

VI-140 低圧アブレイシブウォータージェットの切削機構に関する基礎的研究 —基本特性の把握を目的として—

武蔵工業大学 工学部 黒沢 敦
三井建設(株) 技術研究所 正会員 神山 淳
三井建設(株) 技術研究所 正会員 臼井 龍男

1. はじめに

これまでアブレイシブウォータージェットを用いた切削・穿孔に関する研究は数多くある。しかしながらそのほとんどが吐出圧力が98～196MPa程度の高圧または超高圧であり、かつアブレイシブ(研磨材)と水の混合方法も間接型(ノズル部先端における混合)であるため、アブレイシブ濃度の制御が困難であり、切削機構を解明する上で少なからず影響があった。

ここでは筆者らが開発した濃度制御が可能な直接型(予めスラリー状にしておく)の混合方法で、吐出圧力が19.6～49MPa程度の低圧アブレイシブウォータージェットの基本特性を把握する事を目的として鋼材、コンクリートに対して行なった直線切削試験結果について報告する。なお、紙面の都合上、予備実験結果並びにコンクリート供試体に行なった試験結果については発表時に報告する。

2. 実験装置及び実験方法の概略

図1に試験装置全体の概念図を示す。試験装置は水タンク、ブランジャポンプ、混合フィーダ、送り装置からなり各装置は高压ホースにより連結されている。図2に混合フィーダの概略図を示す。混合フィーダには予めアブレイシブと水が混入されており、図中のミキシングノズルを操作する事によりアブレイシブ濃度を任意に設定させる事が可能である。

アブレイシブウォータージェットのみならずウォータージェットによる切削性に影響を及ぼす因子としてノズル口径、吐出圧力、スタンドオフディスタンス(以下、スタンドオフと略す)、ノズル送り速度(以下、送り速度と略す)、噴射角等が考えられるが、本研究では試験条件として吐出圧力を19.6MPa、ノズル口径を1.6mmφ(図3参照)とし、各送り速度においてスタンドオフ・噴射角を変化させ試験を行なった。また、試験試料として鋼材(50×50×100mm)、コンクリート供試体(単軸圧縮強度19.6MPa)を、研磨材として珪砂6号(相馬産)を使用した。

切削試験に先立ち、質量比・濃度・密度とミキシングノズル位置の関係を調べるために

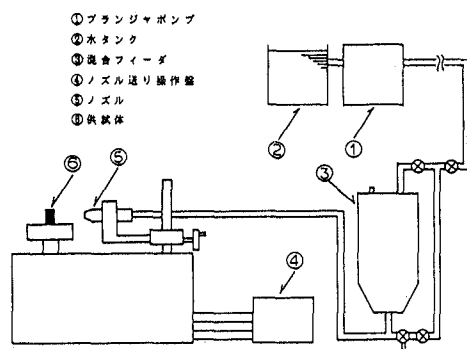


図1 実験装置全体概念図

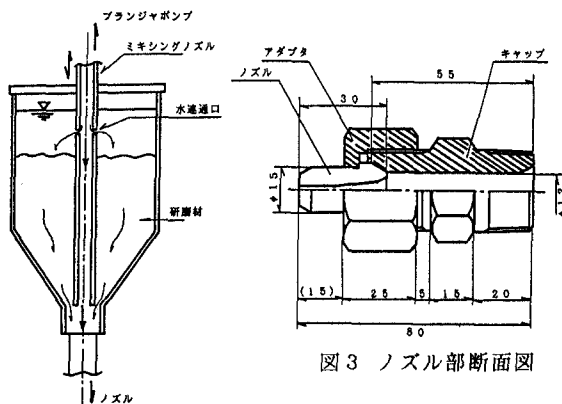


図3 ノズル部断面図

図2 混合フィーダ概略図

予備実験を行っており、この結果、実験に使用した混合フィーダにおいて15~25%程度の範囲で約1%の精度で濃度制御が可能である事がわかっている。

また、本実験においてアブレイシブ濃度は約22%とした。

3. 実験結果及び考察

3・1 切削深さとスタンドオフの関係

図4は、鋼材に対しスタンドオフを5~40mm変化した場合の切削深さと送り速度の関係を示している。図より何れのスタンドオフの場合でも、切削深さとの間には明瞭な相関性は認められ、データにばらつきはあるが、指数関数で近似できるようだ。

