

低空頭対応場所打ち杭 BCH 工法改良に向けた新たな取り組みについて（その3）
～実物大実証実験による掘削ビットの改良効果の検証～

鹿島建設(株)	正会員	○井出 雄介	正会員	田島 新一
ケミカルグラウト(株)		小河 宗之		小松 和彦
(公財)鉄道総合技術研究所	正会員	神田 政幸	正会員	佐名川太亮
(一財)先端建設技術センター	正会員	吉川 正	正会員	橋立 健司

1. はじめに

BCH（Bottom Circulation Hole）工法は、リバースサーキュレーション工法の一つであり、より効率的な工法への改良について筆者らは研究開発を実施している。流体解析および縮小模型実験を行った結果、掘削ビットを改良することで掘削効率が向上することが既往の研究¹⁾²⁾³⁾⁴⁾により確認されており、本稿では実物大実証実験による掘削ビット改良効果の検証結果について報告する。

2. 実物大実証実験の概要

一般的に BCH 工法で用いる掘削ビットは上段、中段、下段の3段のブレードで構成されるが、既往の研究から掘削ビットの上段ブレードに補助翼を設けることにより揚泥管付近まで掘削土砂が巻き上がりやすくなり、掘削効率が向上することが確認できている。本実験では、BCH 工法の実施工で用いられる掘削ビットを改良し、従来型掘削ビットと改良型掘削ビットで掘削を行い、揚泥管から排出される掘削土砂の重量および最大粒径を計測することで掘削効率の比較を行った。

実験では地下ピット内に径 1,400mm の鋼管を設置し模擬掘削孔とした。BCH 工法の施工実績から礫地盤での掘削に課題があることが判明しているため、鋼管内に砕石(5号6号混合)を投入し模擬地盤を作製した。安定液は、天然ポリマーを主体とした増粘剤を用い、実施工と同程度の比重、粘性とした。掘削ビット3段ブレードのうち、下段、中段ブレードを模擬地盤に貫入した状態からビット回転を開始した。掘削実験は通常の回転速度(30rpm)で5分間掘削したのち、高速回転(60rpm)で5分間掘削し、従来型掘削ビットと改良型掘削ビット各1回ずつ行った。なお本実験ではビット回転のみによる掘削とし、ビットの下降・上昇は行わない。ビット先端から安定液を供給し、上段ブレードから 500mm 上方で揚泥管から吸引することで掘削土砂を振動スクリーンまで排出した。試験項目を表-1に示す。

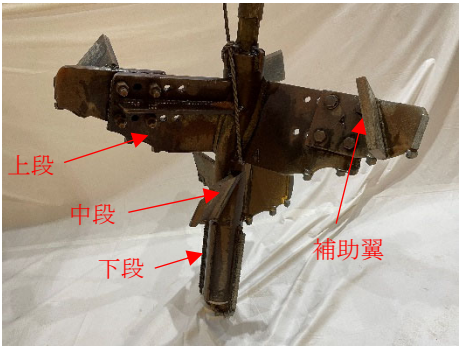


図-1 改良型掘削ビット

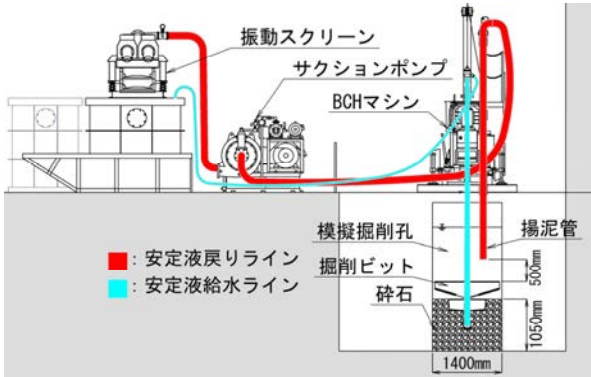


図-2 実証実験装置概要

表-1 試験項目

確認内容	確認項目	確認方法
①掘削効率	5分間の礫排出重量	重量計測
	排出礫の粒径比率	ふるい分け
	排出礫の最大粒径	ふるい分け
②施工性確認	掘削ビットの抵抗	マシンのガタつき、ブレ掘削ビットの偏心
	掘削ビットの変形	目視
③その他	安定液の粘性	ファンネル粘度計

キーワード 場所打ち杭, リバースサーキュレーション工法, 実証実験, 掘削効率

連絡先 〒107-8477 東京都港区元赤坂 1-3-8 鹿島建設(株)土木設計本部 TEL 03-6735-1026

3. 実験結果

通常回転(30rpm) , 高速回転(60rpm)で各 5 分間掘削した従来型掘削ビットと改良型掘削ビットでの各試験結果を表-2 に, 通常回転(30rpm)で 5 分間掘削した排出礫の 19.0mm, 9.5mm, 4.75mm ふるいにより算出した粒径比率を表-3 に, 粒径別重量を図-3 に示す.

