

丸太杭打設による杭間隔の違いが地盤に及ぼす影響

福井県雪対策・建設技術研究所 正会員 ○久保 光
 福井県工業高等専門学校 正会員 吉田雅徳
 飛鳥建設技術研究所 国際会員 沼田淳紀
 飛鳥建設技術研究所 正会員 本山 寛

1. はじめに

丸太杭による軟弱地盤対策の既存技術として杭網(パイルネット)工法¹⁾²⁾があるが、設計を改良すると更に効果的な点もある。具体的には、杭網工法は、RC杭も対象としており丸太杭のテーパー効果(末口と元口の寸法の差)や杭と地盤との摩擦および杭の吸水効果が設計に反映されていない。また、丸太杭打設による杭間地盤の強度増加についても明らかとなっていない。文献³⁾では、丸太打設により杭間強度が増加することを明らかにした。具体的には、丸太杭打設直後と1週間後の一軸圧縮試験結果を比較すると、一軸圧縮強さはA区(杭間隔1.0m)においては約1.3倍、B区(杭間隔1.5m)においては約1.1倍増加した。本研究では、丸太杭による設計法を確立するため、実際に丸太杭を道路下の軟弱粘性土地盤対策に用いた時の調査結果を基に、丸太杭の打設間隔の違いが地盤に及ぼす影響を検討した。

2. 試験概要

福井県小浜市内において、道路の軟弱地盤対策として車道部分(6.0m)に丸太杭(スギ)を打設した。丸太杭は、 $\phi 12\text{cm}$, $L=4.0\text{m}$ を用いた。丸太杭の打設間隔は、A区で1.0m間隔(60本打設)、B区で1.5m間隔(28本打設)とした。1試験区の大きさは横断方向に6m、縦断方向に10.0mとした。写真-1は、A区の丸太杭打設終了状況を示す。現道は、かつて幅4.0m程度と狭く、大型車両のすれ違いが困難な状態であった。表-1は、道路規格を示す。また、舗装構成は、路床改良(石灰改良)70cm、下層路盤20cm、上層路盤20cm、表層5cmとした。施工場所付近で調査ボーリング(深さ6.4m)を行った結果、土質構成は4層に区分される。第1層(表土)は、層厚0.4mで暗茶灰色を呈する礫混りシルトよりなる耕土である。含水量は多く、草根及び腐植物が混入する。第2層(粘性土1)は、層厚3.8mで暗茶灰色を呈するシルト層よりなる。含水量は多く上層は微細砂分が少量混入するが、ほぼ均質である。全体に少量の炭化した腐植物が点在する。第3層(粘性土2)は、層厚0.35mで暗灰色を呈する礫混りシルト層よりなる。含水量はやや多い。混入する礫は2~15mm程度の亜円礫主体で不均質である。第4層(粘性土第3)は、暗灰色を呈するシルト層よりなる。含水量はやや多い。所々に腐植物が少量点在している。表-2は、試料土の性状試験結果を示す。粒度は、シルト分54.6%、粘土分19.0%、砂分26.1%、礫分0.3%を含んだ細粒であり、地盤材料の分類では低液性限界の砂質シルト(MLS)に分類される。コンシステンシー指数(Ic)は0よりも小さい値($I_c=(32.37-40.04)/6.33=-1.24$)となり、不安定な状態であることを示しており、また液性指数(IL)も1よりも大きい値($IL=(40.04-26.04)/6.33=2.21$)となり不安定な状態と言える。

