

流動化処理土部掘削による場所打ちコンクリート杭の形成不良に関する一考察

東日本旅客鉄道 ○正会員 鈴木 健一 正会員 加藤 精亮
正会員 金田 淳 正会員 堀 利明

1. はじめに

場所打ち杭の掘削を行う際、アースドリル工法やリバース工法の場合に孔壁保持のために自然泥水中にベントナイト等を補助的に添加したものやベントナイトもしくはCMCを主材料とした安定液を孔内水として用いる場合がある。これらのうち、ベントナイトを主材料としたものにセメント分が混入されると、粘性の増加、良質なマッドフィルムの形成阻害などの劣化が生じ、孔壁の保持性能が落ちることが知られている^{1) 2)}。

今回、流動化処理土部を掘削することによるセメント分の混入が、孔壁の安定性のみでなく、コンクリート打込み時の充填不良（形成不良）につながりうることが実験的に確認されたので、実事象との比較を交えて報告する。

2. 不良事象の概要

形成不良事例の概要を示す。当該箇所の地盤条件等を図-1に示す。杭頭がG.L.-5.5mとなる杭径1.1m、杭長13.0m（掘削長18.5m）のリバース杭で、連続して4本施工したうち最初に施工した1本を除き形成不良が確認された。地盤の構成は、過去に建物を撤去し、埋戻した流動化処理土（単位セメント量80kg/m³）が表層からG.L.-5.8～7.6mまで存在し、その下に細砂、砂礫、土丹（硬質粘性土）が続き、この土丹層が支持地盤となっている。

当該杭はベントナイト安定液を用いて掘削しており、その新液配合とその性状の推移は表-1～2に示すとおりである。掘削に2～3日、鉄筋かご建込みに1日、コンクリート打込みに1日で計4～5日で施工した。掘削完了からコンクリート打込みまでの逸水量（孔内水位保持のための孔内水補充量）は2.5m³/日程度であった。

当該杭の一部で杭頭に形成不良が確認されたため、すべての杭の状況を全長にわたり確認したところ、うち3本は図-2、写真-1に示す一例のように、コンクリートが設計径まで充填されずに、コンクリートに固化泥水が張りついた状態で、これが一部の杭では主筋中心付近まで到達していた。

なお、掘削完了後の超音波孔壁測定やスライム処理、コンクリートの性状については、異常は見受けられなかった。

表-1 安定液新液配合

水	ベントナイト	CMC	分散剤
1.0m ³	25.0kg	1.0kg	1.0kg

表-2 安定液の性状の推移

施工順序 杭No.	1日目			2日目			3日目		
	比重 (t/m ³)	pH	粘性 (sec)	比重 (t/m ³)	pH	粘性 (sec)	比重 (t/m ³)	pH	粘性 (sec)
新液	1.02	11	26.0						
① No. 1杭	1.02	11	26.0	1.10	11	29.0			
② No. 2杭	1.08	11	22.2	1.10	11	23.0	1.11	11	24.5
③ No. 3杭	1.10	10	22.4	1.12	11	23.0			
④ No. 4杭	1.12	10	25.1	1.13	10	25.3			

