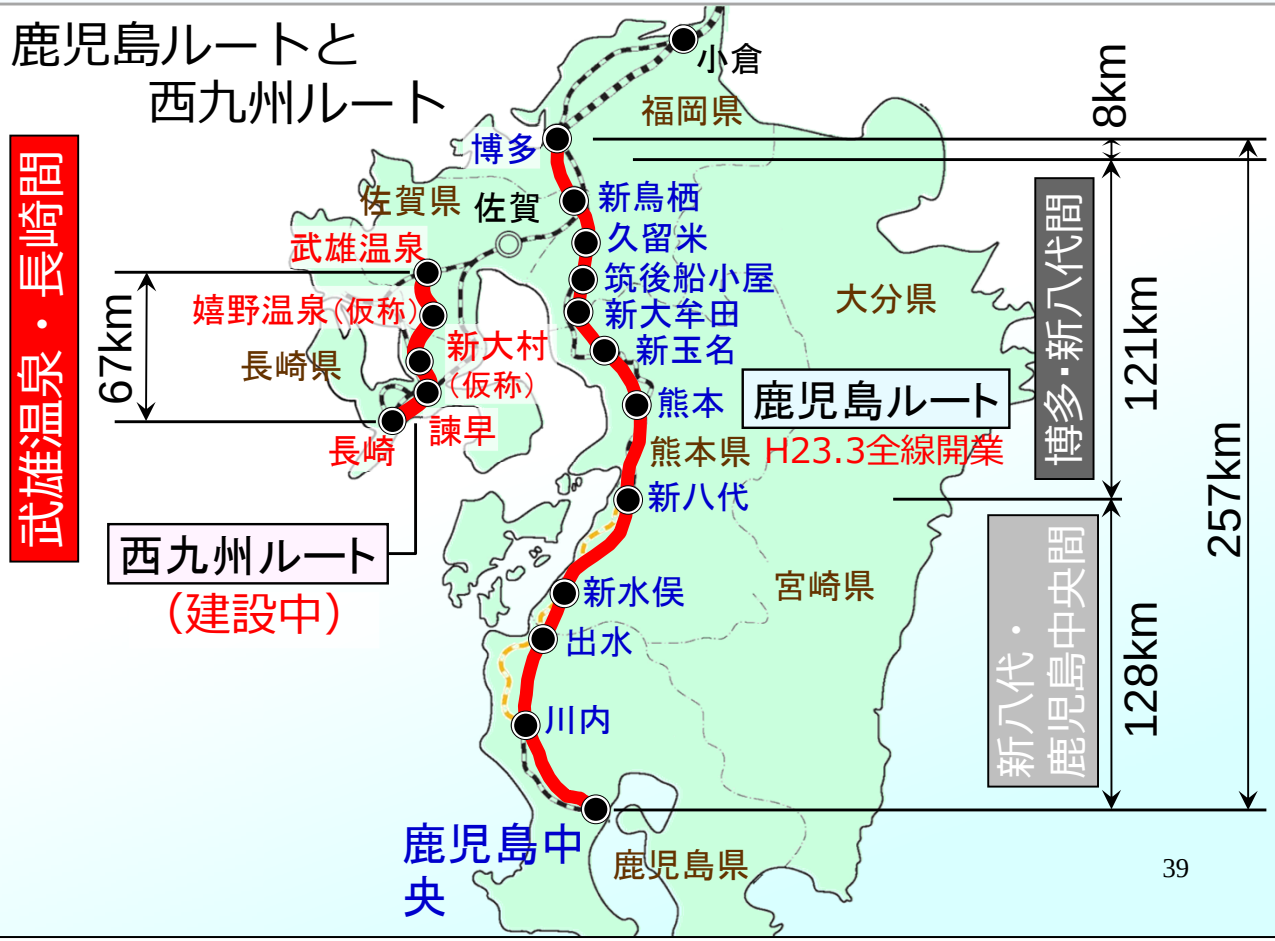


鉄道建設・運輸施設整備支援機構
九州新幹線建設局　井 浦智 実氏提供

前にも説明しましたが、GRS一体橋梁は、九州新幹線長崎ルートで7橋計画されて、数橋が完成し、残りは建設中です。

九州の新幹線ネットワーク

■ 鹿児島ルートと
西九州ルート

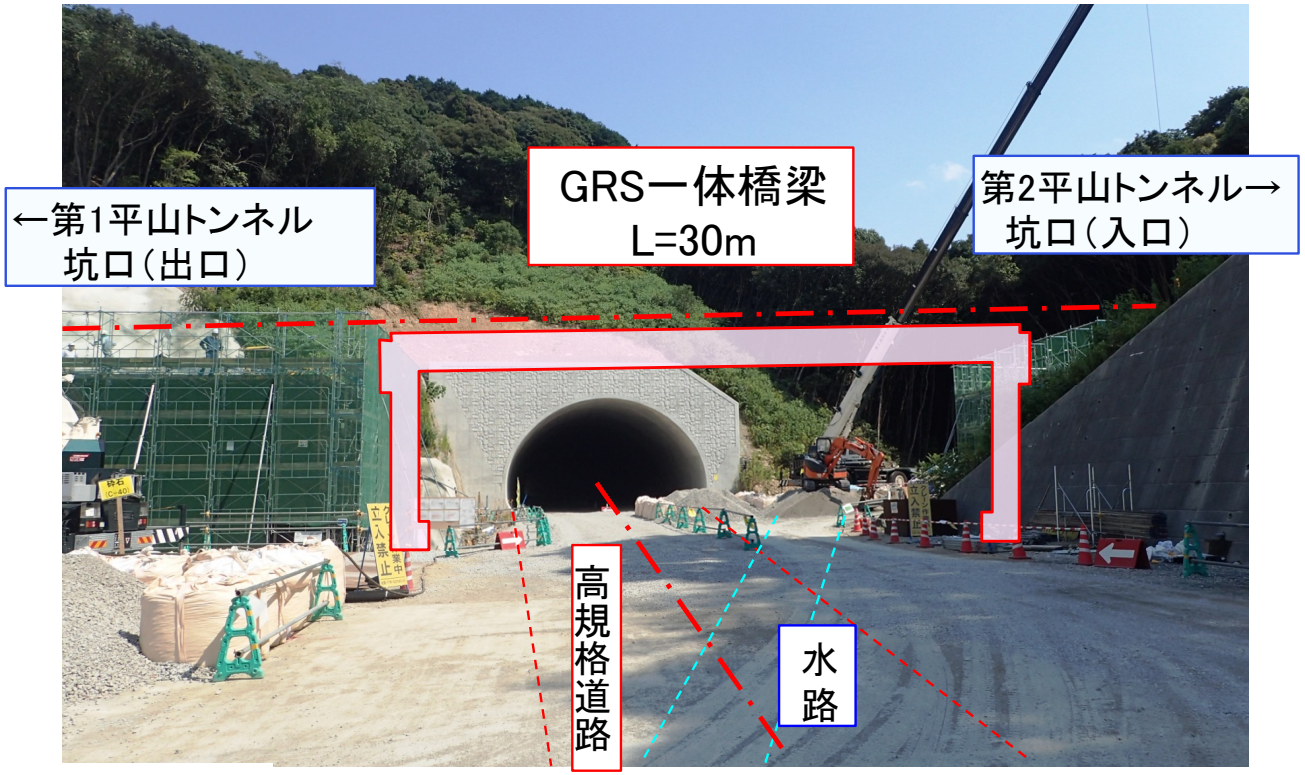


九州新幹線長崎ルートの詳細です。

原種架道橋(GRS一体橋梁)

鉄道運輸機構による

■ 4つのトンネルに挟まれた山間部



2017年1月24日

原種架道橋の施工箇所

