

小規模建築物に用いる砕石杭の沈下性状に関する現場実験

正会員 木原 隆明\*  
同 阿部 雅孝\*\*  
同 藤井 衛\*\*\*

砕石杭 地盤改良 沈下  
戸建住宅

1. はじめに

小規模建築物の地盤改良工法としては、浅層混合処理工法や深層混合処理工法などの固化工法とコンクリートブロックや砕石を用いて表層部を改良する工法など、様々な形式がある。最近では、戸建住宅のような小規模建築物の宅地であっても、砕石を砂杭のように柱状に押し込みながら地盤を補強する砕石杭工法も開発されてきた。この砕石杭は、固化工法と異なり、セメントの周辺住宅への飛散や地下水へのスラリーの流入及び化学的な汚染の問題がなく、将来的には再生砕石の利用も考えられるなど環境の面で非常に優れた工法である。ただし、現段階では開発初期のこともあって、その設計は砂杭の設計に準ずるところも多く、これから設計方法を充実してゆくためにもこの工法の特性を把握してゆく必要がある。今回は、砕石杭の沈下性状に焦点を当て、盛土荷重による長期的沈下観測を行った。

2. 実験概要

実験場所は、新潟市新通地内であり、信濃川と新川を結ぶ西川沿いの三角州の堆積低地である。地盤は地表から深度 6m 付近まできわめて軟弱 (N 値 0~2) なシルト質粘土層(腐植物を含む)が分布する。深度 6.5m より層厚 1m 程度のシルト質細砂・粘土質シルトの互層が分布し、深度 7.5m 付近より、支持層とみなせる細砂 (N 値 20 以上) が出現する。図-1 に柱状図を示す。また、表-1 に土質試験結果を示す。

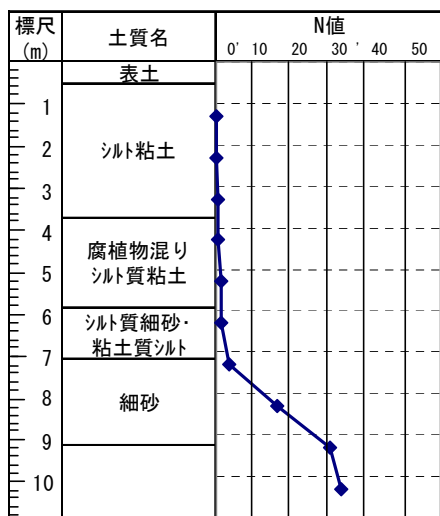


図-1 土質柱状図

表-1 土質試験結果

土質名	深さ (m)	土粒子の密度 $\rho_s$ (g/cm <sup>3</sup> )	湿潤密度 $\rho_t$ (g/cm <sup>3</sup> )	乾燥密度 $\rho_d$ (g/cm <sup>3</sup> )	自然含水比 w (%)	液性限界 wl (%)	塑性限界 wp (%)	粒度組成		
								粘土分 (%)	シルト分 (%)	砂分 (%)
シルト	1.8 ~ 2.2	2.66	1.52	0.83	83.7	84.5	41.5	58	42	0
シルト	3.6 ~ 4.2	2.69	1.59	0.93	70.6	77.2	37.2	51	49	0
砂まじりシルト	5.9 ~ 6.2	2.67	1.72	1.15	49.3	49.6	29.5	21	68	11

地盤改良機の外形は図-2 に示すようなもので、ロッド長は 7.2m である。ロッド先端部の形状を図-3 と写真-1 に示す。翼径は 400mm である。このロッドの先端から噴流水と圧縮空気を同時に噴出させて土粒子を分解し、リフトアップしながら削孔してゆく。削孔後、掘削孔に砕石を投入し、回転ロッドを押し固めて側壁を圧密しながら砕石杭を形成する。

