



図10 新青森～新函館間の木古内で建設中の新幹線のGRS一体橋梁
(株)複合技術研究所 山田康裕氏撮影

6. おわりに

今回の大震災からの復旧・復興には、RRR工法のジオシンセティック補強土擁壁工法および切土補強土工法を活用できる。これらは既に多くの施工実績があり、その適用には新しい技術的課題はないであろう。一方、ジオシンセティック補強土工法

による防潮堤の実績はない。しかし、前述のように西湘バイパスでの実績がある。また、GRS一体橋梁も新しい工法であるが、既に実際に建設中である。これらの技術を活用することにより、復旧・復興がより効果的になるものと信じている。

【事務局便り】

平成23年度RRR工法技術講習会を開催いたします。

平成23年10月31日、仙台市において、技術講習会を開催いたします。

| 時間 | 内容 | 講師 |
|-------------|------------------------------------|-------------------------------|
| 13:00～13:05 | 開会の挨拶 | 清水建設(株) 川崎 廣貴氏 |
| 13:05～14:05 | 特別講演① 「耐震技術に関する最近の取り組み」 | (公財)鉄道総合技術研究所 構造物技術研究部長 福山 勝氏 |
| 14:05～15:05 | 特別講演② 「補強土工法による盛土構造物の復旧・復興への活用」 | 東京理科大学 教授 龍岡 文夫 先生 |
| 15:05～15:20 | 休憩 | |
| 15:20～15:50 | 東北地方におけるRRR工法の施工事例と今回の地震 | 東日本旅客鉄道(株) 工事管理室 瀧内 義男氏 |
| 15:50～16:20 | 東北新幹線におけるRRR工法の適用 | (独)鉄道・運輸機構 設計技術部 米澤 豊司氏 |
| 16:20～16:55 | RRR工法の施工例と耐震設計法 | (株)複合技術研究所 矢崎 澄雄氏 |
| 16:55～17:00 | 閉会の挨拶 | 協会事務局 岡本 正広 |

今年度も東京理科大学 龍岡文夫教授、ならびに(公財)鉄道総合技術研究所構造物技術研究部長の福山 勝氏の特別講演に引き続き、今回は特に、東日本旅客鉄道(株)の瀧内義男氏と鉄道・運輸機構の米澤豊司氏の両氏に、東北地方の在来線や新幹線に用いられた施工事例を紹介していただくと共に今回の地震の影響等について講演していただきます。

また本講習会は、JCCA(社)建設コンサルタンツ協会認定の建設系CPDプログラム(3.5ポイント)になっております。奮ってご参加下さい。

平成23年度定時総会を開催しました。



総会会場の様子

平成23年6月1日にホテルメトロポリタンエドモントにおいて、定時総会を開催致しました。

以下の議案はすべて原案とおり可決承認されました。

- ①平成22年度事業報告 ②平成22年度収支決算
- ③平成23年度事業計画 ④平成23年度収支予算

また、当日は総会に先駆けて理事会も開催されました。

【退会会社】

・退会2社(正会員：大和小田急建設(株)、準会員：JR東日本コンサルタンツ(株))

以上が報告されました。よって当協会会員は正会員34社、準会員23社、臨時会員1社 計58社となりました。

事務局が移転いたしました。

平成23年5月2日より、(株)複合技術研究所の移転に伴い、協会事務局も移転となりました。電話・FAX番号も新しくなっております。

住所：〒160-0004

東京都新宿区四谷1-23-6 協立四谷ビル5F

(株)複合技術研究所 内

電話：03-5368-4103 FAX：03-5368-4105

【御案内図】



2011年東日本大震災からの復旧・復興での補強土構造物

東京理科大学 土木工学科 龍岡文夫

1. はじめに

今回の震災は近代国家として我が国が受けた最大のものであり、それからの復旧・復興はまだ端緒に就いたばかりである。今回の震災でも多くの地盤災害が関係しており、地盤工学会は、それから教訓を学び、復旧・復興に貢献するための対応策を提案するために「地震時における地盤災害の課題と対策—2011年東日本大震災の教訓と提言—(第一次)」を2011年7月に印刷公表した。筆者は、副委員長としてまとめの作業に参加した。この提言の内容に沿って、ジオシンセティック補強土構造物に関する教訓と、復旧・復興におけるこの技術の重要性について、現在の段階での見解を纏めた。

