現地発生土を用いる短繊維補強土の侵食実験

東洋建設㈱　正会員　○HEM Ramrav
東洋建設㈱　正会員　山崎　智弘

１．はじめに

国内河川では河岸の侵食防止として護岸が設置されている．その構造は，のり覆工，基礎工，根固工等から成っている．のり覆工には，石系，コンクリート系，かご系，木系のもの，さらにシート系，植生系のものがあり，対象河川の流速や背面土圧や河床変動の要因を考慮して選択されている．しかし護岸整備が進んでいない箇所では，近年の集中豪雨により土堤の河岸が決壊するなどの被害が増加している．また，例えばカンボジアのメコン川においても河岸の侵食は深刻な問題であり，現地で調達・施工可能な安価な対策工法が望まれている．

本研究では侵食防止材として，既存の土堤やその背面の土壌・土粒子をのり覆工の主材料として活用した短繊維補強土を想定し，その侵食防止効果を実験により検証した．

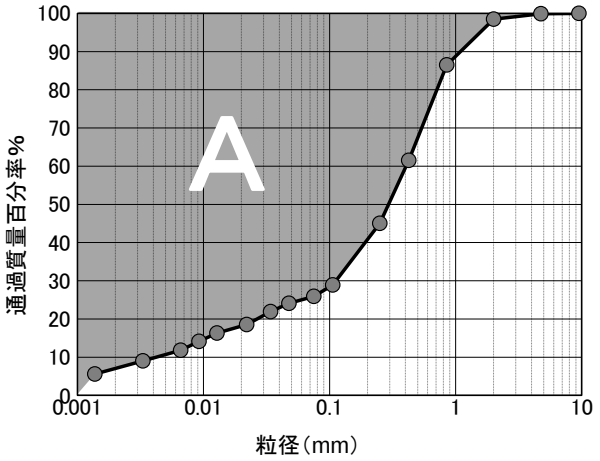
２．方法

短繊維補強土には，現地発生土としてまさ土（六甲山産）を用いた．混合する短繊維材 v は長さ 15 mm，径 1.1 dtex のビニロン材とし，防水性を向上させるために 60 kg/m^3 のベントナイト B（赤城，㈱ホージュン）と，これらを一体化させるための普通ポルトランドセメント C を 60 kg/m^3 を配合した．また水量 W はブリージングせず，材料分離することなく圧送できる程度として，対象とする土粒子の粒度分布から一義的に決定する方法[1)]により設定した．まさ土の粒度分布を**図−1** に示す．**図−1** に示す面積 A=217.1（算定方法の詳細は文献１）参照）を，対象土砂の質量 S に対する水の質量 W の比 W/S との相関**式 (1)** に代入した．

$$W/S = 24.58\,A^{-0.831} \qquad \text{式 (1)}$$

その結果，W/S=0.281 となる．本実験では現場での施工管理上の誤差のうち悪条件側を想定し，水分が W/S として 0.025 多く混合された W/S=0.306 とした．すなわち S=1398.2 kg/m^3 に対する水量は W=428.1 kg/m^3 とした．配合表を**表−1** に示す．