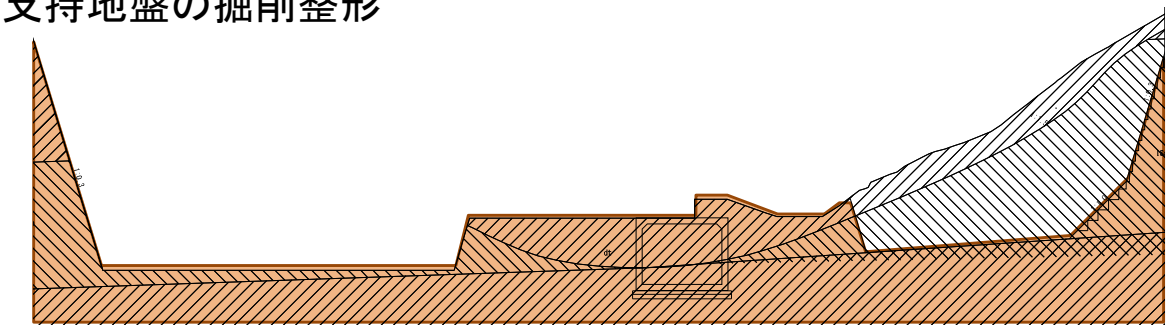
これは、原種で建設されたスパン30mのGRS一体橋梁です。

まず、一対のジオテキスタイル補強土の橋台が建設されています。

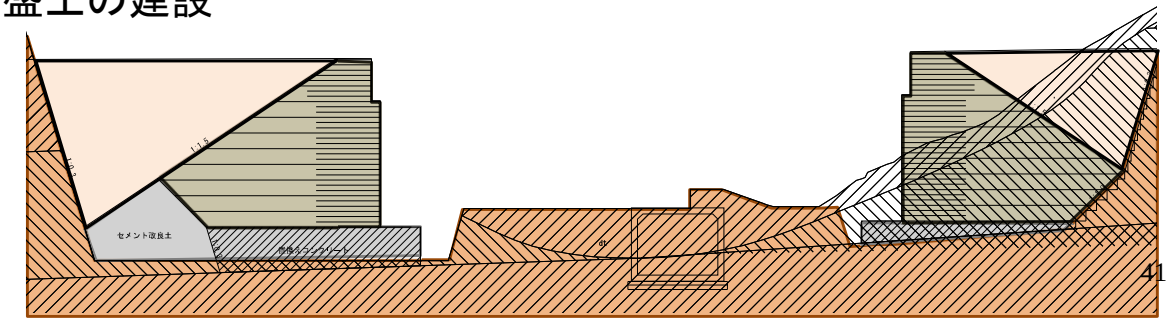
原種GRS一体橋梁, 2017年1月

建設法 - 1

(a) 支持地盤の掘削整形

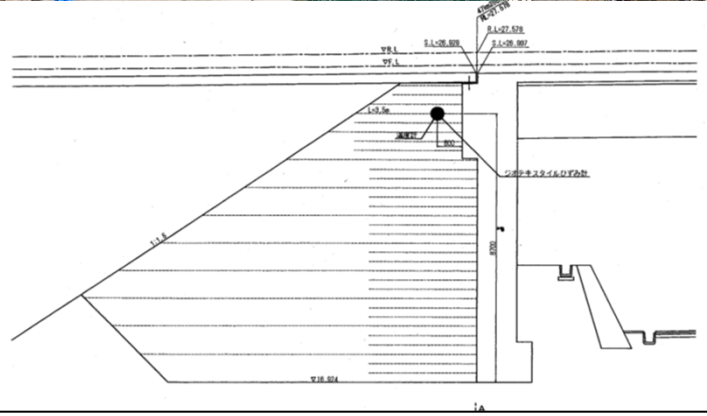


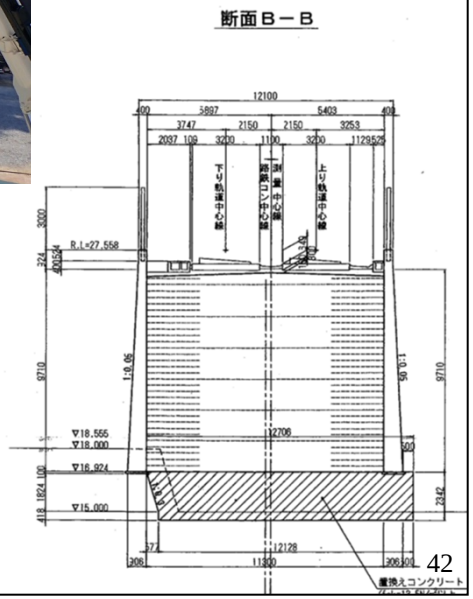
(b) ジオテキスタイルス補強したセメント改良盛土とその背後の取り付け盛土の建設



