

天端縦断亀裂による堤体基礎めり込み危険箇所の評価

大日コンサルタント(株) 正会員 ○ 朱 発瑜

大日コンサルタント(株) 平田 武史 深見 秀隆 平野 浩之

中部大学 正会員 杉井 俊夫

1. はじめに

東北地方太平洋沖地震¹⁾での堤体内の液状化のメカニズムは、堤体直下付近の粘性土が圧密沈下し、その結果生じた砂質土からなる堤体のめり込み部に雨水等が溜まり、堤体内に「閉封飽和域」²⁾が形成され、堤体内で液状化が発生して縦断方向に崩壊したとされている。現在、堤体内の液状化危険箇所の特定は、高価なボーリング等の他には、適切な抽出方法がない現状にある。本研究は、こうした堤体のめり込み地点の抽出を簡易に行う方法を試みるものである。杉井ら³⁾は、庄内川堤防において天端舗装の縦断亀裂と堤体基礎の土質の関連性を示しており、本報は長良川堤防において検証するとともに定量的に評価することとした。

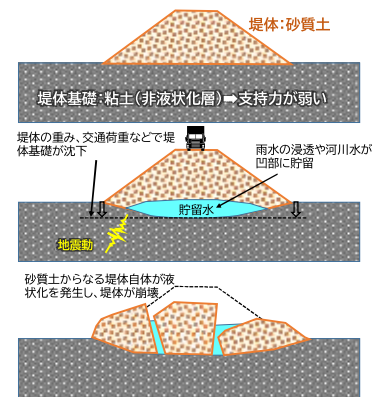


図1 堤体内液状化メカニズム

2. 長良川堤防での検討方法

天端舗装には亀甲状亀裂、横断亀裂、縦断亀裂がみられるが、舗装の劣化や排水不良等の様々な原因がある。堤体形状からの盛土荷重分布や堤体の変状事例⁴⁾からも縦断亀裂に着目した。対象はGoogle ストリートビューでいくつかの亀裂が確認された長良川左岸 30.0k~56.0k である。土質情報は、国交通省中部地整木曽川上流河川事務所から借用した土質試験結果により、「粘土、シルト、砂、礫」の4成分に区分し、宇野ら³⁾の粒度組成の表現図(図2 参照)を用いた。また容易に得られる堤体基礎地盤の情報として治水地形分類図(H30.12)、被災箇所(令和元年度直轄河川重要水防箇所河川別調書)を重ね合わせ相関性について検証した。

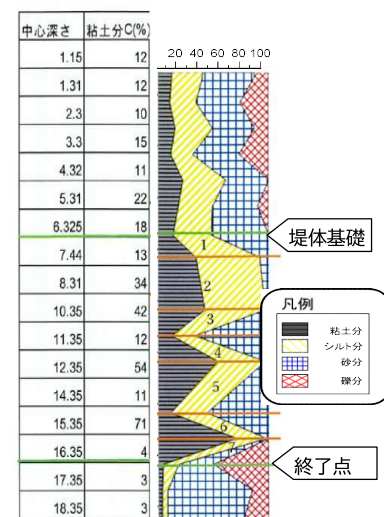


図2 粒度組成の表現図の例

表1 調査箇所分類表

	A 区間	B 区間	C 区間
治水地形分類図	氾濫平野・旧河道	氾濫平野・旧河道	扇状地
被災箇所	破堤跡	漏水	なし
粘土層地盤	粘土層地盤である	粘土層地盤である	粘土層地盤ではない
亀裂箇所	普通	多い	点在
土性分類図	堤体	粘土・シルト・砂	砂・礫
	基礎地盤	粘土・シルト・砂	砂・礫

