

長時間の津波越流による支持地盤の侵食が補強盛土の耐越流抵抗性に与える影響

(公財)鉄道総合技術研究所 正会員 ○藤井公博, 渡辺健治, 野中隆博
 正会員 松浦光佑, 工藤敦弘
 東京大学大学院 学生会員 青柳悠大
 東京理科大学 正会員 川邊翔平, フェロー会員 菊池喜昭

1. はじめに

東北地方太平洋沖地震では地震により津波が発生し、海岸沿いに構築された堤防や鉄道盛土等の土構造物に甚大な被害が発生した。これにより、津波に対して粘り強い構造物の構築が求められている。

著者らは、このような津波による盛土被害を軽減するため、津波に対して粘り強く抵抗する盛土構造の開発を行っている。小型水路を用いた従来形式の盛土、補強盛土に対する長時間の越流現象を模擬した模型実験から、従来形式の盛土よりも補強盛土は耐侵食性ははるかに向上することを確認している¹⁾。しかし、この結果は盛土体のみに対しての結果であり、支持地盤を含めた補強盛土の耐越流抵抗性は不明であった。そのため、本研究では、長時間の津波越流による支持地盤の侵食が補強盛土の耐越流抵抗性に与える影響について検証するため、盛土と同じ材料で作製した支持地盤上に補強盛土模型を構築し実験を行った。

2. 実験概要

実験装置は、長さ 1900mm、高さ 350mm、奥行 300mm の小型水路を用いた。長時間の越流現象は、水中ポンプにより水を循環させることで再現している。

図 1 に示すように、下端長さ 565mm (あるいは 605mm)、高さ 60mm、奥行 300mm の支持地盤上に天端幅 95mm、高さ 100mm、のり面勾配両面 1 割の盛土模型を作製した。盛土模型は、高さ 20mm 毎に土のう模型を両端に配置し、各層に両端の土のうを巻きこむようにして補強材を全層敷設している。

地盤材料は、盛土最上段(天端部)は 4.75mm ふるいで粒度調整した碎石 ($w=5%$, $\rho_d=2.00g/cm^3$), それ以外の盛土体及び支持地盤は珪砂 6 号と 8 号を乾燥状態で 1:1 で混合した珪砂に重量比 1% のベントナイトを添加したベントナイト混合珪砂 ($w=15%$, $\rho_d=1.57g/cm^3$: $D_c=95%$ 相当)²⁾である。また、Case26 では、図 1 の改良範囲に示すベントナイト混合珪砂のベントナイト添加率を 3% とすることで、耐侵食性を高めた。なお、両ケースとも支持地盤の海側のり面は、盛土内への直接的な浸透を防ぐため、スプレーセメントで厚さ 1mm 程度被覆している。

実験は、流量 23l/min で盛土海側の水位を静的に上昇させ、海側のり面に水位が達したときを越流開始時間として越流経過時間と模型の侵食状況について整理をした。なお、表 1 に示すように流量は 23~234l/min まで経過時間毎に増加させている。

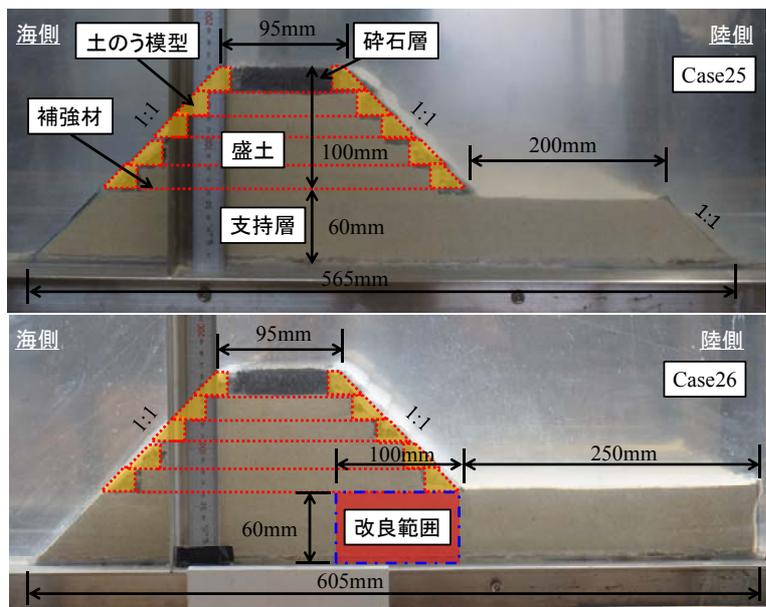


図 1 補強盛土模型の構造

表 1 越流経過時間と流量の関係

段階	越流経過時間	流量 (l/min)
1	0s~20s	23
2	20s~6min	50
3	6min~8min	117
4	8min~11min	168
5	11min~15min	234

キーワード 津波, 越流, 侵食, 補強盛土, 支持地盤

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (公財)鉄道総合技術研究所 構造物技術研究部 基礎・土構造
 TEL 042-573-7261

3. 実験結果

図2にCase25(支持地盤改良なし)とCase26(支持地盤改良あり)の実験状況を示す。Case25では、越流開始直後から陸側のり先の支持地盤が侵食し始め、越流経過時間が進むに従って陸側のみでなく盛土下部の支持地盤も侵食が進行していった。盛土下の支持地盤の侵食が進行すると越流開始190秒後には、陸側最下段の土のう模型が落下した。陸側最下段の土のう模型が落下すると、最下段とその上段の土のう模型に隙間が生じ、その隙間から盛土が侵食されていった(240秒後)。盛土が侵食され始めると土のう模型は下から順番に落下していき、越流開始300秒後には陸側の土のう模型は全て落下し、天端碎石も流出した。

