

河川堤防への洗掘現象を対象とした縮小模型試験
—堤体内にくし形に改良体を構築した際の洗掘現象への有効性の検討—

株式会社竹中土木 正会員 ○小森 寛之
株式会社竹中土木 正会員 森 守正
株式会社竹中土木 正会員 小西 一生

1. はじめに

近年、地球温暖化等の影響で河川の氾濫リスクが高まっており、国土交通省によると過去30年間で50mm/h以上の降雨は1.4倍となっている。また、河川の増水による堤防の決壊も増加しており、激甚化する豪雨災害に耐え得る河川堤防の構築が急務となっている。

河川堤防の破壊のメカニズムは浸透、浸食・洗掘、越水の3つに大別され、それぞれに対しての対策工法があるが、実際の堤防ではこの中の一部のみが適用されているものも多い。近年の激甚化する豪雨災害に対して、堤体に部分的な対策を行うだけでは不十分であると考えられ、堤防の決壊を防止する対策が必要である。

そこで、深層混合処理工法による改良体の連壁を河川堤防内に構築することで堤防の決壊を防ぐことが考えられる。図1に施工イメージを示す。改良体は止水性が高く、浸透による決壊を防ぐだけでなく、越水した際の堤防天端高さの低下を防ぎ、堤防の決壊を防止することが可能である。また、洗掘によって河川側の法面が流されたとしても改良体は自立しているため堤防の決壊には至らない。しかし、縮小模型を用いたこれまでの検討において、堤体内に改良体を構築することで、盛土

と改良体の境界面で洗掘による堤体の破壊が増進されるという結果が得られている。

本研究では洗掘による破壊を低減させる目的で堤体内に構築する改良体を河川側にくし形に張り出させることで洗掘による法面の破壊を低減する効果があることを縮小模型試験により検証し、河川堤防への柱状地盤改良の適用性の検討を行った。

2. 実験概要

(1) 対象とする河川堤防

図2に本実験で対象とする河川堤防の堤体の断面寸法を示す。堤体高さ6m、のり面勾配1:1.5、水位は増水時を想定して堤体高さの8割に当たる5mとし、図3のように河川側にくし形に改良径1mの柱状改良を施工した堤体を対象とする。改良体は図4の写真のようにアクリル板で作成し堤体内に設置した。

入力を行う流速については、急流河川の平均年最大流量での流速が4.0m/sec程度であることから、4.5m/sec程度迄を対象とした。

(2) 相似則の検討

本実験では縮小率を1/40と設定した。その際の相似則、縮小模型寸法を表1に示す。本実験は土構造



図 1. 改良体施工イメージ

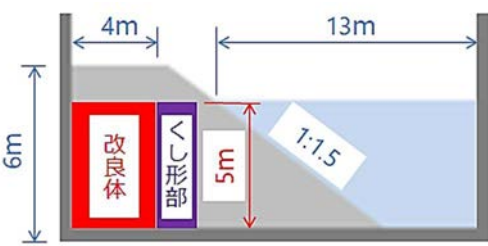


図 2. 対象とする堤体断面

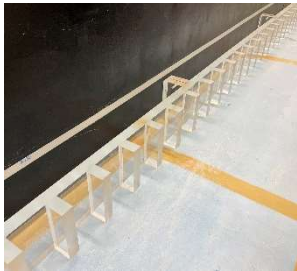


図 4. アクリル板設置状況

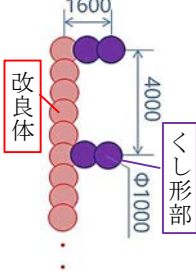


図 3. 想定するくし形改良体

表 1. フルード相似則と縮小模型の物理量

物理量	単位	フルード相似	分母	縮尺	実大値	模型値
全高	m	1/S	40	0.025	6	0.15
全長	m	1/S	40	0.025	400	10
川幅	m	1/S	40	0.025	13	0.325
流速	m/sec	1/S ^{1/2}	6.325	0.158	4.5	0.71
時間	min	1/S ^{1/2}	6.325	0.158	380	60

キーワード 河川堤防, 柱状地盤改良, 洗掘現象, 防災・減災

連絡先 〒136-0075 東京都江東区新砂 1-3-3 株式会社竹中土木 技術・生産本部 TEL : 03-6810-6214

物に作用する流水の洗掘現象を対象としているため、相似則はフルード則を用いることとした。

(3) 試験体作成方法

作成する模型試験体は東北珪砂とカオリン粘土を重量比で 6:1 の割合で混合したものを使用し、図 5 に示すように $Dr=90\%$ 程度となるよう 1m ずつ締め固めを実施して作成した。