2. ジオシンセティック補強土構造物

今後全体像が明らかになるであろうが、提言では壁面が剛で一体の壁面工ではないジオシンセティック補強土擁壁でも高い耐震性を示した幾つかの事例が報告されている。今回の地震の被害地域では、仙台付近、一ノ関付近、盛岡付近にはRRR工法による剛で一体の壁面工を持つジオシンセティック補強土擁壁及びそれを橋台とした構造物が少なからず建設されていたが、全て無被害であった。図1は、その一例である。既に、1995年阪神淡路大震災でこの形式のジオテキスタイル補強土擁壁の耐震性が高いことは証明されているが、今回再び証明された。



図1 東北本線名取川橋梁に隣接するジオシンセティック補強土擁壁 (RRR協会岡本正広氏撮影)

3. 巨大津波による被害と復旧・復興

一方、今回の大震災では、内陸型地震と異なり、東日本の太平洋沿岸部を襲った巨大津波による被害が甚大であった。この巨大津波に対して、地盤工学として二つの課題がある。

第一は、津波防御施設(防波堤・防潮堤は、海岸堤防・河口近くの河川堤防等)の設計・建設・維持の課題である。今回、これらの施設は津波高さが想定高さを超えるまでは機能していたが、その多くは津波高さがこれらの施設の高さを遥か超えてからの越流・浸食・洗掘等によって基礎地盤とともに崩壊した。

盛土形式の防潮堤は、表のり被覆工、天端被覆工、裏のり被覆工とコンクリート工で三面張りにしてある(図2)。しかし、越流した津波が下流側(陸側)の裏のり面を急速に流下する際に生じる強烈な揚力により、盛土に固定されていない天端被覆工(コンクリート工)と裏のり面の最上段の被覆工(コンクリート工)がまず剥ぎ取られ、そこから盛土の浸食が開始されて、やがて全断面が喪失したと思われる例が多かった。図3は、そのパターンの破壊が開始された状態の例である。筆者は、従来の盛土形式の防潮堤の構造上の最大の欠点は、三面張コンクリート工が固定されていなかったことではないかと考えている。

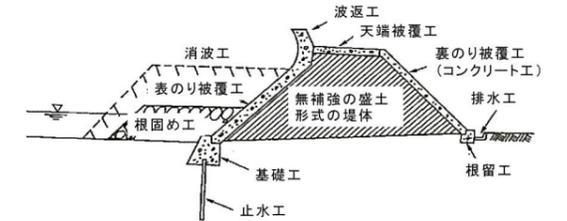


図2 防潮堤の概念図(海岸保全施設技術研究会編：海岸保全施設の技術上の基準・同解説、平成16年6月から)



図3 a)天端被覆工のコンクリートスラブと下流側裏のり面の最上段のコンクリート工がはぎ取られた防潮堤(大船渡市三陸町越喜来漁港付近)：b)天端被覆工のコンクリートスラブが移動し下流側裏のり面最上段の被覆工のコンクリート工がはぎ取られた防潮堤(宮古南津軽石付近)。これらの箇所の延長上では全断面が消失した箇所がある(筆者撮影)

第二は、津波防御施設以外の各種の社会地盤構造物の津波に対する耐力の確保の課題である。すなわち、i)津波耐力がある港湾施設と避難設備、河川堤防及び付帯設備(堰・水門・排水機場等)、ii)津波耐力がある道路・鉄道(橋梁・橋桁・背面盛土・橋台・基礎(洗掘に強い基礎)、盛土：津波による浸食、洗掘、

【編集委員会名簿】

委員長：今村眞一郎(西松建設(株)) 幹事：田村幸彦(株)複合技術研究所) 事務局：岡本正広(株)複合技術研究所)