3. 調査箇所の分類による結果整理

調査箇所を治水地形分類図と被災履歴、土性分類図から、特性を考慮し表1のように「A 区間」、「B 区間」と「C 区間」に分類、「堤体」と「堤体基礎」に分け、図3の粒度組成を表現する柱状図と縦断亀裂の有無を示した。なお、C 区間の堤体基礎は扇状地で砂・礫分の割合が多いが、堤防天端に縦断亀裂がある箇所も存在している。C 区間の縦断亀裂が存在している箇所は、堤体基礎地盤ではなく、堤体内に粘土分の割合が多いことが得られた。基礎地盤へのめり込み沈下に着目した当検討においてC 区間は該当しないため、当検討から省くこととした。

4. 土性分類図の粘土分の割合と堤防天端縦断亀裂箇所における定量的評価

4-1. 検討方法

A および B 区間における、縦断亀裂の有無と基礎地盤における粘土分の影響を調べるため、粒度組成を表す柱状図から、堤体基礎地盤の粘土分含有率と粘土分を含む厚さとの積（粘土分×含有層厚）を求めて比較した。図2のように堤体基礎地盤高を開始点とし、終了点は複数ケース検討した結果、相関性が見いだされた粘土分10%未満までの点とした。同様に、粘土とシルト分を含めたケースも行っており、粘土とシルト分の場合は20%未満までを対象とした。