3. 実験方法および評価方法

A区およびB区の杭間に機械式層別沈下計(型式:SMH-90L-7PW)をそれぞれ1カ所設置し、杭打設による地盤の層別沈下量を計測する。測定深さは、杭打設地盤表面から1m, 2m, 3m, 4m, 5m, 7m, 9mの7点とする。層別沈下計の計測は、データロガー(型式:TDS-102-20 (株)東京測器研究所製)にて行った。A区については、途中から手動計測に切り替えた。また、B区については、工事の関係上一部データが取得できなかった。計測期間は、丸太杭打設から240日間とした。A区は、2011年7月8日12時から丸太杭打設を開始した。また、丸太杭打設から1週間養生後(2011年7月16日)、路床改良土(サンドマット)を敷設した。B区は、2011年7月21日12時から丸太杭打設を開始した。また、丸太杭打設から1週間養生後(2011年7月30日)、路床改良土(サンドマット)を敷設した。舗装工事終了後(11月初旬)、A区、B区の舗装表面の両外側線および中心線に2m間隔で鉞を設置し沈下量を定期的に計測した(初期値は12月に測定)。評価方法は、A区とB区に設置した層別沈下計の計測結果および舗装の表層沈下量から丸太杭の打設間隔が地盤に及ぼす影響を比較検討した。



写真-1 丸太杭打設終了状況(A区)

表-1 道路規格

道路規格	3種3級
設計速度	50km/h
幅員構成	車道 3.0m (2車線)
	路肩(歩道なし) 0.75m
	路肩(歩道有り) 0.50m
	歩道 2.5m
	路上施設帯(両側) 0.5m
合計	10.75m

表-2 試料土の物理試験結果

一般	深さ(m)	3.60~4.40	
	湿潤密度 ρ_t (g/cm^3)	1.820	
	乾燥密度 ρ_d (g/cm^3)	1.300	
	土粒子の密度 ρ_s (g/cm^3)	2.674	
	自然含水比 w_n (%)	40.04	
	間隙比 e	1.06	
	飽和度 S_r (%)	101.27	
	土の含水比試験 w (%)	38.94	
	粒度	礫分(2~75mm) (%)	0.30
		砂分(75 μm ~2mm) (%)	26.10
シルト分(5~75 μm) (%)		54.60	
粘土分(5 μm 未満) (%)		19.00	
テコンシステンス	液性限界 w_L (%)	32.37	
	塑性限界 w_p (%)	26.04	
	塑性指数 I_p (%)	6.33	
分類	分類名	砂質シルト	
	分類記号	MLS	

キーワード: スギ丸太 設計方法 軟弱地盤対策

連絡先: 〒918-8108 福井県福井市春日3丁目303 Tel:(0776)35-2412 Email:h-kubo-1v@pref.fukui.lg.jp

4. 試験結果および考察

図-1 は、A 区の各層の沈下量を示す。丸太杭打設直後、地盤表面の盛り上がりが見られた(最大で40mm 程度)。この原因は、丸太杭打設により、杭間の地盤が圧縮されたためと考えられる。また、路床改良土を敷設した際には、各層共に当初地盤より20mm 程度沈下した。杭打設から40 日経過後に下層路盤まで仕上げた時点で通行規制を行い交通解放したがその影響はほとんどないと考えられる。また、130 日経過後にすべての工事が完了し交通解放したが各層の沈下量はほとんどなかった。図-2 は、舗装の表層部分の各測点の初期値計測後、2 ヶ月目(2012. 2. 7)、3 ヶ月目(2012. 3. 8)の沈下量を示す。中心線および両外側線の測点の沈下量は1mm 程度でほとんど沈下していないことがわかった。

図-3 は、B 区の各層の沈下量を示す。丸太杭打設直後、A 区のように地盤表面の盛り上がりは見られなかった。この原因は、A 区が杭間隔1.0m に対してB 区は1.5m であることから、杭間地盤の圧縮量がA 区ほどではなかったためと考えられる。図-4 は、舗装の表層部分の各測点の初期値計測後、2 ヶ月目(2012. 2. 7)、3 ヶ月目(2012. 3. 8)の沈下量を示す。A 区と同様に中心線および両外側線共に沈下量は1mm 程度でほとんど沈下していないことがわかった。

