

石混じり礫質土による物部川堤防盛土の特性に関する一考察

名城大学 正会員 ○李 圭太, 小高 猛司
土木研究所 正会員 石原 雅規
高知河川国道事務所 正会員 久保 宣之
高知河川国道事務所 大谷 正彦, 岡林 福好, 長町 剛志
建設技術研究所 正会員 小林 猛嗣, 岡嶋 義行

1. はじめに

物部川は山地が流域の約 88%を占め、標高 1,770m の白髪山を最高峰とした標高 500m を越える急峻な中・大起伏山地に囲まれており、河川は V 字谷の溪谷を呈し下流域は典型的な扇状地を形成している。また、河床勾配は上流域で約 1/40, 中流域は約 1/145, 下流域は 1/280 の急流河川である。下流部の大部分を占める扇状地は、物部川の氾濫によって運ばれた厚い表土に覆われた沖積世の砂礫層となっており、昭和 21 年頃から着手した築堤工事では、巨石が点在し、粗石、粗礫も混在している石混じり礫質土を築堤材料として用いている。これら粒径の大きい石分は、粒子のかみ合わせにより強度を発揮させるのに効果があるものの、締め固め効果が十分に発揮されないことが懸念され、現行基準では適用されていない。このような地盤材料を有する既設堤防を対象とした調査においてもボーリングを主体とした調査により地盤特性を把握し検討を行っている。ボーリング調査で得られる地盤特性では粗礫以上の大きな粒度の特性が的確に把握できないと考え、本研究では石混じり礫質土を対象とした調査・試験手法の提案を目的として旧堤撤去工事の際、堤防開削調査を実施した。なお、これまでの洪水では物部川堤防が大きな変状に至った被災は生じていないことを付記する。この堤防開削調査は 2017 年（物部川右岸 8.6k 付近）、

2019 年（物部川右岸 8.6k+80m 付近）に実施し、図 1 に示す 2017 年の調査で盛土上部（天端-約 1m）、盛土下部（天端-約 3m）、基礎地盤で試料採取し全量粒度試験を行った。この試験より 3 カ所とも砂分以下は 10%未満、石分は基礎地盤で約 44%、盛土上下部で 25%とであった¹⁾。その際、盛土層の密度設定に用いる採取土容量の把握を水置換により行った。盛土上部は重量:1,714.6kg, 注水量:0.84m³, 盛土下部では重量:1,997.2kg, 注水量 1.10m³ となった。また、JGS1316 による現場透水試験を行ったが透水性が大きく定常水位を確保できなかったため、ポンプと水量計を用いて定常水位を確保し、盛土上部の透水係数 $4.5 \times 10^{-4} \text{m/s}$, 盛土下部の透水係数 $7.2 \times 10^{-4} \text{m/s}$ を得た。せん断強度特性は小高らの研究²⁾により発表されている。本報告では図 1 に示した既往ボーリング調査と設定モデルを 2017 年開削調査断面で実施した物理探査と比較し地盤モデル設定の考察を行う。あわせて、2019 年開削調査で実施した現場密度試験、現場透水試験より物部川石混じり礫質土の特性と石混じり礫質土での地盤調査の課題を示す。

