

堤防強化対策検討等に有効な簡易ボーリングの実施例

株式会社アーステクノ ○金原直樹 宇都忠和 住吉武志

1. はじめに

河川堤防の洪水時における破堤の予兆として“ガマが吹く”と表現されるように、堤内側の地表面から噴砂を伴う湧水が発生する現象がある。これは難透水性の被覆土層下面に、一定以上の揚圧力が作用し発生するものである。このように、堤防の安全性は、基礎地盤を含む堤防の”質”に依るところが大きく、地盤モデル(地層構成)も評価の大勢を左右する要素といえる。

本稿では、平成30年度に当社が実施した、堤防質的対策に関する地質調査業務において、簡易ボーリングマシンを製作し、被覆土層の層厚や詳細な構成を把握した事例を紹介する。



写真-1 噴砂事例¹⁾

2. 堤防質的照査の概要

洪水時における、河川堤防の破堤パターンは「①侵食」、「②越水」、「③浸透」の3種に大別される。(図-1)²⁾

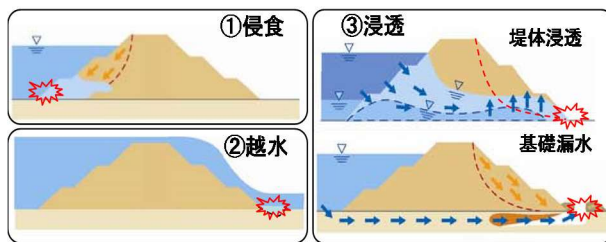


図-1 河川堤防の破堤パターン²⁾

①および②は可視的で漸増性の現象であるため、状況の認知から処置・避難等の対応が比較的確立されており、これが適切に運用されれば、即時的な人的被害を限定的にとどめることが可能と言える。これに対し③は視認できない河川水の浸透現象に起因すること、また「堤防の不安定化⇒破堤⇒堤内地への浸水」のメカニズムが一連して発生することから、多大なリスクを有していると考えられる。

堤防の安全性を評価するにあたり、浸食や越水は不安定要因が比較的確確(流速・堤防高)であることに対し、浸透に対しては、堤体や基礎地盤の形状・構成・強度・透水性の組み合わせ、および時刻歴の外力(降雨・水位)によって多岐にわたる不安定要因を見極める必要がある。このことから、堤防および基礎地盤の有限要素モデルを用い、非定常の飽和・不飽和浸透流解析を行うことにより、現況の安全性照査、不安定要因の評価、対策効果の検証が行われる。

3. 調査業務事例

(1) 被覆土層厚把握の必要性

当該業務は、堤防の予備点検で現況 OUT (盤ぶくれ)である箇所対策工設計のために、詳細な地質調査を実施する位置付けであった。当初、堤防縦断方向のボーリング補完だけの計画であったが、堤内側の被覆土層厚が対策検討で重要な要因でありながら、裏法面の柱状図からの推定(投影)でモデル化されていることが課題と認識され、被覆土層の詳細な層厚および構成を把握する必要性が示された。(図-2)

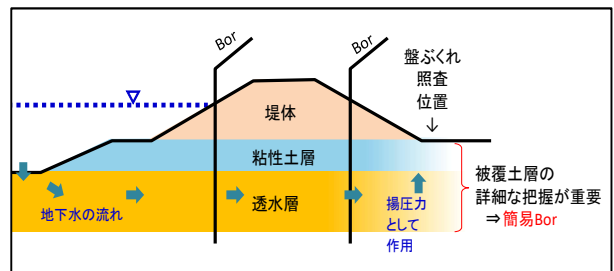


図-2 被覆土層詳細把握の必要性

(2) 簡易ボーリングマシンの製作

被覆土層把握の意図は、ごく浅い被覆土層に対し、強度特性の把握を不要とし、連続的なコア採取を、多地点で実施するものであったことから、これを合理的に達成し得る手段として、詳細設計業務担当会社の助言も踏まえ、簡易ボーリングマシンを製作し、対応した。

簡易ボーリングマシンの主な機材は表-1、写真-2に示す通りである。同様の調査手法は既存の技術として事例があったため、これを参考として製作を進めた。

ここで既往事例では、エンジンにロッドとコアチューブを接続するのみで、掘進時はこれを人力で保持するものであったが、以下の課題があると考えられた。

- 安定した垂直な削孔を確保し難く、複数回にわたる調査孔への出し入れ時に、削ぎ落した孔壁が混入する可能性があり、原位置試料の採取精度に懸念がある。
- 粘性をおびた地盤や、締りの大きい地盤で発生する回転反力が作業員にかかることから、安全面に不安が残る。

上述の課題に対し、当社では機材を固定するガイドを設けることとした。(写真-3)

表-1 簡易ボーリング使用機材

種類	名称	規格・性能
動力	AGZ5010EZ	50.6cc
ロッド	AQロッド材質:アルミ	1.0m、0.5m
サンプラー	シングルコアチューブ	φ50mm



写真-2 簡易ボーリング使用機材



写真-3 掘削状況

(3) 調査実績

当該業務での調査実績は、以下のとおりであった。

地質状況：調査地周辺の地形は河川由来の沖積低地であり、堤内側は耕作地(稲作)として利用されている。基礎地盤の地質は、既存のボーリング結果より、表層が中間土的な性状で数メートル堆積し、その下位に礫質土や火山性堆積物が分布していることが把握されていた。