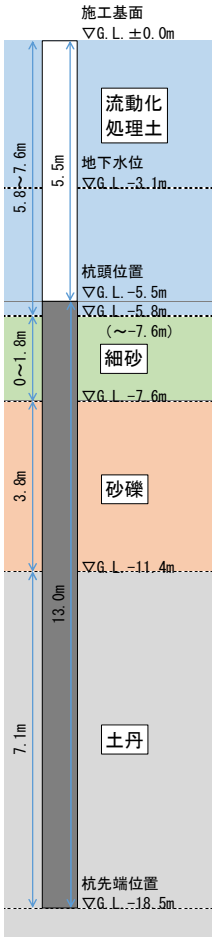


図-1 地盤構成

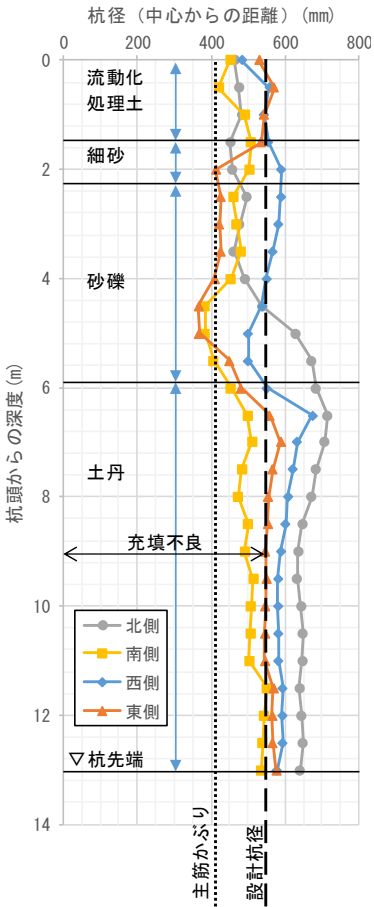


図-2 コンクリートの形成状況 (No. 4 杭)



写真-1 コンクリート充填状況 (No. 4 杭 西側 杭頭-4.5m 付近)

キーワード 場所打ち杭、流動化処理土、充填不良、安定液

連絡先 〒151-8512 東京都渋谷区代々木 2-2-6 8階 東日本旅客鉄道（株）東京工事事務所 TEL 03-3379-4353

3. 実験概要

表-2 に示したとおり、安定液の比重が比較的高く推移していることから、安定液の性状に着目し、簡易な実験を行った。図-3 に示す小型の水槽に、地盤と杭孔を模擬し、安定液を循環させた。模擬地盤は、流動化処理土および土丹の不透水層を想定した遮水面の間に、細砂および砂礫を想定した豆砂利を透水層として配置した。用いた安定液は表-1 と同一配合の新液に対し、表-3 に示すとおりセメント分を添加したもので、比重の差は現地の土を添加し、調整した。

4. 実験結果

表-3 に示すとおりセメント分が 0.5%程度を超えると、粘性、ろ過水量、ケーキ厚の増加が著しくなる傾向が見られた。小型水槽内に安定液を 6 時間循環させた後の状況を図-4 に示す。安定液の劣化が見られたセメント分 0.5% 以上のケースでは、透水層およびその上部の不透水層の孔壁にマッドケーキのようなものが厚く付着していた。これは、図-2 に示した事例において砂礫層および上部の流動化処理土層に充填不良が発生した傾向と一致する。

これらの結果から、発生過程として、①安定液へのセメント分の混入、②安定液の劣化（マッドフィルムの遮水性の低下と凝集物の生成）、③マッドフィルムの遮水性低下により透水層から安定液が逸水した際に透水層がフィルターになり孔壁に凝集物が付着（逸水の流れに沿って透水層上部の孔壁にも付着）、④コンクリート打込み時に孔壁に残存した付着物がかぶり部へのコンクリートの充填を阻害、といった流れが想定される。

5. まとめ

小型水槽による安定液の循環実験をもとに、流動化処理土が介在する地盤での場所打ち杭の形成不良について考察した。ベントナイト系安定液へのセメント分の混入は、孔壁保持性能の低下のみでなく、コンクリートの形成不良にもつながりうることを示唆された。当社の工事基準（土木工事標準仕様書）では従来、場所打ち杭の掘削に用いる孔内水（泥水、安定液）の管理項目が示されていなかったが、本知見を受けて、セメント分を有する地盤（地盤改良、流動化処理土）ではケーキ厚、ろ過水量を管理するよう仕様の見直しを行い、再発防止を図った。

