

正循環掘削方式による掘削中の安定液濃度について

J R 東日本 東京工事事務所 正会員 ○星野 正
J R 東日本 研究開発センター 正会員 渡邊明之
正会員 西脇敬一 正会員 玄順貴史

1．はじめに

近年，お客様に快適な駅空間を提供するために，駅構内の線路上空を有効活用する必要性が高まっている．このような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としては，正循環掘削方式のBH工法が上げられる．しかし，この施工法は設備が小型であるが，循環方式の機構上，杭先端にスライムが多く溜まり孔壁にマッドケーキが多く付着しやすいことなどから，杭支持力や杭体の品質の信頼性が低く，鉄道土木においては本設杭として利用されていない．そのため，現状の基礎杭の構築には，多少機械が大きくコストが高い逆循環掘削方式のTBH工法を採用している．そこで，本研究は，正循環掘削方式を本設構造物にも適用可能にすることで，工期短縮やコストダウンを図ろうとするものである．ここでは，その基礎試験として，正循環掘削方式でベントナイト泥水を使用せず掘削を行った時の安定液の性状について報告する．

2．試験概要

試験は，正循環掘削方式でベントナイト安定液を使用せず掘削を実施した．この施工方法は，掘削土砂を安定液中に浮遊させ，地上部まで持ち上げるために安定液中にベントナイトを多く混入させ，比重を高くして掘削している．そのため，清水または低濃度安定液では掘削ができないか排泥効率が極端に低下することが予想された．そこで今回は，排泥効率を低下させないようにエアーを混入した掘削も実施した．

試験杭は，杭径がφ800mm，杭長L=19.0m（上部2mはあらかじめ掘削し口元管を設置）の杭孔を通常のBH工法の設備を使用し掘削を行った．試験地盤は，図-1に示すように上部4m付近まで粘土層，その下に2mの厚さで粘土質細砂層，それ以降は，掘削底まで細砂層を有する地盤であった．なお，地下水位は概ねG.L.-1.0mの位置であった．

試験ケースを表-1に示す．case-1は，安定液にベントナイトを用いず，清水で掘削を行い，一般的な送水量(420L/min)で掘削を行った．case-2は，case-1同様に清水で掘削を行い，それに0.6MPaの圧力でエアー（空気）送りながら掘削を行っている．なお，その際の送水量は380～420L/minと通常よりやや少ない量とした．case-3は，case-2同様の送水量，空気圧としながら，安定液にポリマーのみ0.2%混入させた．なお，清水またはポリマー安定液の量は15m³とし水槽1槽(20m³)を使用している．安定液（泥水）の測定は，粘性，比重，pH，砂分について深度1m毎に測定を行っており，ろ過水量，ろ過水厚，粒度試験をG.L.-4m，-10m，-19mの位置でそれぞれ行った．測定箇所は，杭孔頭部と水槽内送水口の水中ポンプ付近の2箇所について測定を行っている．

3．試験結果

図-2～11にそれぞれの測定位置での安定液（泥水）の性状を比重，砂分，粘性，ろ過水量，ろ過水厚について示す．図-2に示す杭孔頭部の比重測定結果から，G.L.-4mからの粘土質細砂層に入ったところで，エアーを併用したcase-2，case-3は，急激に比重が上昇し1.15を超えたのに対して，case-1はあまり上昇が見られなかった．

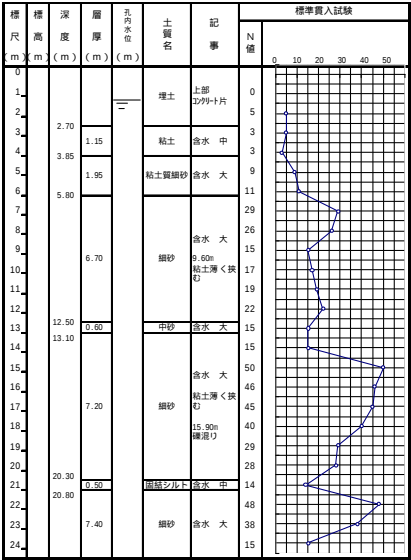


図-1 試験現場地質柱状図

表-1 試験ケース表

	安定液(15m ³)	送水量	空気圧
case-1	清水	420L/min	-
case-2	清水	380～400L/min	0.6MPa
case-3	ポリマー0.2%	380～400L/min	0.6MPa

キーワード 鉄道，正循環掘削，場所打ち杭，安定液，BH工法，エアー

連絡先 〒151-0051 東京都渋谷区千駄ヶ谷 5-24-1 J R 東日本 東京工事事務所 新宿工事区 TEL 03-3352-6460

case-1 は、泥水濃度が薄く、比重差で土砂が上がりきらなかったものと推察される。また、水槽内の安定液は、図-3 に示すように掘削深度が増す毎に比重が上昇する傾向にあるが、各ケースでの差はそれほど見られなかった。図-4 に示す杭孔頭部の砂分測定結果において、case-3 で G.L.-4m あたりで大きな数値を示したが、これはポリマーのフロックが生じたものである。図より掘削全長に渡り case-1 に比べ case-2 が大きい値を示し、さらに case-3 がそれ以上の値を示している。これは、掘削後の砂の沈降量を測定した結果と合わせても、エアを入れたものが効果的に土砂を杭頭部へ押し上げていることが推定できる。また、水槽内の安定液も図-5 のように case-3 のみ全体に高い値を示している。これはポリマー