これは、前にも紹介しましたが、このGRS一体橋梁の建設の方法を説明したものです。

GRS一体橋梁一九州新幹線西九州ルート）原種架道橋（鉄道運輸機構による）





これは、左右のジオテキスタイル補強土の橋台が建設された状況です。RC壁面工はまだ建設してません。

PPC-T桁の現地製作状況

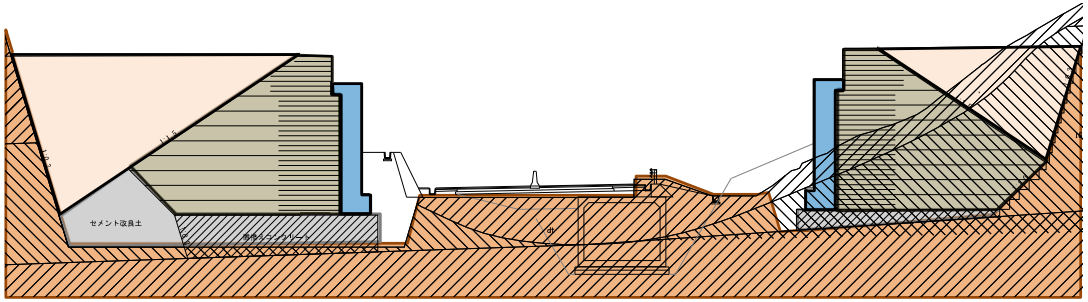
鉄道運輸機構による

これは、現地で桁を製作している所です。

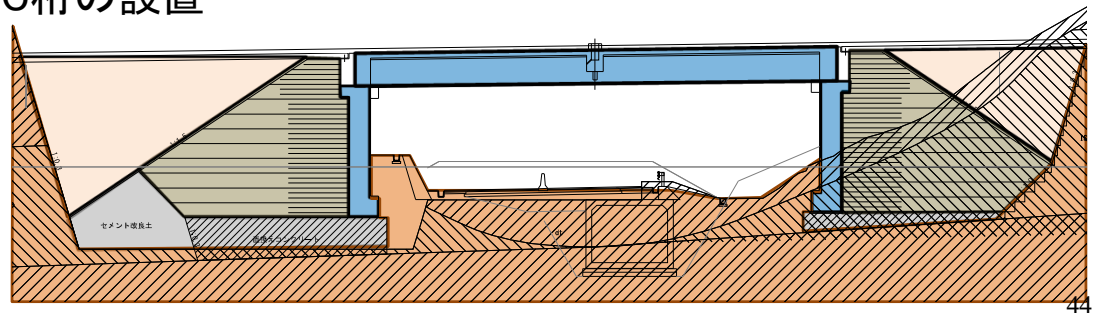
原種GRS一体橋梁, 2017年1月

建設法 - 2

(c) 支持地盤と盛土の変形が十分に完了してから、RC竪壁の建設



(d) PC桁の設置



壁面工を建設した後に、現地製作した桁の両端を壁面工に載せます。

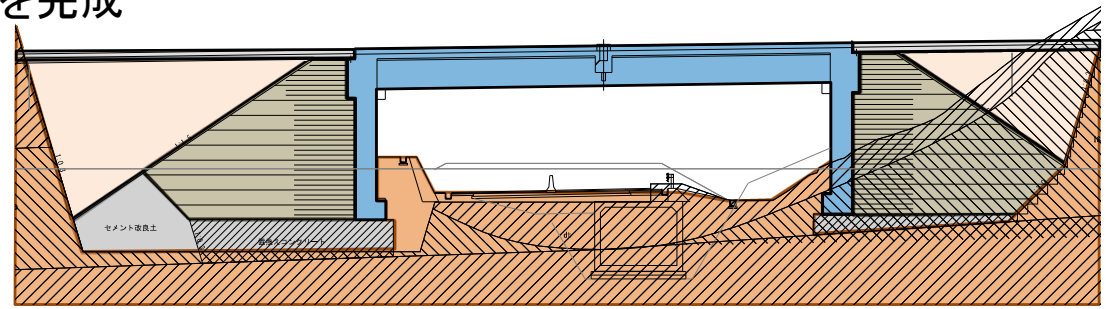
PPC-T桁を壁面工上端に設置した状況　鉄道運輸機構による

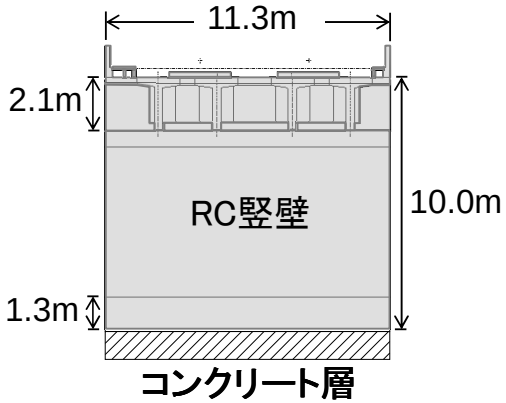
桁の両端を壁面工に載せて、連結しているところです。

原種GRS一体橋梁, 2017年1月

建設法 - 3

(e) 桁両端とRC竪壁との連結、その後床版等の建設により橋梁を完成





桁両端を壁面工（竪壁）の上端と連結し、床板、軌道等を建設して、橋梁が完成します。

完成したGRS一体橋梁（軌道等の工事を実施中）

連続RCスラブ軌道を建設しているところです。

完成したGRS一体橋梁

鉄道運輸機構による

完成したGRS一体橋梁です。

完成したGRS一体橋梁とGRSトンネル坑門　2019年2月

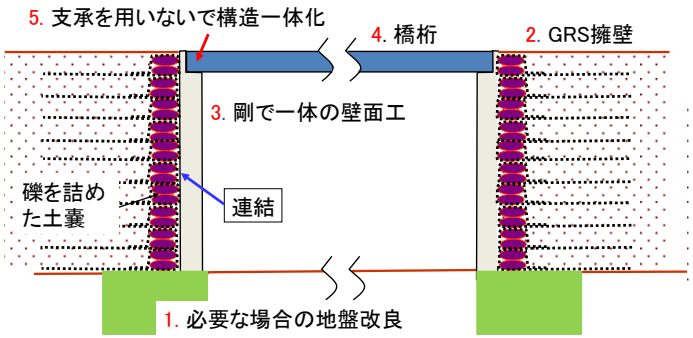
これは完成したGRS一体橋梁ですが、最後に、GRSトンネル坑門のことは前に説明しました。

