

## 斜面上における落石防護壁用杭基礎の遠心動的載荷実験

東京都市大学大学院 学生 ○比企野将司  
 (独)労働安全衛生総合研究所 正 吉川直孝 正 伊藤和也  
 日鐵住金建材(株) 非 田附正文  
 東京都市大学 非 荻原伸一 正 末政直晃

### 1. はじめに

我が国の山岳部などの道路沿いには、落石に対する道路防災施設として落石防護壁が数多く設置されている。これらの多くはコンクリート基礎にて設置されているが、設置の際に斜面を掘削することで残土が産業廃棄物となるなどの環境面の問題や、斜面崩壊が懸念されるなど様々なリスクが存在する。今回着目した杭基礎は、従来のコンクリート基礎に比べて環境面・施工性に期待でき、さらに斜面上に設置できれば、効率的に防護柵を設置することも可能となる。杭基礎形式の落石防護工として、小規模な落石を防ぐ対策工法が開発されているが、より大きな衝撃力をもつ落石には対応できない。そこで本研究では、落石を想定した遠心場での重錘落下による単杭の動的載荷実験を行い、斜面上杭基礎構造物の耐衝撃荷重について、杭に生じる曲げモーメントや地表面挙動などの観点から、遠心場における斜面上単杭の静的載荷実験結果<sup>1)</sup>と比較して評価した。

### 2. 実験概要

本実験にて使用した試料は、福島県磐梯山地域から採取した土試料を2mmふるいにて粒度調整したものである。この試料は、地盤材料の工学的分類として火山灰質砂(SV)に該当する。本実験では、最適含水比16%に調整した試料を湿潤密度が18.6(kN/m<sup>3</sup>)となるようにハンドバイブレーターを用いて締固め地盤を作製し、所定の地盤作製後、**図-1**に示すような45度斜面を作製した。その後、斜面をドリルで削孔して模型杭を設置した。模型杭は中空アルミ製であり、内部には曲げモーメントおよび軸力計測用のひずみゲージが貼付されており、それぞれ5箇所値を計測することが出来る。載荷位置は、落石便覧で示された跳躍高さ2.8mに斜面と平行に落石が衝突することを想定し、地表面から70mmに設置した。全ての実験は遠心加速度40g場にて実施している。今回、動的載荷実験は**写真-1**に示す実験装置を使用して行った。遠心場重錘落下装置は、高さ50mmから操作室のコントローラーでレールから重錘を落下させて模型杭に衝突させることが出来る。実験は根入れ長を120mm(実地盤換算4.8m)と固定し、重錘の材質を変化させて、重量を**表-1**のように変えた2ケースの実験を行った。

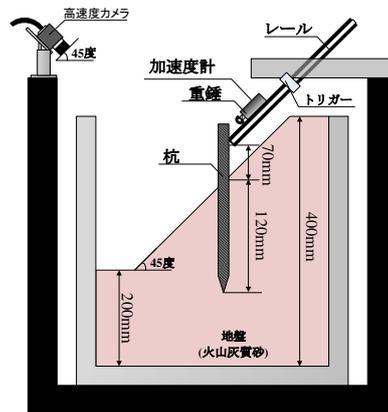


図-1 実験装置概略図

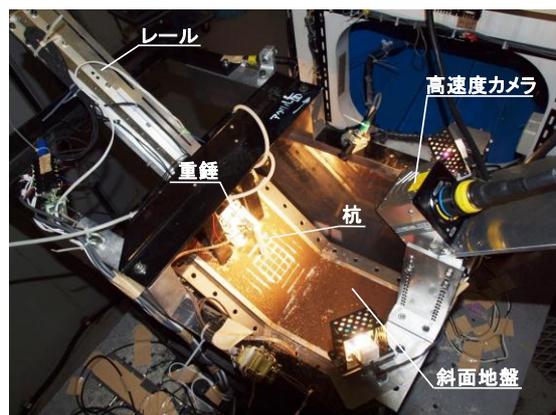


写真-1 実験装置

表-1 実験条件

	根入れ長さ(mm) [実地盤換算(m)]	重錘(kg) [実地盤換算(kg)]
ケース1	120 [4.8]	0.17[6.8]
ケース2		0.15[6.0]

### 3. 実験結果・考察

今回行った2ケースの動的載荷実験結果について静的載荷実験結果<sup>1)</sup>とともに比較し、検討する。また、以下の結果は、全て実地盤換算にて表記する。

キーワード：斜面 杭基礎 重錘落下実験

連絡先：東京都市大学 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 10号館 地盤環境工学研究室

### 3-1. 重錘部に設置した加速度の経時変化

図-2に重錘部に設置した加速度計の時刻歴を示す。ケース1では、衝突時に最大 $-500\text{m/s}^2$ 程度の加速度が発生し、その後リバウンドして再衝突している。ケース2では、衝突時に $-350\text{m/s}^2$ 程度の加速度が発生後、急激にプラス側に転じ $+750\text{m/s}^2$ 程度の加速度を示した。これは計測に何らかのノイズが入ったためだと考えられ、本来であればケース1と同様に衝突後には0付近に値が戻るものと思われる。

### 3-2. 曲げモーメントの経時変化

図-3に各ケースにおける杭の曲げモーメントの時刻歴を示す。両ケースにおいて曲げモーメント値が最大となる時間が若干異なる。ケース1は1.266秒、ケース2は1.252秒とケース1のほうが遅くなっている。これはケース1の重錘がケース2のそれよりも重たいために杭がより多く変形したためだと考えられる。その後、両ケースとも再衝突しているが、以後は一回目の衝突のみで比較する。