委員：田島 直毅(前田建設工業(株))・鎌田英樹(株)クラレ)・西村 淳(三井化学産資(株))

【協会事務局】

〒160-0004 東京都新宿区四谷1-23-6 協立四谷ビル5F (株)複合技術研究所 内

電話 03-5368-4103 FAX 03-5368-4105 ホームページ・アドレス <http://www.RRR-SYS.GR.JP>

流出の防止策、例：補強土工法による越流に強い堤体）、iii）津波に対する街作りに応じた路線選定と適切な構造的対応（例：高規格の道路・鉄道盛土等）の課題である。この中で、ii）での津波に対する耐力のある橋梁については、5. でまた触れる。

4. 多重津波防御施設と居住地高台移転の構想への地盤工学技術の適用

以下は、提言に沿った纏めである。

巨大津波による被害を防ぐためには、津波防御施設と避難システムとともに、多重津波防御施設と居住地高台移転が有効で

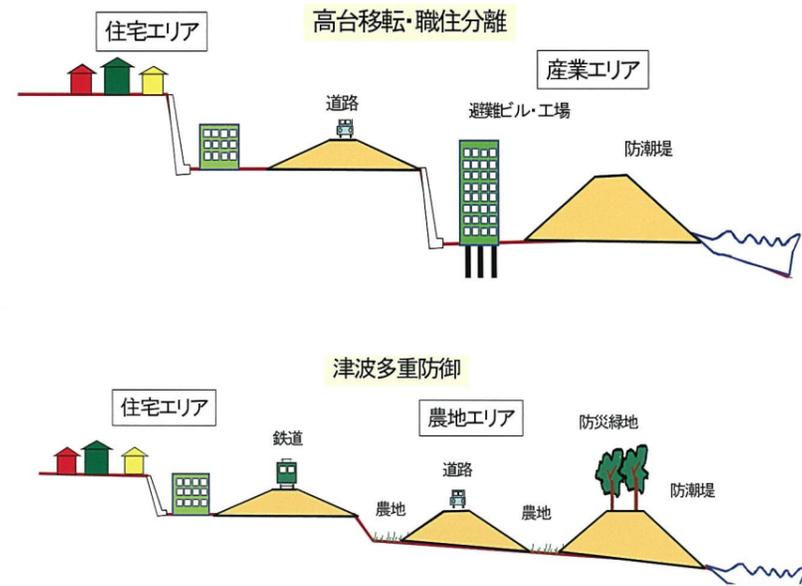


図4 復興計画に従来の地盤工学技術を活用した場合の模式図（地盤工学会提言から）

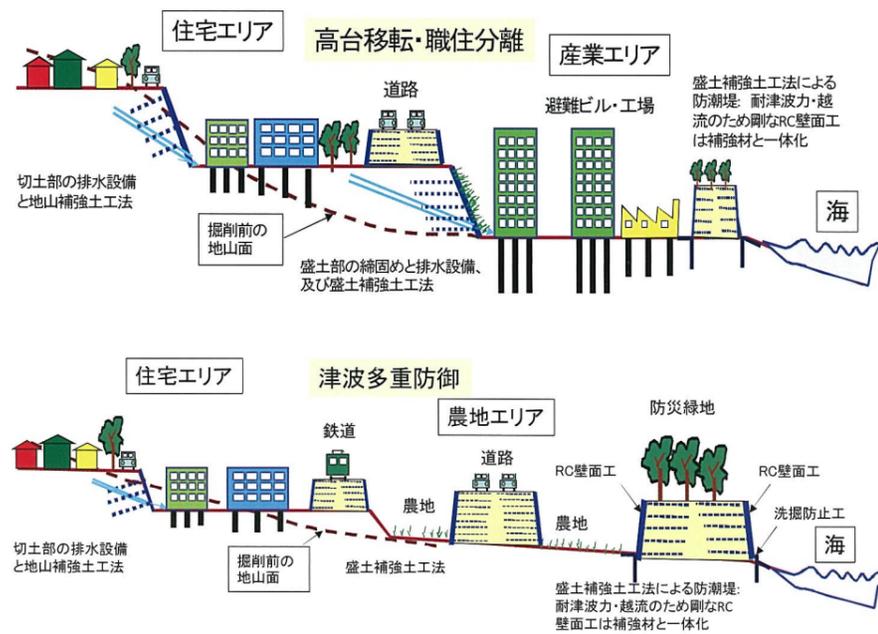


図5 多重津波防御施設と居住地高台移転構想で最新の地盤工学技術の適用の例（地盤工学会提言から）

ある。しかし、この構想には、次の地盤工学の課題がある。

- 1) RC 建造物の防潮堤を建設する場合には、滑動と転倒防止のために非常に大きなせん断・引抜き抵抗を杭等の基礎構造物で確保するなどの課題がある。場合により、地盤の液状化の影響を考慮する必要もある。
- 2) 従来の盛土形式の防潮堤は、3. で述べたように、津波の越流による浸食・洗掘に対する耐力が特に低い。道路・鉄道盛土に二次的な津波湖上阻止を期待する場合も、従来の盛土形式では越流が仮に起きた場合、耐力が低い(図4)。
- 3) 防潮堤には一定の高さが必要となるが、のり面が緩い通常の盛土では、堤体幅と土工量が非常に大きくなる。高さ15m、法面勾配2割5分で天端幅10mで、盛土の底面幅は85mにもなる(図4)。

