

河川堤防越流時の裏法面被覆コンクリートブロックに作用する 流体力特性に関する基礎的研究

岡山大学大学院 環境生命科学研究科 学生会員 ○安達 森
株式会社 大林組 永田 貴美久
日建工学 株式会社 正会員 飯干 富広
日建工学 株式会社 正会員 俣熊 公子
岡山大学大学院 環境生命科学学域 正会員 吉田 圭介

1. 研究背景

近年、地球温暖化により豪雨災害が頻発している。氾濫危険水位を超過する河川数は増加傾向にあり、堤防越水の発生する可能性は高まっている。そのため、越水対策を取り入れた「決壊しにくい粘り強い河川堤防」を目指す必要がある。

本研究では、越水対策工法の一つである裏法面被覆工に注目し、模型実験から裏法面被覆ブロックの形状が与える流れの違いやブロックに作用する流体力特性や運動形態について検討を行った。

2. 模型実験の概要

2.1 実験模型と裏法面被覆ブロック

実験の諸元を表-1に示す。本実験では、不透過の木製堤体模型を図-1に示すように開水路に設置し、図-2及び表-2に示すように裏法面被覆工には平板ブロックとV型粗度付ブロックを用いた。V型の突起は越流水の流速低減や覆土のしやすさ、覆土の流出抑制の効果が期待される。また、V型粗度付ブロックは突起による流速低減効果を意図し、千鳥配置での設置とした。

2.2 計測項目及び計測方法

(a)越流水深

本研究では過去の堤防越水事例を参考に越流水

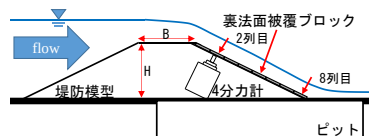


図-1 堤防模型

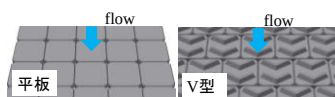


図-2 裏法面被覆ブロック

表-1 実験諸元

実験縮尺	1/15
実験水路	長さ
	幅
	高さ
	水路勾配
堤体模型	堤体高H
	天端幅B
	法面勾配
	材質
ブロック模型	一辺
	厚さ
	V型突起高

深2, 4, 6cmにて実験を行った。なお、流体力計測実験の8列目計測時にのみ更なる検証のため、越流水深3, 5, 7cmを追加で実験した。

(b)流体力計測

ブロックは全8列設置し、法肩部の2列目と法尻部の8列目のブロックに作用する流体力を計測するために4分力計を堤体模型・ピット内に設置した。計測結果では平均値に加え、計測値の変動成分を考慮し、 $\pm 3\sigma$ (σ :標準偏差)した値を合わせて示す。

(c)裏法面被覆ブロック上の表面流速と水深

水面にフロートを流下することで表面流速を算出し、ポイントゲージで水深を計測した。V型粗度付ブロックの計測は、ブロック中央では突起により流れが乱れるため、隣り合う突起の間で計測した。

3. 裏法面被覆ブロックに作用する流体力計測実験

3.1 水深と表面流速

図-3に流体力計測ブロック上における水深、図-4に表面流速を示す。Case1では2列目より8列目の方が水深は小さく、Case2では2列目より8列目の方が水深は大きい。これは、V型粗度付ブロックのV型の突起が越流水の流れを乱すからである。表面流速はCase1よりもCase2の方が小さくなる。

3.2 抗力

図-5に示すように抗力は越流水深が増大すると、Case1ではあまり変化がないがCase2では増大した。また、Case2の方がCase1よりも抗力は大きい。これはCase1では主に流速が影響しているのに対し、

表-2 実験ケース

Case1	平板ブロック	並列配置
Case2	V型粗度付ブロック	千鳥配置

キーワード 河川堤防, 越流, 裏法面被覆工

連絡先 〒700-8530 岡山市北区津島中 3-1-1 岡山大学大学院環境生命科学研究科

T E L 086-252-1111

Case2 では突起周辺の圧力分布が大きく影響するからだと考えられる。また、Case2 では法肩よりも法尻の方が突起により大きく流れを乱されるので8列目の方が計測値の変動成分が大きい。

3.3 揚力

図-6 に示すように、越流水深が小さい時には Case1 よりも Case2 の方が揚力は小さくなった。さらに、Case2 の 8 列目では越流水深が小さい時にはブロックを押さえつける向きに揚力が働く。また、越流水深が増大すると、Case1 では微増したが Case2 は急激に増大した。これらのことから V 型突起は越流水深が小さい時にはブロックを押さえつける向きに、越流水深が大きい時はブロックを浮き上がらせる向きに力を働かせる効果があると考えられる。

