

震災で滑動した橋りょうの袖擁壁の早期復旧方法の検討

東日本旅客鉄道(株) 東北工事事務所 正会員 ○澤尻 晃一  
 東日本旅客鉄道(株) 東北工事事務所 正会員 北野 雅幸

1. はじめに

東北地方太平洋沖地震により甚大な津波被害を受けたJR気仙沼線は、柳津・気仙沼間においてBRT専用道化による本復旧が進められている。そのうち清水浜・歌津間に位置する蛇王川に架かる細浦川橋りょうの袖擁壁に変状が確認された。早期復旧の観点より、被災構造物の撤去・新設ではなく、既存の構造物を活用して復旧する方法を検討した。本稿では、既存構造物の活用に必要な調査、検討結果について報告する。

2. 被災状況および調査概要

(1) 被災状況

被災状況を写真-1に示す。対象とする細浦川橋りょうの袖擁壁は昭和48年に完成したもたれ式擁壁である。東北地方太平洋沖地震で発生した津波により、起点方下流側の擁壁が滑動・沈下したことを確認した。特に上流側（橋梁側）における変状が最も大きく、河川側に1.0m、法尻側に0.65mの滑動に加え、約1.0mの沈下が生じていることを確認した。また、擁壁背面の盛土材には、吹付モルタル工の表面に亀裂が生じ、盛土材の沈下・陥没が生じていることを確認した。

(2) 変状原因の推定

変状原因としては、津波の引き潮時に擁壁下部が洗掘されたことにより、擁壁の滑動が生じたものと考えられる。また、滑動に伴い橋台と擁壁に生じた隙間から背面土砂が流失することにより、背面盛土材の沈下・陥没および吹付モルタル工の変状に至ったと考えられる。

(3) 調査内容および調査結果

復旧方法の検討に先立ち、復旧方針を決定するために背面土砂がどの程度流失したのか確認する必要がある。よって、充填状況確認を目的とした打音調査ならびに水抜き孔からのファイバースコープによる調査を実施した。

調査結果の抜粋を図-3および表-1に示す。背面土砂の流失は、擁壁の変状により生じている隙間以外にはほぼ生じていないことを確認した。



図-1 気仙沼線全体図

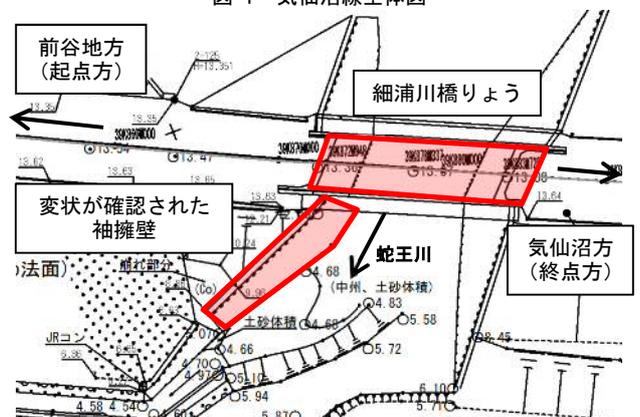


図-2 細浦川橋りょう平面図



写真-1 被災状況写真



図-3 ファイバースコープによる調査箇所

表-1 ファイバースコープ調査結果

水抜きパイプ番号	状況	挿入長 (m)	適用
1	空洞無し	L=0.70	
2	空洞無し	L=0.40	
3	空洞無し	L=0.55	
4	空洞無し	L=0.70	
(中略)			
28	土砂が詰まっている	L=0.60	
29	土砂が詰まっている	L=0.90	
30	土砂が詰まっている	L=0.60	
31	岩塊に空洞がある	L=1.15	

キーワード 被災構造物、擁壁

連絡先 〒980-8580 宮城県仙台市青葉区五橋 1-1-1 022-208-8310

### 3. 復旧における課題と設計方針

#### (1) 復旧方法の概要

当初、当該箇所は列車の運行等に支障がないことから、擁壁を撤去・新設する方法を検討していた。しかし、この方法では背面盛土を撤去し、施工量が多いため工期・工事費ともに増大することが見込まれた。一方、被災した本擁壁には安全側となる勾配が緩くなる変状が生じている。よって、滑動の原因となった洗掘の防止対策を実施することにより既設構造物を活用する対策も有効であると考えられた。なお、既設構造物を活用した場合、早期復旧につながるが、現基準における安定計算を満足させる必要がある。

洗掘防止対策としては、擁壁下部前面の根固めコンクリート打設が有効であると考えた。また、調査の結果、背面の盛土は端部を除き十分に充填されていたことから、隙間部分の充填のみを実施し、法面の損傷はモルタル吹付を実施することとした。

#### (2) 既設擁壁の安定照査

本擁壁の設計当初の基準<sup>1)</sup>では、もたれ式擁壁は標準図に見合った形状で設計されており、標準図に準じていれば安定計算は不要であった。自動車荷重を適用する専用道としての復旧にあたり、擁壁工指針<sup>2)</sup>のもたれ式擁壁の計算に準拠すると、転倒・滑動・極限支持力を満足させる必要がある。既設擁壁の形状を用いて照査を実施すると、いずれも満足しない結果となった。