GRS一体橋梁と支承で桁を支持するGRS橋台の選択

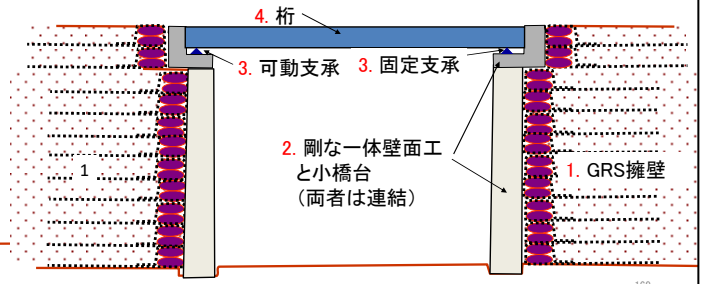
GRS一体橋梁は高次不静定構造物なので、桁・壁面工の連結後の橋台部の長期・地震時の残留沈下等が十分に小さいことが必要。この条件は、

- ●支持地盤が岩質、良く締まった礫質土層の場合は、容易に満足できる
- ●残留変位を小さくする必要がある場合の対応策： 必要に応じて、a)地盤改良; b)桁・壁面工連結前の補強盛土天端でのプレロード載荷
- ●軟弱地盤等で、これらの対策を行ってもこの条件を満足するのが難しい場合は、「静定構造物である一対のGRS橋台で支承を介して単純桁（あるいは連続桁）を支持する橋梁形式」の方が適切

GRS一体橋梁（数字は施工順序）



一対のGRS橋台で支承を介して単純桁を支持する橋梁（数字は施工順序）



最後に、GRS一体橋梁と支承で桁を支持するGRS橋台の選択の課題について説明します。

補強土工法による土構造物の復権と発展

A. 盛土補強土工法
1)擁壁の力学的原理と補強土擁壁
a)従来形式の擁壁は片持ち梁！補強土擁壁は？
b)ジオテキスタイル補強土擁壁の施工例
2)補強土工法のメカニズム
3) 剛な一体壁面工を持つジオテキスタイル補強土擁壁
a)剛な一体壁面工の効用
b)段階施工の効用
c)洪水・豪雨・津波と補強土
および地震被害とレベル2地震動を考慮した耐震設計
4) GRS橋台とGRS一体橋梁
a) 従来形式の橋梁の諸問題を解決
b) 低い建設費、高い維持管理性・耐震性/耐津波性
c)施工例

まとめ

B. 地山補強土工法

ここで、Aの盛土補強土工法のまとめをします。

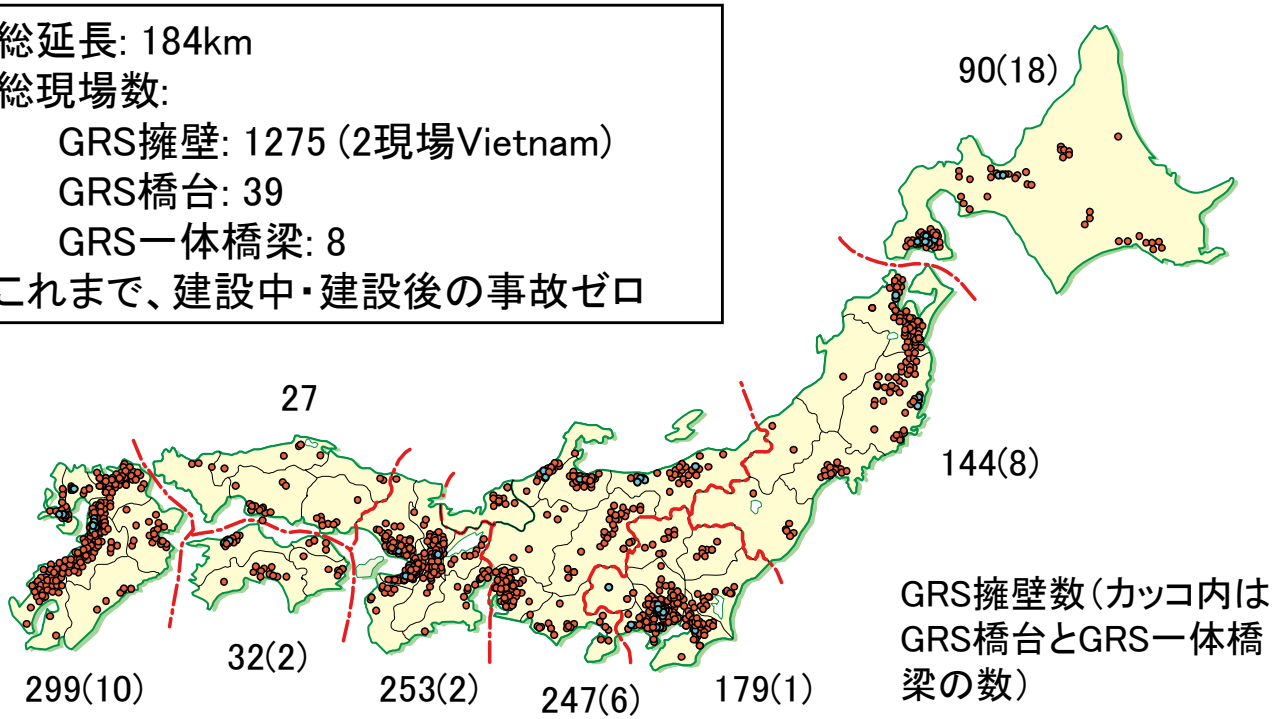
まとめ−1

・我が国の鉄道の新設の擁壁は、従来形式からジオテキスタイル補強土(GRS)擁壁に切り替わった。

・安定性の要求が極めて高く、許容変形が非常に小さい新幹線の土構造物も、GRS構造物が標準構造物になった。

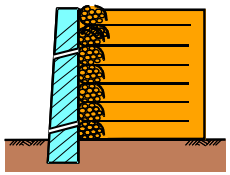
・最近は、多数の橋台と橋梁がGRS橋台（いわゆる耐震性橋台）とGRS一体橋梁に切り替わり始めてきた。

