

粘土混合土の表層せん断強度特性

大成建設（株）技術センター 社会基盤技術研究部 正会員 ○本田 隆英
 同 上 正会員 織田 幸伸
 同 上 フェロー会員 伊藤 一教
 同 上 正会員 小俣 哲平

1. はじめに

2011年3月に発生した東北地方太平洋沖地震津波を受け、海岸保全施設に粘り強い構造が求められている。筆者ら¹⁾（以下、前報と呼ぶ）は津波に対する粘り強い海岸構造物のひとつとして、盛土材に粘土混合土や貧配合セメント混合土を用いた海岸堤防を提案し、図-1に示す堤防越流実験により粘り強さ向上の効果を確認した（図-2）。また、盛土材の三軸圧縮試験を実施し、土質強度と堤体浸食速度の検討を検討したが、堤防盛土の粘り強さを規定する土質パラメタの特定には至っていない。

関根ら²⁾は、粘着性土を対象とした浸食速度の検討において、流水による浸食抵抗強度の把握には、供試体が塊として発揮する従来の一軸・三軸圧縮試験は不向きであり、むしろ供試体表層において発揮されるせん断強度が重要であるとして、表層せん断試験を考案・実施し、試験から得られた粘着力が浸食速度と強い相関関係を持つことを示した。そこで、前報の堤防越流実験で使用した各盛土材の浸食耐性に関する要素試験として、関根ら²⁾にならって表層せん断試験を実施し、得られた結果を前報の堤防越流実験結果と比較・考察した。

2. 試験方法

表層せん断試験装置の概要を図-3に示す。供試体（長さ50 cm、幅15 cm、高さ5 cm）の上には底面に粗度板（60番耐水性紙やすりを使用）を貼付した摩擦板（長さ30 cm、幅10 cm、重量0.8 kgf）を置き、この上に重り（0～1.6 kgfの範囲で6ケース）を乗せて、ワイヤーにより1 mm/s程度の一定速度で摩擦板を引っ張った。ワイヤー張力は、摩擦板とワイヤーの間に設置したロードセルにより、計測した。試験状況を写真-1に示す。

供試体ケースを表-1に示す。供試体の配合および作製時の締固め度は、前報で使用した盛土材と同じとした。供試体1ケースあたりの試験において、1回の引っ張り試験が終了した後、ジャッキにより供試体を2 mm上昇さ

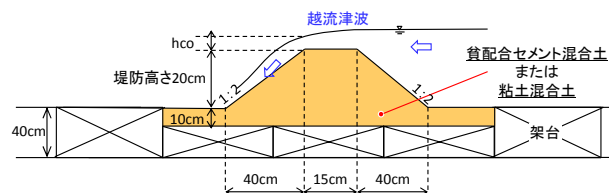


図-1 堤防越流実験概要 1)

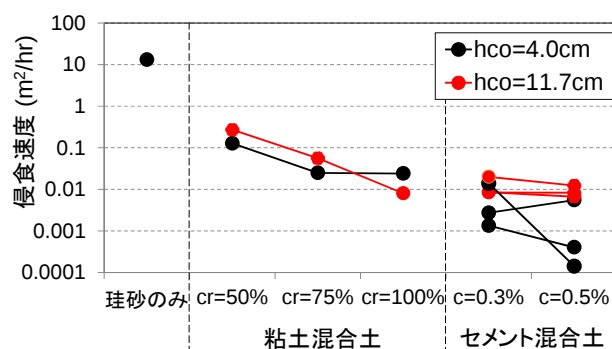


図-2 盛土材料ごとの浸食速度 1)

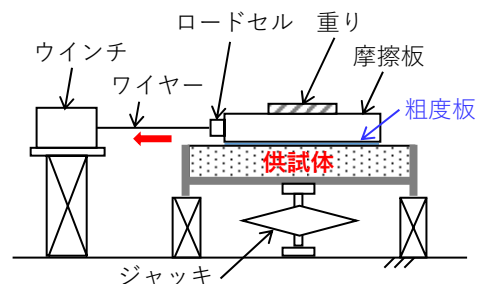


図-3 試験装置

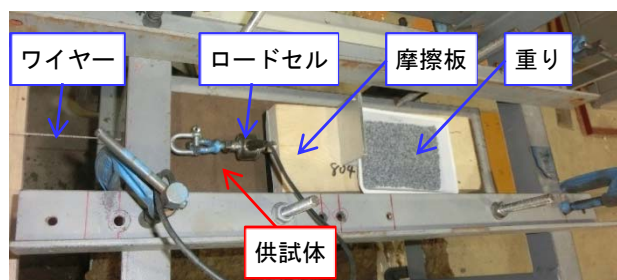


写真-1 試験状況

キーワード 粘り強い構造、海岸堤防、セメント混合土、粘土混合土、せん断応力

連絡先 〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設（株）技術センター TEL 045-814-7234

せ、上昇分だけ供試体表面を水平に削り取り、摩擦板に載荷する重りの重量を変更して、引き続き引っ張り試験を実施した。なお、摩擦板の粗度板は、供試体ケースごとに新しいものと貼替えた。

