

山間河川の堤防盛土におけるせん断強度特性に関する一考察

建設技術研究所 正会員 李 圭太, 秋場 俊一
 国交省九州地整局遠賀川河川事務所 河東 立
 国交省九州地整局菊池川河川事務所 辛木 剛
 建設技術研究所 小林 猛嗣, 富澤 彰仁
 京都大学大学院 正会員 小山 倫史, 大西 有三

1. 目的

近年の豪雨災害の発生より、河川堤防に対する質的な評価および評価に伴う強化対策が急務となっている。この質的な評価にあたっては、河川堤防関連指針¹⁾に準じて全国で実施されており、特に浸透に対する安全性検討が着目されている。浸透に対する安全性検討は、飽和 - 不飽和浸透流解析により得られた浸潤面を用い、動水勾配によるパイピング破壊、円弧すべり計算によるすべり破壊に対する安全性の評価を行っている。このすべり破壊に対する安全性評価では、河川堤防盛土、基礎地盤上層部におけるせん断強度特性が主要な地盤特性となる。本研究で対象とした山間河川では、河川堤防盛土が河床堆積土による現地材料を主体に構成されていることから、要素試験における供試体径を考えると、最大粒径が大きいため要素試験を適用せず、標準貫入試験による N 値から間接的に用いられることが散見される。そこで、本研究では、九州地整管内における山間河川の堤防盛土を対象として、 N 値より間接的に得られる内部摩擦角と筆者らの既往研究²⁾³⁾で提案している礫分含有率を粒度調整した供試体による三軸圧縮試験での内部摩擦角を比較検討し考察を行ったものである。

2. 山間河川における堤体の粒度特性と粒度調整の方法

図1に実際の堤防で採取した礫混じり砂の原粒度の分布と、粒度調整した後の分布のイメージを示す。図2に山間河川における試料の粒度分布を示す。盛土部に着目すると、一部砂を主体とする試料が見られるものの、全体的に、直径9.5mm以上の礫を質量比で30~40%含んでおり、原粒度のままでは通常の三軸試験を実施するのは困難である。本報では、9.5mm超の粒径の礫を取り除き、原粒度の試料から9.5mm超の礫分を取り除いた同じ質量分だけ、4.75mm~9.5mmの礫を人為的に混入した試料で試験を行った。なお、礫分粒調試料は図1の粒度分布からわかるように、4.75mm以下の粒径に関しては原粒度試料と全く同じ粒度分布となっていることが特徴である。

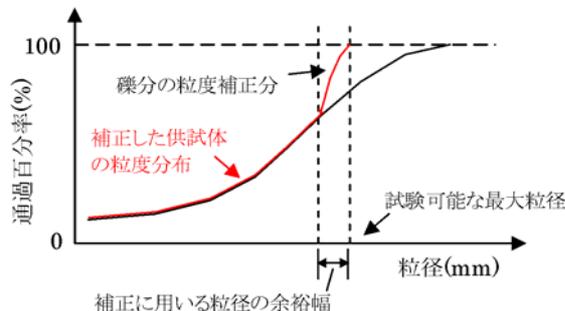


図1. 粒度調整方法のイメージ

3. 検討結果

図3に三軸圧縮試験より得られたせん断強度特性と、 N 値との関係を整理する。また、あわせて N 値からの間接的に得られる内部摩擦角として、Dunhamによる方法、道路橋示方書による方法を用いた値を示す。ここで、Danhamによる方法は（角張った粒子で、粒度配合がよい）、（丸くて良配合・角張って悪配合）、（丸い粒子で、粒度配合悪い）と土性により分類されており、本報

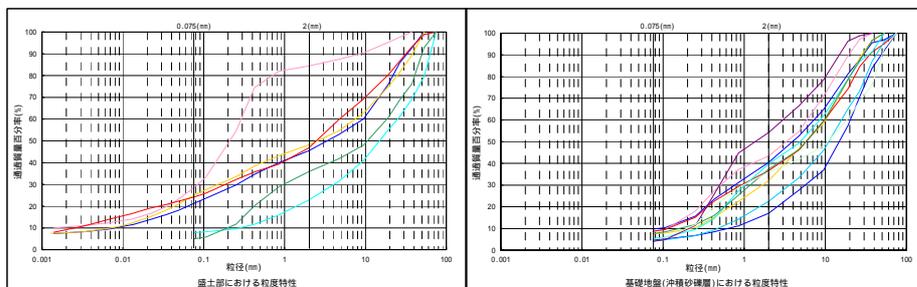


図2. 山間河川における盛土部の粒度特性(左:盛土, 右:沖積砂礫層)

キーワード 河川堤防 礫質土 三軸圧縮試験

(株)建設技術研究所大阪本社地盤構造室(〒541-0045 大阪市中央区道修町 1-6-7 TEL: 06-6206-5555(大代表))

では、もしくは が該当すると考えられる。この結果、基礎地盤においては、 N 値から間接的に得られる値と、三軸圧縮試験から得られたせん断強度特性に概ね相関が見られたのに対し、盛土部においては、三軸圧縮試験から得られたせん断強度特性の方が、 N 値から間接的に得られる値より大きくなることから、盛土層においては、図 2 に示すように基礎地盤に比べて粒度範囲が広いことから、標準貫入試験時に礫分が動くことが考えられ、この結果、せん断

