

洗掘護岸の滑動破壊に関する模型実験

東日本旅客鉄道株式会社 正員 青木 照幸 東日本旅客鉄道株式会社 正員 三上 正憲
 (財)鉄道総合技術研究所 正員 木村 英樹 (財)鉄道総合技術研究所 正員 館山 勝
 (株)複合技術研究所 正員 浦川 智行 東京大学 工学部 正員 龍岡 文夫

1. はじめに

線路に近接した護岸土留め壁の崩壊要因として、洪水時の根入れ部の洗掘に起因するものがある。この場合の破壊モードとすれば護岸の滑動破壊と転倒破壊が考えられるが、どちらが卓越するのかについては、背面盛土の性状や土留め壁の形状などの違いによって決定される。そこで、洗掘護岸を経済的かつ合理的に補強する方法を提案することを目的として、洗掘を模擬した土留め根入れ部の掘削模型実験を実施した。

本報告ではこのうち、護岸が滑動破壊する条件で、無補強ならびに補強した護岸の実験結果について報告する。

2. 実験概要

実験装置の概要を図-1に示す。実験土槽内に実物の1/10スケールで護岸土留め壁模型を作成した。模型の構築方法等については転倒破壊実験¹⁾の方に詳しい。模型地盤および模型盛土は、気乾状態の豊浦標準砂により相対密度 $D_r=45\%$ を目標に作成した。模型壁体は、アルミの無垢材を用いて作製し、土圧分布が測定できるように2方向ロードセルを配置した。本実験は滑動破壊が生じることを目的としたため、壁体勾配は転倒破壊実験よりは若干緩勾配である1:0.3とし、上載荷重も壁体に近づくに連れて小さくしている。

図-2に今回実施した実験ケースを示す。実験は、①補強を行わないケース(ケース1)、②壁体にH鋼を添わせて固定し、H鋼を土槽底面まで根入れして補強したケース(ケース2)、③壁体前面地盤にH鋼杭を見立てた杭材を設置して補強したケース(ケース3)、④壁体頭部にロックボルトを想定した棒状補強材を固定して補強したケース(ケース4)、の4ケースである。ここで、ケース2、3のH鋼杭模型は、実物と曲げ剛性の相似を併せ、幅25mm、厚さ6.7mmの鉄材で壁体に対して2本で補強している。またケース4のロックボルト模型は、転倒破壊実験と同じものを用い、直径 $\phi 5.5$ mm、長さ30cmの補強材を、壁面上部から2cmの位置に横4列190mmピッチで壁体に対して垂直に設置した。どの補強工もこれまでの対策工(例えばシートパイル根固め工)と比べれば簡易である。

実験は壁前面にある模型地盤を段階的に掘削してその時の変形量を測定した。また掘削が根入れ底まで達した状態で破壊が生じないケースについては、ダミー地盤としてあらかじめ埋め込んである発砲スチールブロック(EPS)を段階的に撤去して、一気に洗掘される状態を模擬した。

