

大阪大学 学生会員 ○谷本 隆介

大阪大学 学生会員 鈴木 啓祐

大阪大学 国際会員 常田 賢一

大阪大学 学生会員 秋田 剛

1. はじめに

2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震による津波は各地に甚大な被害をもたらした．それを受けて行われた常田らの現地調査¹⁾では，盛土が津波対策として有効である可能性が指摘された．本論文は，盛土模型に段波を越流させた盛土越流実験を通して，盛土模型の法面勾配を変化させることにより，盛土の侵食特性を検証したものである．これらの結果はより津波に強い盛土を提案するための基礎となる．

2. 実験概要

実験は東洋建設（株）鳴尾研究所の 55m 水路に盛土模型を設置し，段波を越流させた．盛土模型は高さ 8 cm，天端幅 14 cm 及び模型を設置する床板（長さ 1.0 m，幅 1.0 m，厚さ 21 mm）において，水路沖側の端から 35 cm の位置に表法肩とする点を一致させた．両法面の勾配は 1：2 を基本とし，図 1 に示す通り，盛土勾配を変化させた．実験に用いた土は盛土模型が小さいため，2 mm でふるい分けした桐生砂を使用した．なお，実験土の土質試験の結果に基づき，表 1 に示す乾燥密度 1.71 g/cm³ で含水比が 4.6 ～ 6.7 % の Dry 条件と乾燥密度 1.90 g/cm³ で含水比が 12.0 ～ 13.5 % の Wet 条件の二条件で実施した．

実験では前後で盛土形状を比較し，その断面積の差から侵食率を調べるとともに，越流深や越流時間，越流時の流速を測定し，盛土の耐侵食性と勾配による差異を検証した．また，実験前後の含水比と実験中に模型内に設置した土壌水分センサーにより土の飽和度の変化を調べることで，越流時の盛土内の水分状況の変化を検証した．

発生させた段波は表 2 にその条件を示す．また実験においては二波が越流した．

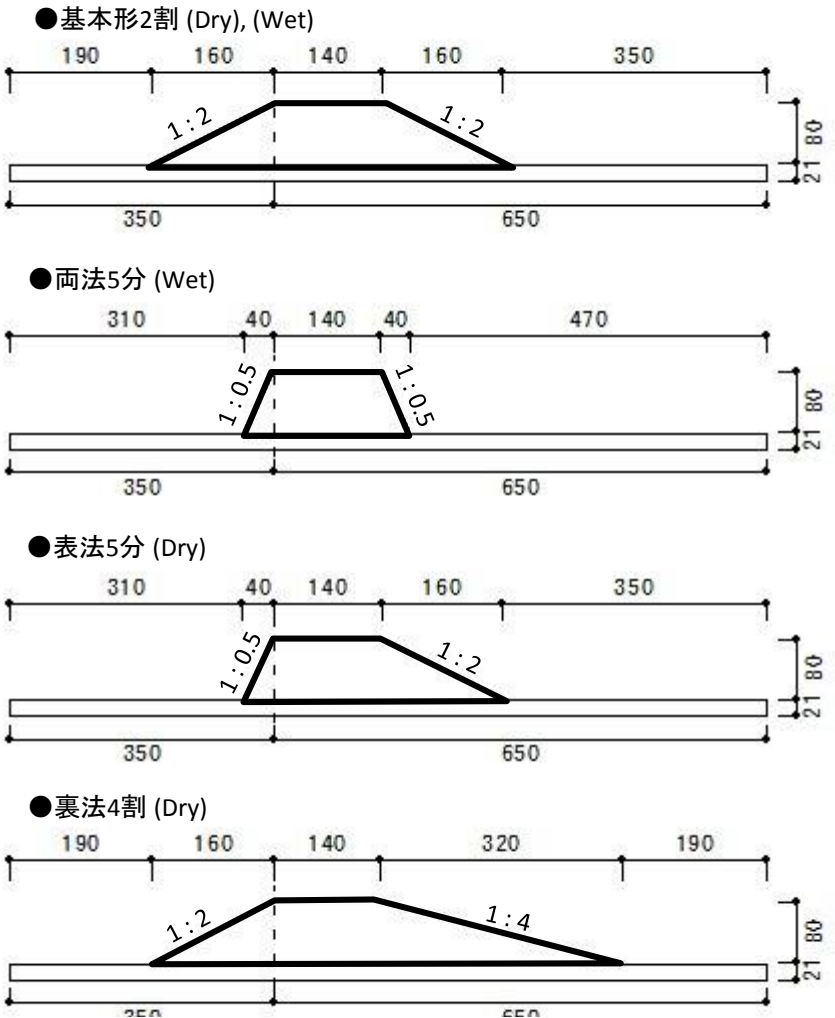


図 1 実施ケース（単位：mm）

表 1 二条件における土質特性

条件	土粒子密度 (g/cm ³)	含水比 (%)	乾燥密度 (g/cm ³)	締固め度 (%)	透水係数 (cm/sec.)
Dry	2.59	4.6 ～ 6.7	1.71	86	2.35 × 10 ⁻⁴
Wet		12.0 ～ 13.5	1.90	96	1.86 × 10 ⁻⁵

