

高圧噴射攪拌工法による杭補強工法の研究開発 (その3：鋼管と地盤改良体の単純梁曲げ試験)

正会員 山田 宗範* 正会員 久世 直哉* 正会員 田中 博之**
同 島村 淳** 同 鎌田 敏幸**

高圧噴射攪拌工法 杭基礎 耐震補強
曲げ特性 地盤改良体 曲げ試験

1 はじめに

前報(その1～その2)で述べたように、高圧噴射攪拌工法を用いた、杭の補強に関する研究開発を行っている。その3では、模型規模の地盤改良体で補強した杭(模型杭)の曲げ特性の把握を目的とした単純梁曲げ試験について述べる。なお、本研究開発は、国立研究開発法人建築研究所が実施する「革新的社会資本整備研究開発推進事業(BRAIN)」の一環として行われたものである。

2 試験体

試験体概要を図1、試験体一覧表を表1に示す。

試験体は、鋼管(材質がSTK400、径が60.5mm)と鋼管中央に設置した地盤改良体(材料特性および配合はその2を参照)によって構成される。試験番号No.1およびNo.2は、鋼管のみで試験を実施した。地盤改良体の断面寸法は150mm×150mmおよび250mm×250mmの2水準とした。地盤改良体に用いる試料土は粘性土および砂質土とした。地盤改良体の一軸圧縮強さは、粘性土が2,000kN/m²および4,000kN/m²(前報(その2)のC2.0およびC4.0)、砂質土が4,000kN/m²および6,000kN/m²(前報(その2)のS4.0およびS6.0)のそれぞれ2水準とした。鋼管と地盤改良体の境界条件は、鋼管に剥離剤を塗布することにより地盤改良体の付着を低減させた「付着なし」と剥離剤を塗布しない「付着あり」の2条件とした。

3 試験方法

試験は、試験体中央に設置したプレートを介して鋼管に荷重を伝達させる機構とし、支点の支持条件は片側をピン、反対側をピンローラーとする3点曲げ試験を実施した。荷重は一方向多サイクル方式(10サイクル)とし、最大荷重到達後は荷重が2割程度低下するまで荷重した。

4 試験結果および考察

破壊過程のイメージを図2、鉛直荷重(P)と試験体中央の鉛直変位(δ)の関係を図3、各サイクル目標荷重到達時におけるひずみ(ϵ)の分布を図4に示す。図4におけるひずみ(ϵ)の値は、鋼管上面および下面の表面に貼り付けたひずみゲージにより計測した値を示す。

支間長が700mmの試験体における地盤改良体の破壊過程は、まず荷重初期段階に下面中央から側面に向かう曲

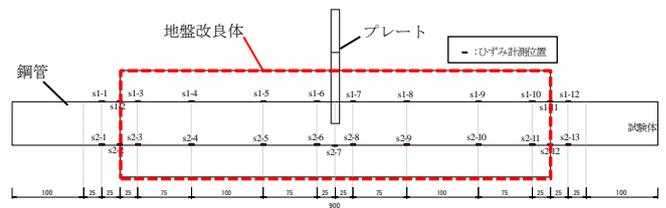
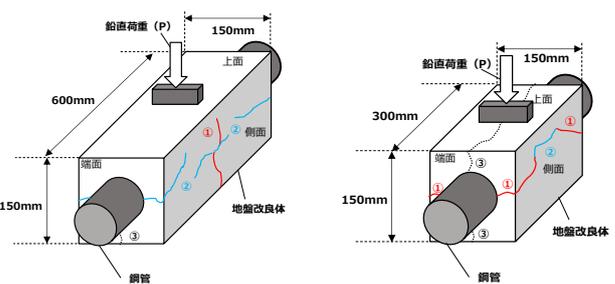


図1 試験体概要(支間長700mm、断面寸法150mm×150mmの試験体)