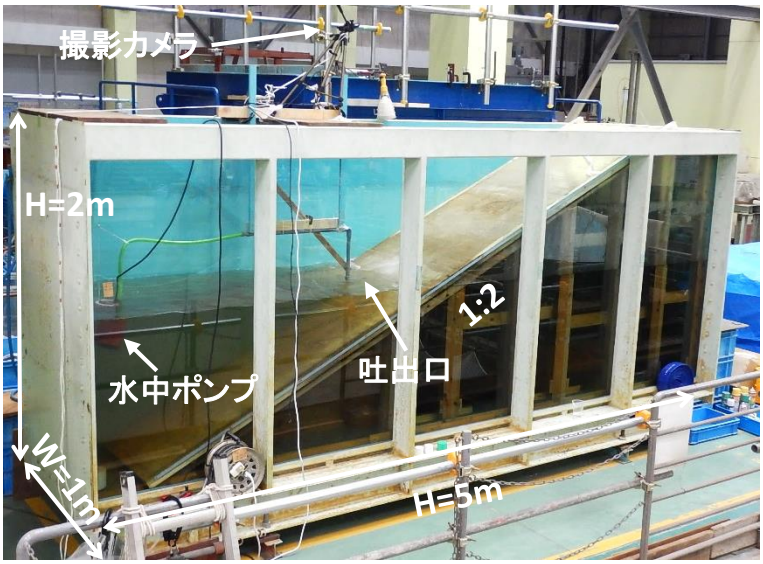
実験に用いた水槽形状は，長さ 5 m，幅 1 m，高さ 2 m とし，内部に勾配 1:2 の木製スロープを配置した．スロープの両端には 5 cm 角の木材を固定し，上記配合の短繊維補強土 220 L を 4 回に分けて混合し，厚み 5cm となるように打設し，コテを用いて表面を平滑となる



図−1　まさ土の粒度分布と配合設計用面積Ａ

表−1　本実験の配合表

	W	S	B	C	v	合計
配合量(kg/m^3)	428.1	1,398.2	60.0	60.0	7.8	1,954.1
密度(g/cm^3)	1.00	2.67	2.60	3.16	1.30	
体積(L)	428.1	523.9	23.1	19.0	6.0	1,000.0



写真−1　実験状況（ケース6）

キーワード　河川護岸，短繊維補強土，現地発生土，侵食，室内実験
連絡先　〒663−8142　兵庫県西宮市鳴尾浜 1−25−1　東洋建設㈱鳴尾研究所　ＴＥＬ0798−43−5903

© Japan Society of Civil Engineers

ように仕上げた（**写真-1，2**）．その後 1 ヶ月間は気中養生し，水深 1.5 m まで水道水を注水した後，さらに 1 ヶ月間水中養生した．また材令に伴う強度変化を確認するため，材料混合時に別途供試体（φ5 cm，H=10 cm）を作成し水中養生した．

侵食実験の条件を**表-2** に示す．吐出口は水深 5 cm とし，吐出口から短繊維補強土までの鉛直距離 5 cm，水平距離 10 cm の位置とした．ケース 3 は吐出口と短繊維補強土との距離を変えずに吐出する方向を 45° とした（**写真-2**）．

ケース 1，2 の実験時間は 1 日間としたが，この期間では侵食が確認されなかったため，ケース 3 以降は 10 日間の計測とした．前ケースが終了すると水深を 20 cm 程度下げ，侵食対象面をずらして次ケースの実験を行った（**写真-1**）．

3．結果と考察

実験結果を**表-2** に併せて示す．ケース 3 では 3 日経過時点で短繊維補強土の法面に侵食が始まり，5 日経過後には長径約 20 cm，短径約 10 cm，厚み約 8 mm 程度の半楕円体状に侵食されていた（**写真-3**）．これは水中養生期間中に法面に水分が浸透し表層薄層部分の強度が弱くなったため，吐出口流速 690 cm/s の流体力により侵食されたと考えられる．この侵食形状は 5～10 日経過の期間では同形状でありこれ以上の侵食は進行しなかった．

ケース 3 と同流量のケース 5 では侵食されなかった．流れが法面に直角方向から当たる状態と比較すると，斜め入射する流れでは侵食するための流体力が小さくなるためと考えられる．

ケース 6 はケース 3 と同流況であるが侵食されなかった．ケース 6 の材令はケース 3 より約 60 日間長い．供試体（φ5 cm，H=10 cm）を用いた一軸圧縮強度の試験結果を**図-2** に示す．材令とともに強度増加していた．σ_{28} から σ_{91} にかけての強度増加の要因は追加考察が必要であるが，この効果と考えられる．なお，ひずみが進行しても明確な応力降伏をしていない．これは短繊維材が土粒子間をつなぎあわせ，靭性を発揮している効果である．

