

## 切削効率を高めた高圧噴射攪拌工法(2) — 気中噴射試験による研磨材噴射の効果検証 —

太洋基礎工業株式会社 正会員 ○大野康年 伊藤孝芳  
戸田建設株式会社 正会員 下坂賢二 赤塚光洋

### 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。本報告では、前報<sup>1)</sup>につづき、気中における噴射試験にて研磨材として砂を噴射した効果について報告する。なお、砂の噴射については、砂の供給方法を新たに開発した。

### 2. 砂の噴射方法

研磨材としての砂の噴射方法は、水を吸収させた高吸水性ポリマー材（高吸水性ポリマー水）に砂を混合した流動化砂と高吸水性ポリマー水を図1に示すアブレイシブジェットノズルへ圧送して噴射する。流動化砂はスネークポンプ、高吸水性ポリマー水はプランジャポンプにて圧送する。アブレイシブジェットノズルは、中心噴射側方供給方式を採用し、ノズル口への砂の目詰まり等を考慮してノズルの吐出口の直径、ノズル直線部の長さおよびノズル内面絞り角を設定した。

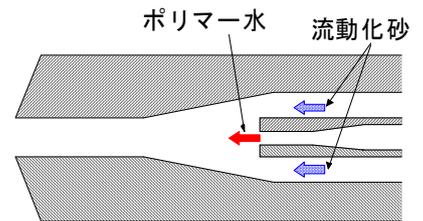


図1 アブレイシブノズル構造

流動化砂は、水を吸収させた高吸水性ポリマー材に砂を混合して作製した。高吸水性ポリマー材は、砂混合後の砂の分離がほとんど無く懸濁性が最も良好な高吸水性ポリマーA（平均粒径：35 $\mu$ m、濃度：2,000ppm）を選定した。砂は、ウォータージェットの既往研究<sup>2)</sup>では研磨材の $D_{50}$ が研磨材種類に関係なく同一の研磨材では320~570 $\mu$ mの範囲の粒径が効率的な切削性を示すことから珪砂6号（平均粒径 $D_{50}=0.33$ mm）を選定した。高吸水性ポリマー濃度の違いによる流動化砂の混合状況を写真1に示す。



[1,000ppm] [2,000ppm]

写真1 流動砂の混合状況

### 3. 試験内容

試験に用いた噴射装置を写真2に示す。噴射装置は専用噴射口（モニター）と噴射受板にて構成される。ノズルは砂の噴射（高吸水性ポリマー水＋流動化砂）には図1に示すアブレイシブノズル、水噴射（従来）および高吸水性ポリマー水噴射には高圧ノズル（吐出口直径：2.1mm）を使用した。また、噴射受板は、コンクリート板（圧縮強度：20N/mm<sup>2</sup>、19cm×19cm×10cm）を使用した。試験は、前報<sup>1)</sup>より高吸水性ポリマー水の噴射にて同材の種別が切削性に影響することから砂の噴射においても同様と考え、高吸水性ポリマー材毎に効率的な切削性を示す砂の供給量を求めた後、高吸水性ポリマー材を変えて流動化砂を噴射し、噴射距離50,100,150cmにおける噴射受板の切削深さ、壊食による質量減少量、切削形状を測定した。なお、砂の供給量は噴射距離50cmにおける最大切削深さにより設定した。試験ケースを表1に示す。また、所定の実験ケースにて高速度カメラを用いた噴射撮影を行った。なお、高吸水性ポリマーの種別は、前報<sup>1)</sup>と同様である。

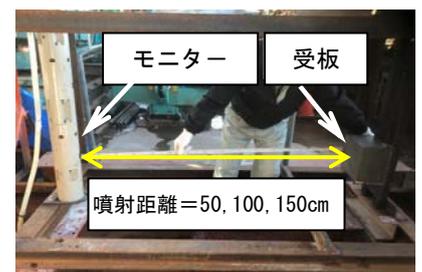


写真2 噴射装置

表1 試験ケース

ケース	流動化砂	高吸水性ポリマー水		噴射距離 (cm)	噴射時間 (分)
	砂供給量 (kg/min.)	ポリマー種別	吐出圧力 (MPa)		
1	3, 4, 5	ポリマーA	35	50	2
2		ポリマーB			
3		ポリマーC			
4	4	ポリマーA	35	50, 100, 150	2
5		ポリマーB			
6		ポリマーC			
7		ポリマーD			

キーワード 地盤改良, 高圧噴射攪拌工法, 排泥削減, 研磨材噴射

連絡先 〒454-0871 名古屋市中川区柳森町107 太洋基礎工業株式会社 TEL 052-362-6351

4. 試験結果

図2に最大切削深さと砂供給量の関係を示す。高吸水性ポリマー水の噴射結果<sup>1)</sup>と同様にポリマーBによる砂噴射が最も切削深さが大きく、ポリマーAによる砂噴射が最も切削深さが小さい。砂の供給量は、ポリマーBによる砂噴射では4kg/min.に屈曲点があるが、ポリマーA,Cでは砂の供給量の増加に伴い掘削深さが減少している。

図3に砂噴射による最大切削深さと噴射距離の関係を示す。同図中には参考のため従来の水噴射による結果も示している。高吸水性ポリマー水の種別による砂噴射の切削性は、高吸水性ポリマー水の噴射結果<sup>1)</sup>と同様な傾向を示し、ポリマーB,Dによる砂噴射がポリマーA,Cと比較して大きい。