総延長: 184km
総現場数:
GRS擁壁: 1275 (2現場Vietnam)
GRS橋台: 39
GRS一体橋梁: 8
これまで、建設中・建設後の事故ゼロ



GRS擁壁数（カッコ内はGRS橋台とGRS一体橋梁の数）

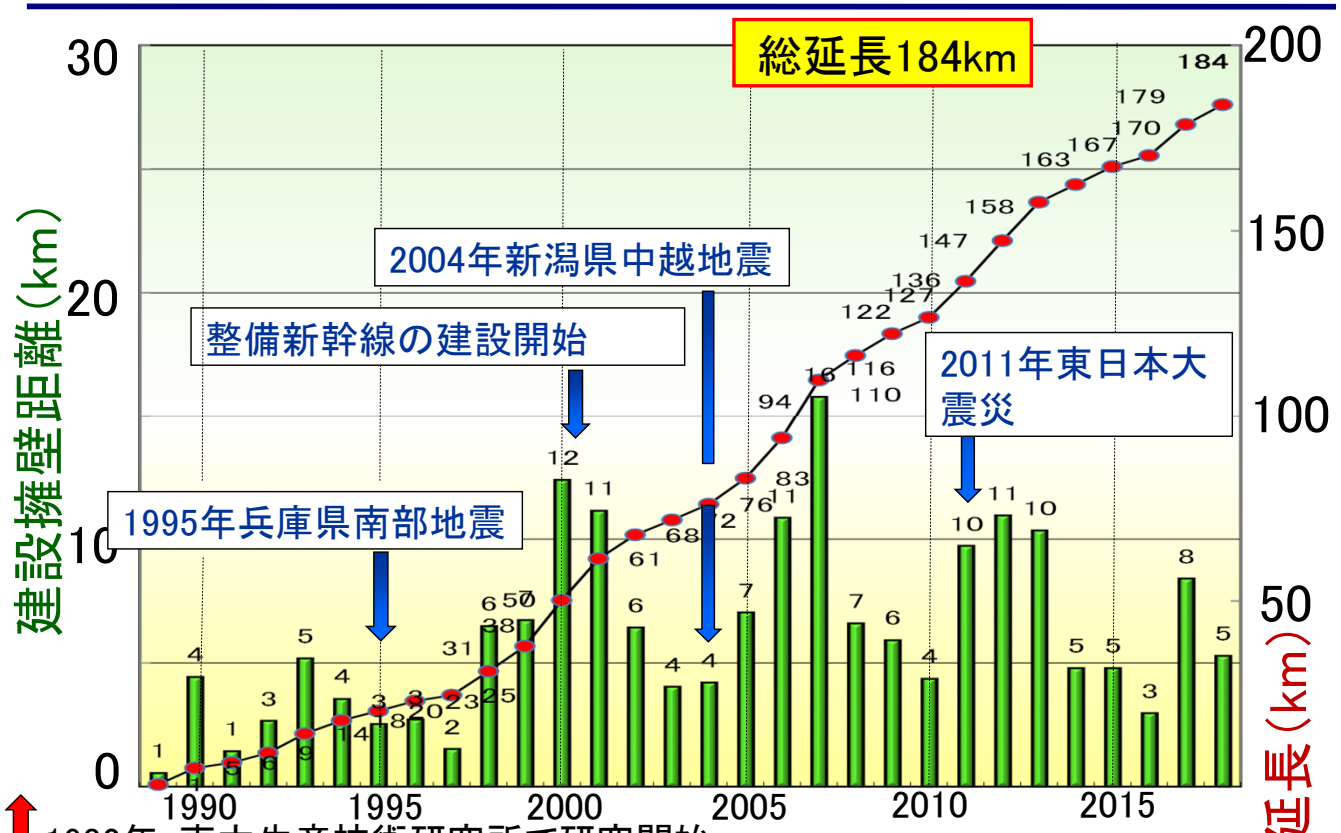
2019年4月までに建設された「段階施工で建設された剛な一体壁面工を持つジオテキスタイルス補強土擁壁」とGRS橋台、GRS一体橋梁



前頁のことは、この図からも分かります。

すなわち、これまでに建設されたジオテキスタイル補強土の擁壁と橋台などの建設位置を示しています。1,300近い建設箇所で、これまで建設中と建設後に問題を起こした事例はゼロです。

RRR工法によるGRS構造物の施工実績



1982年：東大生産技術研究所で研究開始
1988年：鉄道総合技術研究所で研究開始

また、これは、ジオテキスタイル補強土構造物の建設の歴史です。

毎年の建設距離と累計の建設距離を示しています。

1982年に東京大学生産技術研究所で基礎研究が開始され、1988年から鉄道総合技術研究所で応用研究が開始されて、1989年から実用化に移されてました。

今日まで、建設された構造物の総距離は184 kmに達しました。

この間、巨大地震が何回も起きましたが、これらのGRS構造物は一つも被害を受けていません。

まとめ-2

・我が国の鉄道の新設の擁壁は、従来形式からジオテキスタイル補強土(GRS)擁壁に切り替わった。

・安定性の要求が極めて高く、許容変形が非常に小さい新幹線の土構造物も、GRS構造物が標準構造物になった。

・最近は、多数の橋台と橋梁がGRS橋台（いわゆる耐震性橋台）とGRS一体橋梁に切り替わり始めてきた。

その背景は、適切に設計したGRS構造物は、

(1)地震・豪雨・洪水等自然災害に対する耐力が高いこと、

(2)建設が容易で工期が短く、直接建設費が従来工法よりも低いこと、

(3)橋台裏の沈下問題が解消し長期維持管理費が大幅に減少し、特に耐災設計をしたGRS構造物は耐災設計が不十分な従来形式の構造物よりもライフサイクルコストは確実に低いこと、

の三点が揃っていることが、実績で証明されてきたことである。

まとめ-3

この三つの特徴(1), (2), (3)は、

①**補強盛土と剛で一体の壁面工の構造一体化、**
GRS一体橋梁では**桁・壁面工・盛土の構造一体化**
による補強土構造物の安定性と剛性の向上

②構造一体化による安定化の**設計での考慮**

③補強盛土建設後に壁面工・桁を施工する**段階施工**

④土構造物でもレベルII設計地震動に対する**耐震設計**を標準とした
こと、

を根源としている。

以上の結果、「従来形式の擁壁・盛土・橋台などの土構造物」に対するGRS構造物の優位性が明確になった。

以上紹介した技術は、道路にも適用できる。

まとめ-4

補強土擁壁等の補強土構造物で生じる諸問題の主因は・・・

1. 補強土構造物と従来形式の土構造物に共通したこととして・・

a)盛土の不十分な締固め、

b) 支持地盤の不十分な処理による全体安定性の不足、壁面工の過度な変形

c)不十分な排水設備、

2. 補強土構造物に特有なこととして・・・

d)壁面工の外部荷重と水・火に対する不十分な耐力と
補強材/壁面工の間の不十分な連結強度、

など、である。

⇒①構造一体化, ②構造一体化の設計での考慮、③剛な一体壁面工の段階施工, ④耐震設計を通じて、d)の課題に対して直接的に対処できる。

また、a)～c)の課題に対しても、間接的に対処できる。

盛土補強工法全体に対してのまとめ

様々な形式の盛土補強工法:

