

## 場所打ち杭の泥水管理に関する研究

J R 東日本 正会員○加藤精亮 正会員 渡邊明之  
 正会員 星野 正 正会員 西脇敬一  
 正会員 玄順貴史

## 1. はじめに

線路内の狭隘箇所かつ低空頭での場所打ち杭の施工方法には、正循環掘削方式のBH工法や、逆循環掘削方式のTBH工法が用いられている。BH工法は施工機械が小型で低空頭・狭隘箇所では高い施工性を有するが、一般的に泥水管理がされておらず、先端支持力やコンクリート強度の低下を招く恐れがあるため、鉄道構造物では本設構造物として採用されていない。そのため、本設構造物の杭基礎は、BH工法より施工機械が大きく、工費が高い、TBH工法等を採用している。しかし、今後、新たな駅空間を創造する場合、杭打設に関するコストダウンが求められる。そこで、本稿ではTBH工法とBH工法の泥水管理基準値の実態調査を行うと共に、BH工法にベントナイト泥水を使用しないで掘削した場合の泥水の性質について報告する。

## 2. 現行の技術基準

現在の鉄道土木構造物の設計基準<sup>1)</sup>では、表1に示すように泥水中のベントナイト濃度が3%未満、3~10%未満の二つに区分しており、後者の場合は、設計値を低減している。また、10%以上では、基礎標準の適用範囲外となり、本設構造物として設計できない。

一方、施工管理基準では、泥水の品質について明確に示したものはなく、道路構造物や工法協会では参考値が示されている程度である（表2）。つまり、実現場では、施工会社から提案された管理基準を施工計画書で個別に判断しているのが現状である。

## 3. 場所打ち杭の施工状況

TBH工法、BH工法で施工した現場での泥水の管理基準値について実態調査を行った。TBH工法での管理基準値を表3に示す。調査現場は11現場で行い、施工計画書に記載されている管理値である。管理項目は、比重のみを計測管理している現場から、砂分、ろ過水量、ろ過水厚まで全ての項目で管理値を設定している現場までさまざまであり、それらの管理値も、地質条件による差はあるが、その基準値に大きな開きがあることがわかった。また、BH工法に関しては、仮設の杭という扱いで管理基準値が示されていない事例が多かった。そこで、実際にBH工法を行っている現場で、泥水の実態調査を行った。その結果を表4に示す。表中の水槽とは、TBH工法など一般的な泥水管理位置である水槽内送水口付近の測定値、杭頭とは、杭孔頭部の排泥ポンプ釜場付近の測定値である。粘性、比重、砂分、ろ過水量、ろ過水厚は、表3のTBH工法と比較して、かなり大きな値となっていた。

この結果より、BH杭は泥水の比重が高く、ろ過水量・ろ過水厚の測定結果から水密性が低い泥膜が孔壁に形成されていることが確認できた。これより、一般的にBH工法で用いられている泥水では、杭の品質に問題を生じる恐れがあることがわかった。

表1 設計標準の区分

安定液中のベントナイト濃度	3%未満	3~10%	10%超
周面支持力度	100%	低減	—
先端支持力度	100%	100%	—
設計強度他	100%	低減	別途検討

表2 アースドリル工法の泥水管理基準値

	粘性(秒)	比重	砂分	pH	ろ過水量	ろ過水厚
日本基礎建設協会例	粘20~31 砂22~39 礫25~52	1.01~ 1.20	~10%	7.0~12	~30ml	0.6~ 3.0mm
杭基礎施工便覧H14(例)日本道路協会	22~36	1.01~ 1.15	~5%	7.0~11.5	~30ml	

キーワード 鉄道、場所打ち杭、泥水

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町2-0 J R 東日本 研究開発センター フロンティアサービス研究所 TEL 048-651-2552

4. 正循環掘削方式に関する基礎試験

正循環掘削方式で、ベントナイト泥水を使用せず掘削する基礎試験を行った。詳細は、文献2)を参照されたい。土質柱状図を図1に示す。上部4m付近まで粘土層、その下2mが粘土質細砂、その下は掘削底面まで細砂を有する地盤である。泥水の性状を表す深度と泥水中の細粒分率の関係を図2および図3に示す。データは掘削深度4m、9m、19mで採取したものである。泥水中の細粒分率は泥水中の細粒分重量（75μm未満の土粒子）を泥水重量で除した値である。この値は杭体の品質に影響を与え、値が小さくなれば、泥水の品質が良く、値が大きくなれば、泥水の品質が悪いことを意味している。図2の杭孔頭部では、深度4mでの値が大きくなり、深度10m、19mの値は小さくなる傾向にあり、どのケースでも概ね10%以下の値を示した。この細粒分は、地盤中の細粒分と考えられる。また、細粒分率は清水のみで掘削したcase1よりエアを混入したcase2, 3の方が小さい値を示した。これは、エアの混入により、排泥効率が上昇したと考えられる。図3の水槽部では、3ケースとも掘削深度が深くなるほど、値が大きくなる傾向が見られた。これは、掘削が進行するにつれて、細粒分が土砂ふるい機で分離されず、水槽内に細粒分が循環したと考えられる。なお、実験は正循環掘削方式で用いられる一般的な泥水比重に比べて小さいもので掘削したが、いずれのケースでも掘削に支障はなかった。