図4(a), 図4(b)に最も切削性の高かった高吸水性ポリマーBについて従来の水噴射, 高吸水性ポリマー水噴射および高吸水性ポリマーB+砂噴射の最大切削深さと噴射距離, 壊食による質量減少量と噴射距離の関係と比較した。砂噴射による切削深さは、ポリマー水噴射と比較して若干深くなっているがほぼ同等であった。一方, 質量減少量は、砂噴射による切削穴の直径がポリマー水噴射の1.1~1.6倍であったことが、差として表れている。

写真3(a)~写真3(c)に高速度カメラにより撮影した従来の水噴射, 高吸水性ポリマー水B噴射および高吸水性ポリマーB+砂噴射

の噴流形状を示す。砂噴射の噴射形状はポリマー水の噴射形状とほぼ同様な形状を示しており、砂が拡散せず、ポリマー水内に含有して噴射されていることがわかる。噴流の連続距離は、ポリマー水噴射および砂噴射が約50cmに対して水噴射が約30cmとなっている。また、噴霧の拡散は、ポリマー水噴射および砂噴射が水噴射と比較して明らかに小さくなっている。

5. まとめ

本研究では, 本手法による砂噴射の効果を検証するため気中噴射試験

を実施した。試験の結果, 1)本手法による砂噴射は砂が拡散せず, ポリマー水噴射と同等の噴射形状を示すこと, 2)砂噴射においてもポリマー水種別の影響を受けること, 3)砂噴射により質量減少量が大きくなることわかった。今後は, 水中噴射試験, 地盤中の噴射試験を実施し, 効果の検証を行う予定である。

参考文献

- 1)下坂, 赤塚, 大野, 伊藤: 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—, 土木学会第74回年次学術講演会 VI, 2018 (投稿中)。
- 2)吉田: ウォータージェットの流動特性とその切削性能の高度化に関する研究, 大阪大学大学院博士論文, 2011。

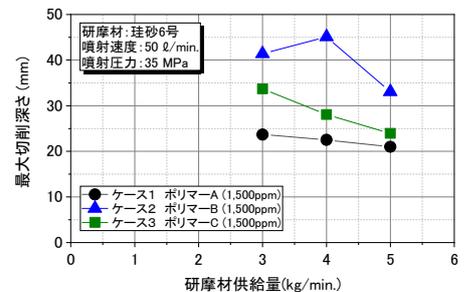


図2 最大切削深さ～砂供給量関係

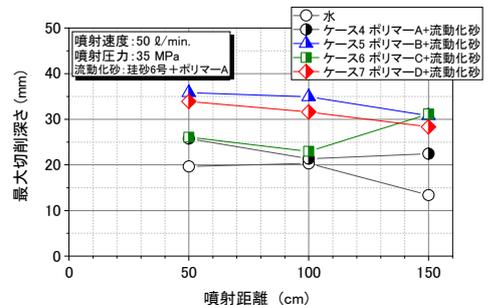


図3 最大切削深さ～噴射距離関係

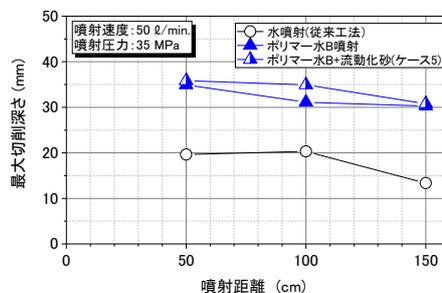


図4(a) 最大切削深さ～噴射距離関係

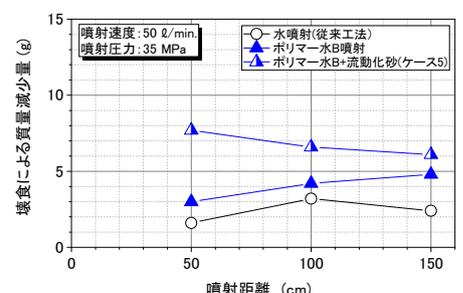


図4(b) 質量減少量～噴射距離関係

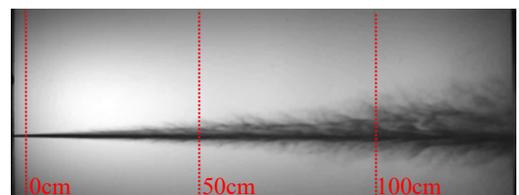


写真3(a) 水噴射

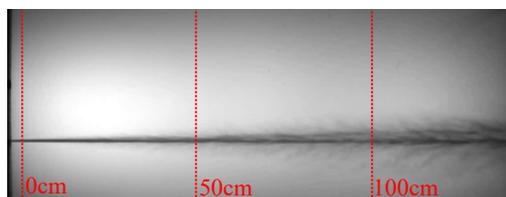


写真3(b) ポリマー水B噴射

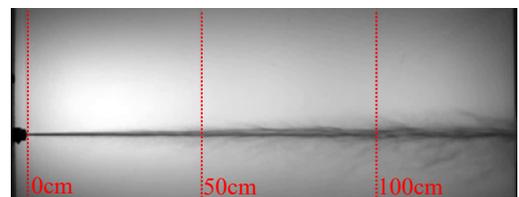


写真3(c) ポリマー水B+砂噴射