

東北地方太平洋沖地震により被災した河川堤防の開削調査事例

基礎地盤コンサルタンツ(株) 加藤 政文、梶原 保志、○杉山 洋介

1. はじめに

今回調査を行った宮城県大崎市の鳴瀬川下中ノ目地区は特に大規模な被災を受けた箇所である。被災は鳴瀬川左岸の30.0k - 6m から30.5k+30mのL=320m間で発生した(写真-1)。堤防が川裏側に最大12.5m流れ出すように崩壊し、天端が最大5.5mと大きく陥没した。縦断方向に多数のクラックが生じ、細長い短冊状になった法面土塊が法尻方向に倒れるようにして折り重なり、クラックの間や法尻には高含水の噴砂が確認される。なお、表法面に変状はほとんど見られない。



写真-1 鳴瀬川下中ノ目地区の被災状況

ボーリングやサウンディングで得られた地質調査結果および築堤履歴によれば、

この地区の堤防は旧堤Bsの川表側に2次盛土B2c、3次盛土B3sとかさ上げ腹付けされていた。基礎地盤は粘性土主体で、所々、砂層を挟んでいる(図-1)。

被災原因はこれまでの調査により、閉封飽和域の液状化が考えられていた。今回の開削調査は閉封飽和域が形成されているかどうかを検証するために行った。

ここで、閉封飽和域とは基礎地盤に沈み込んだ堤体が、一部飽和域を形成することである(図-2)。周辺の地下水位が高く、基礎地盤が軟弱な粘性土であると、堤体の荷重で基礎地盤が圧密沈下し、一部堤体が沈み込む。地下水位が高いため、堤体内に飽和域が形成される。堤体に包み込まれた飽和域なので、「閉封飽和域」と呼ぶ。また、調査は「河川堤防開削時の調査マニュアル, 2011.31)」に準じて行った。

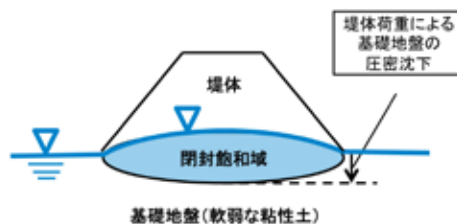


図-2 閉封飽和域の概略図

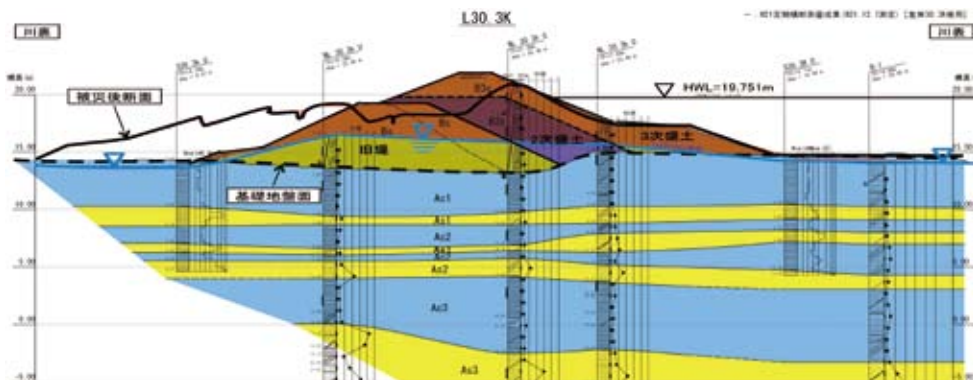


図-1 地質横断面図(鳴瀬川左岸 30.3k)