排出開始から 5 分間での 4.75mm 径以上の礫排出重量は従来型掘削ビットで 49.68kg に対し, 改良型掘削ビットで 145.43kg と約 3 倍の重量が排出された. また, 従来型掘削ビットでは 19mm 以上の礫は排出されなかったのに対し, 改良型掘削ビットでは最大径で 25mm 程度の礫の排出が確認され, 排出重量, 排出最大粒径から掘削効率が大きく改善していることが確認できた. また, 補助翼を設けたことによる掘削ビットの抵抗上昇やビット変状も見られず施工性は従来型掘削ビットと同等であることが確認された.

表-2 試験結果 (30rpm, 60rpm 各 5 分間)

確認内容	確認項目	従来型	改良型
①掘削効率	5分間の礫排出重量	49.68kg	145.43kg
	排出礫の粒径比率	表-3参照	
	排出礫の最大粒径	19mm以下	25mm
②施工性確認	掘削ビットの抵抗	変化なし	変化なし
	掘削ビットの変形	変化なし	変化なし
③その他	安定液の粘性	37.03秒	36.39秒

表-3 排出された礫の粒径比率 (30rpm, 5 分間)

粒径	試験用砕石	従来型	改良型
19.00mm ~	6.52%	0.00%	1.20%
9.50mm ~ 19.00mm	65.65%	15.74%	34.24%
4.75mm ~ 9.50mm	27.82%	84.25%	64.56%



図-3 排出された礫の粒径別重量 (30rpm, 5 分間)

4. まとめ

本稿では, 流体解析および縮小模型実験で確認された掘削ビットへの補助翼を設置することによる掘削効率の改良効果を実物大実証実験により検証した. 実験結果から補助翼を設けることにより排出される礫の重量, 最大粒径ともに従来型掘削ビットより大きく改善されたことが確認できた. 今後は, 流体解析および縮小模型実験で得られた結果と実物大実証実験の結果が概ね同じ結果となったことから, 流体解析および縮小模型実験で更なる掘削効率向上にむけた改良を検討し, BCH 工法の適用範囲拡大を図る.

参考文献

1) 吉川ら: 低空頭対応場所打ち杭 BCH 工法の新たな取り組みについて –掘削機構の改良と流体解析による掘削機構の改良効果の検証–, 土木学会第 77 回年次学術講演会, 2022.9

2) 佐名川ら: 低空頭対応場所打ち杭 BCH 工法の新たな取り組みについて –掘削効率に関する縮小模型実験–, 土木学会第 77 回年次学術講演会, 2022.9

3) 橋立ら: 低空頭対応場所打ち杭 BCH 工法改良に向けた新たな取り組みについて(その 1) –流体解析による掘削ビットの改良効果の検証–, 土木学会第 78 回年次学術講演会(投稿中), 2023.9

4) 佐名川ら: 低空頭対応場所打ち杭 BCH 工法改良に向けた新たな取り組みについて(その 2) –縮小模型実験による掘削ビットの改良効果の検証–, 土木学会第 78 回年次学術講演会(投稿中), 2023.9

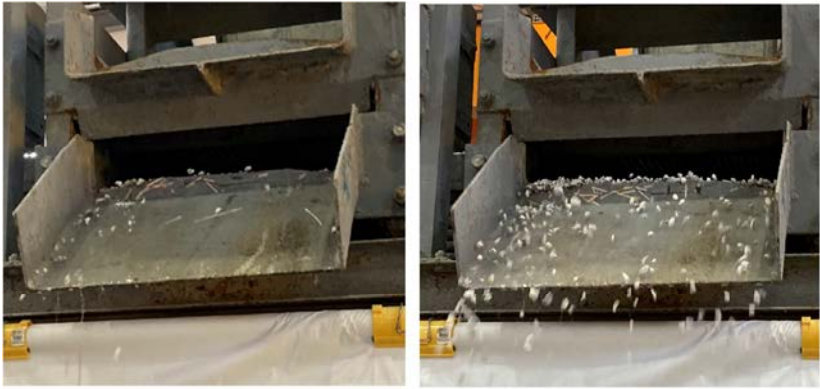


図-4 振動スクリーンからの礫排出状況