

京都大学工学部

学生会員

○宮下 隆太郎

京都大学大学院工学研究科

フェロー会員

三村 衛

(株)ソイルアンドロックエンジニアリング

正会員

吉村 貢

地域地盤環境研究所

正会員

岩崎 好規

1. はじめに

近年、大型台風や局地的集中豪雨に伴って河川水位が上昇し、越流や堤体内部への浸透に起因する堤防の被害が増大している。そのため、河川堤防の安全性検討に向けて今まで以上に堤体の質的整備の重要性が高まっている。本稿では、京都府下木津川堤防を試験サイトとし、電気探査と統合型貫入試験によって得られた結果を活用した堤防の断面土質モデルの構築法について報告する。具体的には、堤内浸透等土水連成作用による堤防の不安定化を念頭に置き、原位置試験によってその構造的要因となる堤防断面の地盤性状を精度良くかつ効率的に推定する手法の確立を目指した。一連の研究の特長は、堤体断面の土質区分を明確に示すことによって堤防の構造を的確に把握し、防災対策に寄与しうる有用な情報を提供できることにある。

2. 調査方法

本研究では以下の手順で調査を行った。

- ①治水地形分類図による旧河道の位置の特定
- ②既存堤防地盤調査によるボーリング結果、堤防断面情報の結果収集
- ③想定される危険な堤防位置の特定
- ④現地踏査による調査実施可能性の検討と調査位置の選定
- ⑤牽引式電気比抵抗探査による縦断側への電気探査
- ⑥縦断断面の電気比抵抗分布とボーリング調査結果から横断探査測線を決定
- ⑦統合型貫入試験の実施
- ⑧多点電磁探査の実施
- ⑨統合型貫入試験結果の解析より、砂質土、中間土、粘性土層の境界と境界相当電気比抵抗値を求める。

砂礫層で形成された旧河道と堤体との交点では、河川水位が高まれば砂礫層の間隙水圧も上昇するため、噴砂やボイリングが生じやすい。こうした観点から調査対象範囲は木津川旧河道と堤体の交点を含む領域とした。治水地形分類図より旧河道跡が存在する三川合流から上流右岸堤防 3.85km～4.0km に着目し、調査範囲を同右岸堤防 3.6km～4.2km とした。

3. 統合型貫入試験の概要

統合型貫入試験とは、既往の電気式静的コーンの背部にガンマ線源、中性子線源を配置した RI コーン貫入試験による地盤調査である。RI コーンは電気式静的コーン貫入試験から得られる、先端抵抗、周面摩擦、間隙水圧に加え、ガンマ線源を有する密度計コーンは湿潤密度を、中性子線源を有する水分計コーンは体積含水率を測定することができる。本研究で使用した装置は 2 軸傾斜計と温度センサーも組み込んでいるため、鉛直貫入の確保と温度補正により測定結果の信頼性向上が図られている¹⁾。

4. 統合型貫入試験の実施結果

図 1 に木津川右岸 3.8km 地点天端川表側の統合型貫入試験の結果を示す。

深度 0～2m では、先端抵抗、周面摩擦が大きいことから砂質土、深度 10.4～15.0m では先端抵抗、周面摩擦が小さく、間隙水圧が静水圧よりも大きい正の過剰間隙水圧を示していることから粘性土と判断できる。深度 8.9～9.2m の区間は含水比と間隙比がきわめて大きな値を示していることと、河川敷レベルにあることから、緩い砂層で、パイピングの痕跡かと思われたが、先端抵抗、周面摩擦が有意に大きいことから、これらは高有機質土であると判断した。

