

石混じり礫質土を有する河川堤防における地盤特性に関する考察

建設技術研究所 正会員 李 圭太
名城大学 正会員 小高 猛司
名城大学大学院 学生会員 梅村 逸遊
建設技術研究所 正会員 ○長谷川剛基

1. はじめに

国内における河川には山地が流域の約 8 割を占め、急峻な中・大起伏山地に囲まれ V 字谷の溪谷を呈し下流域は扇状地を形成しているものがある。さらに、上流部に中生代の左岸層は破碎され崩壊しやすい地質となっている場合、下流部扇状地は氾濫によって運ばれた厚い沖積世の砂礫層に覆われている。このような河川においても堤防の築堤にあたっては多量の土を必要とするために経済性や施工性を考え現場近くで材料を調達することが多く、透水性が高く締固めが容易でない礫質土を用いていることもある。筆者らはこれら地形・地質特性を有する河川において新規築堤に伴い旧堤を撤去する現場において河川堤防調査をする機会を得た。そこで、堤防撤去時に大型バックホーを用いて河川堤防盛土を採取し現場密度を計測した。採取した試料は 300mm を超える巨石が点在していることから約 1m^3 を採取し全量粒度試験を実施した。河川堤防の浸透特性の把握に重要である透水係数の把握にあたり盛土を対象として現場透水試験を実施した。せん断強度特性の把握は別途論文において報告する。

2. 調査・試験の概要

図 1 に示すように、調査箇所の堤防高は約 4m となっている。堤防開削は堤防天端より下方 1m まで掘削し、平場を 4m 設け中央付近で約 1m 四方を写真 1 に示すように小型バックホーで約 1m^3 を採取（盛土上部：1,714.6kg）した。この採取ピットにおいて、速やかにビニールシートを 2 枚重ねたものを布設し、写真 2 に示すように河川水を注水した。この注水量を写真 2 の左上にある水道メーターを設置し満水になる量を計測した（水置換法）。この満水量で採取ピットの体積 (0.84m^3) とした。次に天端から下方 3m まで掘削し盛土上部と同様に平場を設け中央付近で試料採取（盛土下部：1,997.2kg）を行った。次に盛土下部試料採取ピットを対象として水置換による体積の計測 (1.10m^3) を行った。本調査箇所は、巨石を含む礫質土であったことから平地の整形に不陸があるため、正確な満水容量を計測することは困難であったが、掘削表面からの溢水が約半周となる時点を満水容量と設定した。ここで、約 1m^3 の試料採取を行ったのは、粒度試験において最小質量の目安として最大粒径が 75mm で 30kg と考えられており、本調査箇所では 75mm を超える粗石を含んでおり 300mm を超える巨石も点在していることによる。なお、基礎地盤に関しては試料採取のみを行った。

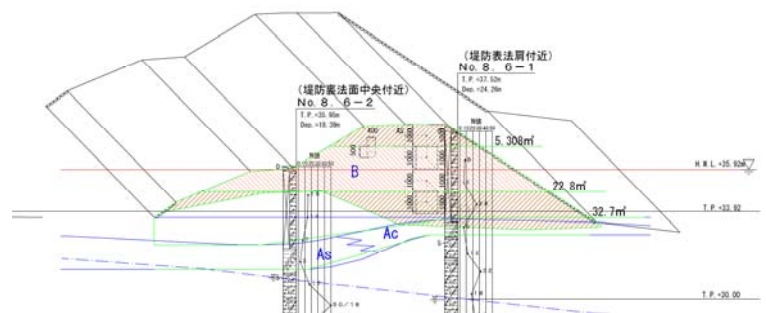


図 1 堤防開削計画横断面図



写真 1 試験試料採取状況



写真 2 現場密度試験/水置換状況

これら採取した試料を試験室内において全量を対象として粒度試験を実施した。その際、53mm 未満を対象

キーワード 河川堤防 石混じり礫質土 締固めた地盤の透水試験 全量粒度試験

(株) 建設技術研究所大阪本社水工部 (〒541-0045 大阪府中央区道修町 1-6-7 TEL: 06-6206-5555(大代表))

に四分法により約 40kg を対象としてふるい分析、沈降分析を行った。ここで、53mm 未満を四分法の対象としたのは、別途この試料を用いて大型三軸試験に用いることを考慮したためである。この全量粒度試験に関しては文献²⁾を参照されたい。現場透水試験は締め固めた地盤の透水試験は JGS 1316-2003 に示されているマリOTTサイフォンを用いた透水試験を適用した。この試験装置・方法の概要は既往関連文献²⁾を参照されたい。

3. 調査・試験結果

図 1 に既往ボーリング調査 (Bor.) での盛土部と本調査の粒径加積曲線を示す。盛土上部と下部を比較すると、盛土下部の方が、砂分 (0.075mm～2mm) が 4%程度多く、細粒分 (0.075mm 以下) も同程度多い結果となった。盛土上部では 2mm 以下が約 24%で 0.075mm 以下が約 3%となり、上下ともに 75mm 以上の石分は約 25%であり、礫分が主体の粒度特性を有している。基礎地盤浅層部の粒径加積曲線に着目すると、2mm 以下の粒度特性は盛土下部と同様となっているが石分 (75mm 以上) は約 44%となっており盛土と比較して 20%程度含有率が高い結果となった。この結果より、砂分以下が同様であることからこの基礎地盤を盛土として流用したと考えられ、その際石分を取り除いたことが想定される。既往ボーリ

