堤体基礎の支持力と天端舗装の縦断亀裂の関係

大日コンサルタント㈱　正会員　○朱　発瑜
大日コンサルタント㈱ 平田 武史 深見 秀隆 平野 浩之
春日井市役所　非会員　山田雄大　中部大学　杉井　俊夫

１．はじめに

2011 年に起きた東北地方太平洋沖地震[1)]では、液状化を原因として堤防が縦断方向に崩壊したとされている。これは、従来から被害の形態と想定されていた基礎地盤の液状化ではなく、非液状化層からなる堤体基礎の支持力が不足する箇所で堤体自体が沈下し、堤体内に雨水や河川水の浸透水が溜まることにより閉封飽和域[2)]が形成され、地震動によって堤体自体が液状化することが原因と考えられている。堤体の液状化の可能性が懸念される場所の特定には、堤防を長期的に観察し、変化を記録する必要がある。そこで著者らは、堤体基礎の支持力不足の箇所の選別に、堤体の基礎付近にある軟弱地盤が圧密沈下することから生じる天端舗装の縦断亀裂を利用できないか検討を行うことを目的として、これまでに長良川堤防で検討[3)]を行ってきた。本報告では、揖斐川左岸堤防についてまとめた結果を報告する。

２．Google ストリートビューを使った縦断亀裂の抽出

一般道路におけるアスファルトのひび割れは、線状、亀甲状、その他のひび割れに区分され、主に車輪走行部に発生する。本研究では河川堤防（堤防盛土部の天端舗装）と一般道路（平坦部での舗装）との基礎地盤の構造が違い、亀裂の発生メカニズムが大きく異なることに着目する必要がある。国交省の堤防舗装における記載では、「基礎地盤が軟弱な場合、あるいは盛土材料の強度特性が低い場合には、盛土自体が安定を保持できずに、盛土内にすべり面を生じて天端に亀裂が発生することもある。」と記されている。このため本研究では、軟弱地盤の圧密沈下を原因として発生すると考えられる、天端舗装の縦断亀裂について着目した。図１は Google ストリートビューで発見された縦断亀裂箇所である。

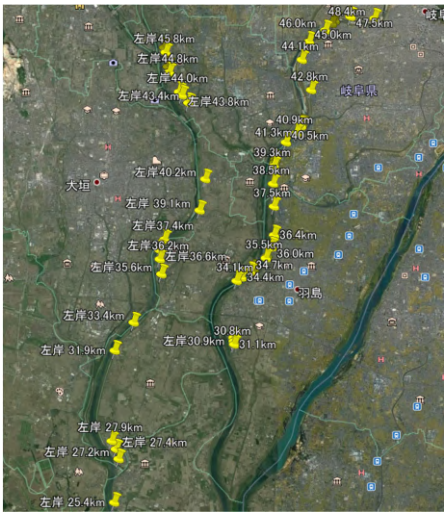

図１　長良川、揖斐川堤防　亀裂地点の航空写真と亀裂箇所

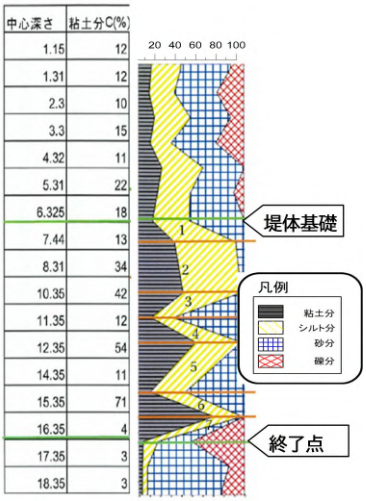

図２　粒度組成の表現図の例

３．粒度組成の表現図を用いた検討

縦断亀裂が確認できる箇所とできない箇所の土質状況を比較するため、宇野ら[4)]が提案した粒度組成の表現図を活用した。宇野らは柱状図に堤体の透水性を考慮し、砂礫を砂と礫に分け 6 種類に分類したが、本研究では「粘土分、シルト分、砂分、礫分」の 4 成分に区分して使用する。図２は実際に作成した粒度組成の表現図である。縦軸は深さ、横軸は粒度分率を表している。図３は、揖斐川左岸のデータで作成した粒度組成の表現図を対応する地点に並べたものである。また、亀裂箇所、被災箇所、治水地形分類図、土性分類図、地質層の凡例を示す。揖斐川堤防では、調査区間の堤体基礎地盤に約 8 割を占める連続した粘土層が確認できる。しかし、粘土層がある範囲すべてに縦断亀裂が発生しているわけではなかった。縦断亀裂が発生している