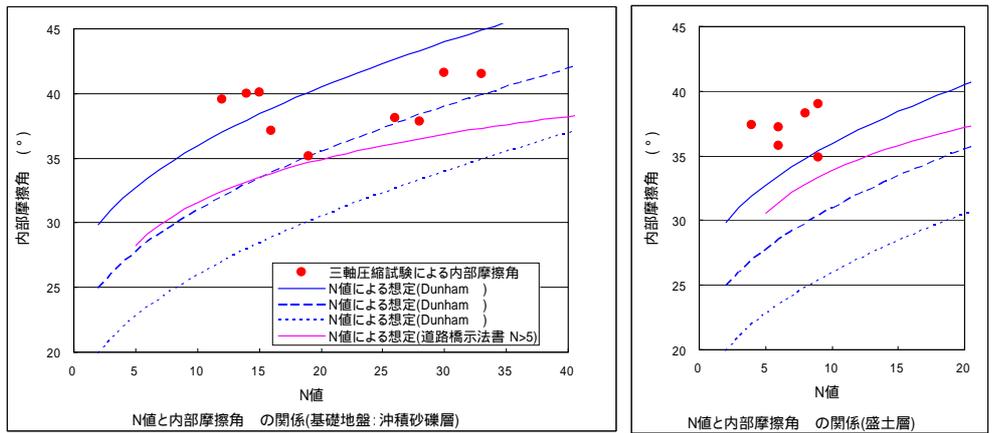


図 3. N 値と内部摩擦角の関係

強度的に良い粒度分布であるにもかかわらず、 N 値として発現されにくいことが要因として考えられる。

さらに、これらのせん断強度特性の違いが堤体の安定性検討に与える影響を評価するため、山間河川の堤防に特徴的な礫混じり砂を主体とする堤防において浸透流解析を実施し、得られた堤体内浸潤面を基に円弧すべり計算を実施する。解析モデルおよび検討に用いる透水係数を図 4 に示す。検討に用いる外力は、河川堤防関連指針に準じ、ピーク水位を計画高水位として設定する。図 5 に堤体内水位が最も高くなる場合の堤体内浸潤面およびこの水位における最小安全率を示す。この結果、 N 値から間接的に得られた値を用いた解析結果の方が、最少安全率について 0.1 ~ 0.3 程度小さくなるとなり、堤体の安定性を過少に評価するおそれがあると考えられる。

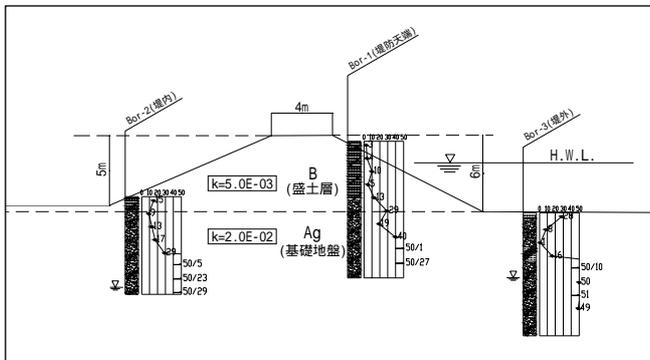


図 4. 解析モデル図

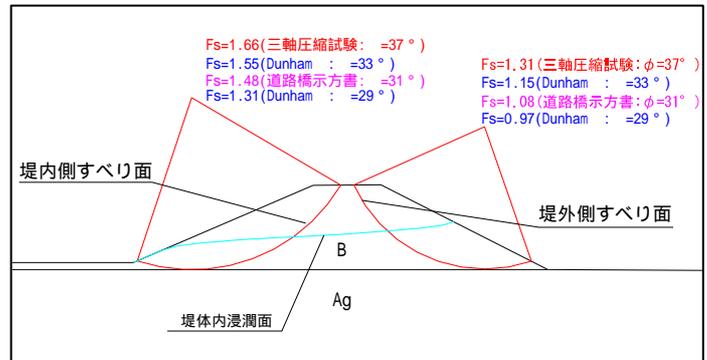


図 5. 堤体内浸潤面と最小安全率

4. まとめ

本報では山間河川の特徴である礫混じり砂を主体とする堤体について、 N 値から間接的にせん断強度を設定した場合、堤体の安定性を適切に評価できないおそれがあることが確認できた。今後は、試料の数を増加し分布精度の向上を図るとともに、 N 値だけでなく、粒度分布、間隙比などを含め、盛土部分におけるせん断強度特性を精度良く把握する手法について検討していく必要がある。

参考文献

- ・ 1)河川堤防の構造検討の手引き，財団法人国土技術研究センター，平成 14 年 7 月
- ・ 2)小高ら：河川堤防礫混じり砂の大型三軸試験，第 43 回地盤工学研究発表会，平成 20 年 7 月
- ・ 3)小高ら：三軸試験による河川堤防礫混じり砂の強度評価，第 43 回地盤工学研究発表会，平成 20 年 7 月