ング調査 (Bor.) での盛土部ではボーリング調査による採取試料はボーリング径に依存することから 26.5mm ふるいを通過する試料となり、石分、礫分を正確に調査することはできない。2mm 以下の粒度特性に着目すると盛土部では 1 試験を除き約 38%、基礎地盤では 32%となっており、全量粒度試験と比較して 10%程度多くなっている。0.075mm 以下の細粒分は盛土基礎地盤ともに 7%程度となっており、全量粒度試験の盛土下部と同程度である。表 1 に各粒径加積曲線から得られる、代表粒径 ($D_{10}, D_{20}, D_{50}, D_{60}$) を示す。現場透水試験では盛土上部で調査孔の半径 (r_0) 19.2cm, 孔内水位を 40cm となるように定水位保持管を設置したが、試験開始段階で孔内水位を 40cm に保持することができなかった。盛土下部においても半径 17.2cm, 孔内水位 26cm になるように定水位保持管を設置したが盛土上部と同様に試験準備段階のポンプ最大容量ではこの水位を保持することができなかった。上部ではポンプ最大容量 (2θ : 8.30 秒, 235cm³/s) を約 1 時間継続し調査孔底から 20cm で孔内水位が一定となり、下部ではポンプ最大容量 (2θ : 7.44 秒, 259cm³/s) を約 1 時間継続し調査孔底から 15.8cm で孔内水位が一定となった。このポンプ容量と一定水位を用い JGS-1316 に示されている算出式より透水係数を求めた。粒径から得られる透水係数, 現場透水試験から得られた透水係数を表 3 に示す。

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) 李ら：不飽和地盤における現場透水試験に関する考察,第 41 回地盤工学研究発表会,2006

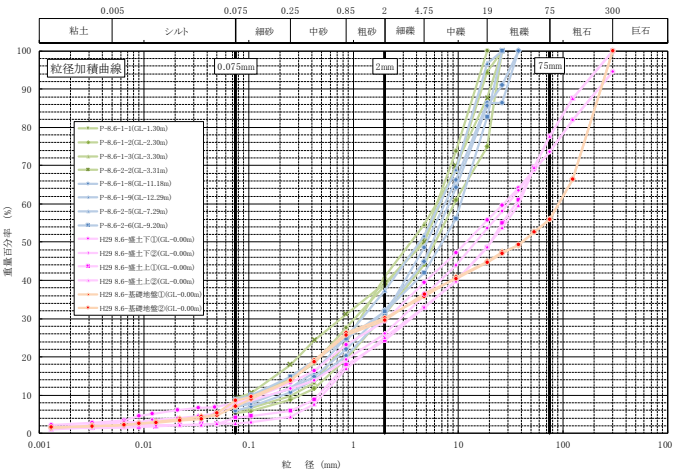


図 1 粒径加積曲線

表 1 代表粒径の整理結果

	Bor. 盛土部	Bor. 基礎地盤	開削盛土部	開削基礎地盤
D_{10} (mm)	0.09 ~ 0.30	0.10 ~ 0.20	0.14 ~ 0.50	0.12
D_{20} (mm)	0.30 ~ 0.90	0.50 ~ 0.85	0.60 ~ 1.20	0.50
D_{50} (mm)	3.500 ~ 6.00	4.20 ~ 7.00	12.0 ~ 20.0	40.0
D_{60} (mm)	6.00 ~ 9.00	6.50 ~ 10.1	26.5 ~ 38.0	90.0

表 2 含有率の整理結果

含有率(%)	細粒分	砂分	礫分	石分
Bor.盛土部	5.3 ~ 9.2	25.8 ~ 31.7	59.1 ~ 68.9	—
Bor.基礎地盤	5.8 ~ 8.7	25.0 ~ 28.6	62.7 ~ 69.2	—
開削盛土部	2.6 ~ 8.0	21.3 ~ 21.7	49.3 ~ 53.3	22.4 ~ 26.4
開削基礎地盤	7.1 ~ 8.5	21.7 ~ 22.5	33.5 ~ 34.3	44.0

表 3 透水係数の比較表

k (m/sec)	Bor. 盛土部	開削盛土部	Bor. 基礎地盤	開削基礎地盤
D_{10} (Hazen 式)	6.3E-5 ~ 7.0E-4	1.5E-4 ~ 2.0E-3	7.8E-5 ~ 3.1E-4	1.1E-4
D_{20} (Creager)	2.2E-4 ~ 2.8E-3	1.1E-3 ~ 5.5E-3	7.5E-4 ~ 2.5E-3	7.5E-4
現場透水試験	—	4.5E-4 ~ 7.2E-4	—	—