

斜面上に設置された落石防止用杭基礎の耐衝撃性に関する数値解析

東京都市大学 学生○成田恵祐

(独) 労働安全衛生総合研究所 国際 吉川直孝 国際 伊藤和也

東京都市大学大学院 国際 末政直晃 国際 片田敏行

表-1 実験条件

ケース	落下高さ	根入れ長	地盤条件
d1	15mm	120mm	・火山灰質砂
d2	40mm		・含水比
d3	65mm		= 16.0%
			・湿潤密度
			= 18.6kN/m ³

1. はじめに

斜面上の杭基礎に関する設計手法について、落石のような衝撃荷重が作用した場合の挙動については未だに明らかになっていない。そこで、本研究では、斜面上単杭に作用する落石の衝撃力を想定して載荷荷重を変化させた遠心場における単杭の動的載荷実験の結果と、斜面上に設置された落石防止壁用杭基礎についての地盤～杭基礎連成系の動的解析モデルを用いて、斜面上に設置された単杭に重錘が衝突した際の挙動を数値解析で再現した結果について比較検討を行う。

2. 遠心場における単杭の動的載荷実験

濱也ら¹⁾は、斜面上の杭基礎形式落石防止壁に落石が衝突した際の状況を想定し、杭基礎の耐衝撃性とその挙動について知見を得るため遠心場における単杭の動的載荷実験を実施した。以下に概要と結果を示す。

2.1 実験概要

表-1に実験条件、図-1に実験概略図を示す。模型杭は杭長 200mm、直径 15mm の中空アルミ製であり杭の根入れ長は 120mm（実地盤換算 4.8m）に統一されている。実験ケースは重錘の落下高さを 15, 40, 65mm（実地盤換算 0.6, 1.6, 2.6m）と変化した 3 ケース（以下ケース d1, d2, d3）である。実験は、40G の遠心場において動的載荷装置から重錘を落下させて落石の衝突を再現した。計測項目は、動的載荷装置に設置したレーザー変位計から重錘の変位を、重錘に設置した荷重計と加速度計から衝突時の荷重と加速度を、模型杭の地表面付近に設置した加速度計から模型杭の加速度をそれぞれ収録間隔 20kHz、3 秒間計測している。

2.2 実験結果

図-2 に重錘衝突荷重～移動変位関係、図-3 重錘変位～時間関係、図-4 杭地表面付近加速度～時間関係を示す。動的載荷実験結果より、全ケースにおいて高周波ノイズがあるが移動変位 0.6m まで概ね線形的に

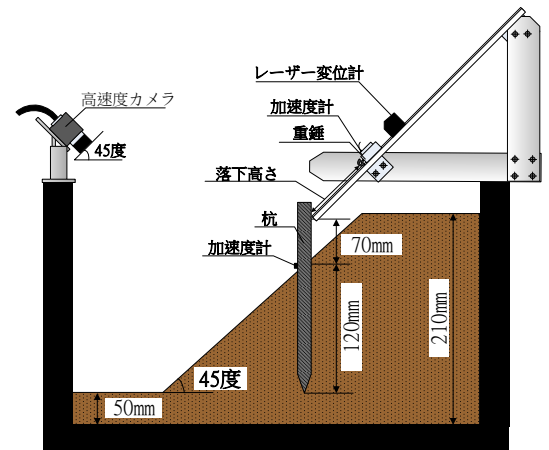


図-1 動的載荷実験の概略図

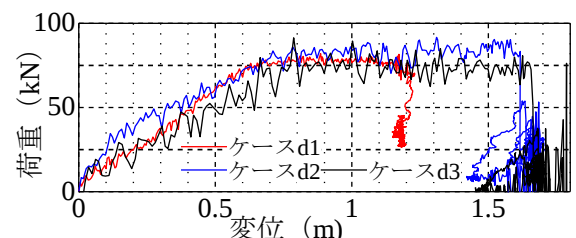


図-2 重錘衝突荷重～変位関係

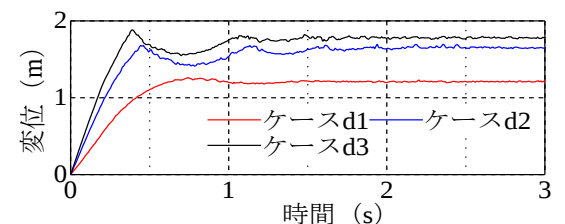


図-3 重錘変位～時間関係

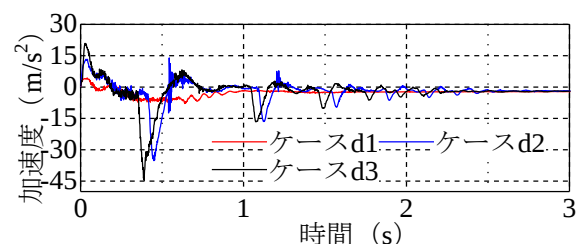


図-4 杭地表面付近加速度～時間関係

キーワード：落石，杭基礎，動的解析

連絡先：東京都市大学 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 TEL03-5707-0104

荷重が増加し、0.75m 程度の変位以降一定荷重で推移する傾向が得られた。ケース d2 と d3 では重錘衝突後、杭周辺の土が飛散し、突然荷重値が減少した。一方、ケース d1 では土の飛散は見られず荷重も連続的に減少した。