3. 試験結果

試験結果を図-4に示す。同図では、横軸に鉛直応力（摩擦板および重り重量）、縦軸にせん断応力（ロードセルで計測したワイヤー張力の最大値）で整理した。粘土混合土 No. 8～No. 10 のせん断応力は、粘土含有量が多いほど大きい結果となった。図-2に示す前報の堤防越流実験では粘土含有量が多いほど浸食しにくい結果が得られていることから、粘土含有量が多いと表層のせん断応力が大きくなり、津波越流による堤体浸食が抑制される結果になったと考えられる。なお、図-2（前報結果）ではセメント混合土は粘土混合土より浸食が抑制されているが、本試験結果の図-4ではセメント混合土 No. 2、5 のせん断応力は粘土混合土 No. 8～No. 10 より小さく、砂のみの No. 1 と近い結果となった。試験の観察結果から、セメント混合土における表層せん断の破壊面は供試体表面近傍のみで発生していたが、これはセメントによる強度発現の影響範囲外であるため、砂のみのせん断強度特性とほぼ同じ結果になったと考えられる。したがって、セメント混合土については、粗度板の種類の変更や、摩擦板の載荷重量の増大などの試験方法の改良が今後必要と考えられる。

図-4の粘土混合土 No. 8～No. 10 を対象に、最小二乗法による近似直線から内部摩擦角および粘着力を算定し、前報の実験で得られた浸食速度との関係を図-5に示す。ここで、浸食速度には堤防法肩水深 $h_{co} = 4.0, 11.7$ cm の両方の結果を使用した。図-5(b)では、No. 9 供試体で粘着力がほぼ 0 となる結果となったが、図-5では内部摩擦角および粘着力ともに、浸食速度が小さくなるほどこれらの強度は増大する傾向となった。

4. まとめ

海岸堤防盛土材の粘り強さを規定するパラメタを特定するため、盛土表層を対象としたせん断試験を実施した。試験の結果、粘土混合土で内部摩擦角および粘着力に浸食速度との相関が見られた。ただし、試験ケース数が限定的であり、結果にばらつきも見られたため、試験方法の改良や再現試験を含めたより広範な条件での試験が必要である。

参考文献

- 1) 本田隆英, 織田幸伸, 伊藤一教, チャトラマナワセカラ, 中村友昭 (2015) : 盛土材料に着目した津波越流に対する海岸堤防の粘り強さに関する研究, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol.71, No.2, pp. I_859-I_864.
- 2) 関根正人, 藤尾健太, 片桐康博, 西森研一郎 (2002) : 粘着性土の侵食速度に及ぼす粘着力の影響, 水工学論文集, 第 46 回, pp. 641-646.

表-1 供試体ケース

No.	配 合 ¹⁾			養生期間 (日)
	水 w_w (%)	セメント c (%)	粘土 cr (%)	
1	5.0	—	—	—
2	5.0	0.5	—	1.7
5	5.0	0.3	—	1.8
8	22.0	—	100	—
9	19.3		75	
10	16.5		50	

1) 数値は砂量に対する重量割合を示す

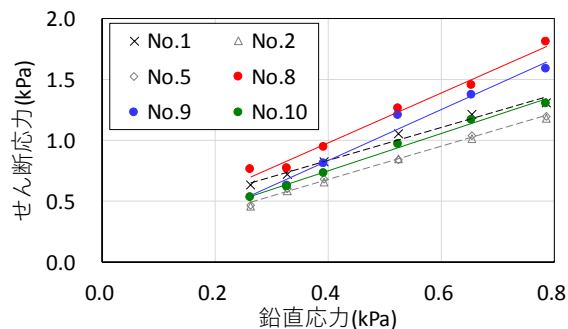
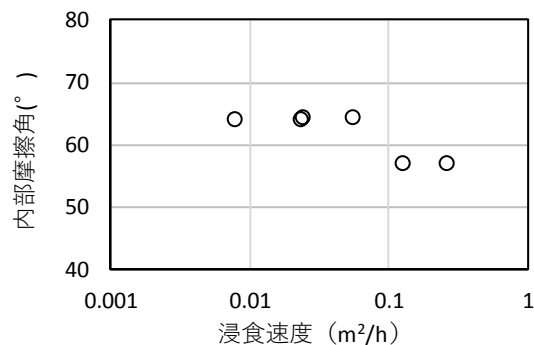
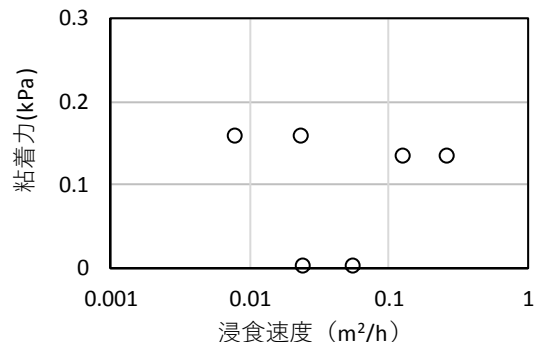


図-4 表層せん断試験結果



(a) 内部摩擦角



(b) 粘着力

図-5 土質強度と浸食速度の関係