4) 住居地を高台移転する場合、盛土・切土工が必要になる。締固め管理が甘く排水設備が不十分で耐力が低い擁壁を用いた従来形式の盛土を建設し、また安定化処理が不十分なまま地山を掘削して急勾配切土面とすれば、今回の大震災で経験したように、地震時に崩壊する虞が高くなる(図4)。

この構想が有効に機能するために、以下のように地盤工学を活用することを提案できる。

1) 防潮堤などの盛土の造成に、津波被害によって発生した廃棄物を塩分処理等して活用する。

2) 津波波力と越流による浸食・洗掘に対する抵抗力が高く越流時にも耐力を保ち、高い耐震性を発揮する必要がある。そのためには、盛土建設では適切な締固め管理と排水設備を配置し、必要により各種の地盤改良工法を活用する必要がある。また、掘削法面が急勾配である切土の安定化には、排水工と内部に鉄筋等を挿入して安定化する地山補強土工法などの各種の地盤工学技術を活用する(図5)。

3) 山地が海に迫り平地が狭い地形において敷地を確保して地震や津波に対して安定な防潮堤や道路・鉄道・宅地等の盛土を建設することは容易ではないが、の

り面が急勾配の盛土をジオテキスタイル等で補強して安定化させる盛土補強土工法によって建設することを提案できる(図5)。盛土形式の防潮堤の壁面は、津波波力や越流による浸食・洗掘等に対抗できるように補強材と一体化した剛な鉄筋コンクリート壁面工で被覆するなどの技術的工夫で対応する必要がある。

- 4) 地山補強土工法と盛土補強土工法を活用することにより、切土と盛土の耐震性も確保できる。その上で、住宅や重要施設はできるだけ安定化した切土部に配置し、生活道路や公園等は安定化した盛土部に配置するのが良い。

なお、ジオシンセティック補強土工法によって防潮堤を建設した実績はまだない。しかし、西湘バイパスの2007年9月の台風9号による波浪により基礎地盤が洗掘されて転倒崩壊した重力式擁壁である海岸堤防を、1kmに亘りRRR工法による剛で一体な壁面工を持つジオシンセティック補強土擁壁で建設した実績がある(図6)

5. GRS 一体橋梁

桁を沓(shoe)で橋台の上に設置している従来型の橋梁の弱点



図6 平成19年9月6日～7日に台風9号で崩壊した西湘バイパスの海岸堤防のRRR工法による剛な一体壁面工を持つジオシンセティック補強土擁壁による強化復旧(2010年3月筆者撮影)