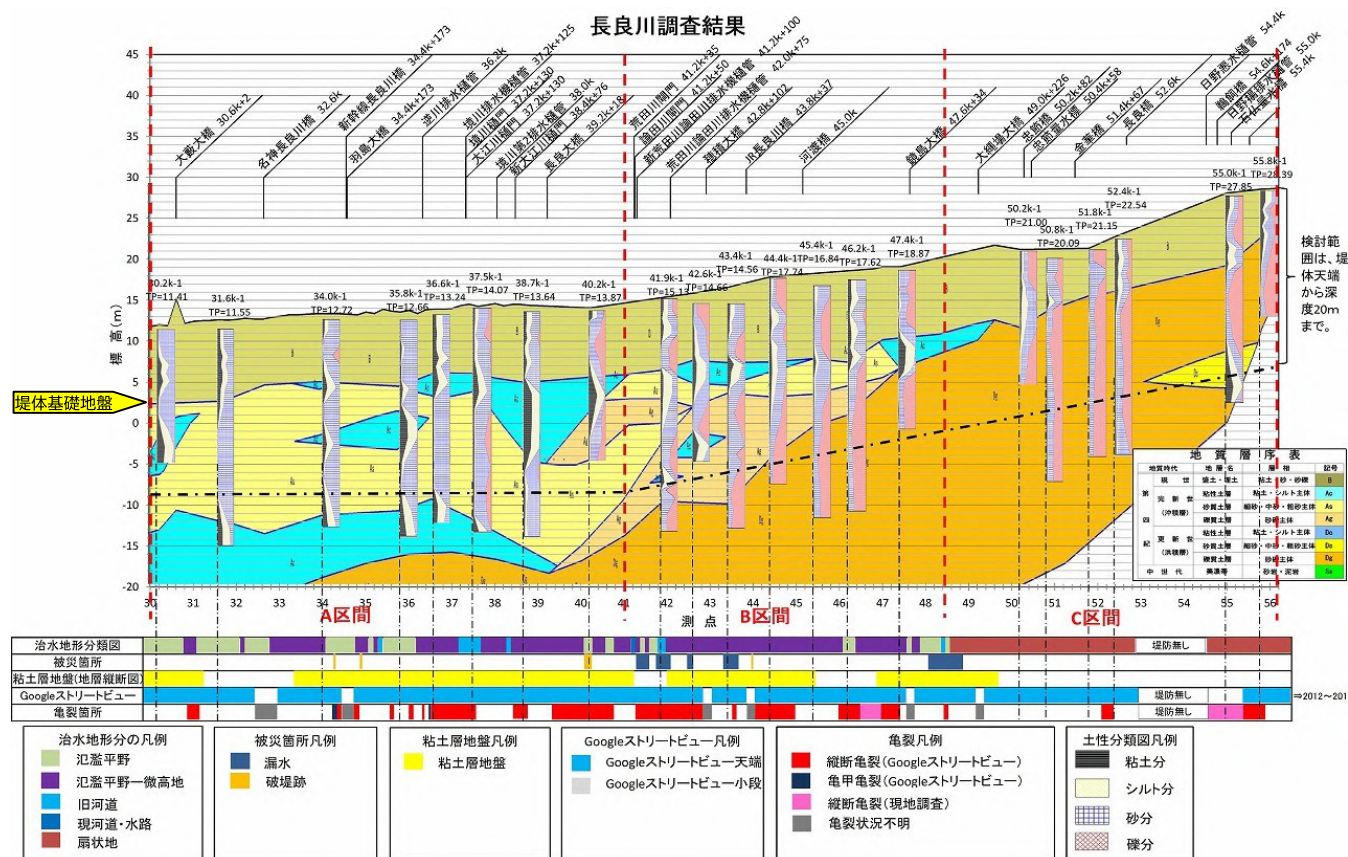


図3 長良川左岸堤防 (30.0k-56.0k) 調査結果

4-2. 整理結果

図4は、堤体基礎に粘土分の含有している層厚に対する粘土分×含有層厚の積との関係を示す。8箇所中7か所に縦断亀裂があり、堤体内に粘土分を含む場合を除いて粘土分の含有層厚は4m以上である。縦断亀裂のない箇所の粘土分の含有層厚は2m~3m程度である。図5には、同様に粘土分にシルト分を含めた含有層厚に対する粘土分・シルト分×含有層厚の積の関係を示した。図4に比べて、ばらつきが少ない傾向となり、同様に4m以上になると縦断亀裂が生じていることがわかる。また、亀裂がある場合の回帰線の勾配から、平均粘土分が約27%、平均粘土・シルト分約64%と読み取れ、粘土層と判断されなくても粘土・細粒分を含む層が厚く存在すると亀裂が発生しやすいことが推察された。

5. おわりに

本整理から、天端に縦断亀裂がある箇所の堤体基礎に厚い粘土分およびシルト分を含む層が厚く(4m以上)存在し、縦断亀裂が堤体基礎のシルト分および粘土分の含有量と何らかの関係することが得られた。さらに異なる河川堤防でも整理していく予定であり、堤体基礎の粘性土の含有量が支持力・圧密沈下に関係するメカニズムについても検討を行っていく。

【参考文献】1) 牛腸宏ら：東日本大震災による河川堤防の被災状況について，河川技術論文集，第18巻，p.363-368，2012. 2) 佐々木康ら：閉封飽和域の液状化による堤防被災過程に関する研究，河川技術論文集，第18巻，pp.333-338，2012. 3) 杉井俊夫ら：堤体内液状化の危険性を含む堤体めり込み地点の抽出の試み，第54回地盤工学研究発表会，pp.945-946，2019. 4) 宇野尚雄：堤体の土質柱状図にある粒度の表現法とその活用，第4回河川堤防技術シンポジウム講演概要集，pp.37-40，2016.

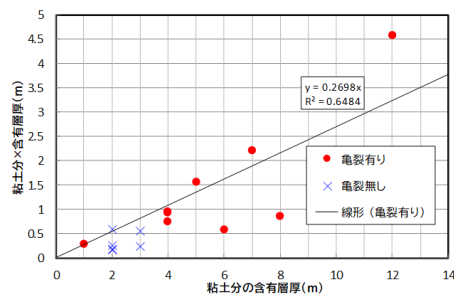


図4 堤体基礎の粘土分の含有層厚～粘土分×含有層厚の関係

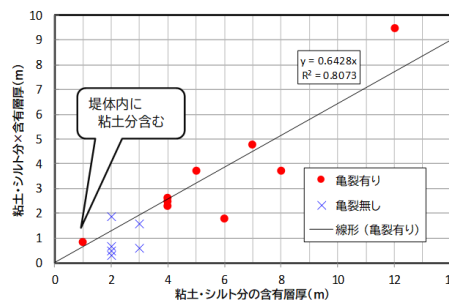


図5 堤体基礎の粘土・シルト分の含有層厚～粘土・シルト分×含有層厚の関係