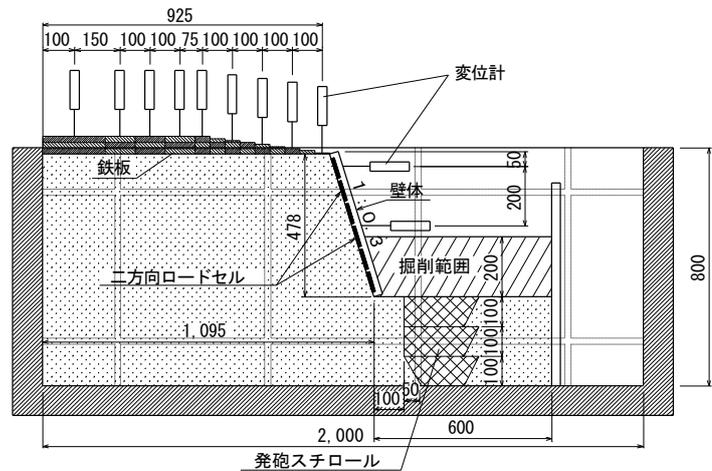


図-1 実験ケースの概要

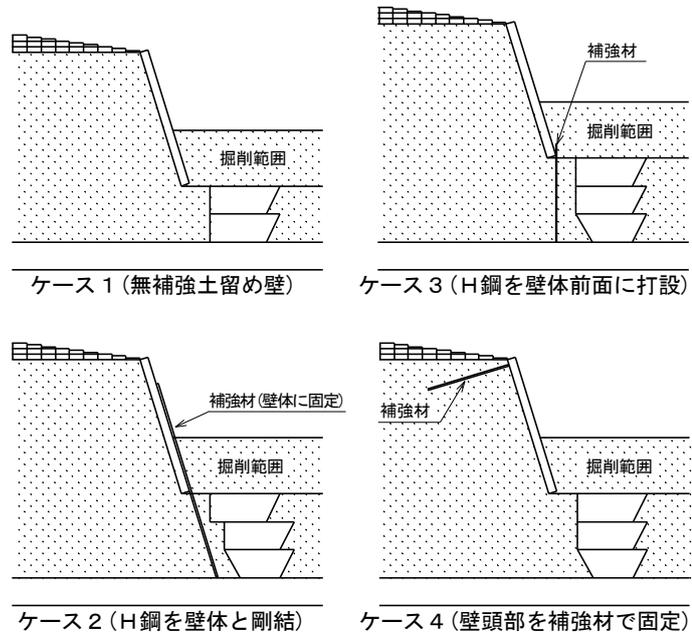


図-2 実験ケース

3. 崩壊形状

図-3 に各実験終了時点での崩壊形状を示す。

ケース1では、壁体の根入れが0となる直前に盛土内にすべり線が発生し、壁体が前面に押し出された。さらにEPSを1段撤去したところ壁体が背面土ともども大きく滑落し、予定通りに滑動（滑落）破壊によって崩壊した。ケース2では、根入れが0となる時点ではほとんど変化なく、3段目のEPSを除いた段階で、ようやく背面盛土が擁壁背後をすり抜けるように落ち込み、その後、壁体が若干前に押し出された。ケース3は、EPSを1段撤去したときに背面土が多少下がり、2段目のEPSを撤去したところで一気に崩壊した。このときH鋼杭が滑動に対して抵抗したため、壁体は転倒モードで崩壊した。ケース4では、EPSを1段撤去したところで壁体の背面側の土が一気に滑落し、壁体が滑り落ちた。壁体の滑落時に補強材は曲がりながら抵抗しようとしたが、壁体重量を支えるまでには至らなかった。

これらの実験では、（H鋼を壁体と剛結したケース2）＞（H鋼を基礎前面に打設したケース3）＞（壁頭部を補強材で留めたケース4）＞（無補強土留めケース1）の順で、洗掘に対する抵抗は大きかった。つまり滑動破壊に対しては、H鋼杭で土留め基礎部を止めることによって、十分な抵抗が得られることが確認できた。

4. 壁面土圧

図-4 に各ケースの壁面の鉛直土圧分布を示す。各ケースとも掘削前（根入れ20cm）に比べ、掘削が進むにつれて土圧は低下している。これは根入れが十分な状態では静止土圧に近い状態であったのに対して、掘削が進むにつれて背面土が主働化するからである。掘削前の土圧は、H鋼杭で補強したケース2,3が大きく、ケース1,4が小さい。特にケース4の根入れ部ではほとんど土圧がない状態であるが、頭部の補強と関係するのかもしれない。しかし地盤密度のバラツキもしくは地盤構築中の壁面固定不足による影響もあるため、構造形式と土圧とを関係づけるまでは至らない。今後、さらに検討する必要がある。