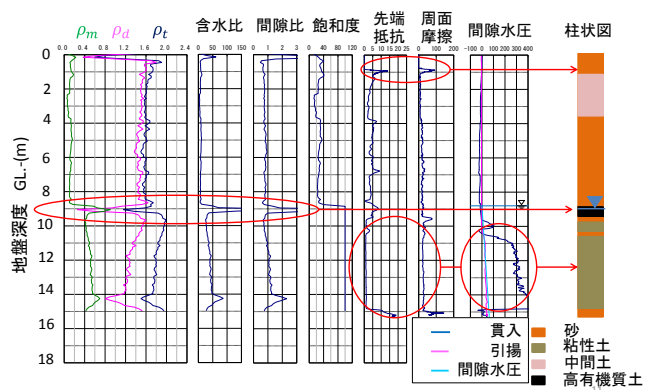


図1 木津川右岸 3.8km 地点天端川表の RI-CPT 結果

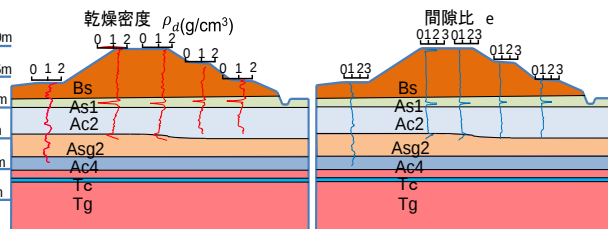


図4 木津川右岸 3.8km 地点における
乾燥密度と間隙比

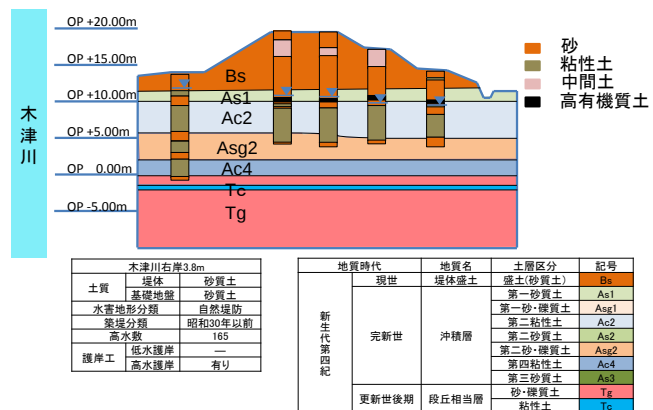


図2 木津川右岸 3.8km 地点の断面図

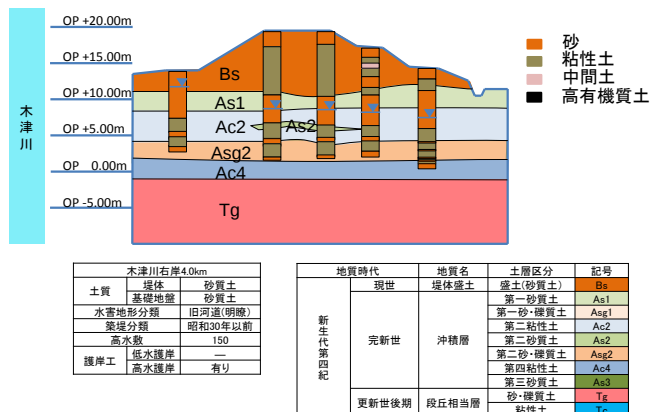


図3 木津川右岸 4.0km 地点の断面図

このように、木津川右岸 3.8km, 4.0km, 4.2km 地点に5点ずつ統合型貫入試験を実施し、それぞれの柱状図を得た。その結果と既存のボーリング情報による断面図を重ねた結果が図2と図3である。図2、図3とも堤体横断方向に地層が連続していることが見て取れる。図2に関しては既存のボーリング情報と、得られた統合型貫入試験結果による層厚や境界位置がほとんど合致した。さらに、統合型貫入試験では、ボーリング結果では現れていない、地層中に

狭在する砂質土や有機質土も捉えることができた。

また、図3の右岸 4.0km 地点における盛土層は、ボーリング情報では盛土(砂質土)と示されているが、実際には多くが粘性土からなる盛土であると考えられる。

図4は木津川右岸 3.8km 地点で既存のボーリング情報に統合型貫入試験で得られた乾燥密度、間隙比の深度方向のグラフを重ねたものである。図4を見ると、標高 12m レベルに低密度高間隙比の連続層が存在し、強震動など強い外力を受ける場合には堤体地盤の不安定化を引き起こす弱部となる可能性がある。

5. 結論

本研究では堤防断面モデルの効率的な構築法の開発を行った。その工程の一部である統合型貫入試験によって先端抵抗、周面摩擦、間隙水圧、湿潤密度、含水量の深度方向に連続したデータが得られた。ここに土粒子密度を仮定することにより、乾燥密度、含水比、飽和土、間隙比も深度方向に連続的に求まり、得られた地盤特性より砂質土、中間土、粘性土の境界位置を特定し、柱状図を描くことができた。推定した柱状図を既存のボーリング結果と比較すると概ね合致しており、加えて、統合型貫入試験では地層に狭在する砂質土や粘性土も確認することができた。また、3.8km 地点では砂質土主体、4.0km, 4.2km 地点では粘性土主体の堤体であると推定された。

参考文献

- 1) 三村衛, 吉村貢: 土木学会論文集, 2007