4．まとめ

本研究で対象とする短繊維補強土の配合は現地土砂の粒度分布から設定できる．本実験で用いた短繊維補強土は，法面から 10 cm 離れた箇所の流速がおよそ 3 m/s 程度未満であれば侵食されず，また材令 4 ヶ月以上では流速がおよそ 7 m/s 程度まで侵食されないと推測できた．

表-2　実験条件と侵食結果

ケース	養生日数（日）	実験時間（日）	吐出口径（mm）	吐出口流量（L/s）	吐出角度（°）	吐出口流速（cm/s）	侵食の有無
1	63	1	20	0.33	90（法面直角）	105	OK
2	64	1		0.91		290	OK
3	65	10	12	0.78		690	NG
4	78	10	20	0.91		290	OK
5	98	10	12	0.78	45	690	OK
6	126	10	12		90		OK

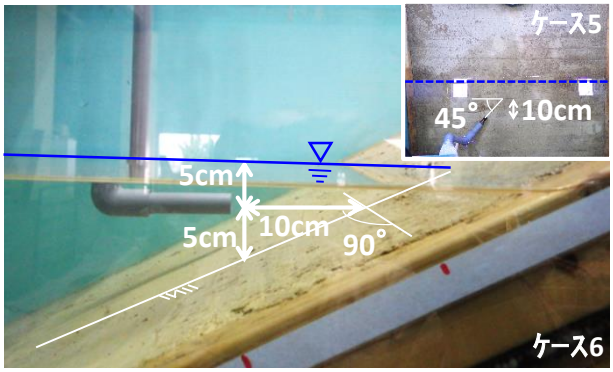


写真-2　吐出口位置

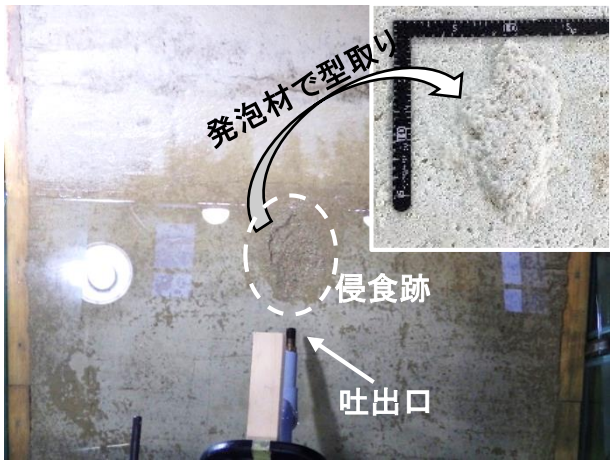


写真-3　侵食状況（ケース3）

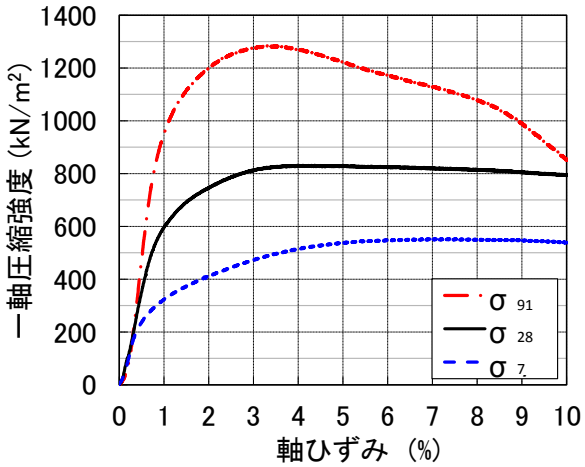


図-2　材令ごとの一軸圧縮強度

参考文献

1) ヘムラムラヴ，山崎智弘，角田紘子：現地発生土を用いた短繊維補強土の配合設計，第 54 回地盤工学研究発表会，講演集，投稿中, 2019.

© Japan Society of Civil Engineers