キーワード　天端舗装　縦断亀裂 堤体基礎地盤の支持力
連絡先　〒500-8384　岐阜県岐阜市薮田南３－１－２１　TEL　058-271-2506

© Japan Society of Civil Engineers

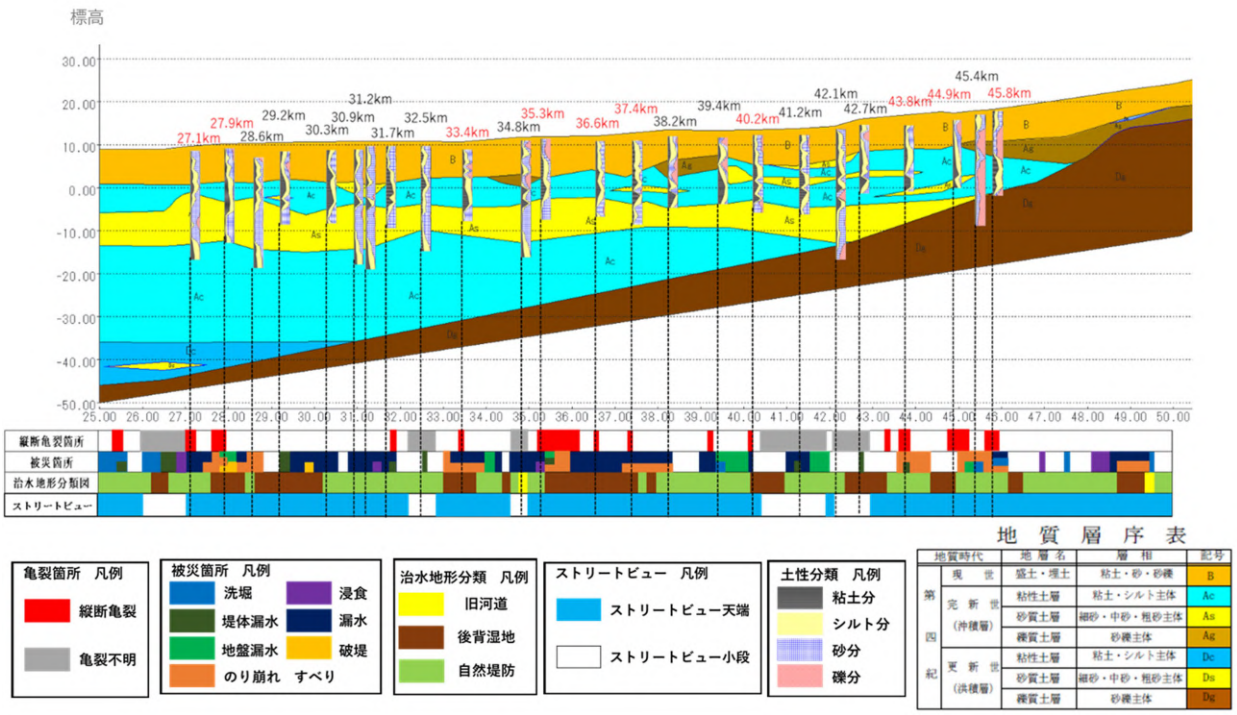

図３ 揖斐川堤防左岸(25～50km)調査結果

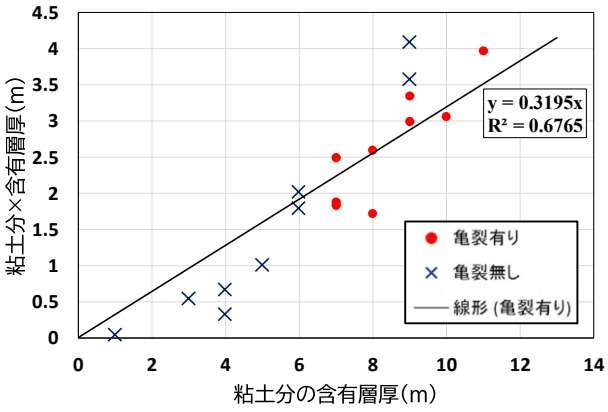

図４ 堤体基礎の粘土分の含有層厚と
粘土分×含有層厚の関係

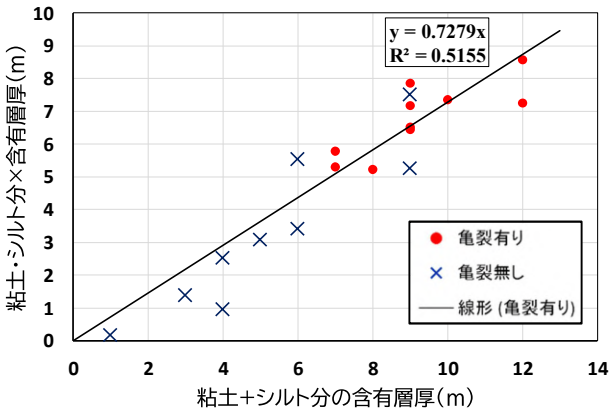

図５ 堤体基礎の粘土･シルト分の含有層厚と
粘土･シルト分×含有層厚の関係

地点は、ほとんど細粒分が堆積している後背湿地だと分かる。

図４は堤体基礎の粘土分の含有層厚と粘土分×含有層厚の関係を、堤体基礎の粘土･シルト分の含有層厚と粘土･シルト分×含有層厚の関係を示しており、縦断亀裂がある地点の粘土分の含有層厚は 7m が閾値のようである。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 32%、平均粘土・シルト分約 73%と読み取れる。揖斐川堤防における閾値は、長良川堤防における閾値 4m に対してやや大きくなったが、同様に粘土・細粒分を含む支持力の小さな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。

４．おわりに

粘土層厚の閾値は長良川 4m、揖斐川 7m と異なりはしたが、堤体基礎地盤直下の粘土・シルト層が厚くなると縦断亀裂が発生しやすい傾向を得た。閾値の違いについては、堤体の規模や粘土・シルト層の物性によるものか今後の検討が必要と考える。

【参考文献】1)牛腸ら: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)朱ら:天端縦断亀裂による堤体基礎めり込み危険箇所の評価，土木学会中部支部研究発表会(2020. 3)，Ⅲ-025. 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.

© Japan Society of Civil Engineers