

簡易動的コーン貫入試験による宮崎県北川の被災メカニズム解明

名古屋工業大学 学 〇高辻 理人 正 前田 健一
学 西村 柁哉 学 牧 洋平
愛媛大学 正 岡村 未対

1. はじめに

2018 年 10 月に発生した台風 24 号の出水により被災した宮崎県北川の左岸 14km 付近において現地調査を実施した。同地点では過去 3 年間の出水の度に堤内地で著しい噴砂や陥没が発生している。特に川坂大橋から下流の約 100m 地点では、堤防裏法尻から 30m 程度離れた畑などの堤内地において、集中的に噴砂の発生が確認されている。そこで、同地点において、繰り返し発生した噴砂によって堤体下部が損傷を受けていないかを調べる事を目的として、堤内地の噴砂発生箇所周辺および裏法尻下部で簡易動的コーン貫入試験を実施した。

2. 調査地点と調査概要

図-1 に調査地点概要図（噴砂情報や地形情報は土木研究所提供¹⁾）、図-2 に貫入試験実施箇所を示す。調査地点は北川左岸 12.9～13.2KP の川坂大橋下流地点である。同地点では噴砂が多数発生していた。調査では図-1 中の各ピットで貫入試験を実施したが、本論文では同調査で実施した貫入試験の一部のみ記載している。試験は堤内地において噴砂が集中的に発生した箇所周辺（測線 1）および裏法尻下部（測線 2）で実施した。また、裏法尻下部においては基礎地盤を覆うアスファルトおよび蛇籠を撤去し試験を実施している。なお、簡易動的コーン貫入試験機は質量 5kg のハンマーを 50cm の高さから自由落下させ原位置における土の貫入抵抗を換算 N 値 N_d として求める装置である。 N_d は $N_d = 10 \times (\text{打撃回数}) / (\text{貫入量})$ で算定する。先端コーンの直径は 25mm である。

3. 調査結果と考察

3.1 平成 28～30 年度における噴砂動態について

この地区では、平成 28 年度及び 29 年度には被災後に順次矢板が施工されている。図-1 に示すように矢板の施工前後で、噴砂の個数や発生位置に変化が見られる箇所

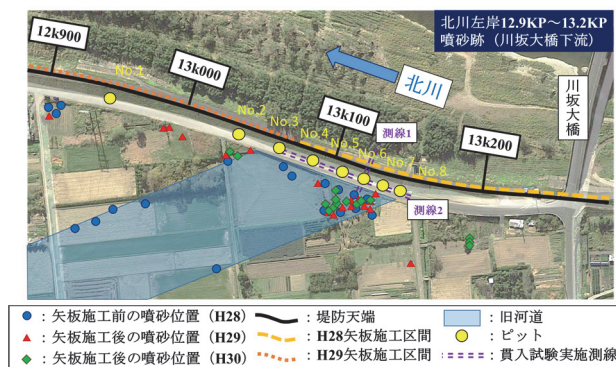


図-1 調査地点概要図

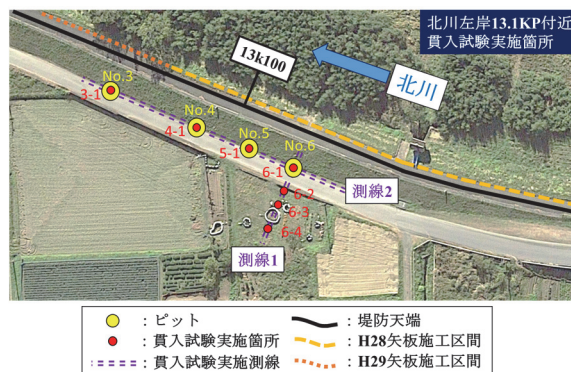


図-2 貫入試験実施箇所

と見られない箇所があった。具体的に、12.9～13.0KP 付近では平成 29 年度に矢板を施工したことによって、平成 30 年度においては平成 28 年度から繰り返し発生していた噴砂が抑制された。一方で、13.1KP 付近では平成 28～30 年度を通して矢板施工前後で噴砂の発生箇所や被災規模に大きな変化は見られない。このように矢板の施工によって噴砂が抑制された箇所と抑制されない箇所があった。また、噴砂は旧河道で発生している傾向があり、旧河道箇所が発生した噴砂は矢板施工後も抑制されていないものが多い。本地点では矢板は表法尻箇所から一様に深度 13m まで施工してあるが、旧河道箇所では被害を低減できていないため、被害を低減させるために必要な矢板の根入れ長は周辺地盤の特性により変わってくると考えられる。今後は周辺地盤の特性を考慮したうえで矢板の

キーワード 河川堤防, 噴砂, パイピング

連絡先 〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町 名古屋工業大学 16 号館 227 号室 TEL052-735-5497