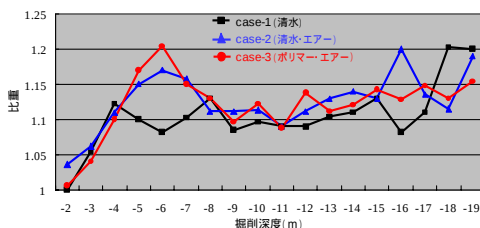


図-2 比重測定値(杭孔頭部)

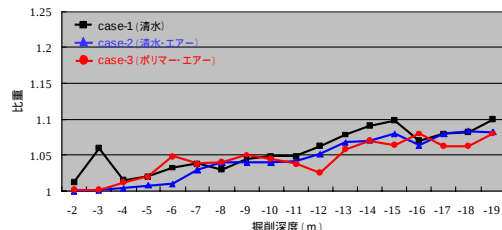


図-3 比重測定値(水槽内)

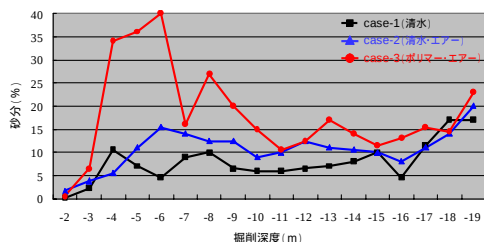


図-4 砂分測定値(杭孔頭部)

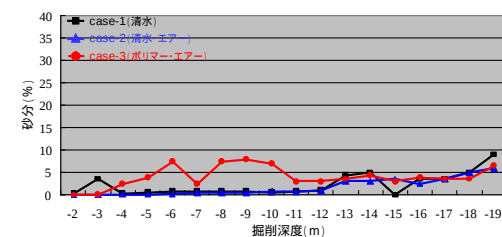


図-5 砂分測定値(水槽内)

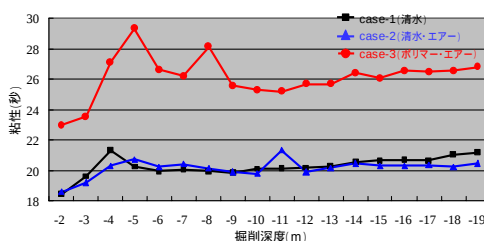


図-6 粘性測定値(杭孔頭部)

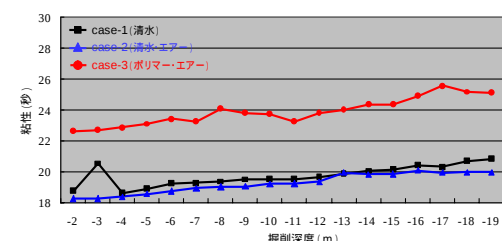
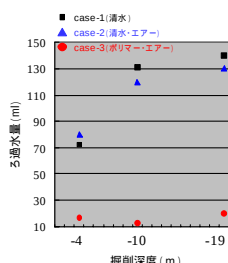
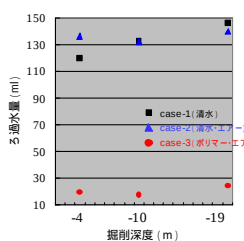
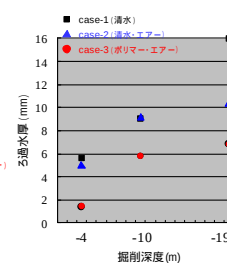
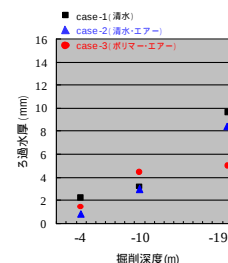


図-7 粘性測定値(水槽内)

図-8 ろ過水量測定値
(杭孔頭部)図-9 ろ過水量測定値
(水槽内)図-10 ろ過水厚測定値
(杭孔頭部)図-11 ろ過水厚測定値
(水槽内)

を入れたことにより粘性が増加し、他の杭に比べて杭孔内の土砂を多く持ち上げたことにより、水槽内の土砂が増加したためと推察される。図-6 に示す杭孔頭部の粘性測定結果では、清水で掘ったものが 20 秒ほどで推移しているのに対して、少量のポリマーを混入することで地盤の細粒分と反応して、粘性が大きく増加することが確認できた。これは、図-7 の水槽内の結果も同様の傾向となっている。図-8、図-9 のろ過水量の結果からは、清水で掘削した case-1、case-2 は非常に高い値を示し、孔壁にマッドケーキが多く付着しているものと推察されるが、case-3 の少量のポリマーを使用したものは比較的水密性の良いマッドケーキを形成していると思われる。これは、図-10 に示す杭孔頭部でのろ過水厚の結果からも同様なことが推察される。一方、図-11 に示す水槽内のろ過水厚測定結果からは、深度 19m で case-3 が低い値を示す結果となったが、その他の深度では差が明確とならなかった。なお、各杭ともに掘削完了後、超音波による孔壁測定を行ったが、壁面の肌落ち等は確認できず、良好な掘削ができていた。

4. まとめ

以上の結果より、正循環掘削方式（BH工法）において、ベントナイト安定液を用いなくても、地盤条件により、地盤中の細粒分により清水で掘削は可能であることがわかった。また、清水のみで掘削するよりもエアを混入させる掘削方法の方が排泥効率を向上でき、低濃度のポリマーを加えることで、排泥効率がさらに向上することも確認できた。今後は、安定液の送水量、エア混入量、ポリマー安定液濃度と掘削（排泥）効率の関係を定量把握したいと考えている。