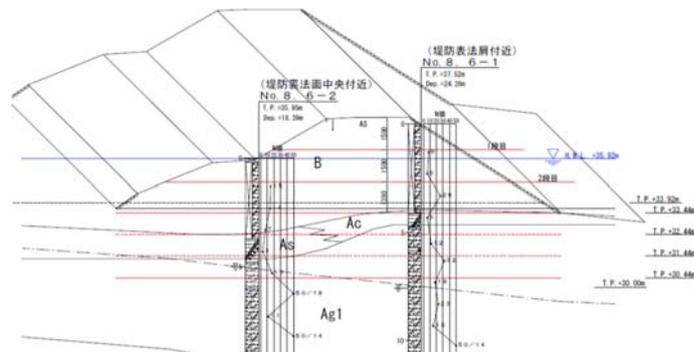


図 1 開削調査断面、既往ボーリング調査と設定モデル

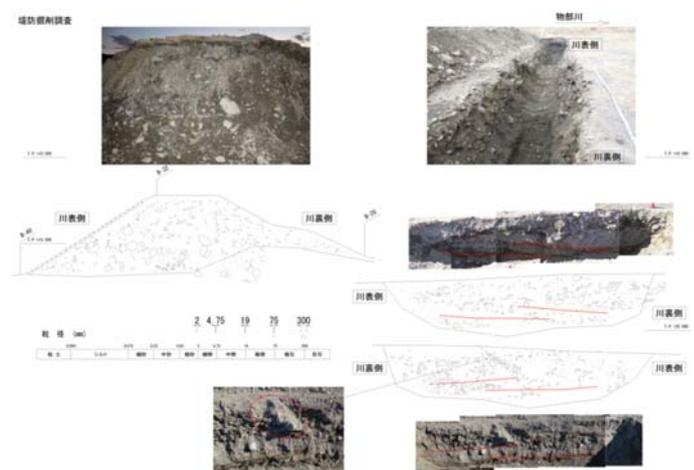


図 2 2017 年開削調査結果/左:盛土部, 右:基礎地盤

2. 調査・試験結果の概要

物理探査は S 波弾性波探査と電気探査を実施した。S 波弾性波探査は人力による板たたき法で S 波を発生させ、測定幅:46m, 測定間隔:2m, 成分数:24, 起振点数:6 の測定条件で行った。電気探査は S 波弾性波探査と同じ側線で測定幅:62m, 測定間隔:2m の 32 極とし、電極配置は 2 極法, ウェンナー法配置とエルトラン法配置の四極法で測定した。これら物理探査における解析手順・手法は文献 3) に示す。

2019 年開削調査は 2017 年調査箇所の約 80m 上流で実施した。対象地点の堤防高は約 4.5m となっており、堤防開削は堤防天端より下方約 1.5m まで掘削し平場を設けバックホーで盛土を採取した。この断面を盛土上部とし次に天端から下方約 3m まで掘削し平場を設けこの断面を盛土下部とした。次に基礎地盤を対象として天端から約 4.5m 下方をバックホーにより壺堀を行い基礎地盤の堆積状況を観察した。盛土上部ではバックホーによる試料採取 (698.764kg), 下部ではスコップにより試料採取 (51.168kg) を行い、水置換により盛土上部掘削容量 0.482m³, 盛土下部 0.26m³ を計測した。盛土各部分において JGS1316 による現場透水試験を試みたが 2017 年同様定常水位を得られなかった。そこで、ポンプを用いた水量計により定常水位流量を把握し盛土上部 2.59×10⁻⁴m/s (試験孔半径 5cm, 試験孔水深 15cm), 盛土下部 2.38×10⁻³m/s (試験孔半径 7.5cm, 試験孔水深 7cm) の現場透水係数を確認した。

3. まとめ

弾性波探査では基礎地盤上方の粘性土層が確認されていない。起振点を多くとる必要があるとも考えられる。電気探査は局所的な低比抵抗帯が把握できおりボーリング調査によるモデル設定で粘性土層を連続帯としていることの課題が挙げられる。ボーリング調査と物理探査を併用することで検討断面モデルの精度が向上されると考えられる。現場透水試験は透水係数がかなり大きな値であるため JGS1316 による方法は適用できないことがわかった。代替としてポンプによる水量計を用いた現場透水試験を提案したが、最大粒径を考えると対象とした試験孔は小さいと考えられ精緻な値を得るためにはさらなる開発が必要である。現場密度は盛土上部で 15kN/m³, 盛土下部で 20kN/m³ となった上部では砂置換法も実施し 14kN/m³ の結果となった。場所による違いが大きく石分の含有による影響と推察できる。全量粒度試験は実施していないが、スケッチによる石分の面積比率によれば盛土上部で 11.5%~17.7%, 下部で 42.7%~45.3% となっており下部は基礎地盤と同様な盛土材量と考えられる。