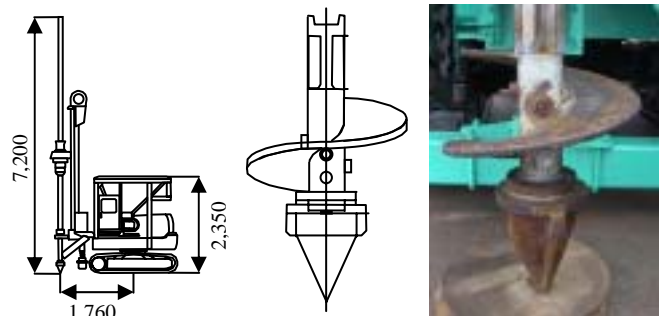


図-2 地盤改良機

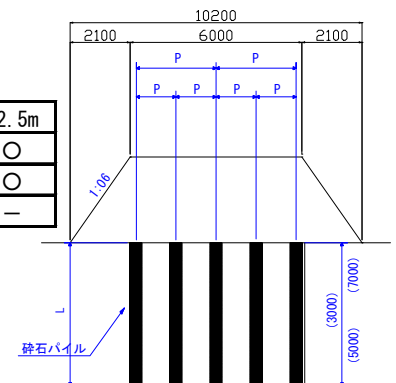
図-3

写真-1

砕石杭長 (L) および設置間隔 (@) の組み合わせは表-2 の通りであり、これに無改良のものも含めて 8 種類のケースとした。載荷は、高さ 3.5m の盛土である。図-4 に実験概要を示す。