図3に示す過去に実施した水路底面に直接構築した補強盛土模型(支持地盤なし)に対して行った実験(Case23)¹⁾では、越流開始300秒後の盛土にはほとんど変化が見られず、1380秒後でも天端碎石及び陸側の上段2層目で盛土材の多少の侵食が見られるものの盛土形状を保持し、高い粘り強さを有していた。

今回の実験で観察された補強盛土の崩壊は支持地盤の侵食に起因し、盛土崩壊まで短時間であったことから、津波に対して粘り強く抵抗する盛土構造の開発には、盛土体のみでなく支持地盤を含めた耐越流抵抗性の向上が重要であることが確認された。このため、Case26は、陸側のり面下の支持地盤を改良することで、盛土構造全体の耐越流抵抗性の向上を試みた。

Case26では、Case25と同様に越流開始直後から陸側のり先の支持地盤の侵食が進行していった。しかし、Case25の陸側最下段土のうが落下した越流開始190秒後も盛土側の支持地盤はほとんど侵食されず、越流開始300秒後でも補強盛土の形状は維持されていた。最終的にCase26がCase25の越流開始300秒後と同程度の崩壊に至ったのは、越流開始780秒後であった。

4. まとめ

今回実施した実験結果から、長時間の津波越流による支持地盤の侵食が補強盛土の耐越流抵抗性に与える影響は大きく、津波に対して粘り強く抵抗する盛土構造の開発には、盛土体のみでなく支持地盤を含めた耐越流抵抗性の向上が重要であることが確認された。また、陸側のり面下の支持地盤を改良することにより補強盛土の耐越流抵抗性が向上することを確認した。

陸側支持地盤の侵食により落掘が形成されると津波が減勢され、後背地の被害が軽減した調査事例³⁾もあることから、今後はある程度の支持地盤の侵食を許容することを視野に入れた検討も行っていく予定である。

参考文献

- 1) 青柳悠大, 山口晋平, 古川大祐, 川邊翔平, 菊池喜昭, 藤井公博, 渡辺健治, 野中隆博, 飯島正敏, 龍岡文夫: 補強土防潮堤の津波の長時間越流を模擬した小型実験, 第49回地盤工学研究発表会(投稿中), 2014
- 2) 藤井公博, 渡辺健治, 野中隆博, 松浦光佑, 工藤敦弘, 青柳悠大, 山口晋平, 古川大祐, 川邊翔平, 菊池喜昭: 長時間の越流現象を模擬した津波実験のための地盤材料選定, 第49回地盤工学研究発表会(投稿中), 2014
- 3) 常田賢一, 谷本隆介: 2011年東北地方太平洋沖地震における土盛構造の耐津波特性および落掘の形成特性, 土木学会論文集A1(構造・地震工学), Vol.68, No.4(地震工学論文集第31-b巻), I_1091-I1112, 2012

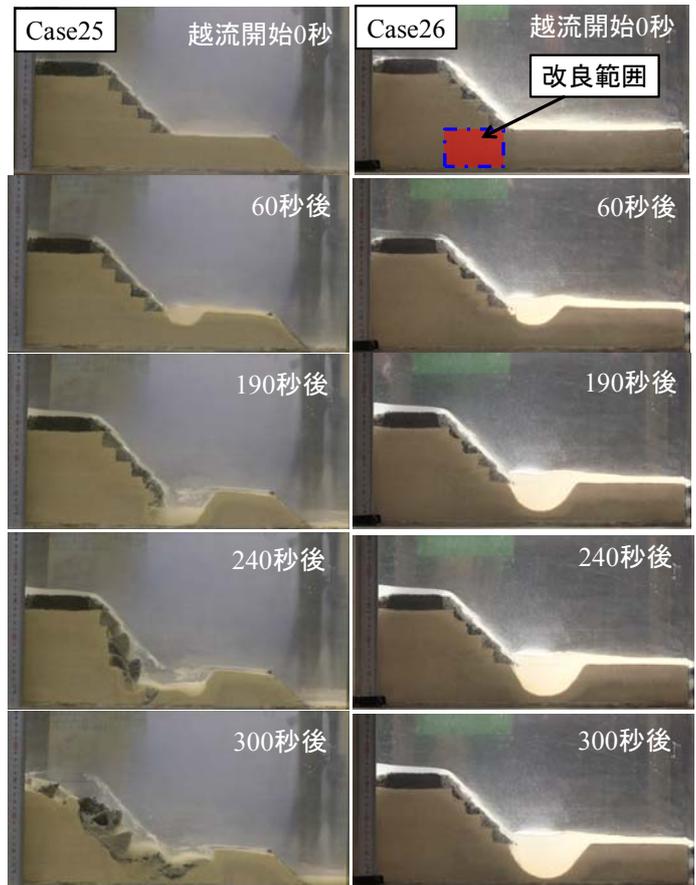


図2 支持地盤改良の有無による侵食状況の比較

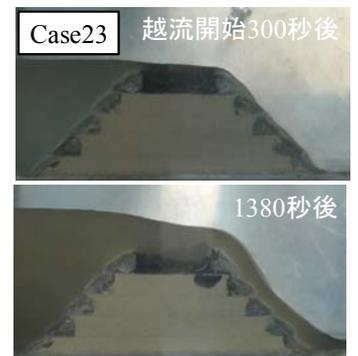


図3 支持地盤がない場合の補強盛土模型の侵食状況