

実物大モデルを用いた杭式防護柵の崩壊土砂衝撃載荷実験

(株)ライテック 正会員 田島 与典 金沢大学大学院 正会員 前川 幸次
 (株)ライテック 難波 正和 (株)ライテック 横田 哲也

1. はじめに

我が国では近年、頻発する集中豪雨を起因とした斜面の崩壊土砂災害が増加傾向にある。これまで崩壊土砂の防護対策は、コンクリート製の待受け擁壁を斜面脚部に設置する方法が多用されている。しかし、待受け擁壁は、斜面脚部の掘削が困難、あるいは地盤支持力が不足する設置箇所では、施工費が割高になることが多い。このように待受け擁壁が設置困難な条件下で用いる対策として最近、支柱を杭式として地盤に根入れさせる形式の防護柵、いわゆる杭式防護柵が着目されている。この杭式防護柵は設置上のメリットが大きい反面、崩壊土砂防護性能と効果について、過去に実物大実験により検証した事例は皆無である。

これらの背景を鑑み本研究では、杭式防護柵の崩壊土砂防護性能を確認することを目的として、実物大モデルの供試体を用いて崩壊土砂衝撃載荷実験を行い、その防護効果を検証することとした。

2. 実験概要

2.1 実験方法

本実験では写真-1に示すとおり、直高25m、傾斜50度の斜面上部に土砂流下装置を設置し、流下させた土砂を斜面下部に設置した実験供試体へ衝突させた。なお、土砂流下装置容量の制約上、供試体背面が満載となるまで3回に分けて土砂を流下させた。ここで、流下土砂の諸元は、平均値として土砂流下量(1回分)は約50m³、密度は約2.6t/m³、含水比は約19.3%である。

2.2 実験供試体

実験供試体は写真-1に示すとおり、地盤に4.0m根入れさせた曲げ耐力に優れた支柱と支柱の山側に取り付けたワイヤロープおよび金網で構成され、柵高30m、支柱間隔6.0mとして3スパン(全長18.0m)として設置した。使用部材について、支柱は異形棒鋼と鋼板で内部補強を施した鋼管(STK400, φ267.4×t12.7)に無収縮モルタルを充填した構造である。ワイヤロープ(3×7 G/0 18φ)はUボルトとストッパーを介して支柱に固定。配置段数は11段である。また、金網は結合コイルを用いてワイヤロープに固定した。ここで、金網種別について、網目から谷側への土砂流出量を比較するため、線径と目合いの異なる4.0φ×50×50(実験 Case1)と3.2φ×25×25(実験 Case2)それぞれの実験を行った。

2.3 計測項目ならびに計測方法

計測項目は、供試体背面に設置した電極センサーによる土砂流下速度、金網および支柱に設置した土圧計による土砂衝撃力、ワイヤロープ固定用Uボルトに設置したひずみゲージによるワイヤロープ軸力、支柱に設置したひずみゲージによる支柱ひずみとした。また、土砂流下状況と供試体の挙動を確認するため、高速度カメラによる撮影を行った。

