第Ⅲ部門

大阪大学大学院工学研究科 学生会員〇植田 裕也 大阪大学大学院工学研究科 フェロー会員 常田 賢一 大阪大学大学院工学研究科 学生会員 嶋川 純平

1.はじめに

2011年東北地方太平洋沖地震では、巨大津波によっ て東北地方のみならず関東地方の広範囲にわたって大 きな被害がもたらされた.将来発生が予想される南海 トラフ地震でも、同様の津波被害が懸念されており、 津波対策が急務といえる.既往の被災調査¹⁾において、 大規模な津波越流にもかかわらず、盛土が残存してい たことから、盛土を津波対策構造物の一つとして利用 できると考えている.しかしながら、盛土の津波に対 する"粘り強さ",いわば耐津波性の要因は十分に解 明されておらず、盛土の津波対策構造物としての利用 は進んでいないのが実情である.そこで、津波越流時 における盛土の侵食メカニズムを解明するための基礎 的な実験を行った.

2.実験方法および条件

既往の被災調査より,津波越流を受けた盛土は,表 法面の侵食が軽微であるが,裏法面先から背後地盤に かけて,侵食され落堀が形成されるとわかっている. そこで,本実験に用いた実験模型(図-1)は,盛土の 天端,裏法面,背後地盤を再現している.具体的には, 高さ10cm,天端幅10cm,法面勾配4割の盛土を作製 した.また,模型右側には,給水ホースを設置し,実 験時は一定流量2.5×10⁴m³/s で盛土を越流させた.さ らに,越流する流れを整流状態に近づけるため,口径 の異なる2つの整流網(口径2mm および10mm)を 設置した.

本実験において、盛土材は、盛土模型の寸法を考慮 し、ふるいで粒径 2mm 以下に調整した笠間砂を用い た.図-2 に笠間砂の粒径加積曲線、表-1 に物性値をそ れぞれ示す.この笠間砂を、含水比 7.1%になるよう 加水し、ハンマーにより動的に突き固め、盛土および 基礎地盤を作成した.

また、本実験では越流水による盛土内の浸透状況を 把握するため、土壌水分計を図-3に示すように、盛土 の表面近くに3箇所設置した.

3.盛土の浸透および侵食状況の経時変化

盛土の浸透と侵食の相関関係を考察する前に、それ ぞれの現象を個別に観察した.まず、盛土の侵食状況 の経時変化を図-4に示す.図-4に示すように越流水に よって徐々に裏法部が侵食されている.

続いて、盛土内に設置した土壌水分計より、盛土の 浸透状況の経時変化について述べる.図-5は、セ ンサー1~3の土壌水分計から計測された体積含水率 の経時変化を示す.なお、図中の θ_s は飽和度Srが



図-1 実験模型:奥行き10cm



表-1 物性值

最大乾燥密度	1.819g/cm ³
最適含水比	13.2%
土粒子密度	2.642g/cm ³
透水係数(乾燥密度 1.60g/cm ³)	1.88×10 ⁻⁴ m/s
透水係数(乾燥密度 1.76g/cm ³)	1.23×10 ⁻⁵ m/s



Yuya UEDA, Ken-ichi TOKIDA, Junpei SHIMAKAWA (Osaka University) yueda@civil.eng.osaka-u.ac.jp

100%となる飽和体積含水率である. センサー1 は, 50~100 秒の間で体積含水率の緩やかに上昇しており, 徐々に盛土内に水が浸潤していることがわかる. 100 秒後以降については,体積含水率が減少しており,セ ンサー1 付近の盛土が侵食され,センサーが空気中に 露出していると推測される.

センサー2,3は0~40秒間で体積含水率が急激に上 昇しており、この時間の間に盛土の浸透が急激に進行 したといえる.また、センサー2,3はともに体積含水 率が40秒後以降において、飽和体積含水率(θ_s)を超 えており、盛土内の飽和度が100%を超えていること になっている.これは土壌水分計が露出し、水流に浸 っている、もしくはそれに近い状況になっていると推 測される.

4.盛土の浸透と侵食の関係性

前章より盛土の浸透状況と侵食状況の経時変化がわ かった.ここでは、センサーごとの飽和度の経時変化 と、浸透開始時刻および侵食開始時刻を比較し、図-6 により盛土の浸透と侵食の関係性を考察した.なお、 浸透開始時刻とは体積含水率が上昇し始めた時刻と定 義し、侵食開始時刻とは盛土の表面が侵食されること によってセンサーが水中に露出し始めた時刻と定義す る.

まず,センサー1では越流水が浸透して飽和度が上 昇し,飽和度が100%付近に達し,侵食が開始してい ることがわかる.しかし,センサー1は上部をほとん どアクリル板によって覆われているため,侵食はセン サーの一部で発生しており,十分な比較はできない.

次に、センサー2ではセンサー1と同様に、越流水 が浸透するに従い、飽和度が上昇し、侵食が開始して いる.ここで、センサー2はセンサー1と異なり、侵 食が明確であり、浸透が先行し、侵食がその後に発生 していることが明確に捉えられている.

さらに、センサー3では侵食開始時刻が捉えられて いなかったのは、盛土の表面が侵食されず、センサー 3が露出しなかったからである.したがって、浸透と 侵食の相関関係について十分な考察ができない. 5.まとめ

土壌水分計を内蔵した盛土模型に越流水を流すこと によって,盛土における越流水の浸透と侵食状況の経 時変化を比較したが,以下の知見が得られた.

(1)盛土表面部において越流水の浸透が先行し、その後 侵食が発生する.

(2)(1)によれば、越流を受けた盛土は浸透に伴い、侵食 に対するせん断抵抗が低下し、侵食が促進されると推 察される.



図-6 浸潤と侵食の関係性

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における盛土構造の耐津波特性および落堀の形成特性,土木学会論文集A1(構造・地震工学) Vol.68 (2012), No.4, 地震工学論文集第31-b巻, pp.1091-1112, 2012.