

切削効率を高めた高圧噴射攪拌工法の開発 (1) — 気中噴射試験による高吸水性ポリマー水噴射の効果検証 —

戸田建設(株) 正会員 ○下坂 賢二, 赤塚 光洋
太洋基礎工業(株) 正会員 大野 康年, 伊藤 孝芳

1. はじめに

著者らは、切削能力の向上による排泥の減容化を目的とした新しい高圧噴射攪拌工法の開発に取り組んでいる。本開発では、水分を吸収させた高吸水性ポリマー材料（高吸水性ポリマー水）の噴射と研磨材としての砂の添加噴射による切削能力の向上に着目した。本報告では、第一報として、気中における噴射試験にて従来の水噴射と高吸水性ポリマー水による噴射を行い、高吸水性ポリマー水の噴射が従来の水噴射と比較して切削能力が向上したことを確認した。

2. 既往研究の課題

高圧噴射による水噴流の構造モデルとして、図1のような流速分布概念図が既往の研究¹⁾で明らかにされている。水噴流は、ノズル出口での噴射速度が持続されるポテンシャルコア領域、速度乱れの発達段階である遷移領域、十分に乱れが発達した乱流拡散領域からなり、高圧噴射の切削能力向上には、拡散を抑制しポテンシャルコア領域をできるだけ長くとることが重要となる。水噴流の連続性保持、拡散防止を目的とした増粘剤水溶液の切削効果は既往研究により検証されているが、実工事では粘性により孔壁保護に寄与するものの土砂スラリーの流動性が十分に得られず、硬化材との置換効率が悪いという問題がある。これらの課題に対し著者らは、粘性流体で孔壁安定液として実績があり硬化材との置換性がある高吸水性ポリマーを用いた水溶液に着目し、気中における噴射試験でその効果を確認した。

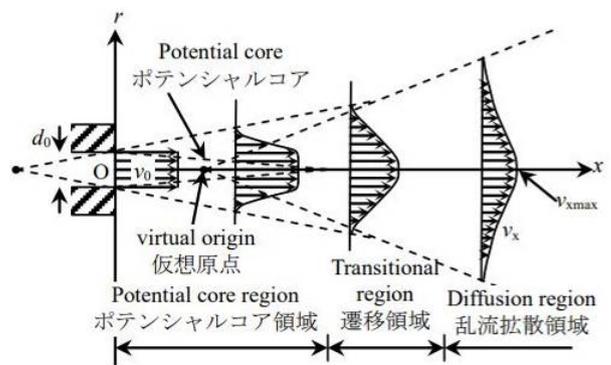


図1 自由噴流の流速分布の概念図

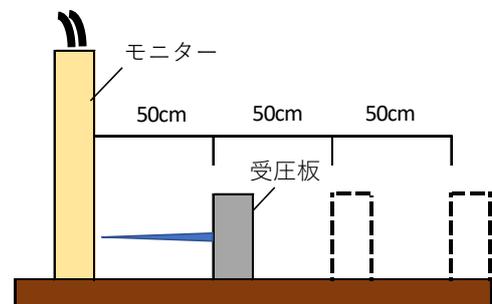


図2 試験概要図

3. 試験方法及び試験ケース

試験は、図2に示すように気中においてロッドの先端に装着されている専用噴出口（モニター）を鉛直に設置し、ジェット水流をコンクリート受圧板（圧縮強度 20N/mm²）に向けて噴射し、受圧板の切削深さと質量減少量を測定した。試験ケースは、物理特性の異なる高吸水性ポリマー4種類について添加量を同等とした水溶液を作液し、水噴射に対し比較した。なお、受圧板の位置は、距離による圧力減衰を確認するため、モニターノズル噴出口から 50cm, 100cm, 150cm の3 ケース実施した。試験条件を表1、高吸水性ポリマー種別を表2に示す。

表1 試験条件

項目	仕様
ノズル口径	2.1 mm
噴射圧力	35 kPa
噴射流量	50 l/min
噴射時間	2分
噴射距離	50、100、150cm

表2 高吸水性ポリマー種別

ポリマー種別	A	B	C	D
外観	白色粉末	白色粉末	白色粉末	白色粉末
粒度分布	不均一	均一	均一	均一
吸水性能	大	大	中	小
粘性	強	中	中	弱
濃度	1,500ppm	1,500ppm	1,500ppm	1,500ppm