3. 数値解析による遠心模型実験の再現

斜面上に設置された落石防止壁用杭基礎について地盤-杭基礎連成系の動的解析モデル²⁾を用いて、斜面上に設置された単杭に重錘が衝突した際の挙動を数値解析で再現した。

3.1 解析概要

図-5 に本解析で用いた杭基礎斜面地盤連成系モデルを示す。解析ケースを表-2、使用したパラメータを表-3 に示す。今回は、杭系質点 M_{p1} に重錘が衝突し杭と一体となって動くことと仮定したため、杭系質点 M_{p1} は重錘の質量を加えた値とした。入力加速度は図-6 に示すような半波長の正弦波の振幅を変化させて3 ケース実施した。入力加速度は動的載荷実験の各ケースでの杭地表面付近加速度の最大値を用いて図-6 に示したように仮定した。

3.2 解析結果

図-7 に解析結果の一例として杭系質点 M_{p1} の応答変位～時間関係を示す。これは模型実験の杭頭変位を再現した結果である。杭系質点 M_{p1} の変位はケース 1 では模型実験に比較的近い値を示しているが、ケース 2, 3 では模型実験よりも大きい値となった。

4. まとめ

今回は遠心場における単杭の動的載荷実験の結果を用いて、単杭に重錘が衝突した際の挙動を数値解析で再現した。今後は、大型模型実験など杭や地盤の条件を変えた実験を行い、杭と地盤の応答を推定することによって数値シミュレーションの条件を検討し、設計法等に反映させていきたいと考えている。

参考文献

1) 濱也ら：濱也幸樹，比企野将司，吉川直孝，伊藤和也，末政直晃，田附正文：斜面上に設置された落石防止壁用杭基礎の耐衝撃性に関する遠心模型実験，第 47 回地盤工学研究発表会，CD-ROM，2012

2) 成田ら：載荷方法の違いが斜面上に設置された落石防止壁用杭基礎の吸収性能に与える影響，第 48 回地盤工学研究発表会，2013.

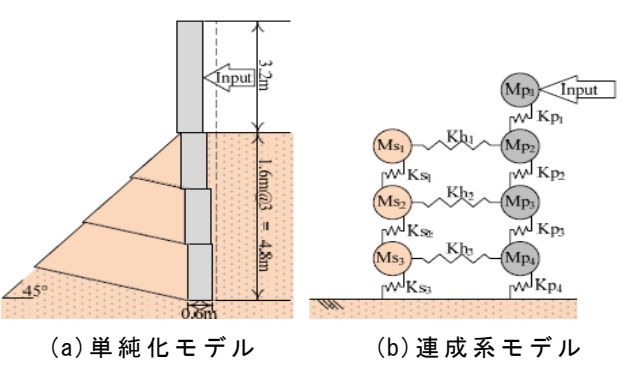


図-5 杭基礎斜面地盤連成系モデル

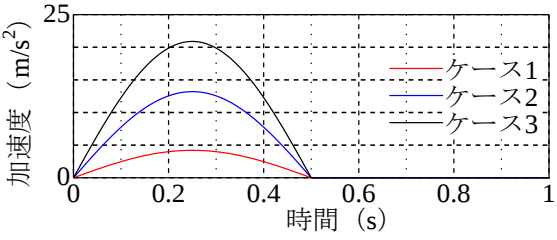


図-6 入力加速度-時間関係

表-2 解析ケース

ケース	1	2	3
周期(s)	2		
振幅(m/s ²)	4.2	13.2	20.9

表-3 パラメーター一覧

質点番号		1	2	3	4
杭	質量 M_p (kg)	640+9965 (重錘)	304	304	304
	剛性 K_p (kN/m)	1.E+04	1.E+05	1.E+05	1.E+06
地盤	質量 M_s (kg)	1.4E+03	6.8E+03	1.6E+04	
	剛性 K_s (kN/m)	1.E+03	8.E+03	2.E+04	
相互	せん断弾性係数 G (kN/m)	1396			

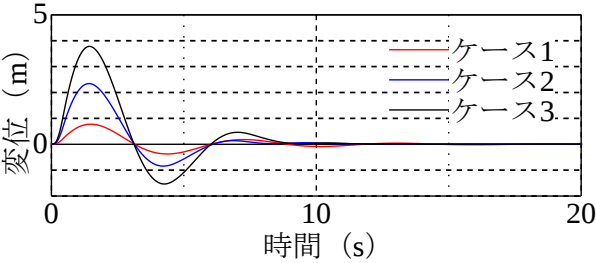


図-7 杭系質点 M_{p1} 変位-時間関係