盛土のり面
擁壁
橋台/桁と橋台が一体となった橋梁
その他(ボックスカルバート、トンネル坑口防護工など)

様々な使用目的と要求性能:

・道路、鉄道、宅地・商業地・工場等、ため池・フィルダム堤体、河川・海岸堤防、防潮堤など
・変形抑制、耐震性、洪水・豪雨・津波時(対洗堀・対侵食抵抗と遮水性・堤頂維持)

仮設構造物と本設構造物(本授業では、主に本設重要構造物を議論):

■ 本設重要構造物としての重要なポイント:

- 全ての形式の補強土構造物が優れている訳ではない
- 優れた補強盛土の構造物: 従来工法の盛土・擁壁と比較して、要求性能に対する機能とコストに関して総合的に優れている:

・安定性が向上 ＋ 建設費と長期維持管理費(あわせて、Life cycle cost)が低減し、費用便益比が向上
⇒L2地震動・洪水に対する安定性の確保、LCCの低減など設計条件が厳しくなるほど、より有利になる特徴があること
(建設費が低いことだけを特徴とする補強土構造物があるが、地震時・豪雨時に崩壊するなど各種問題を起こしている)

これは、盛土補強土工法全体に対するまとめです。

費用便益比 (Cost/Performance Ratio)：

より性能が高いが（つまり、higher performanceであるが）、より効率的な（性能に対してコストが低い、コストに対して性能が高い（つまりmore cost-effectiveな）補強土工法（より一般的には地盤改良工法）の開発が求められています。

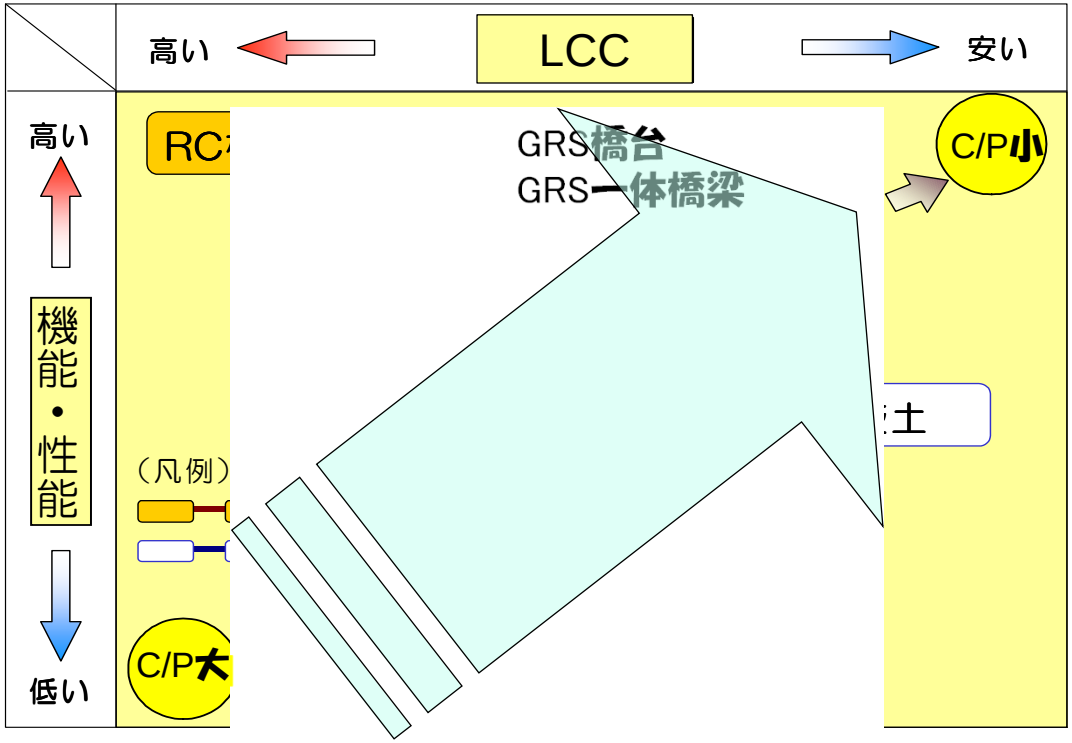
ここでは、この概念の説明をします。

これまで、費用便益比と言う用語を用いてきました。

つまり、より性能が高いが（つまり、higher performanceであるが）、より効率的な（性能に対してコストが低い、コストに対して性能が高い（つまりmore cost-effectiveな）補強土工法（より一般的には地盤改良工）の開発が求められています。