5. まとめ

コスト・パフォーマンスや施工性に優れ、延長距離の長い護岸に対する補強工として現実的な、H鋼やロックボルトを用いた3種類の対策方法について、滑動破壊が卓越する条件で洗掘実験を実施した。これらの実験結果から、滑動破壊が卓越する条件ではH鋼杭による抑止が効果的であること、頭部をロックボルトで止めた補強は滑動破壊に対してはさほど効果がないことなどが確認された。この結果は、別途実施した解析²⁾による検討結果とも整合する。今後は更に検討を進め、線路に近接した護岸擁壁の洗掘破壊に対する合理的な補強対策工の提案を行う予定である。

<参考文献>

- 1) 浦川, 三上, 青木, 木村, 舘山, 龍岡: 洗掘護岸の転倒破壊に関する模型実験, 第34回地盤工学研究発表会講演集, 1999.7
- 2) 貝瀬, 舘山, 小島, 三上, 青木, 龍岡: 護岸土留め壁の浸透, 安定解析, 第34回地盤工学研究発表会講演集, 1999.7

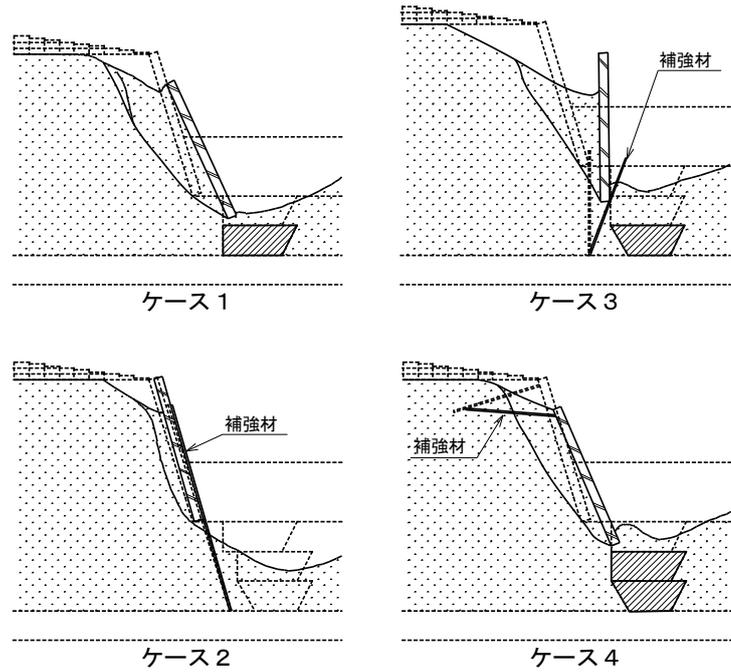


図-3 崩壊状況

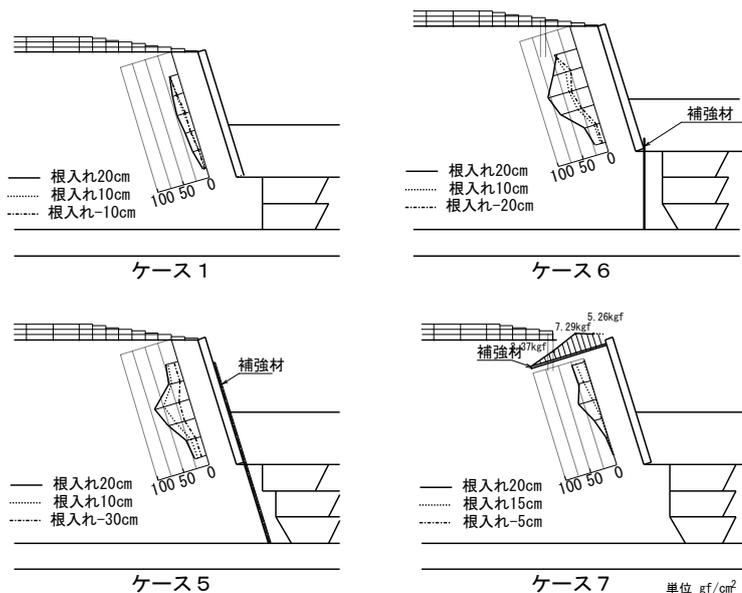


図-4 壁面の鉛直土圧分布