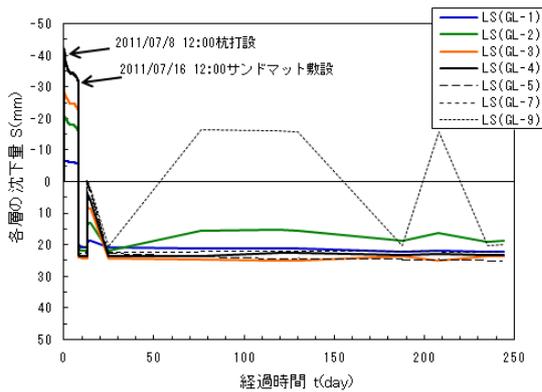


図-1 各層の沈下量(A区)

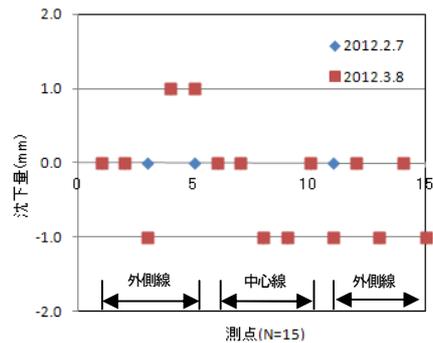


図-2 表層部分の沈下量(A区)

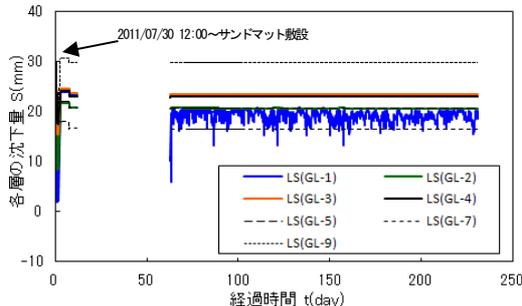


図-3 各層の沈下量(B区)

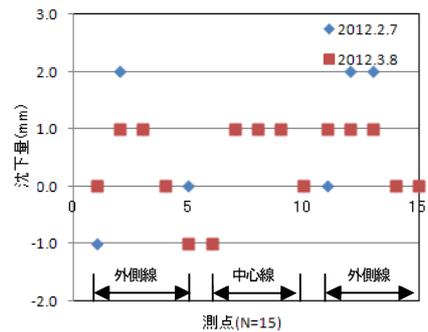


図-4 表層部分の沈下量(B区)

5. まとめ

丸太杭の打設間隔の違いが地盤に及ぼす影響を検討した結果、以下の知見が得られた。

- (1) A区(丸太杭間隔1.0m)は、丸太杭打設直後、地盤表面の盛り上がりが見られたが、B区(丸太杭間隔1.5m)は見られなかった。
- (2) A区、B区共にサンドマット敷設後、地盤沈下した。
- (3) A区、B区共に交通解放後、地盤沈下はほとんど見られない。

以上の結果から、丸太杭打設による杭間隔の違いが地盤に及ぼす影響を明らかにした。今後、間隙水圧計測データや土圧計データを解析し杭間の違いが地盤に及ぼす影響を検討したい。

謝辞

本研究を行うにあたり、福井県嶺南振興局小浜土木事務所 山田嘉晴主任、平山竜朗主事および(株)下前産業にご協力いただきました。また、福井大学名誉教授 荒井克彦先生、佐賀大学名誉教授 三浦哲彦先生、(独)土木研究所 堤祥一研究員、佐賀県木材利用研究会の宮副一之氏および福井県木材利用研究会の皆様にご指導、御助言をいただきました。本研究は、科学研究費助成事業(研究種目: 基盤研究C, 課題番号: 22560504, 研究代表者: 吉田雅穂)の助成を受けて行いました。ここに記して感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 財団法人鉄道総合技術研究所: 杭網(パイルネット) 工法設計・施工の手引き, pp. 33, 2000. 3.
- 2) 日本道路協会: 道路土工-軟弱地盤対策指針, 丸善, 1986. 11.
- 3) 久保光, 吉田雅穂, 沼田淳紀, 本山寛: 軟弱粘性土地盤での丸太打設による丸太間強度増加の実測, 第47回地盤工学研究発表会投稿中, 2012. 7.