根入れ長について定量的に評価していく必要があると考えられる。

3.2 噴砂多数発生箇所の緩み領域について

13.1KP 付近の堤内地では法尻から 30m 程度離れた箇所で多数の噴砂が発生した。同地点において基礎地盤内の緩みを把握するために、堤内地の 3 箇所と裏法尻の 1 箇所、計 4 箇所（測線 1）で貫入試験を実施した（図-2 参照）。図-3 に同地点における貫入試験結果および断面の概要図を示す。なお、深度の原点は蛇籠撤去後の裏法尻 6-1 における基礎地盤地表面である。また、相対的に N_d 値が小さい領域（ N_d 値 2 以下）を緩み領域と定義し整理している。図よりいずれの地点でも基礎地盤内に緩み領域が確認された。特に、噴砂発生箇所に最も近い 6-3 では深度 2.0～3.0m に局所的な緩みが生じており、噴砂に伴う土粒子の流出によって形成された緩み領域であると考えられる。また、同地点では噴砂が発生した周辺の堤内地のみならず裏法尻下部にも緩みが生じていることが確認された。模型実験においても、裏法尻の基礎地盤から堤外側へ緩みが進展することでパイピングに至ることが明らかになっており²⁾、現地においても同様の現象が発生していた可能性がある。

3.3 裏法尻下部の緩み領域について

堤内地において噴砂が集中して発生した箇所と発生しなかった箇所における堤防裏法尻で貫入試験を実施し、緩み領域の有無を比較した。図-4 に同地点における貫入試験結果および断面概要図を示す。4 箇所のうち最も上流側の 6-1 については 3.2 で記載した裏法尻における貫入試験結果と同一のものである。なお、深度の原点は蛇籠撤去後の裏法尻 6-1 における基礎地盤地表面である。また、相対的に N_d 値が小さい領域（ N_d 値 2 以下）を緩み領域と定義し整理している。図より堤内地において噴砂が多数発生した地点に近い 5-1、6-1 では 3-1、4-1 と比較して多くの緩みが確認された。特に 6-1 においては深度 3.0m において貫入抵抗がほとんどない（ N_d 値 1 以下）極めて緩んだ箇所が存在していた。また、試験結果より下流に向かうほど砂礫層が浅く分布していることがわかる。一般的に透水層を覆う難透水層の層厚が薄いほど噴砂は発生しやすく、パイピングは進展しやすいが²⁾、今回噴砂が多数発生した箇所は、下流箇所と比較して被覆土層が厚かった。同地点の噴砂は旧河道と隣接する地盤との境界で発生している傾向があるため（図-1 参照）、境界部分が行き止まり構造と同様の働きを示したと考えれば、被覆

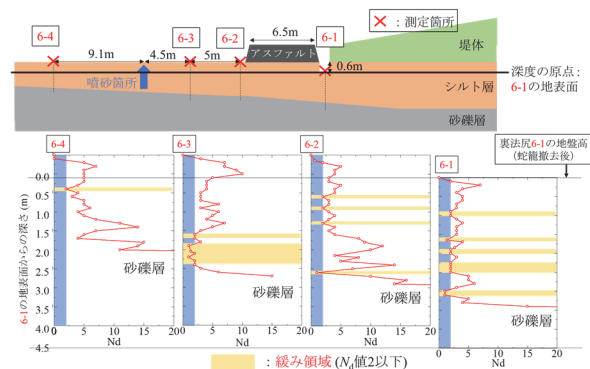


図-3 貫入試験結果と断面概要図
(測線 1 堤防横断方向)

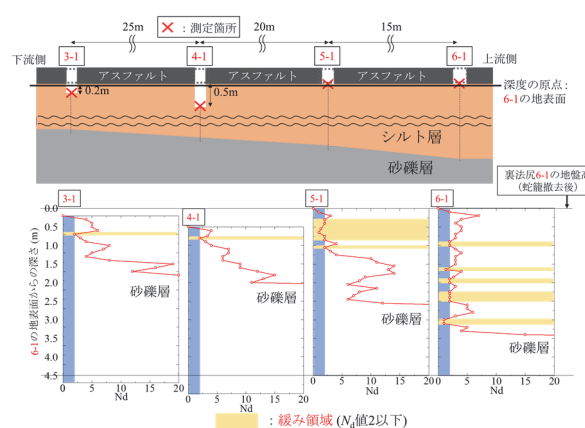


図-4 貫入試験結果と断面概要図
(測線 2 堤防縦断方向)

土層の厚さではなく行き止まり構造に起因し噴砂が発生した可能性がある。

4. まとめ

本調査によって、堤内の噴砂発生箇所では緩み領域が発生していることがわかった。また、噴砂が発生した測線において、裏法尻下部に貫入抵抗がほとんどない極めて緩んだ箇所があることが明らかになった。さらに、旧河道箇所では矢板の施工によって噴砂が抑制されていないため、今後は周辺地盤の特性を考慮したうえで矢板の根入れ長について検討していく必要がある。

参考文献

- 品川俊介, 矢島良紀, 西塚大, 阿南修司: 河川堤防基礎地盤漏水現場におけるトレンチ調査, 日本第四紀学会講演要旨集, 48, p.7, 2018
- 西村 柁哉, 前田 健一, 榊山 総平, 高辻 理人, 泉 典洋: 河川堤防のパイピング危険度の力学的簡易点検フローと漏水対策型水防工法の効果発揮条件, 河川技術論文集第 24 巻, pp.613-618, 2018.