3. 実験結果

表 2 に示すように 5 ケースにおいて越流時間や越流深には大きな差は見られなかった。一方で侵食率によると Dry 条件に比べ Wet 条件は侵食されていない。また 5 つのケースの共通点として、表法の侵食率は 1~2 %程度であり、僅かである。裏法を緩勾配にした裏法 4 割は同条件の他のケースに比べて天端の侵食が抑えられた。その他、両法 5 分の裏法における侵食率が小さかったが、その理由は今後検証を進める必要がある。

次に、実験中の飽和度の変化について、代表として図 2 に基本形 2 割 (Dry) の場合を示す。ここでセンサーは全て天端下に設置され、底部、中心部、浅部はそれぞれ底面から 1 cm, 4 cm, 7 cm の高さにあることを表している。5 ケースとも共通して第 1 波による中心部中心の飽和度の変化は確認されなかった。また、底部中心は実験前後で飽和度が変化しなかった。このことは波の越流では盛土内へ水分が浸透しにくい可能性を示唆している。

最後に、越流時の流下方向かつ水平方向の流速の結果の一例を図 3 に示す。流速は水路幅方向への移動は無視し、流下方向のみを考慮した。土の条件が同じものを比較すると、表法を急勾配化すると表法肩前の流速がやや小さくなった。

4. おわりに

本実験により、全ケースで共通して得られた知見は、越流により表法はほとんど侵食されず、また盛土内は波の越流時に浸透されにくい可能性があるという盛土の耐津波性の可能性である。また、法面の勾配を変化させたケースと基本形の比較により、表法の急勾配化で表法肩前の流速がやや小さくなること、裏法の緩勾配化により天端への侵食が抑制されることが分かった。なお、両面 5 分の場合、侵食率が小さい理由は、今後の課題である。

謝辞：本実験の実施に際しては、東洋建設（株）鳴尾研究所の御協力と御指導を頂いた。また、（社）近畿建設協会に多大な御支援を頂いた。関係各位に深く感謝申し上げます。

参考文献：1)常田賢一，谷本隆介：2011 年東北地方太平洋沖地震の現地調査による防波堤などの津波被害特性，土木学会論文集 B2（海岸工学），Vol.68，No.2，I_1406-I_1410，2012。

表 2 越流時間等

盛土模型	第 1 波				
	沖波波高 (cm)	堤前水位 (cm)	表法肩水位 (cm)	裏法肩水位 (cm)	越流時間 (sec.)
基本形2割 (Dry)	6.94	11.3	2.4	1.1	12.63
表法5分 (Dry)	6.99	11.3	2.4	1.4	12.70
裏法4割 (Dry)	7.01	11.5	2.6	1.6	12.47
基本形2割 (Wet)	7.14	11.6	2.9	1.4	13.00
両法5分 (Wet)	7.14	11.3	3.0	1.4	12.77

表 3 侵食率

盛土模型	侵食率 (%)			
	全断面	表法	天端	裏法
基本形2割 (Dry)	36.5	1.7	14.7	20.1
表法5分 (Dry)	39.6	1.8	17.8	20.0
裏法4割 (Dry)	34.3	1.1	5.5	27.7
基本形2割 (Wet)	17.0	0.8	5.1	11.1
両法5分 (Wet)	11.1	1.4	6.6	3.1

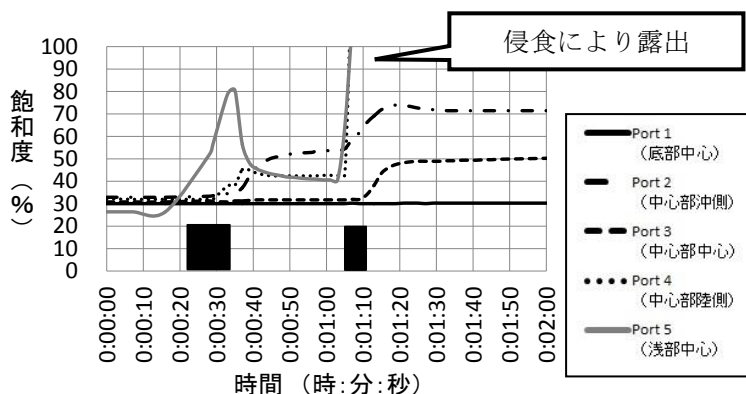


図 2 飽和度の変化【基本形 2 割 (Dry)】

《グラフ上の 2 つの黒いゾーンは 2 回の越流時を示す》

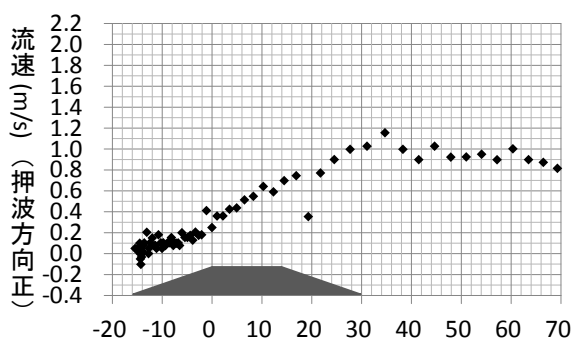


図 3 流速の変化【基本形 2 割 (Wet)】

《グラフ上の台形は盛土模型の位置を示す》