また、水噴流と高吸水性ポリマー水の噴流の違いを確認
キーワード 高圧噴射攪拌工法, 地盤改良, 排泥削減, 高吸水性ポリマー

連絡先 〒104-8388 東京都中央区京橋1丁目7-1 戸田建設(株) 価値創造推進室 技術開発センター TEL 03-3535-2641

するため、ウォータージェットの高速度カメラによる可視化技術である高速度カメラ（7000コマ/秒）を用いたバックライト撮影を試みた。

4. 試験結果

試験状況を写真1に示す。各ケースの噴射距離と切削深さの関係を図3に、噴射距離と壊食による質量減少量の関係を図4に示す。

試験結果より、水噴射と比較して高吸水性ポリマーを添加した各ケースとも、最大切削深さの増加、壊食による受圧板の質量減少量の増加が見られた。最大切削深さは、吸水性能が高く比較的粒径の揃ったポリマーBの切削効果が最も高く、噴射距離150cm地点にてポリマーBが水噴射の2倍、効果の低いポリマーAにおいても水噴射の約1.5倍の増加であった。また、噴射距離50cm地点より150cm地点における減衰は、水噴射にて30%の減衰、ポリマーBにて15%の減衰、ポリマーAにて10%の減衰であった。受圧板の質量減少量は、ポリマーAの効果が最も高い傾向がみられたが、写真2に見られるように拡散による面的な質量減少量が大きかった。また、同写真では、水噴射では圧力減衰により噴射距離が延びると切削位置が徐々に下がっていく傾向が見られるが、ポリマーBではその影響が少なく切削形状も変化が少ないことが確認できる。高速度カメラのバックライト撮影による噴流可視化写真を写真3に示す。水道水と比較し、ポリマーBはノズル口元から噴射先までの空気抵抗による拡散が少なく噴射速度が持続されるポテンシャルコア領域が長いことが確認できた。



写真1 噴射試験状況 (左: 受圧板切削 右: 高速度カメラ撮影)

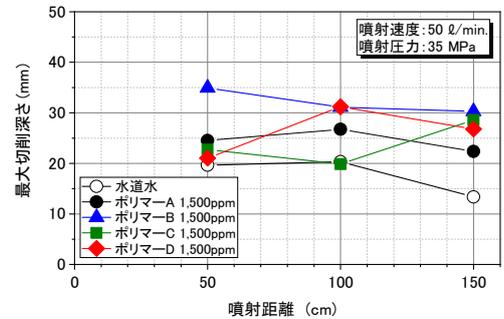


図3 最大切削深さ～噴射距離関係

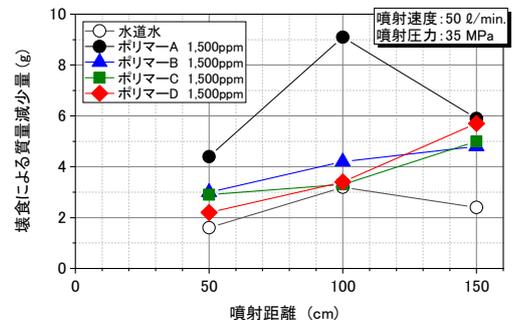


図4 壊食による質量減少量～噴射距離関係

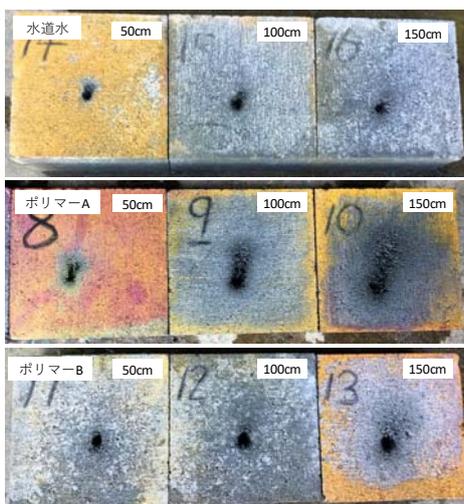


写真2 噴射後の受圧板切削状況

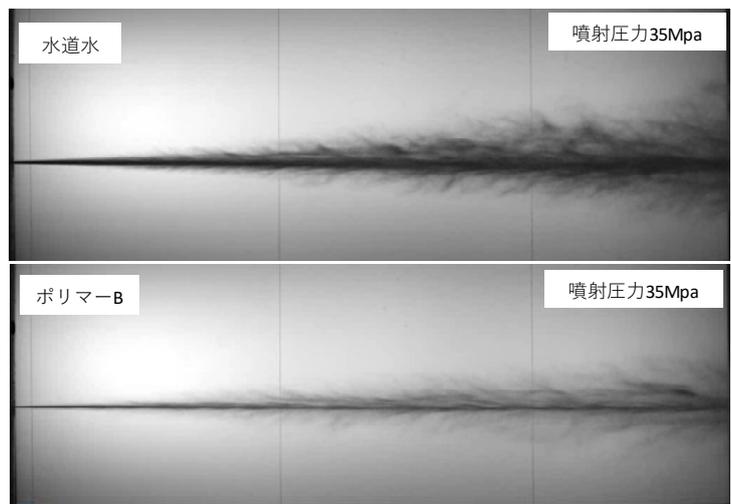


写真3 高速度カメラによる噴流可視化写真

5. おわりに

本試験を通じて、高吸水性ポリマー水の噴射が従来の水噴射と比較して切削能力が大きく向上することが検証できた。切削能力が高まれば、大口径の造成が可能となり、また造成時間を短縮できることから注入量の低減、排泥の減容化を図ることが期待できる。今後フィールド試験施工を通じ、有効性を検証していく。

参考文献

- 1) 八尋暉夫：最新ウォータージェット工法，鹿島出版会，1996年