

海岸堤防の粘り強さに及ぼす貧配合セメント混合土の影響確認実験

大成建設(株) 正会員 ○本田 隆英
 大成建設(株) 正会員 織田 幸伸
 大成建設(株) 正会員 伊藤 一教
 大成建設(株) 正会員 石井 裕泰
 大成建設(株) 正会員 高島 知行

1. 目的

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。いくつかの粘り強い構造形式が提案されているが、堤体材料に着目した研究は少ない（例えば、常田ら¹⁾、二瓶ら²⁾）。ここでは海岸堤防を対象に、少量のセメントを混合した砂を用いて移動床水理模型実験を実施し、貧配合セメント混合土による堤体の津波侵食耐性について検討する。

2. 実験方法

実験で用いる堤体材料の配合を決定するため、事前に予備試験を実施した。珪砂の種類、水分量 w 、セメント量 c を変化させ、JIS A 1228 にならってコーン指数試験を実施した。さらに、代表的な 8 ケースについて供試体を追加作製し、小型二次元水路を用いて越流による通水試験を実施し、供試体の侵食状況を確認した。コーン指数による強度確認および通水試験による侵食状況の結果から、表-1 に示す配合を本実験条件に設定した。なお、Case2~4 で配合は同じとし、養生期間により堤体強度を変化させた。

高さ 5m、法面勾配 1:2 の堤体に越流水深 1.75m の津波来襲を想定し、縮尺 1/25 で二次元移動床実験を実施した（図-1）。堤体は鉛直 6 層に分割して巻出し・締固めを行い、予備試験で得られた締固め密度を目標として各層で密度管理を行った。堤体の作製と同時に供試体を作製し、通水時にコーン指数試験を行い各ケースの堤体強度を取得した。

3. 実験結果

Case1, 2 の通水状況を写真-1 に示す。セメントを含まない Case1 は、越流直後から下流側法面が全体的に侵食され、越流開始から 90 秒で堤体のほとんどが流出した。一方で、セメントを砂重量の 0.5% 混合した Case2 では通水開始後、下流側法面が徐々に侵食されたものの、2 時間が経過しても堤体高は保持されており、堤防としての機能は喪失していない。以上より、セメントを混合することで堤体の侵食耐性が大きく向上することが確認された。なお、Case1 に比べて Case2 の下流側法面は海蝕崖のような三次元的な侵食形状が形成されており（写真-2）、これはセメントの硬化作用による影響と考えられる。Case2 は通水開始から 3 時間以降はほとんど地形変化が見られなくなったため、通水は 5 時間で終了した。通水 5 時間後の堤体形状を図-2 に示す。いずれのケースも下流側法先が洗掘されているが、養生期間が長くなるにつれ、侵食の程度は小

表-1 実験条件

ケース	珪砂割合		水分量 w (%)	セメント量 c (%)	養生期間 (日)
	6号	7号			
Case1	0.5	0.5	5.0	0.0	—
Case2	0.5	0.5	5.0	0.5	1.72
Case3					1.95
Case4					2.72

※) 水分量とセメント量は、砂量に対する重量割合

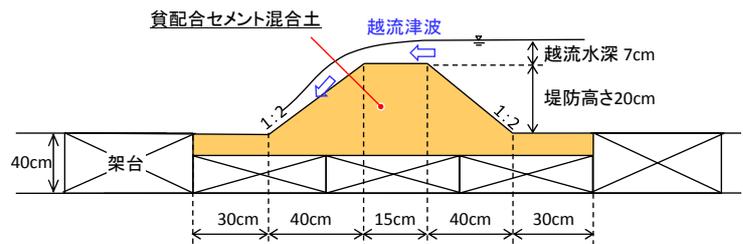


図-1 堤体模型形状

キーワード 津波、海岸堤防、セメント混合土、粘り強い構造

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設(株) 技術センター 土木技術研究所 TEL045-814-7234