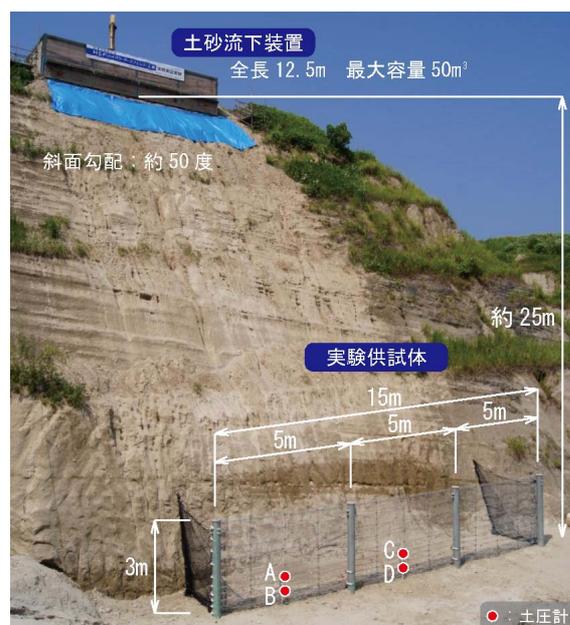


写真-1 実験設備と実験供試体

キーワード 崩壊土砂, 実規模実験, 崩壊土砂防護柵, 杭式防護柵

連絡先 〒951-8061 新潟市中央区西堀通7番町1555番地 日生第5ビル5階 (株)ライテック新潟事務所 TEL:025-378-8051

3. 実験結果

3.1 土砂流下状況

実験 Case1 の土砂流下状況について、写真-2 は 1 回目、写真-3 は 3 回目をそれぞれ示している。1 回目土砂流下後では、金網突出量は約 35cm であった。土砂衝撃力作用時のワイヤロープ軸力の最大値は約 65kN であった。また、金網の網目から谷側へ約 5m³ の土砂流出量を確認した。3 回目土砂流下後では、金網突出量は約 60cm であった。堆積した土砂によるワイヤロープ軸力の最大値は約 115kN であった。また、金網の網目から谷側への最終的な土砂流出量は約 18m³ であった。



写真-2 実験 Case1 の 1 回目土砂流下状況



写真-3 実験 Case1 の 3 回目土砂流下状況

3.2 金網種別の相違による土砂流出量の比較

写真-4 は実験 Case2 の 1 回目土砂流下状況を示している。1 回目土砂流下後では、金網突出量は約 40cm であった。土砂衝撃力作用時のワイヤロープ軸力の最大値は約 60kN であった。また、金網の網目から谷側への土砂流出量は約 2m³ であり、目合いの小さい金網を使用することによって、金網の網目からの土砂流出量を大幅に抑制できることが確認できた。



写真-4 Case2 の 1 回目土砂流下状況

3.3 土砂衝撃力

金網に作用した土砂衝撃力の経時変化について図-1 は実験 Case1、図-2 は実験 Case2 をそれぞれ示している。図-1 より実験 Case1 の土砂衝撃力の最大値は 30kN/m² ~ 60kN/m² 程度であった。図-2 より実験 Case2 の土砂衝撃力の最大値は 20kN/m² ~ 30kN/m² 程度であった。Case2 においては、土砂に混入された玉石が影響し、正確な値が得られず、全体的に小さな値になったと考えられる。

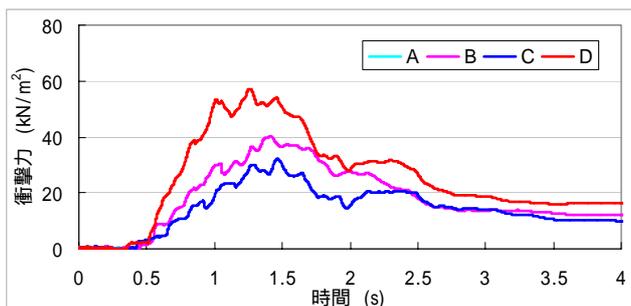


図-1 Case1 の 1 回目土砂衝撃力

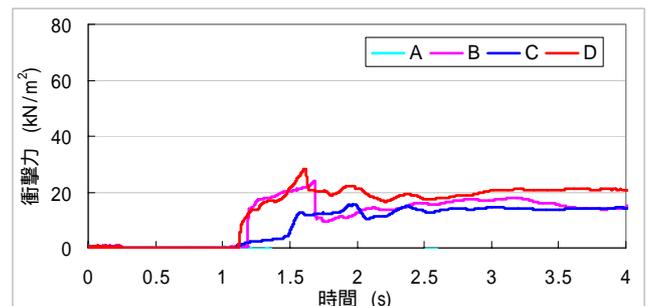


図-2 Case2 の 1 回目土砂衝撃力

4. まとめ

本実験において、杭式の支柱を用いた防護柵は、満載になるまで 3 回の連続流下を行なったが部材が損傷することなく土砂を補足し、崩壊土砂に対する有効性が確認できた。ワイヤロープ軸力は、土砂衝撃力作用時の最大値および土砂満載時の最大値がとも破断強度(157kN)以下であった。金網は、素線破断等の損傷は見られなかったが、4.0φ×50×50 の金網使用時は流下土砂量に対して 10%程度の網目からの土砂の流出が見られた。しかし、3.2φ×25×25 の金網を使用することで土砂の流出を 5%程度に抑えることができた。土砂衝撃力は 30kN/m² ~ 60kN/m² 程度であり、理論値(100kN/m² 程度)の 30% ~ 60%程度であった。