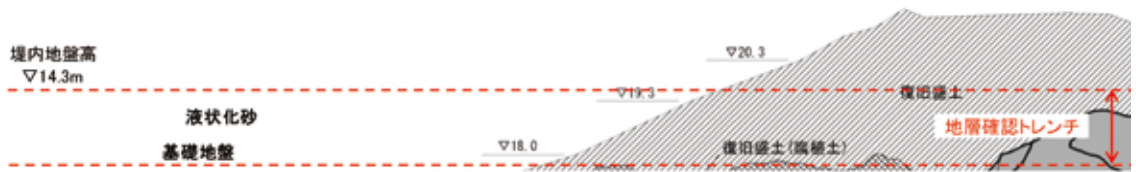


図-3 堤体と基礎地盤の境界

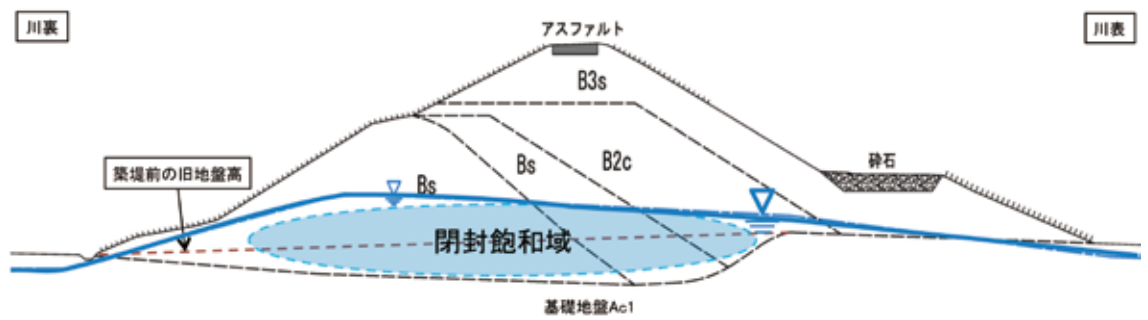


図-4 地震前の堤体

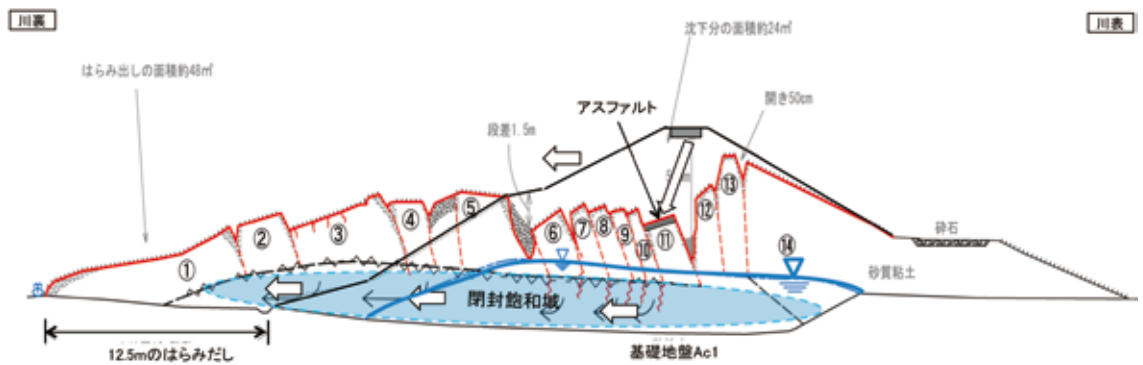


図-5 地震後の堤体

2. 開削調査方法

閉封飽和域が形成されていることを確認するため、従来の開削調査に加え、堤体内に水位があること、堤体と基礎地盤の境界の確認を行う必要がある。

堤体内に水位があることを確認するため、開削途中でトレンチ掘削を行った。詳細に水位を確認するため、川表、中央、川裏の3箇所トレンチ掘削を行った。

堤体と基礎地盤の境界を確認するため、堤防開削後にさらにトレンチ掘削を行った。堤体が基礎地盤内に沈み込んでいれば、堤内地盤高よりさらに下に堤体と基礎地盤の境界があると考えられるためである。

3. 開削調査結果

開削途中のトレンチ掘削により、中央、川裏では堤体内に堤内地盤高とほぼ同じ高さに水位があることが確認できた(表-1)。

表-1 堤体内水位

川表トレンチ	TP+14.20m まで水位確認できず
中央トレンチ	TP+14.45m で水位確認
川裏トレンチ	TP+14.40m で水位確認

※堤内地盤高は TP+14.30m

堤体と基礎地盤の境界確認のトレンチ掘削では、基礎地盤が堤内地盤高より、低い位置にあることが確認できた。また、堤防中央から川裏にかけて、液状化砂 B1-L が旧堤 B1-C 内に脈状に分布していることが確認できた(図-3)。

以上の結果より、堤体の中央から川裏にかけて大規模な閉封飽和域が存在することが確認できた。

4. 被災メカニズム

調査結果をもとに、被災メカニズムを推定した。まず、軟弱な粘性土地盤上の築堤に伴い基礎地盤が圧密沈下し、堤体下部は基礎地盤にめり込んだ形となる(図-4)。さらに、降雨の浸透等により「閉

封飽和域」が形成された。特に被災箇所は、水の集まりやすい微地形、裏法尻に堤脚水路が整備されていないなど、縦断方向および横断方向に水が抜けにくい構造となっていた。以上のことから、大規模な閉封飽和域が形成されたと考えられる。

そこに、大規模かつ長時間の地震動が加わり閉封飽和域が液状化し、大規模な亀裂や堤防の沈下・側方変形が生じたと推定される(図-5)。

5. おわりに

開削調査により、堤体内に大規模な閉封飽和域が形成されていることが把握できた。地下水位が高く、基礎地盤が軟弱な粘性土である堤防は閉封飽和域が形成されやすく、地震時に被災が起こる可能性が高いと考えられる。

謝辞

本調査において、発注者である国土交通省北上川下流河川事務所にご協力を、北上川等堤防復旧技術検討会において委員長である佐々木康氏(広島大学名誉教授)には、ご指導、ご意見を頂きました。ここに、感謝の意を表します。

《引用・参考文献》

- 1) 国土交通省河川局治水課：河川堤防開削時の調査マニュアル，2011.3.