

東北地方における東日本大震災での河川堤防被災要因の推定手法に関する検討

応用地質株式会社 正会員 阿部 知之
 同上 正会員 ○武部 努
 広島大学名誉教授 フェロー会員 佐々木 康
 国土交通省 東北地方整備局 阿部 誠司
 同上 正会員 高田 浩徳
 同上 千葉 孝寿
 (一財) 国土技術研究センター 正会員 柳畑 亨

1. はじめに

2011年の東日本大震災では、東北地方太平洋側の河川堤防において多数の被害が発生した。このうち、国土交通省東北地方整備局管内の大規模被災箇所については、被災直後にボーリング調査や開削調査等の詳細な調査が実施され、各被災箇所の被災要因は早い段階で特定された。一方、中規模被災箇所については被害が広い範囲で多発したこともあり、1年経過後の復旧段階にあっても被災要因が特定できていない箇所が多かった。

本検討では、大規模被災箇所における被災要因検討の際に得られた知見をもとに、中規模被災箇所での被災要因推定手法を提案し、その後実施された中規模被災箇所での詳細調査の結果を用いて本手法の検証等を行った。以下では、これらの検

討結果について述べる。

2. 大規模被災箇所における被災要因の分析

「北上川等堤防復旧技術検討会報告書」¹⁾では、河川堤防の被災要因は、①堤体下部の閉封飽和域の液状化と②基礎地盤の液状化、および③両者の複合の3タイプに区分されている。

そこで本検討においては、閉封飽和域の液状化と基礎地盤の液状化を対象として、被災要因との関連性が高いと考えられる要件を抽出し、21箇所の大規模被災箇所についてそれぞれ該当する要件を整理した。整理結果を表-1に示す。

表-1より、閉封飽和域液状化タイプの箇所では、「基礎地盤の表層に粘性土層が分布する」、「堤体下部に砂質土がある」、「堤体内に水位がある」の3つの要件をすべて満足することが確認できた。

表-1 大規模被災箇所における該当要件一覧表

大規模被災箇所番号		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
要因タイプ(液状化タイプ)		堤体下部の閉封飽和域								基礎地盤					堤体と基礎地盤の複合								
閉封飽和域液状化の要件	微地形が谷地や低湿地、氾濫平野に分類される	○	○	○		○			○					○	○	○	○					○	
	基礎地盤の表層に粘性土層が分布する	○	○	○	○	○	○	○	○							○	○	○	○	○	○	○	○
	堤体下部に砂質土がある	○	○	○	○	○	○	○	○						○	○	○	○	○	○	○	○	○
	堤体内に水位がある	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				○	○	○	○	○	○	○	○	○
	堤体に噴砂が確認されている	○	○	○		○										○		○				○	○
	圧密沈下による堤体のめり込みがある	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				○	○	○	○	○	○	○	○	○
	のり尻付近が浸潤化している			○			○					○						○				○	
	のり尻付近に湿地性の植生が認められる								○	○	○				○			○					
	洪水時に堤体漏水が発生したことがある				○																		
	過去に繰返しオーバーレイ等の補修履歴がある																						
樋門・水門が近接している	○		○																				
基礎地盤液状化の要件	微地形が旧河道や自然堤防に分類される				○	○	○	○	○	○	○				○					○	○		○
	N値30未満の砂質土層がGL-20m以内に分布する				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	基礎地盤浅部(GL-3m以浅)に砂質土層が分布する										○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	地下水位がGL-3m以浅にある	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	今次地震時に堤防周辺で噴砂が確認されている										○	○		○	○		○	○	○			○	○
	過去の地震時に堤防周辺で噴砂が確認されている				○												○						
	洪水時に地盤漏水が発生したことがある																○	○					
遮水矢板が施されている																							

東日本大震災 東北地方 河川堤防 液状化 被災要因

埼玉県さいたま市北区宮原町 1-66-2 Tel 048-663-8614 Fax 048-663-8618

一方、基礎地盤液状化タイプの箇所では、「基礎地盤浅部 (GL-3m 以浅) に砂質土層が分布する」と「地下水位が GL-3m 以浅にある」の2つの要件をともに満足することが確認できた。

3. 被災要因の推定手法の検討

中規模被災箇所では、大規模被災箇所での詳細調査が優先されたこともあって、限られた情報をもとに被災要因を推定する必要があった。そのため、上述した5つの要件を組み合わせた要因推定手法について検討した。図-2 に作成した被災要因の推定フローを示す。

推定フローの有効性を確認するために、大規模被災箇所へ適用したところ、全 21 箇所において詳細調査により明らかにされた被災要因と合致した。

中規模被災箇所の被災要因の推定に当たっては、河川別に作成されている既往の地質縦断図や、周辺で実施されている既往のボーリング調査結果を参考にした。推定結果を表-2 に示す。表中にはその後実施されたボーリング等の詳細調査によって特定された被災要因も併せて示しており、両者はほぼ合致することが確認できた。