津波によって生じた滑動ではあるが、常時および地震時の安全率は満足する必要があると考え、以下の検討を行った。

### 4. 復旧方針

#### (1) 杭を設置した案の検討

図-4に示すように洗掘防止の根固めコンクリートにH鋼杭を設置する案を検討した。

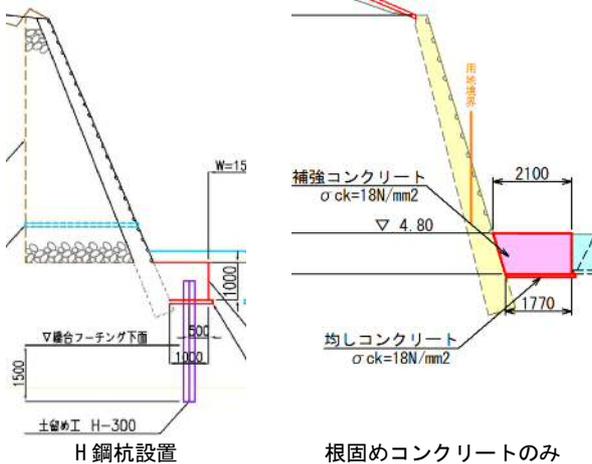


図-4 復旧案

当該箇所付近には河床より2.5m程度の深度にN値が50を超える岩層が存在している。N値が非常に高くH鋼杭の打込みに時間を要し、また、大型な機械が必要となることから、杭を含んだ根固めコンクリートの設置は、本擁壁の復旧には不適であると判断した。

#### (2) 根固めコンクリートのみとした案の検討

津波による変状が生じたと考えられる平成23年3月11日以降にも震度6弱以上の地震（平成23年4月7日最大震度6強）が発生しているが、津波以外の要因による変状は認められていない。変状が地震力によるものではないこと、また、常時において転倒が生じていないことから、常時の応力が作用しても転倒が生じない土質定数を有していると判断した。背面盛土は端部を除き十分に充填されていたことから、常時の転倒に耐えることが可能な粘着力を有していると考えられる。

根固めコンクリートを打設し、既設形状（常時）においても転倒しない粘着力  $C=8.0\text{kN/m}^2$  を有していると想定した場合の計算結果を表-2に示す。常時、地震時ともに転倒・滑動に対する安全率を満足することから、根固めコンクリートを打設することで、洗掘による滑動を抑制するだけでなく、応力的にも転倒・滑動を防止する効果が期待できる。

#### (3) 粘着力の妥当性検討

設定した粘着力が妥当な値か検討した。採用した粘着力は  $C=8.0\text{kN/m}^2$  であり、設計当初の基準が想定する粘着力 ( $C=8.0\text{kN/m}^2$ ) を上回らないため、安全側の設計となることを確認した。

また、N値的にも問題がないか確認するため、採用した粘着力よりN値を逆算した。Terzaghi・Peckの式より一軸圧縮強度  $qu$  は  $qu=12.5N$  で算出される。道路橋示方書<sup>3)</sup>より  $C=qu/2$  で算出されることから、 $N=C/6.25$  をもとに逆算するとN値は1~2程度となる。当時のボーリング調査結果のN値（5未満）とも概ね一致することから、粘着力  $C=8.0\text{kN/m}^2$  を採用しても問題ないと判断した。

### 5. まとめ

本擁壁の復旧方法として、既設擁壁の活用案を採用することによりコストダウンだけではなく、早期復旧にもつなげられた。

本稿に記載した宮城県沿岸だけではなく岩手県の沿岸地域においても復旧工事が輻輳している。BRT専用道の復旧にあたり1日も早く専用道化を進めるためにも、引き続き効率的な構造の検討に努める所存である。

#### 参考文献

- 1) 日本国有鉄道: 建造物設計標準解説、1986. 3
- 2) 日本道路協会: 道路土工 擁壁工指針、2012. 9
- 3) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説IV下部構造編、2017. 11

表-2 根固めコンクリート設置時の安定計算結果

照査項目	常時（粘着力考慮）			地震時（粘着力考慮）		
	許容値	設計値	判定	許容値	設計値	判定
転倒	許容偏心量: $B_0/6$ 0.407 (m)	合力の偏心量 -0.890 (m)	OK	許容偏心量: $B_0/3$ 0.813 (m)	合力の偏心量 0.501 (m)	OK
滑動	許容滑動安全率 1.500	滑動安全率 5.845	OK	許容滑動安全率 1.200	滑動安全率 1.417	OK
鉛直支持	許容支持力度 300.000 (kN/m <sup>2</sup> )	地盤反力度 -50.366 (kN/m <sup>2</sup> ) 135.199 (kN/m <sup>2</sup> )	OK	許容支持力度 450.000 (kN/m <sup>2</sup> )	地盤反力度 74.947 (kN/m <sup>2</sup> ) -37.504 (kN/m <sup>2</sup> )	OK