### 3-3. 曲げモーメント深度分布

図-4は各ケースの衝突時の曲げモーメントの深度分布を根入れ長が同じ静的載荷実験結果とともに示したものである。ケース1, 2は、衝突直前から曲げモーメントの最大値を示す時間までを等分割して時間毎の挙動を示している。ケース1は衝突から0.266秒後に深さ-0.6m付近で最大曲げモーメント約1500kNmとなった。同様に、ケース2も衝突から0.252秒後に深さ-0.6m付近で最大曲げモーメント1250kNmとなり、地表面に近い深さ-0.6mにて最大値を示す結果となった。静的載荷実験では、最大荷重が異なるが深さ-1.2mにて最大曲げモーメント値を示しており、その形状が大きく異なる結果となった。これは、重錘落下による衝撃的な荷重によって地盤の動的抵抗力が発現したものと推察される。

## 4. まとめ

今回、斜面上杭基礎の動的載荷実験を行った結果、曲げモーメントの深度分布は静的載荷実験の形状とは異なり、浅い部分で曲げモーメントが最大値を示した。これは重錘による衝撃的な荷重による動的抵抗力の影響と考えられる。

### 《参考文献》

- 1) 比企野ら：斜面上に設置した落石防護壁用杭基礎に関する遠心模型実験，第46回地盤工学研究発表会，2011(投稿中)

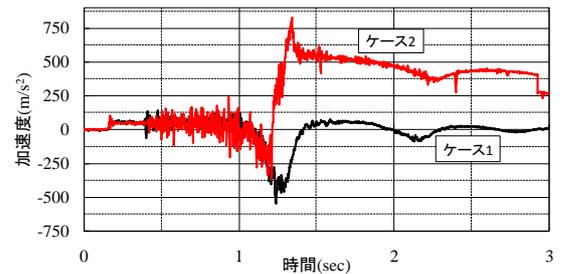


図-2 重錘に設置した圧電型加速度計の時刻歴

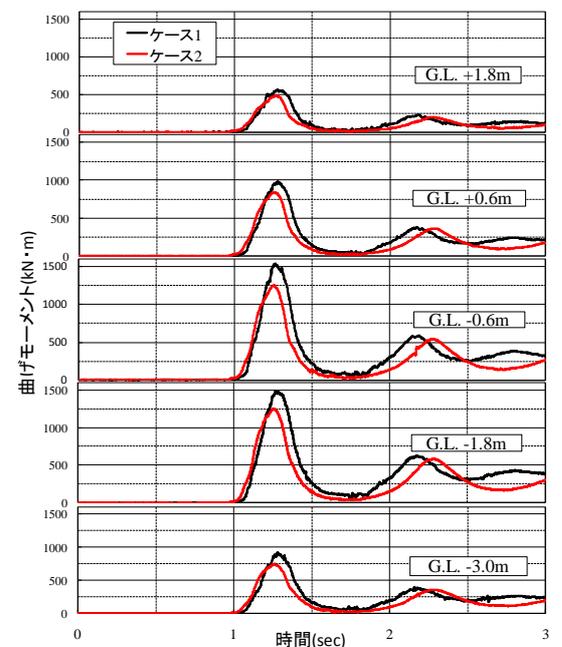


図-3 曲げモーメントの経時変化

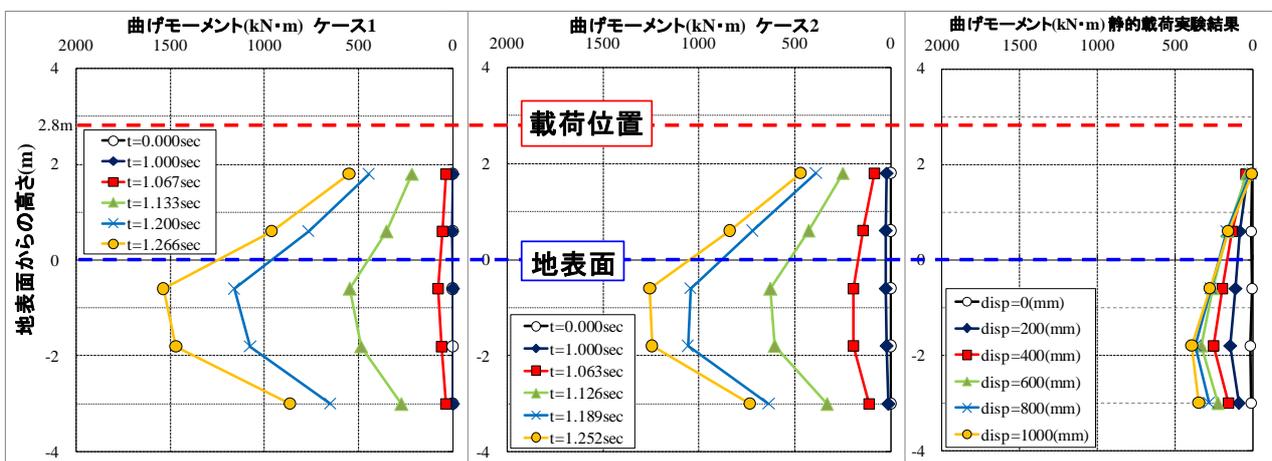


図-4 曲げモーメントの深度分布