表1 試験体一覧

試験番号	支間長(mm)	地盤改良体の仕様			鋼管と改良体の境界条件
		断面寸法(mm)	試料土(配合)	改良強度(kN/m ²)	
No. 1	700	—	—	—	—
No. 2	400	—	—	—	—
No. 3	700	150×150	粘性土(C2.0)	2,000	付着あり
No. 4	700	150×150	粘性土(C4.0)	4,000	付着あり
No. 5	700	150×150	砂質土(S4.0)	4,000	付着あり
No. 6	700	150×150	砂質土(S6.0)	6,000	付着あり
No. 7	700	150×150	粘性土(C2.0)	2,000	付着なし
No. 8	700	150×150	粘性土(C4.0)	4,000	付着なし
No. 9	700	150×150	砂質土(S4.0)	4,000	付着なし
No. 10	700	150×150	砂質土(S6.0)	6,000	付着なし
No. 11	400	150×150	粘性土(C2.0)	2,000	付着あり
No. 12	400	150×150	粘性土(C4.0)	4,000	付着あり
No. 13	400	150×150	砂質土(S4.0)	4,000	付着あり
No. 14	400	150×150	砂質土(S6.0)	6,000	付着あり
No. 15	700	250×250	砂質土(S6.0)	6,000	付着あり



(a) 支間長700mm (b) 支間長400mm
図2 破壊過程のイメージ(断面寸法150mm×150mm)

げ引張りひび割れ(図2(a)における①)が生じ次第に進展した後、地盤改良体の端面から側面に向かう水平方向の割裂(②)が生じ、鋼管から地盤改良体が剥がれるような挙動を示した。最後は鉛直荷重が低下を始め鋼管の変位