3.4 安全照査

ブロックに働く流体力や重力から図-7 に示す滑動・抜け出し・転倒の運動が生じるか検討した。破壊駆動力を抵抗力で除したものを運動指数とし、次式により求めた。運動指数はそれぞれ 1.0 を超えると各運動が生じる。

$$F_D = (D + W_p) / \mu(W_N - L) \quad (1)$$

$$F_L = L / W_N \quad (2)$$

$$F_M = M_f / M_{SG} \quad (3)$$

ここに、 D : 抵抗力, L : 揚力, M_f : 転倒モーメント, M_{SG} : 抵抗モーメント, μ : 静止摩擦係数, W_p : ブロックの水中重量斜面平行成分, W_N : ブロックの水中重量斜面鉛直成分である。抜け出し・転倒は Case2 の 2 列目越流水深 6cm でのみ生じ、滑動は図-8 に示すように全ケースで生じた。なお、予備実験において滑動運動を確認している。

4. 結論

本研究で得られた知見を以下に示す。

- 1) V 型粗度付ブロックを千鳥配置で設置することは、突起が越流水の流れを乱すことにより水深の増大させ、流速を低減させることにつながる。

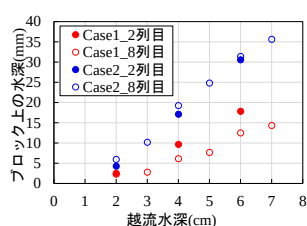


図-3 水深

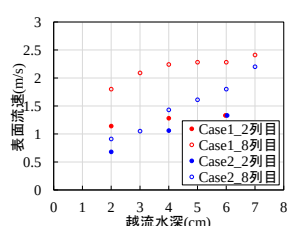


図-4 表面流速

- 2) V 型突起は抗力を増大させるが、8 列目では越流水深が小さい場合に揚力を低減させる。一方、越流水深の増大につれ急激に揚力が増大する。
- 3) 平板ブロックと V 型粗度付ブロックはともに滑動運動を起こす。

今後の課題については実際の施工の際にはブロックの固定や連結構造が必要である。また、裏法面被覆工の破壊には堤体土の吸い出しが深く関係しており、考慮する必要がある。

参考文献

- 1) 倉上ら：耐越流侵食性向上のための河川堤防補強技術の提案，土木学会論文集 B1(水工学)，Vol.69, No.4, I_1219-I_1224, 2013

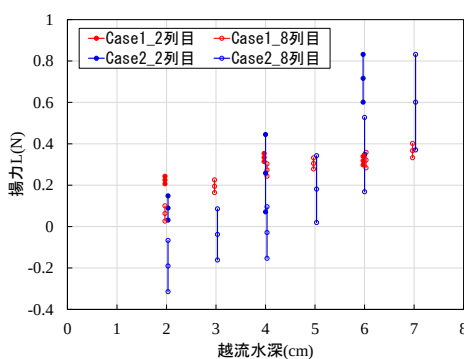
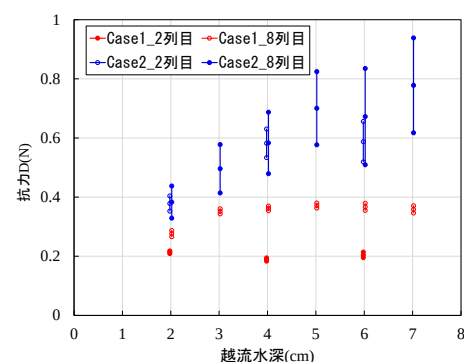


図-6 揚力

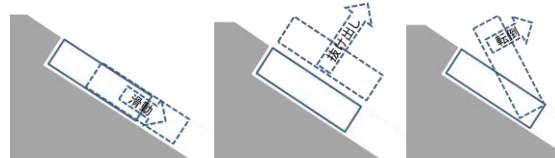


図-7 ブロックの運動形態

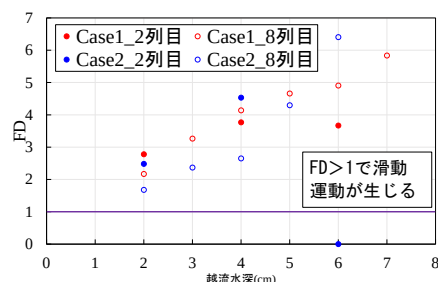


図-8 滑動指数 FD