目的：被覆土層の縦断的な層厚および、層構成(粘性土・砂質土)を詳細に把握すること。

作業員：作業効率の観点から3~4人配置した。

掘進能力：原位置の状態を維持した試料採取とするため無水掘削で実施。1回の掘進で最大50cmのコア採取が可能、また最大掘進可能深度は5m程度であった。当地では3~5mで掘止めとなり、1日で3箇所程度実施できた。

調査結果：写真-4に示す通り、原位置の性状を把握し得る、状態の良いコアが採取できた。被覆土層については、性状の違いに着目して適宜物理試験を行い、粒度組成から中間土・粘性土を区分し、縦断的な分布を図化した。(図-3)

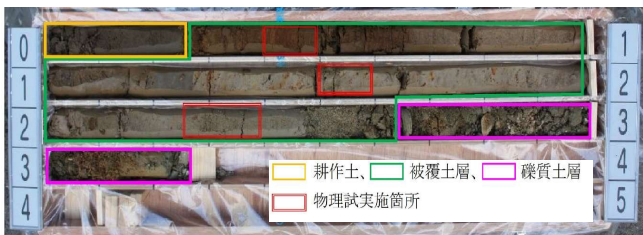


写真-4 採取コアの一例

4. 経済性の評価

掘削単価に着目した経済性の評価として、一般の機械ボーリングと、前述した簡易ボーリング事例を表-2のとおり整理した。掘削単価はほぼ同等であるが、資機材の運搬仮設にかかる設備がごく小規模で良いことから、適用可能な地盤条件のもとでは、トータルコストで優位といえる。

表-2 掘削単価比較

項目	費用(円)	
	機械ボーリング φ66mmオールコア	簡易ボーリング φ50mmオールコア
掘削単価 (mあたり)	粘性土・シルト	11,600
	砂・砂質土	14,100
	礫混じり土砂	27,400
足場仮設費(箇所あたり)	52,700	ゼロ

5. 適用性に関する考察

- ケーシングを使用しないため、地下水位以下では孔壁の保持が難しい場合がある。
- 軟らかい粘性土や、礫を混入しない砂質土程度の土質であれば、作業員は二人で十分と考えられ、経済的な優位性がより一層発揮されるものと考えられる。
- 短期間で密な調査を実施し、堤内側被覆土層を詳細に把握することができた。これにより、堤防の質の評価の精度向上に寄与できたものと考えられる。

6. 謝辞

本業務の実施にあたり、九州地方整備局川内川河川事務所調査課の方々には、多大なご支援・ご助言を賜りました。ここに感謝の意を表します。

《引用・参考文献》

- 九州地方整備局 筑後川河川事務所 矢部川堤防調査委員会報告書 2013.3
- 内閣府防災情報のページ 大規模水害対策に関する専門調査会 参考資料2 堤防決壊の事例
<http://www.bousai.go.jp/kaigirep/chuobou/senmon/dai kibosugai/> (確認日:2019.6.7.)

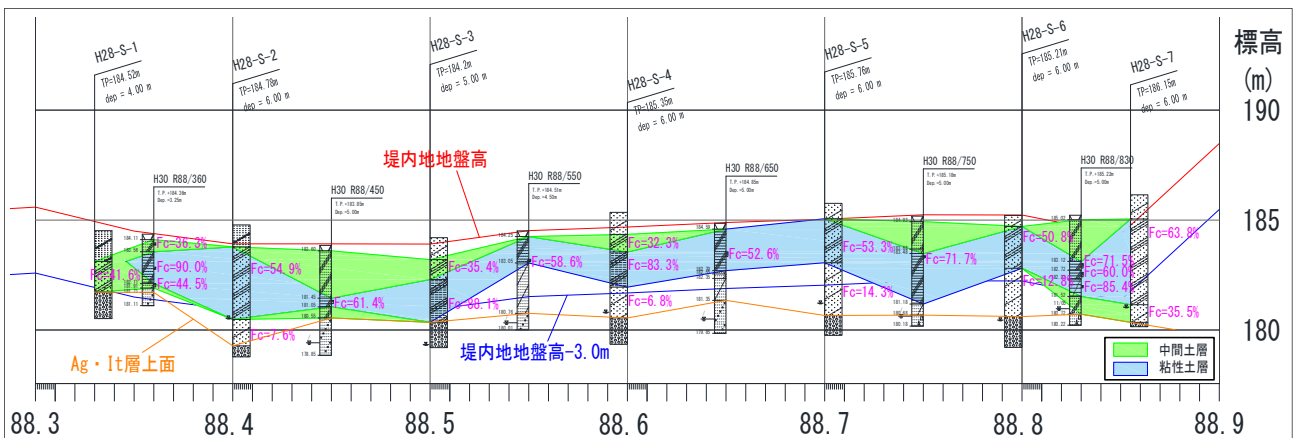


図-3 堤内側被覆土層推定縦断図