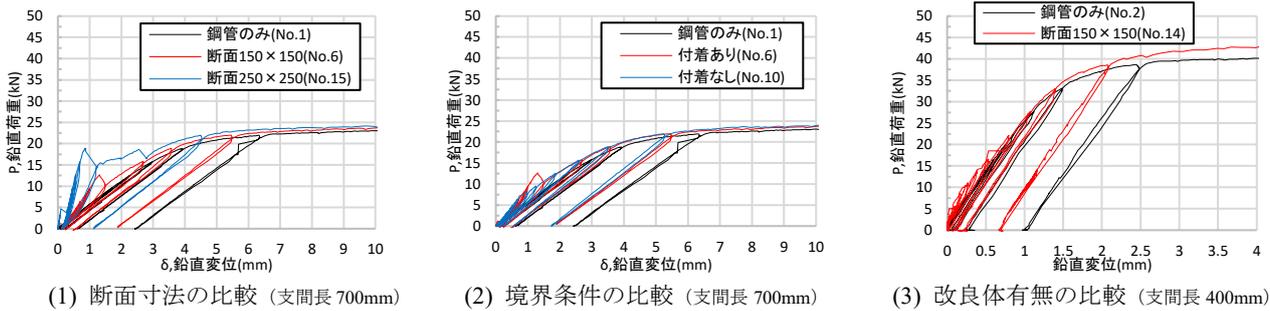


図3 鉛直荷重 (P) と試験体中央の鉛直変位 (δ) の関係

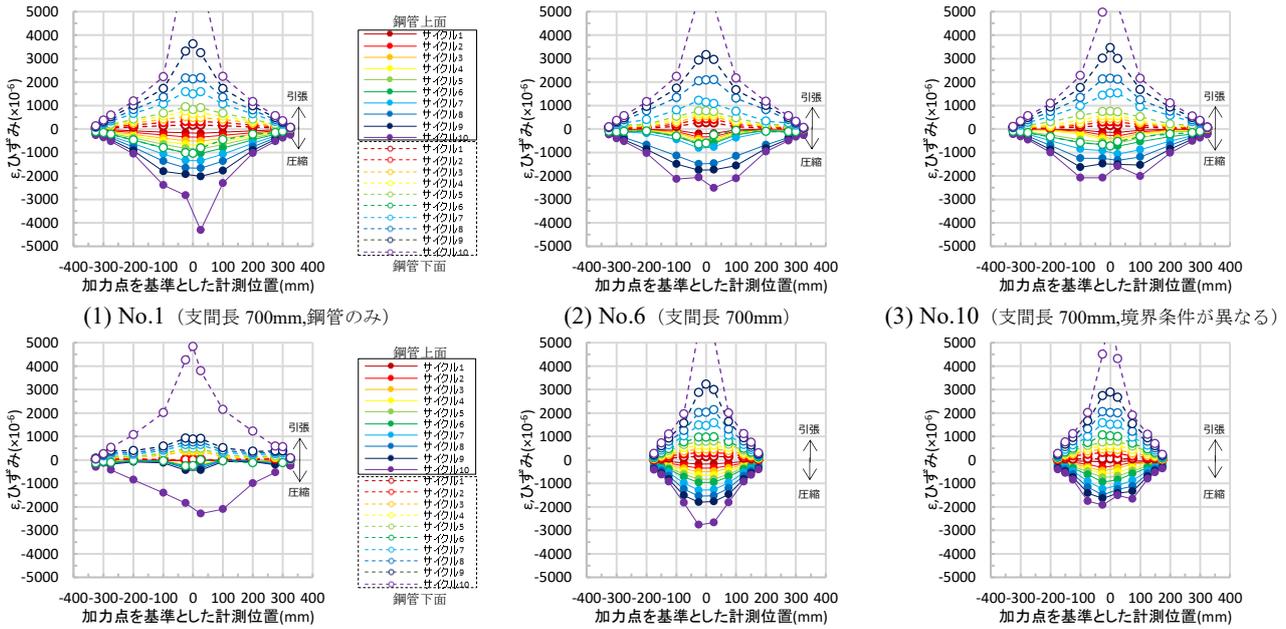


図4 各サイクル荷重到達時におけるひずみ (ε) の分布

が大きくなると、地盤改良体の下面にもひび割れ (③) が生じた。

P-δ 関係において、地盤改良体を設置した試験体 (No.6) は6サイクルまでの曲げ剛性が、鋼管のみの試験体 (No.1) よりも高いことを確認した。12.5 kN 付近にて一度荷重が低下したタイミングは、地盤改良体に割裂 (図 2(a)における②) が生じたタイミングと概ね一致していた。ひずみ分布において、引張側は鋼管のみの試験体と大きな差がない一方で、サイクル7までの圧縮側ひずみが鋼管のみの試験体より小さい値を示しており、割裂し鋼管から剥がれるまでは地盤改良体が圧縮力を負担していると考えられる。初期の曲げ剛性が高く圧縮側のひずみが小さい現象は、地盤改良体の一軸圧縮強さが大きいほど明瞭であり、断面寸法が大きい試験体 (No.15) では特に顕著であった。

鋼管と地盤改良体の境界条件が異なる試験体について、「付着なし」の試験体 (No.10) は、P-δ の関係における

初期の曲げ剛性が鋼管のみよりも高くなることを確認したが「付着あり」の条件に対しては小さく、地盤改良体が負担する圧縮力の割合も「付着あり」に対し小さいことをひずみ分布において確認した。なお、地盤改良体の破壊過程は「付着あり」と同様の挙動を示した。

支間長が異なる試験体について、支間長が 400mm の試験体における地盤改良体の破壊過程は、まずは地盤改良体の端面から側面に向かうせん断ひび割れ (図 2(b)における①) が生じ、その後は支間長が 700mm の試験体と同様の割裂 (②) により鋼管から地盤改良体が剥がれるような挙動を示した。荷重の低下が始まり鋼管の変位が大きくなると地盤改良体の端面から上面および下面に向かうひび割れ (③) が生じた。また、P-δ の関係において支間長が 400mm の試験体 (No.14) の曲げ剛性が高くなる現象は支間長が 700mm の試験体ほど明瞭に現れず、ひずみ分布において地盤改良体が負担する圧縮力の割合も支間長が 700mm の試験体より小さいことを確認した。

*ベターリビングつくば建築試験研究センター
**ケミカルグラウト株式会社

*Tsukuba Building Research and Testing Laboratory, Center for Better Living
**Chemical Grouting Co., Ltd.