

日本国土開発株式会社 正会員 篠原 文

同上 佐々木 宏二

同上 正会員 指田 健次

1. はじめに マッハ2以上の高速で走る水噴流（ウォータージェット）は、それ自体でもかなりの切断能力を保有しているものの、切断対象となるのは木材から無筋コンクリートまでに限定される。この水噴流に研摩材を混入させると鉄および鉄筋コンクリートの切断も可能となり、一般にアブレイシブジェットと呼ばれているものである。筆者等はこの切断能力を利用して、鋼材やコンクリート製部材の切断および空中・地中・水中の切断作業条件に対応した切断工法の開発を最終目標に置き、以下の実験および切断装置の開発を行った。

2. 鋼板および鉄筋コンクリートの切断実験 アブレイシブジェットの切断能力は、数多くの因子によって左右され、最適な切断能力となる因子の組合せは、被切断物および切断作業条件によって異なると予想されるため、表-1に示す因子をパラメータとして、鋼板および鉄筋コンクリートの供試体を対象に切断実験を繰り返し行った。なお、今回の実験では研摩材はガーネットを使用し、またスタンドオフ距離を15mmとして、供試体を水槽内に設置した。実験結果は、供試体の切断深さ、切断体積をそれぞれ試作の計器および水置換法により測定し、切断長の全体について実測したものの平均値として表わした。

表-1 切断性能を左右する因子

因 子	表示記号	摘 要
噴 射 圧 力	P (kgf/cm ²)	ポンプ吐出圧 0~3 850 kgf/cm ²
噴 射 水 量	Q (L/min)	ポンプ吐出量 最大 11 L/min
オリフィス直径	D (mm)	0.45, 0.55, 0.625mm の3種類
研摩材の使用量	W (kg/min)	0~約3 kg/min
研摩材の性質	—	比重・硬度・形状・寸法
スタンドオフ	L (cm)	ノズル先端から被切断物までの距離
切 断 速 度	V (cm/min)	
被切断物の性質	—	厚さ・硬度・均一・複合
切 断 条 件	—	空中・水中・地中

厚さ22mmの鋼板を対象とした切断結果のうち、図-1および図-2で切断深さと切断線返し回数（パス数）および切断速度の関係を示す。図-1に示されるとおり、切断回数に比例して切断深さも増加している。また、研摩材の寸法の効果を考えると、各パスごとの切断深さの増加は、研摩材#36（径約0.7mm）ではほぼ同じ、研摩材#60（約0.4mm）の場合にはパス数の増加に従い大きくなる傾向が認められる。また研摩材#36の方が切断性能が高いといえる。同図より、研摩材使用量と切断深さの関係もおおむね比例関係といえるが、使用量2.5kg/minで切断深さの増加がみられ、この付近に最低使用量の目安があると考えられる。図-2からは切断速度が遅い程、切断深さが大きく、かつ、各パスごとの切断深さも大