ここでは、この概念の説明をします。

より良い性能とより低いC/P比を目指して（ジオテキスタイル補強した土構造物の場合）-1



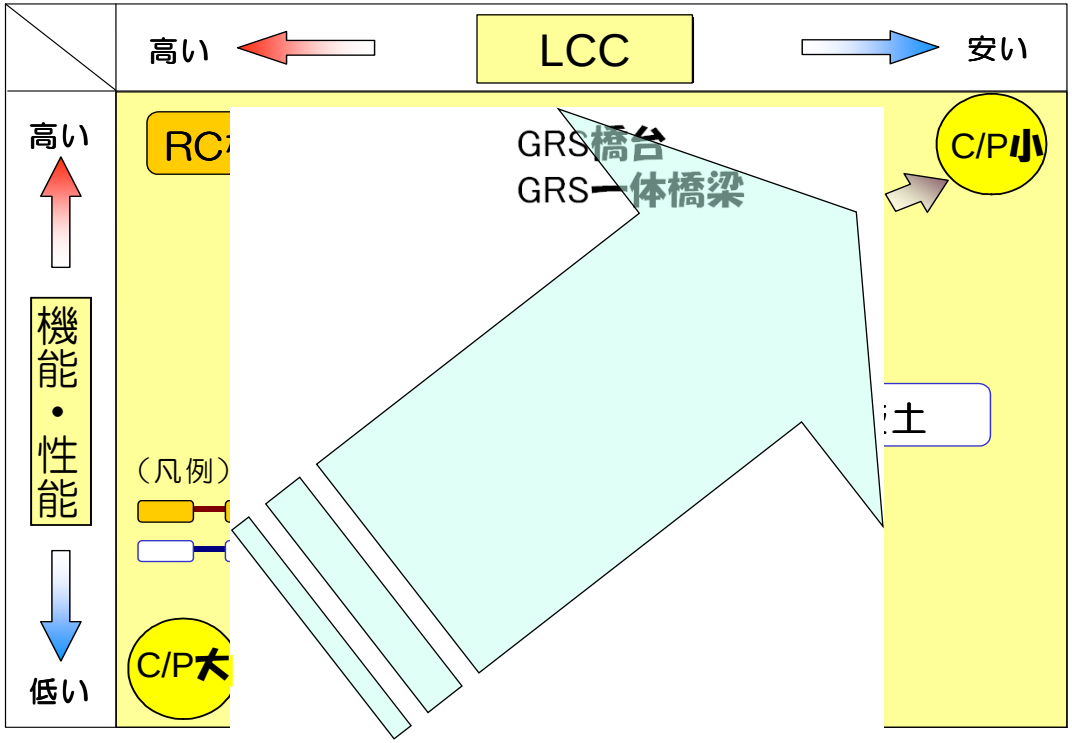
ジオテキスタイル補強土構造物を含め社会基盤構造物は、できるだけ高い機能を出来るだけ低い建設費で実現することが求められます。LCCは、建設費・維持費等のライフサイクルコストを意味します。

工法の選択に当って、機能だけ、あるいはコストだけを考慮するのではなく、費用便益比(C/P比)も考慮する必要があります。

左下に近いほど、性能が低いがLCCが高く、費用便益比(C/P比)が高い工法であり、採用してはいけません。

右上に近いほど、性能が高いがLCCが低く、費用便益比(C/P比)が低い工法であり、目指すべき方向です。

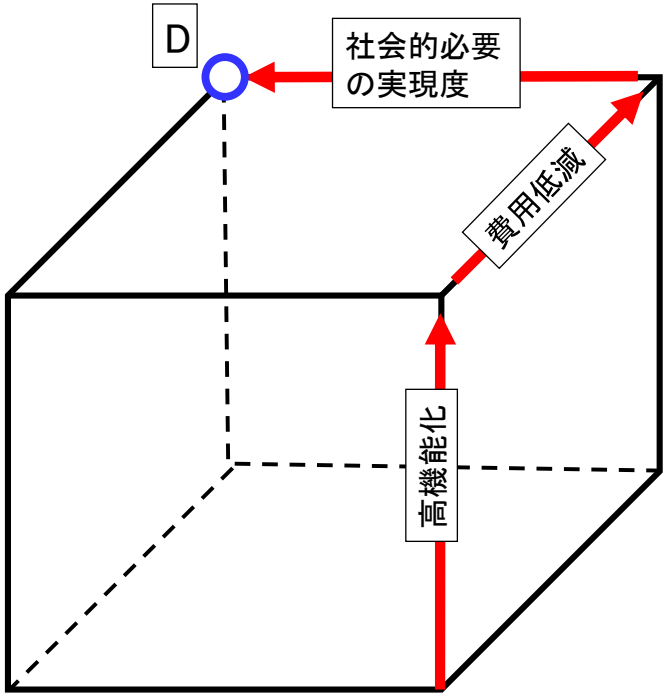
より良い性能とより低いC/P比を目指して（ジオテキスタイル補強した土構造物の場合）-2



左上から右下に向かう線は、費用便益比(C/P比)が同じである従来工法群であり、右下に行くほど性能は落ちるがLCCが低い工法であり、左上に行くほど性能は高いがLCCが高い工法です。したがって、性能だけを重視すると左上の工法を選択することになり、費用低減だけを重視すると右下の工法を選択することになります。

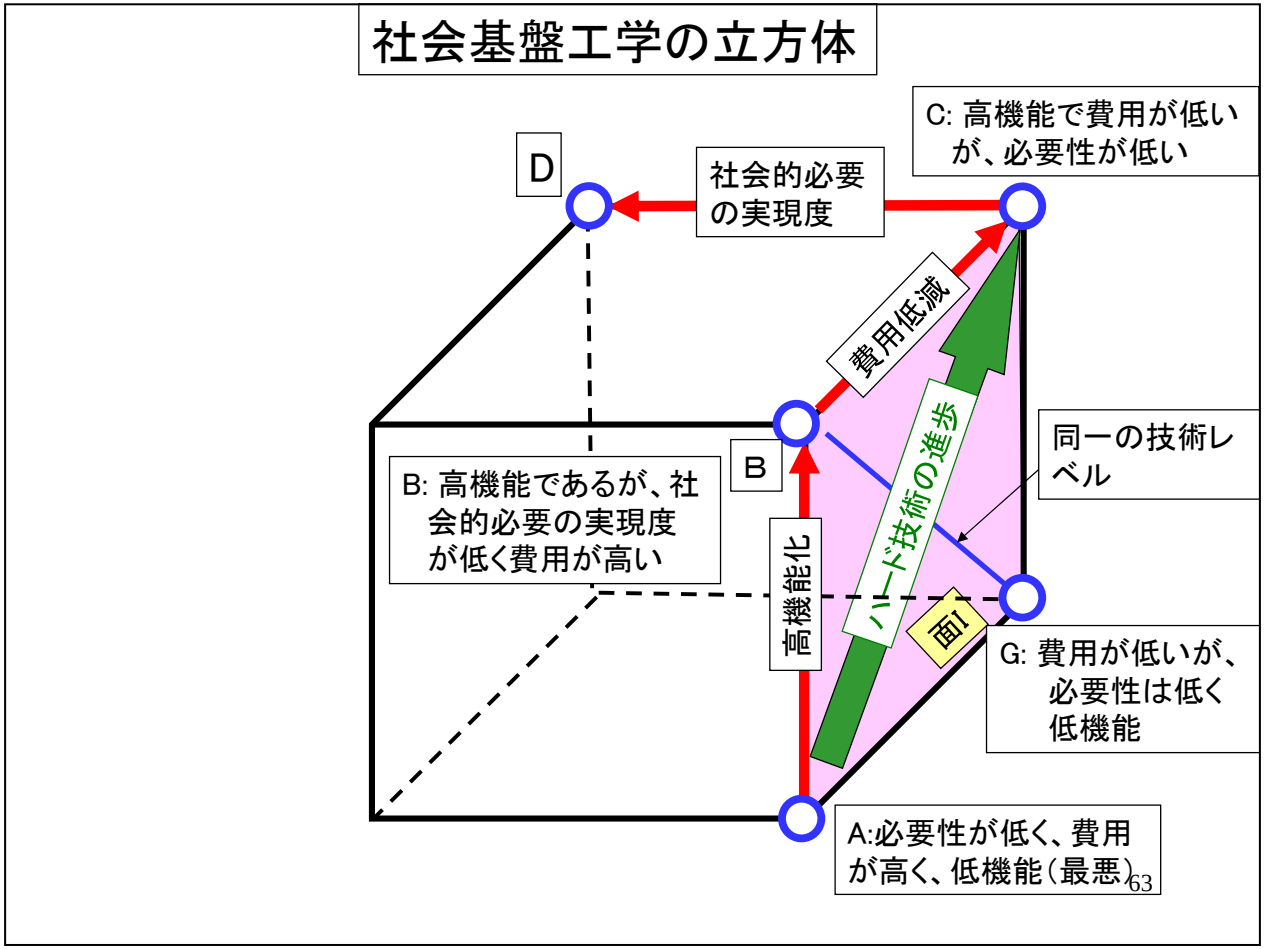
これに対して、ジオテキスタイル補強土構造物の技術は、全体として費用便益比(C/P比)が低いので、従来工法と比較すると、同じ機能ならばLCCは低くなり、同じLCCならば機能は高くなります。