また、コンクリート供試体に対し行なった試験結果にも同様の傾向が示されており、これら2種類の材料における試験結果だけでは断言はできないが、この性質は間接型・高圧の場合、水だけの場合と比較的良く一致していると言える。

3・2 切削深さと噴射角の関係

ここで言う噴射角とは試料面に垂直方向を 0° とし、これに対しノズル送り方向に傾けた角度(θ)を言う。噴射角を $10^\circ \sim 27^\circ$ 変化させた場合の切削深さと送り速度の関係を図5に示す。

図より角度変化に関わらず切削深さと送り速度の間には線形関係が認められる。また、噴射角が 10° の場合、何れの送り速度でも切削能力が最も高く、コンクリート供試体に行なった試験結果も同様の傾向であり、ここでも他の方法による結果と類似した性質が示されている。

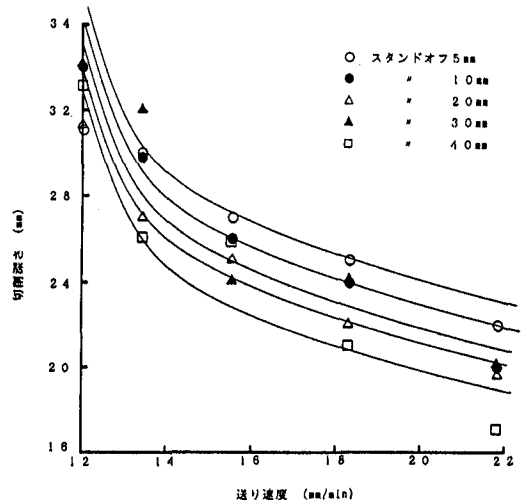


図4 切削深さとノズル送り速度の関係
(スタンドオフの影響)

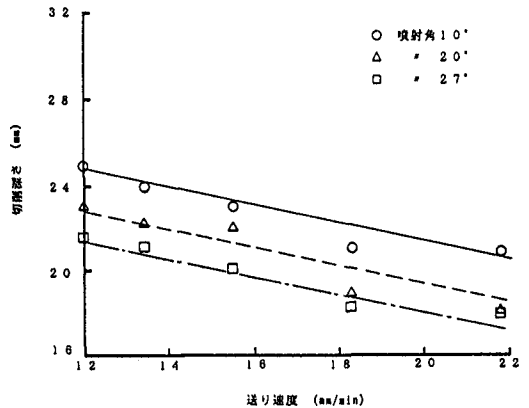


図5 切削深さとノズル送り速度の関係
(噴射角の影響)

4. まとめ

吐出圧が低圧で、直接型のアブレイシブウォータージェットの基本性状を把握するためにスタンドオフ、噴射角を変化させ直線切削試験を行なった。その結果、定性的ではあるが以下の知見が得られた。

- ・鋼材・コンクリート供試体、何れの場合もスタンドオフと切削深さとの間には明瞭な相関性が認められ、データにばらつきはあるが、指数関数で近似できるようだ。
- ・噴射角に関しては切削能力が最も高い角度が存在し、その角度は 10° であった。
- ・これら2者に関して言うと、本方法の基本的性質は間接型・高圧の場合、水だけの場合と比較的類似した傾向にあるといえる。

本研究では、定性的な機構についてはわかったが、今後は定量的な切削機構の把握を進める予定である。同時に広範囲な試験条件での実験を行ない、実験式の確立・諸定数と各材料の物性値や力学的性質等との関係を明らかにする事が重要であると考えられる。