また、「北上川等堤防復旧技術検討会報告書」においては、被災要因によって特徴的な変形形態を示すことが指摘されており、たとえば閉封飽和域の液状化を要因とする箇所では、のり面下部のはらみ出しがみられることが特徴の一つとされている。表-2 には、各被災箇所における代表断面の変形形態から判定した「のり面のはらみ出し」の有無を記載しているが、閉封飽和域の液状化タイプと推定された箇所はいずれも「のり面のはらみ出し」が確認されており、変形形態の特徴からも推定結果が裏付けられることがわかった。

参考文献

1) 国土交通省東北地方整備局・北上川等堤防復旧技術検討会：北上川等堤防復旧技術検討会 報告書、平成 23 年 12 月

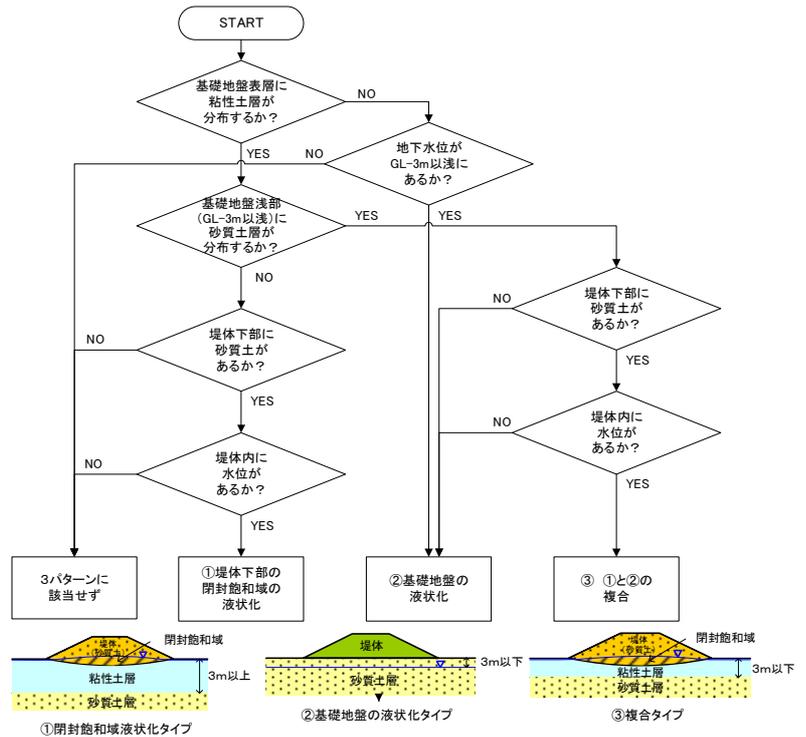


図-1 被災要因の推定フロー

表-2 中規模被災箇所における被災要因推定の検証結果

河川名	被災位置	被災要因		検証結果	代表箇所の地質概要	のり面のはらみ出し
		フローによる推定	詳細調査			
旧北上川	右岸 19.0k付近	基礎地盤の液状化	基礎地盤の液状化	○	・堤体は粘性土。 ・基礎地盤の表層部は厚さ3m以下の粘性土、その下に緩い砂質土層が分布。	無し
旧北上川	右岸 19.9k付近	基礎地盤の液状化	基礎地盤の液状化	○	・堤体のめり込みはみられない。 ・基礎地盤の表層部は厚さ3m以下の粘性土、その下に緩い砂質土層が分布。	無し
鳴瀬川	右岸 15.1k付近	基礎地盤の液状化	基礎地盤の液状化	○	・堤体は砂質土で、めり込み顕著。 ・基礎地盤の表層部は厚さ3m以下の粘性土、その下に緩い砂質土層が分布。	無し
鳴瀬川	右岸 15.7k付近	基礎地盤の液状化	複合	△	・堤体は砂質土。 ・基礎地盤の表層部は砂質土と粘性土の互層状態。	無し
鳴瀬川	左岸 17.8k付近	基礎地盤の液状化	基礎地盤の液状化	○	・堤体は粘性土。 ・基礎地盤の表層部は厚さ3m以下の粘性土、その下に緩い砂質土層が分布。	無し
吉田川	右岸 15.9k付近	基礎地盤の液状化	基礎地盤の液状化	○	・堤体は中間土。 ・基礎地盤の表層部は緩い砂質土。	無し
江合川	左岸 18.9k付近	閉封飽和域の液状化	複合	△	・堤体は砂質土。 ・基礎地盤の表層部は厚さ1m程度の粘性土、その下に緩い砂質土が分布。	有り
江合川	右岸 19.5k付近	複合	複合	○	・堤体は砂質土。 ・基礎地盤の表層部は厚さ3m以下の粘性土、その下に緩い砂質土層が分布。	有り
江合川	右岸 24.0k付近	閉封飽和域の液状化	閉封飽和域の液状化	○	・堤体は砂質土。 ・基礎地盤の表層部は厚さ3m以上の粘性土。	有り
江合川	右岸 30.3k付近	閉封飽和域の液状化	閉封飽和域の液状化	○	・堤体は砂質土。 ・基礎地盤の表層部は厚さ1m程度の砂質土、その下に厚さ3m以上の粘性土層が分布。	有り

凡例 ○：フローによる推定結果と詳細調査結果が一致
△：両者がほぼ一致