社会基盤工学の立方体

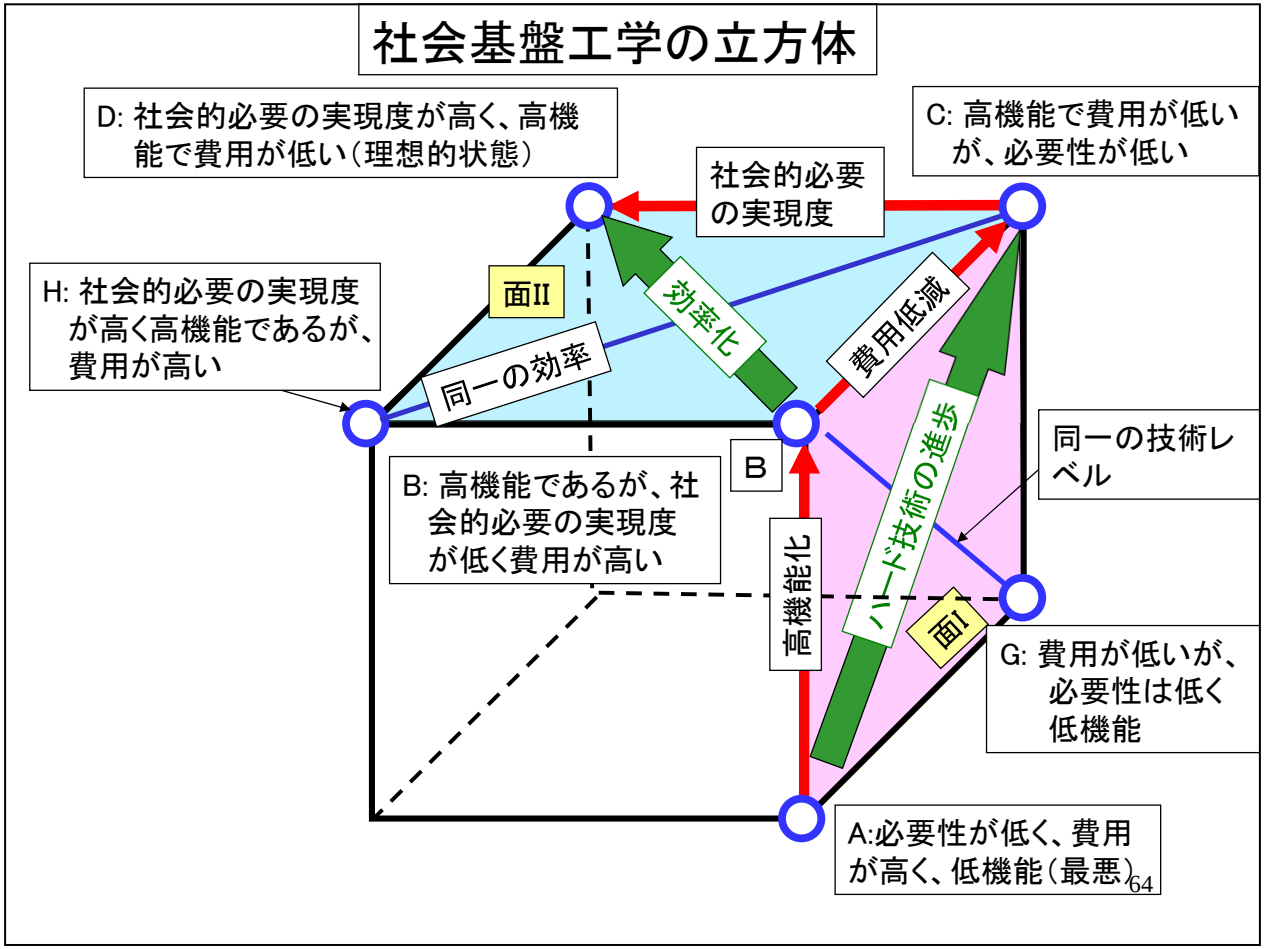


前頁の議論を、機能と費用の2軸に加えて「社会的必要の実現度」を加えた三軸で一般してみたものです。

目指すべきは、Dの状態です。ここでは、社会的に必要な社会基盤構造物が、高い機能を持ち、低い費用で実現されている状態です。



機能と費用の2軸の平面では、ハード技術の進歩によって点Cの状態に向かうことが目標です。



費用と社会的必要の実現度の2軸の平面では、必要なものを効率的に実現すると言うソフト技術の進歩によって点Dの状態に向かうことができます。

今回の講義でお話ししているは、Dの状態での社会基盤構造物の実現を目指して、まずCの状態に到達するためのハード技術としての補強土工法です。