5. まとめ

今回の現場調査と基礎試験結果より、以下のことが確認できた。

- ・ 場所打ち杭の泥水は、明確な管理基準値を有していないため、現場ごとにバラツキが生じていた。
- ・ 一般的に用いられるBH工法の泥水は、品質が悪く、杭の品質低下を招く恐れがある。
- ・ BH工法にエアを混入した場合、排泥効率が向上し、泥水中の細粒分率が低下する。
- ・ 正循環掘削方式は、水槽内の細粒分を分離することで、泥水の品質を向上することができる。
- ・ 今回の地盤条件では、正循環掘削方式でも鉄道構造物の設計基準の適用範囲内で掘削が可能である。

参考文献

- 1) 鉄道構造物等設計標準・解説（基礎構造物・抗土圧構造物）2000.7
- 2) 星野正ら：正循環掘削方式による掘削中の安定液濃度について、第61回年次学術講演会，2006

表4 泥水の実態調査結果（BH工法）

計測項目	粘性(秒)	比重	砂分	pH	ろ過水量	ろ過水厚	
現場実態調査 (BH)	水槽	23.2~27.8	1.17~1.25	10~19%	9.9~10.4	~120ml	~11.4mm
	杭頭	24.1~	1.22~1.48	16~35%	9.8~9.9	~120ml	~21.0mm

表3 現場管理値調査結果（TBH工法）

現場名	ベントナイト濃度	粘性(秒)	比重	砂分	pH	ろ過水量	ろ過水厚
A	3%	22~35	1.10~1.15	-	8.0~11.5	-	-
B	6%	25~45	1.01~1.15	~5.0%	8.0~11.5	~30ml	~5.0mm
C	4%	21~30	1.01~1.18	-	7.0~11.5	-	-
D	3%	21~30	1.01~1.15	-	7.0~11.5	-	-
E	3%	22~35	1.01~1.15	~5.0%	7.0~11.5	~30ml	~5.0mm
F	1%	21~30	1.01~1.20	-	-	-	-
G	2%	-	~1.05	-	-	-	-
H	1%	-	~1.03	-	-	-	-
I	3%	-	1.02~1.10	-	-	-	-
J	2%	21~30	1.03~1.15	-	-	-	-
K	0.6%	20~28	1.01~1.25	~20.0%	8.0~12.0	-	~5.0mm
計書管理値(TBH)	20~45	1.01~1.25	~20.0%	7.0~12.0	~30ml	~5.0mm	

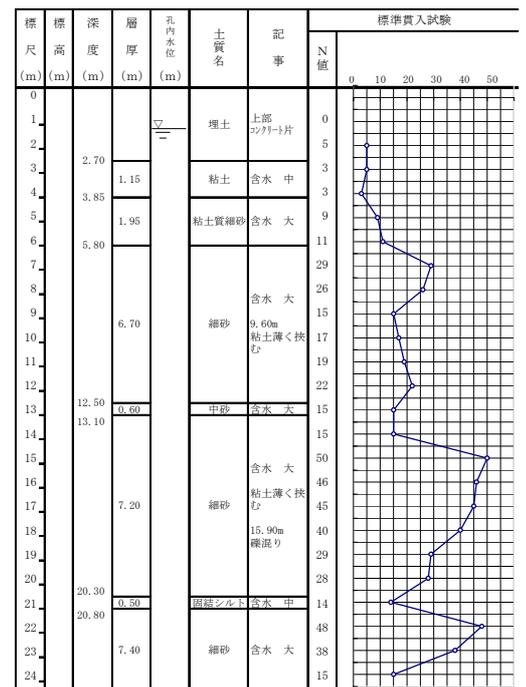


図-1 試験現場地質柱状図

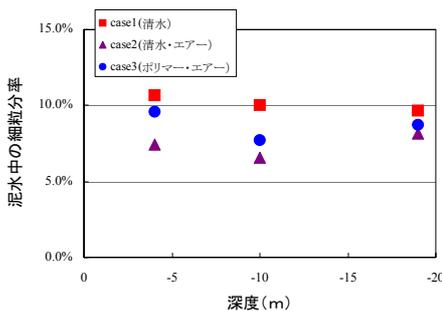


図2 泥水中の細粒分率—深度関係  
(杭孔頭部)

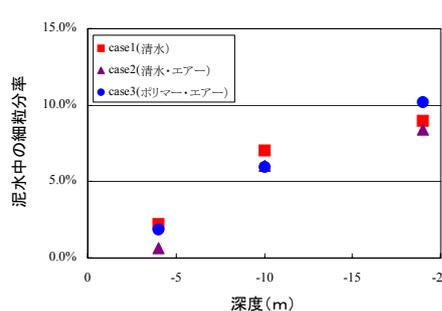


図3 泥水中の細粒分率—深度関係  
(水槽)