表-2 実験条件

	@1.25m	@2.0m	@2.5m
L=3m	○	○	○
L=5m	○	○	○
L=7m	—	○	—



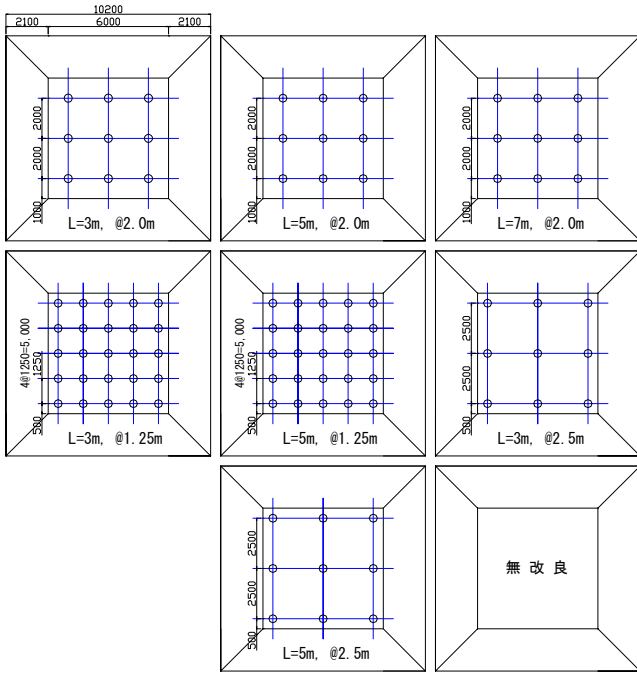


図-4 実験概要

3. 実験結果と考察

図-5 の (a)(b)(c) に設置間隔毎の無改良、杭間および杭頭部の時間～沈下量曲線を示す。沈下量は載荷面の中心の杭頭部と杭間の2箇所とした。

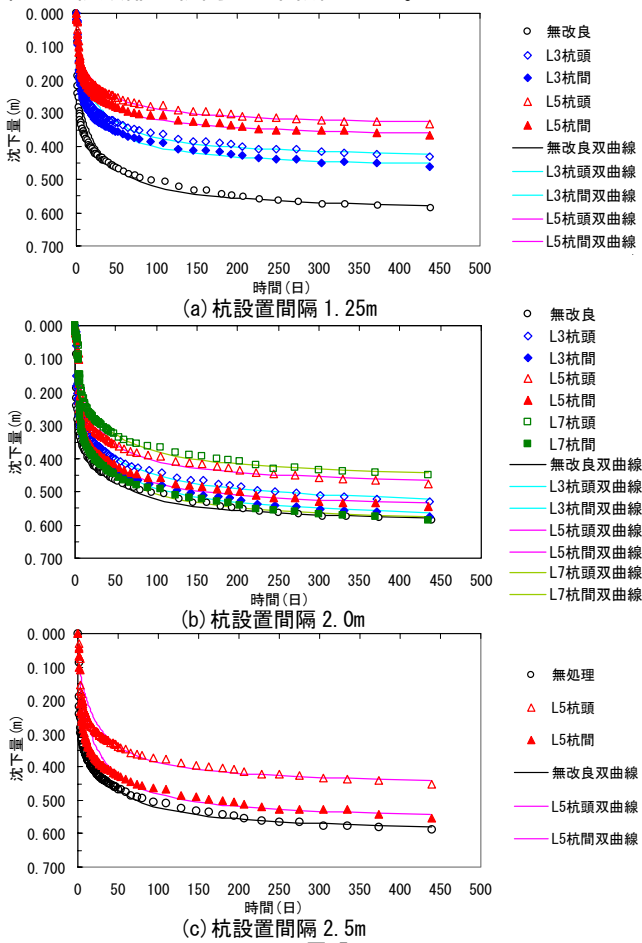


図-5

また、表-3 に載荷後 14 ヶ月の沈下量を示す。

表-3 載荷後 14 ヶ月の沈下量

		@1.25m	@2.0m	@2.5m	無改良
無改良					0.579 (100%)
L=3m	杭頭	0.422 (72.9%)	0.521 (90.0%)	×測定不能	
	杭間	0.452 (78.1%)	0.562 (97.1%)	×測定不能	
L=5m	杭頭	0.326 (56.3%)	0.464 (80.1%)	0.439 (75.8%)	
	杭間	0.366 (63.2%)	0.533 (92.1%)	0.542 (93.6%)	
L=7m	杭頭		0.443 (76.5%)		
	杭間		0.576 (99.5%)		

載荷後 3 ヶ月の沈下量は、双曲線法より求めた最終沈下量の 80%～90%に達し、載荷後 14 ヶ月で最終沈下量の 95%～98%に達することがわかった。また、沈下量は、設置間隔が小さいほど、碎石杭長が長いほど少なくなる傾向を示していた。さらに、図-6 に示すように、杭頭と杭間の沈下量の差は、設置間隔が小さいほど少なかった。無改良の沈下量を 100%とした時の各沈下量の比率を沈下抑制率とみなすと、この数値は図-7 に示すように、杭の設置間隔に対する杭長の比と比例関係にあることがわかった。この両者の関係を最小自乗法でまとめると(1)式のようになる。

$$y = 58.161 (a/l) + 50.742 \quad (1)$$

y : 沈下抑制率 (%)

a : 設置間隔 (m)

l : 杭長 (m)

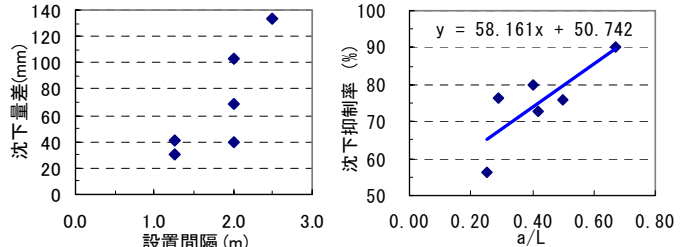


図-6 沈下量差と設置間隔の関係 図-7 沈下抑制率と a/L の関係

4. まとめ

今回の実験により、碎石杭は設置間隔と杭長により沈下抑制効果を予測することが可能であるとわかった。また、碎石杭が支持層に届いていない場合でも、設置間隔を小さくすれば沈下量が抑制できる可能性もある。最近の造成地盤における不同沈下の障害は盛土に起因するものが多く、盛土自体の荷重に原地盤が耐えられず、盛土を変形させ、それが不同沈下の原因となるケースが目立つ。本工法のような碎石杭を盛土下部に設置することにより、盛土の沈下を抑制することができれば不同沈下を防止できると考えられる。今後は、碎石杭の配置と盛土全体の沈下性状との関連性について研究してゆく予定である。