

地盤条件の違いが網状鉄筋挿入工の補強効果に及ぼす影響の検討

○藤本 将光, 長谷川唯人, 原田 紹臣, 里深 好文(立命館大学理工学部)
小西 成治, 尾方 武文, 吉永 憲次(ヒロセ補強土株式会社)

1. はじめに

近年、熱海の土石流災害を受けて、新たに盛土規制法が施行された。今後、地震等による盛土被害に対して、盛土の滑動崩落やすべり等を対象にした安全性の確保に向けた事前対策工事の実施が求められている。その際、既設盛土の滑動崩落防止工事の有効な対策工の一つとして、網状鉄筋挿入工¹⁾による補強が期待されている。

網状鉄筋挿入工は欧州で提案²⁾されて国内に導入されて以降、多くの実績が存在する。なお、鉄筋を用いた盛土の安定化については多くの報告が存在されている中、網状的に地盤内で鉄筋を配置させるとともに、モルタル等を加圧注入させて改良を加えた網状鉄筋挿入工は、施工性の利点より更なる活用が期待されている³⁾。また、近年に発生した地震(例えば、2016年熊本地震)において、筆者らは本工法により施工された構造物の耐震性能について確認している⁴⁾。ただし、従来までの従来工法と比べて、更なる合理化や高度化が望まれている。

筆者らは、これまで杭本数や杭設置角度の違いが、補強効果(水平、鉛直)に与える影響について概略的に検討している⁴⁾。しかしながら、地盤条件や杭の詳細な設置条件(杭長、杭配置:配置間隔や配置形態)の違いが補強効果(水平耐荷性能)に与える影響について更なる議論が必要であると考えられる。そこで、本研究は、網状鉄筋挿入工の詳細な設置条件の違いが水平耐荷性能に与える影響について、基礎的な実験により把握する。

2. 実験方法

網状鉄筋挿入工による既設盛土対策における更なる高度化に向けて、地盤条件や設置条件(杭長、杭配置)の違いが水平耐荷性能に与える影響に関して実施した実験の方法等について、以降に示す。

本実験で用いた装置の概要を図-1に示す。図-1に示すとおり、水槽内に土材料(幅40cm、長さ60cm、高さ22cm)を敷き詰めて、その上部に鉄製で作成された供試体(杭及び杭頭)を配置し、回転作用を与えない様に配慮して、供試体全体に水平方向の力を加える。ここで、使用した土材(真砂土:信楽産、豊浦砂)の地盤条件を表-1に示す。また、今回実施した実験(24×2=48ケース)の条件を表-2及び図-2に示す。表-2に示すとおり、地盤条件(真砂土/豊浦砂)の変化に加えて、杭(鉄製、直径 $d=4$ mm)の長さ(ただし、打設深 $h=5/7.5/10$ cm:図-1)と、図-2に示

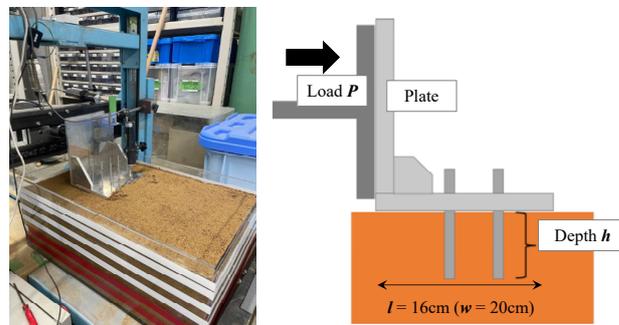


図-1 実験装置の概要(左:写真,右:断面図)

表-1 地盤条件(2種類)

	Masado	Toyoura sand
Water content w (%)	10	10
Dry density ρ_d (g/cm ³)	1.60	1.50
Wet density ρ_w (g/cm ³)	1.72	1.65

表-2 実験条件(48ケース)

Conditions	
Soil material type	Masado/Toyoura sand
Pile material	Steel, Diameter d : 4 mm
Pile length (cm)	5/7.5/10
Pile arrangement pattern	Parallel/staggered
Pile installation interval ($n \cdot d$)	4d/6d/8d/10d

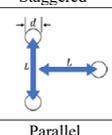
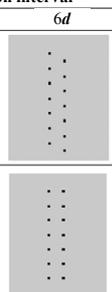
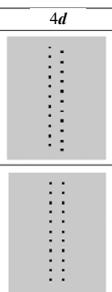
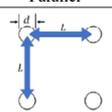
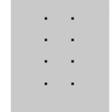
Type	Pile installation interval			
	10d	10d	6d	4d
Staggered 				
Parallel 				

図-2 杭の配置状況(実験ケース)

す杭配置形態(平行/千鳥配置)と配置間隔(4d/6d/8d/10d)を、それぞれ変化させている。なお、これらの条件については、予備実験を踏まえて設定している。なお、水平荷重については、土材料又は供試体の終局状態まで載荷し、その時の荷重値(最大荷重)を用いて評価する。