参考文献 1) 李ら：石混じり礫盛土における粒度特性、密度調査に関する一考察、第 52 回地盤工学研究発表会、2017。 2) 小高ら：浸透すべり評価に用いる礫質堤防土の強度定数の決定法、第 54 回地盤工学研究発表会、2019。 3) 李ら：河川堤防を対象とした物理探査の適用に関する考察、第 52 回地盤工学研究発表会、2017。

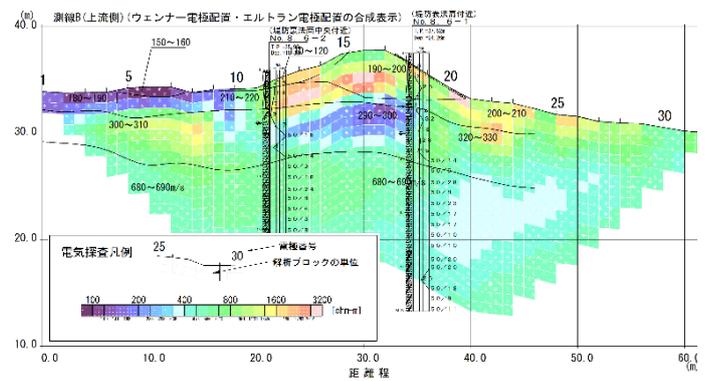


図 3 物理探査結果図

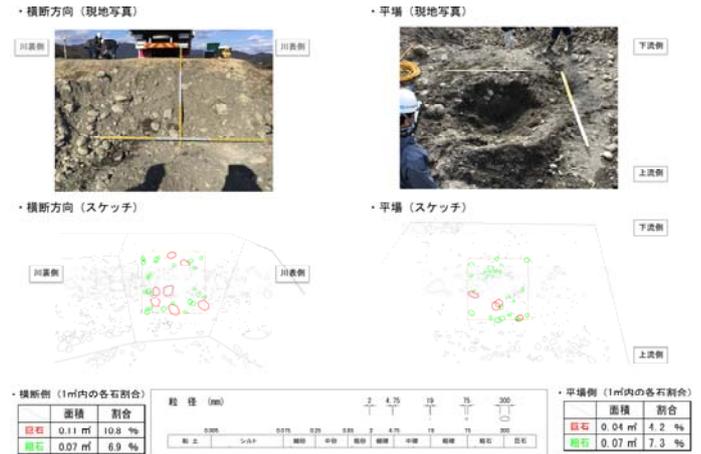


図 4 2019 年開削調査結果/盛土上部

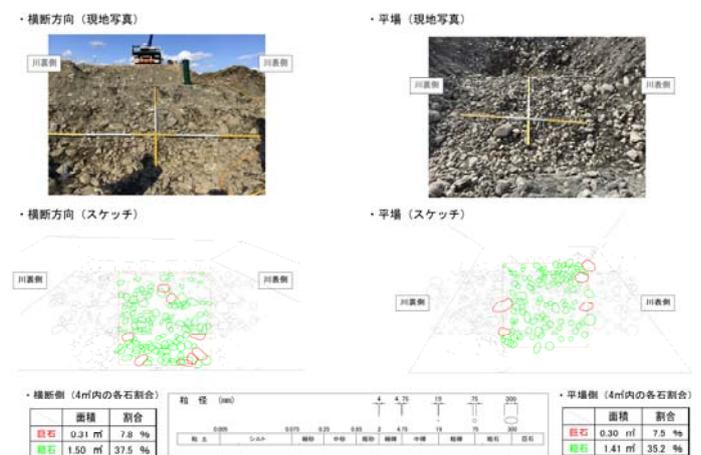


図 5 2019 年開削調査結果/盛土下部