参考文献

- 1) 日本基礎建設協会：場所打ちコンクリート杭の施工と管理（第5版）、2009.06
- 2) 地中連続壁協会：地中連続壁工法施工指針（案）、2014.07

表-3 実験に用いた安定液の性状

項 目（管理値）	単位	ケース1（ベース）	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5
セメント割合	(%)	0.00	0.30	0.50	0.70	1.00
比重（1.02～1.20）	(t/m3)	1.07	1.03	1.03	1.03	1.04
pH（7～10.5）	—	8	10	10	10	10
粘性（22～30）	(sec)	26.20	23.36	28.58	36.38	67.31
ろ過水量（20以下）	(ml)	10.0	24.0	31.6	64.0	124.0
ケーキ厚（0.6～2.4）	(mm)	1.00	1.40	4.88	6.00	測定不能

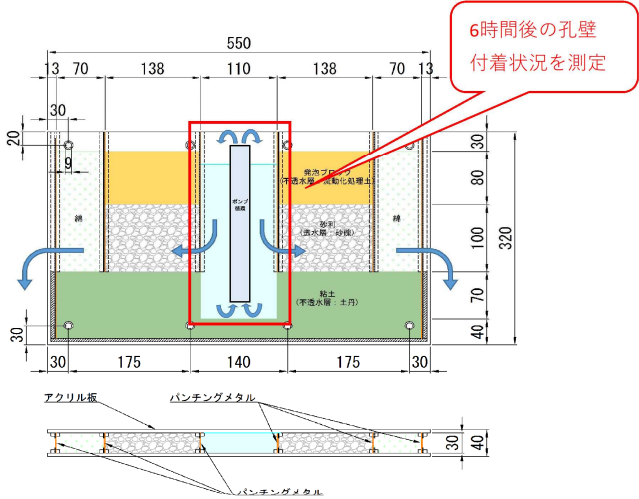


図-3 実験概要

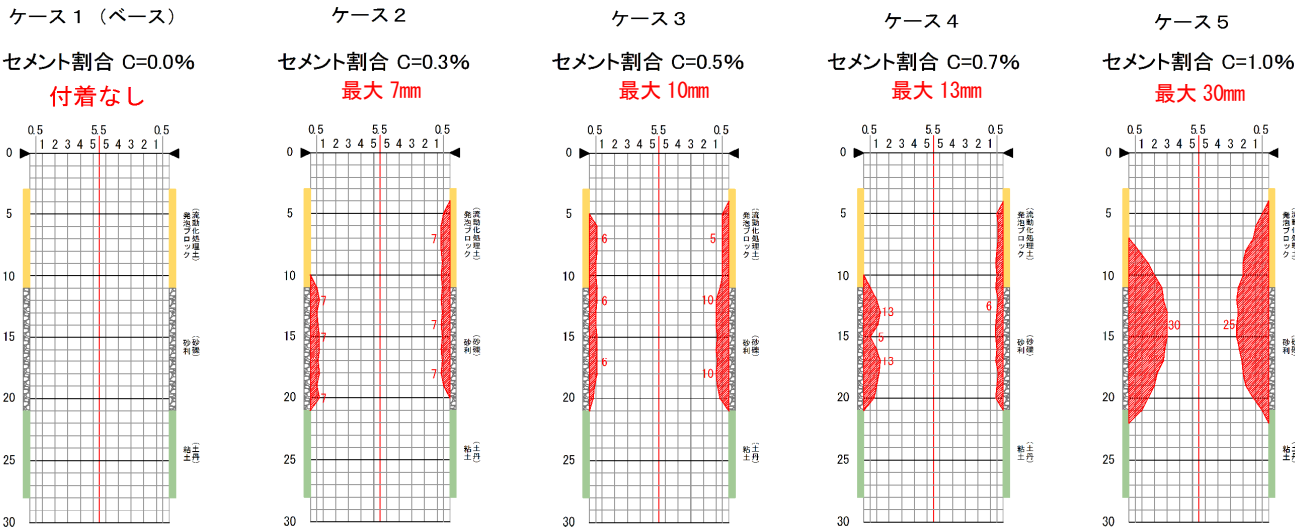


図-4 6 時間循環後の孔壁状況