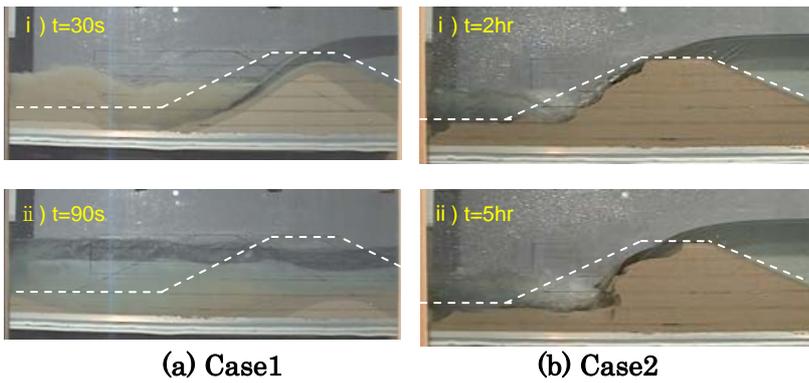


写真-1 通水状況

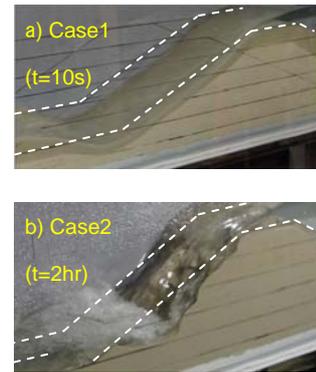


写真-2 法面の侵食状況

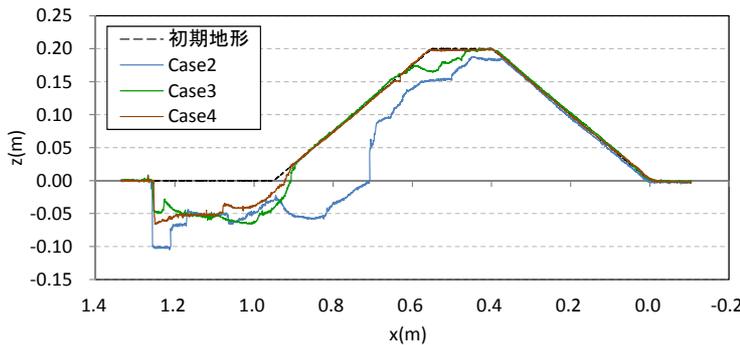


図-2 堤体形状 (通水 5 時間後)

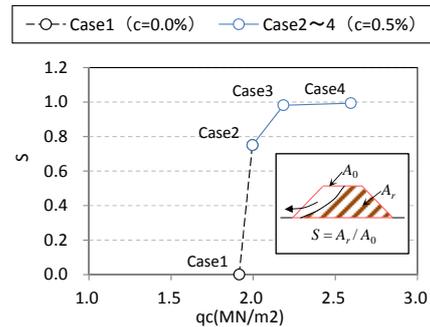


図-3 堤体強度と堤体残存率の関係

さい。堤体強度（コーン指数）と通水後の堤体残存率を図-3に示す。養生期間の増大にともなって、コーン指数が増大し、堤体の残存率 S も大きいことが分かる。Case1, 2 のコーン指数に大きな違いはないが、堤体残存率 S は Case1 で $S=0$ 、Case2 で $S=0.75$ と大きな差が確認された。これは、堤体の侵食耐性がコーン指数で評価される土質強度だけでなく、土のせん断抵抗力などの他の要因にも影響されることが示唆される。そこで、数値解析（OpenFOAM）を用いて越流時の圧力分布を算出した。特に下流側の法肩、法先で表面に沿う圧力勾配が確認され、ここでは局所的に土中のせん断力が増大し、侵食の促進が示唆される。図-2より、Case3 の堤体侵食状況は Case2, 4 の中間であるが、侵食された箇所は圧力勾配が見られた箇所に集中している。

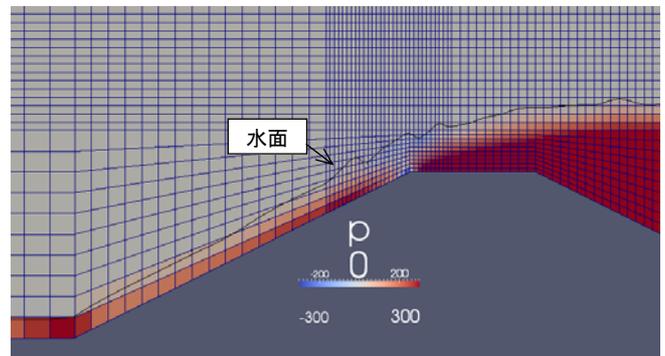


図-4 数値解析による圧力分布 (単位: Pa)

4. 結論

今回の実験条件は限定的であり、またセメント混合土の相似則を考慮する必要があるが、本実験結果から、海岸堤防の堤体材料に少量のセメントを混合することで、堤防の津波侵食耐性が向上し、津波に対して粘り強さを発揮できる可能性が示された。

参考文献

- 1) 常田賢一, 竜田尚希, 谷本隆介, 鈴木啓祐 (2013): 津波防潮堤の評価および防潮盛土の耐侵食性の確保・向上, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.69, No.2, pp. I_1016-I_1020.
- 2) 二瓶泰雄, 縄野惇郎, 柳沢舞美, 川邊翔平, 菊池喜昭, 龍岡文夫 (2013): GRS 防潮堤の耐越流侵食性に関する実験的・理論的検討, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.69, No.2, pp. I_986-I_990.