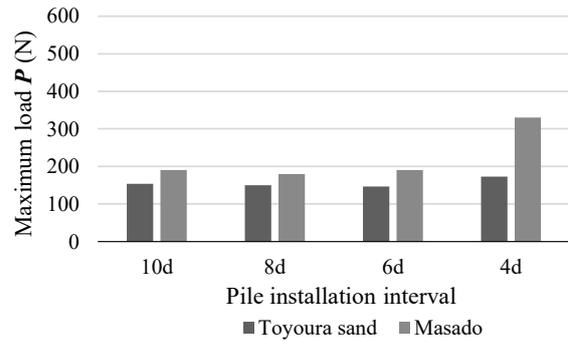
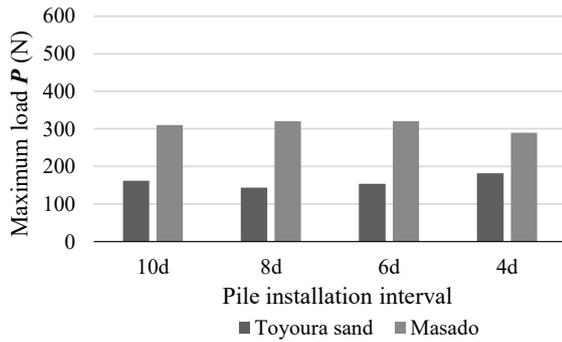


図-3 最大荷重に関する実験結果 (左：平行配置，右：千鳥配置，杭長：5cm)

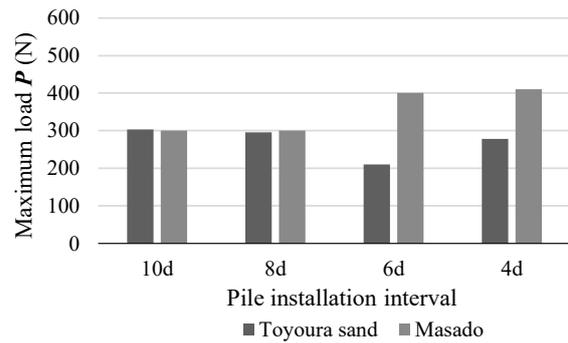
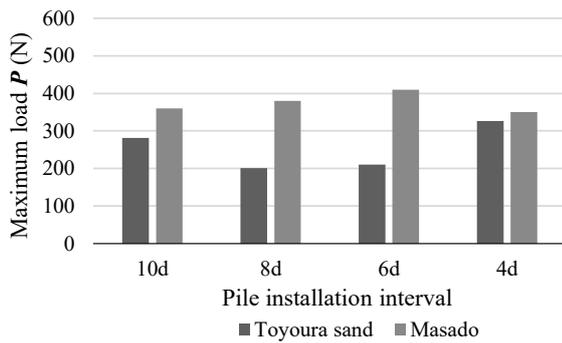


図-4 最大荷重に関する実験結果 (左：平行配置，右：千鳥配置，杭長：7.5cm)

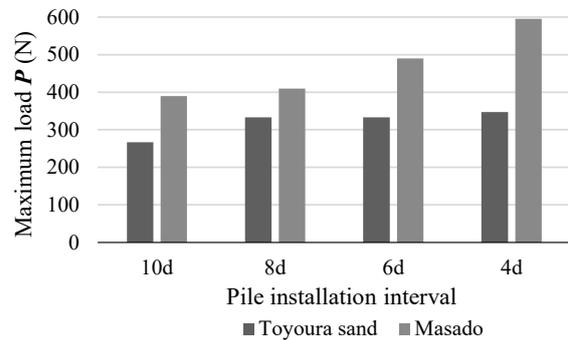
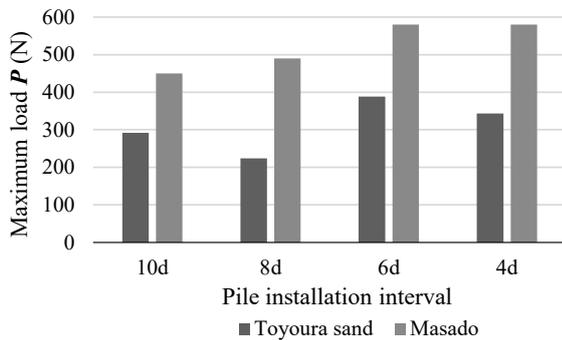


図-5 最大荷重に関する実験結果 (左：平行配置，右：千鳥配置，杭長：10cm)

3. 実験結果

本稿では、地盤条件の違いが網状鉄筋挿入工の水平耐荷性能に与える影響に着目し、実験結果に関して整理した主な結果を、図-3 から図-5 までに示す。

杭長 (5cm) 及び杭配置形態 (平行配置：図-4) の条件における最大荷重に関して、図-3 (左) に示すとおり、真砂土は、豊浦砂と比較して、最大時の水平耐荷力において有利となる結果であった。また、図-3 (右) や図-4 から図-5 までに示すとおり、杭配置形態 (千鳥配置) や杭長 ($h = 7.5/10$ cm) においても、同じ向であることが分かった。なお、この要因の一つとして、杭頭より伝達された水平作用力が、比較的細い杭側方より土中へ作用する際、粒度分布の広い真砂土が一般的な締め固め特性により、有効であったことによるものと推測される。

今回の考察は、限られた実験条件で得られた結果に基づ

くものであり、今後、更なる土質条件 (含水比等) や杭配置 (縦断方向、横断方向における配置間隔の変化) や実験規模の拡大化等の更なる実験に基づいた検討が望まれる。

参考文献

- 1) 国土交通省：盛土等の安全対策推進ガイドライン(案)，2023。
- 2) Lizzi, F.: Root Piles as soil reinforcement for foundation problems, *Ecole Nationale des Ponts et Chaussées*, pp.15, 1991
- 3) 三木五三郎, 坂下五男, 児玉秀文：網状ルートパイル工法の日本における実施例, *土と基礎*, Vol. 31, No.9, pp.35-40, 1983.
- 4) 原田紹臣, 藤本将光, 小西成治, 足田信晴：網状鉄筋挿入工における杭設置条件の違いが堰堤基礎補強機能に与える影響, *土砂災害に関するシンポジウム論文集*, Vol. 9, pp.103-108, 2018.