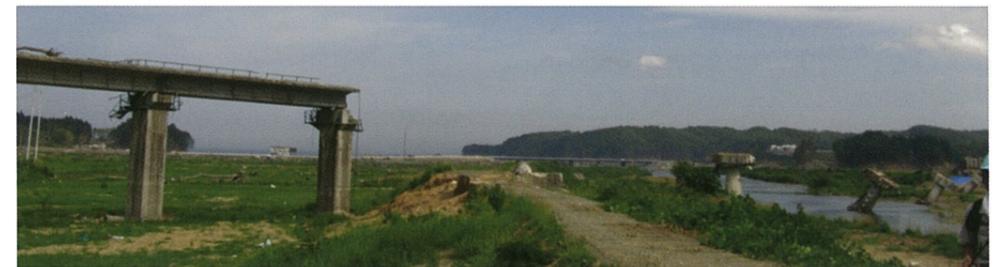


図7 上流側から見たJR東日本気仙沼線本吉駅陸前小泉駅間の津谷川橋梁（橋げた流失、橋脚損壊：津波は高架橋の桁を越流）（筆者撮影）



図8 大槌町 JR 山田線浪板川駅～吉里吉里駅間浪板川橋梁と町道の橋梁（手前と奥）

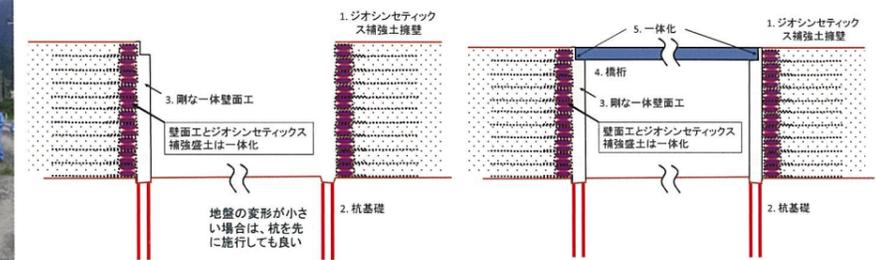


図9 GRS 一体橋梁（数字は施工順序。杭を省略して表層地盤改良をする場合もある）

の一つは沓部の耐震性が低いことであることは、今回の震災でも証明された。幸い各種の落橋防止工が効果を発揮して落橋まで至った橋梁は殆どなかったが、沓部で大きなずれ変位が生じて重大な被害が出た例は多数に昇った。さらに、津波力に対しては、地震荷重に対する落橋防止工はほとんど無力であった。図7に示すのは、その中の一例にしか過ぎない。

しかし、筆者にとって意外な発見があった。すなわち、図8に示すように沓がある橋梁の桁は津波を受けた場合流失しているが、その近傍で沓がなく橋げたが河川護岸にはめ込まれている町道と思われる橋梁が、殆ど津波で流されていなかったことである。これは、沓部が地震に対して弱点であるだけでなく津波に対しても弱点であることを如実に示している。この事実は、筆者ら提案しているGRS一体橋梁(図9)は、高い維持管理性(即ち盛土の橋台に対する相対沈下が生じないこと)、高い耐震性、高い経済性だけではなく、高い津波耐力を持っていることを示唆している。GRS一体橋梁は、桁と壁面工が沓を用いずに一体化されていて、盛土は壁面工に固定したジオシンセティックで補強してあることに構造上の特徴がある(GRSはGeosynthetic-Reinforced Soilの略)。RRR工法による剛で一体の壁面工を持つジオシンセティック補強土擁壁を左右の橋台として建設して、最後に桁を壁面工上端と一体化して建設するところに施工上の特徴がある。桁が津波に流れにくくだけでなく、橋台裏の盛土も津波に対して耐力を持つ。現在(2011年9月)、世界初のGRS一体橋梁が新青森と新函館間の木古内で新幹線用橋梁として建設されている(図10)。このGRS一体橋梁は、津波で桁が流れ橋台裏の盛土も流された数多くの鉄道と道路の橋梁の強化復旧にも、最適な橋梁形式である。