(4) 実験方法

実験で用いる循環水槽の概略図を図 6 に示す。本装置は水槽内に貯めた水を循環させることで流速を発生させる装置となっており、循環ポンプの回転数によって流量を制御する。入力する流速は 5 分ごとに 0.5m/sec 相当ずつ増加させることとし、4.5m/sec の流速を 2 分入力した時点で実験終了とする。入力する流速の時刻歴を図 7 に示す。

堤体延長は 10m で作成しているが、5m 地点に設置している流速計に水流が当たることで乱波が発生し、堤体が大きく破壊されるという現象が見られたため、本検討では流速計より上流側の 5m 地点までの洗掘による堤体の破壊について検討する。

3. 実験結果

試験後の試験体の写真を図 8 に示す。堤体の破壊の程度を比較する為、図 9 に示すようにスケッチを用いて元の状態に対する断面積の減少量を欠損率として求め、過去の実験で得られている改良体の無いもの、通常の改良体を構築したものと比較を行った。図 10 に 5m までのそれぞれの欠損率を示す。



図 5. 堤体作成状況

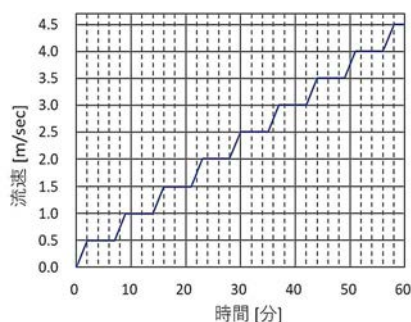


図 7. 入力する流速



図 8. 試験後の試験体全体

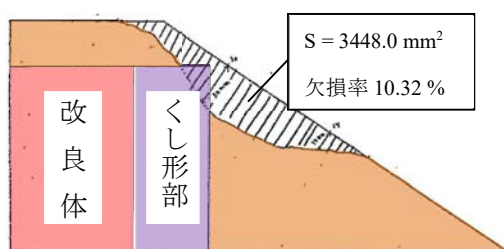


図 9. 1.25m 地点での欠損状況スケッチ

改良体ありとくし形改良の欠損率を比較してみると、3.5m 地点以外においてはくし形の欠損率の方が小さくなっており、改良体の形状をくし形にすることで欠損率を減少させることが出来ている。改良体なしとくし形改良を比較すると、改良体無しは欠損率がおおよそ 12~14% に対し、くし形改良は 12~16% 程度となっており、2% 程度ではあるが堤体の無い状態に比べて堤体がより破壊されるという結果となった。

4. まとめ

図 11 に 1.25m 地点での試験後の写真を示す。改良体をくし形にすることでくし形の間にある土砂の洗掘をある程度抑制出来ていることが確認することが出来た。

河川堤防に柱状地盤改良による連壁を構築することで増水時の浸透、越水による河川の決壊を防止するだけでなく、形状をくし形にすることで洗掘による堤体の洗掘も抑制することが出来ることが確認できた。

今後はくし形形状の最適な間隔や角度等を調整し、より破壊を抑制する形状を検討していく。

参考文献

- 1) 「河川水理実験における相似についての検討」土木学会北海道支部論文報告集, p172-177, 1995年02月

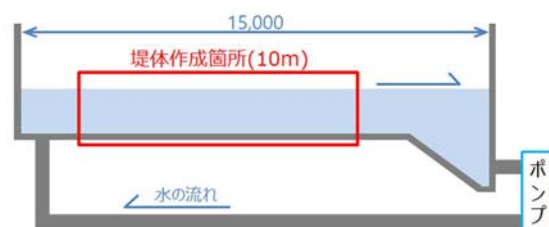


図 6. 循環水槽 装置概要

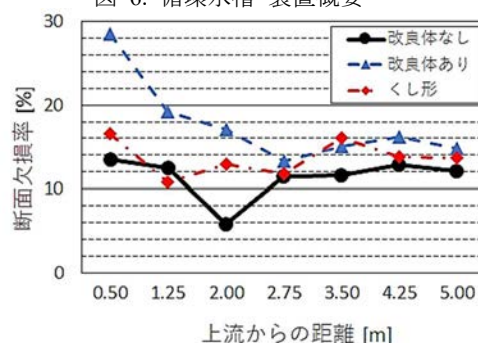


図 10. 5m までの欠損率の比較



図 11. 1.25m 地点での断面洗掘状況