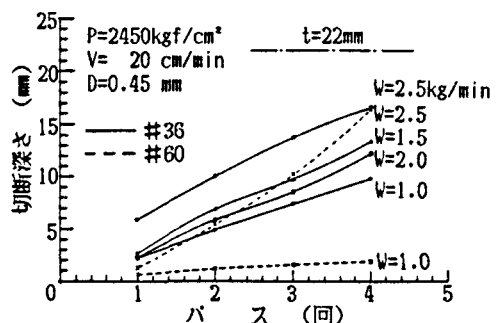


図-1 パス数と切断深さの関係（鋼板）

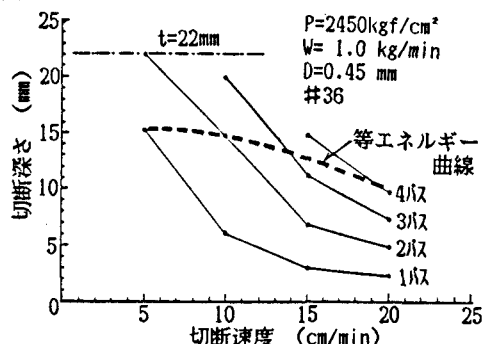


図-2 切断速度と切断深さの関係（鋼板）

きくなることが分かる。図中の破線は投下エネルギーの等しい点を結んだもので、遅い速度でバス数を少なくする程エネルギー効率が良いことを示している。

他の因子のうち噴射水量、噴射圧力とも、大きくなるに従い切断深さも増加し、噴射圧力2000kgf/cm²を境に切断深さが大きく変化することが分かった。

鉄筋コンクリート切断実験の供試体は、異形鉄筋φ25を用いた図-3に示す配筋と寸法にて、粗骨材最大寸法を25mm、 $\sigma_{cc}=400、600\text{ kgf/cm}^2$ となる2種類の配合とした。このような供試体に対する鋼板と同様

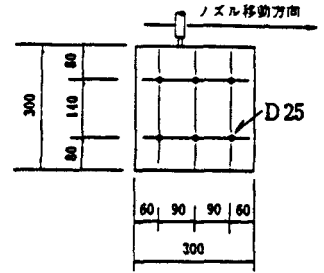


図-3 コンクリート供試体断面

な実験および測定結果より、各因子と切断深さの関係は、鋼板の場合とはほぼ同様な傾向が認められた。うち切断速度と切断深さ、切断体積の関係を図-4に示した。同図より、切断速度が速くなると切断深さが指数関数的に減少すること、および2種類の圧縮強度のみであるが、コンクリート強度の切断深さへの影響は比較的小さいことが分かる。

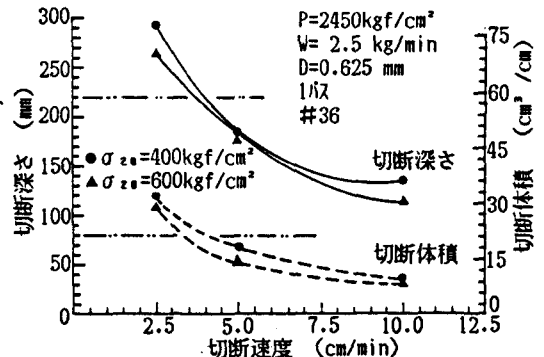


図-4 切断速度と切断深さ、切断体積の関係 (R. C)

コンクリート中の鉄筋の切断では①鉄筋のかぶり②複鉄筋での鉄筋の上下間隔③鉄筋付近のアブレイシブジェット分散、というノズルと鉄筋の相対位置および鉄筋の形状が大きく影響することが実験での観察であった。

以上の鋼板と鉄筋コンクリートの切断実験より、諸因子

の組合せは、鋼板では $P=2450\text{kgf/cm}^2$ 、 $D=0.625\text{mm}$ 、 $W=2.5\text{kg/min}$ で $V=10\text{cm/min}$ 、一方鉄筋コンクリートでは、鉄筋とコンクリートを分けた諸因子の組合せを検討することが適当であろう。

3. 鋼管パイル水中切断装置の開発 打設した鋼管ぐいあるいは鋼管矢板の一部を切断撤去することを目的に、二重鋼管ぐいや鋼管矢板基礎の継手管の切断まで含めた鋼管パイル水中切断装置の開発を行った。

本装置の概略図を図-5に示す。本装置は、板厚16~30mm、管内径1000mmの鋼管を内部から、水深20mまで水中切断作業できるものとし、管内の任意位置に本体を保持して最大20cm/minの円周方向の切断が可能な仕様とした。特徴となる本装置の機構は、①パイプの変形に対応してスタンドオフ距離を一定にする②初めに5cmの縦切断後、その中央部から円周切断を行うため、切断線は必ず交差する、等が上げられる。

本装置を用いた気中および水深3mの水中切断の結果、作業環境の相異なるによる切断性能の差は全く認められなかった。実験データを表-2に示すが、12.5cm/minの切断速度でも完全切断できることが確認され、切断状況からまだ余裕のある切断速度と思われる。今後、研磨材や油圧ホース等の改良で、実工事に十分適用できる見通しを得た。

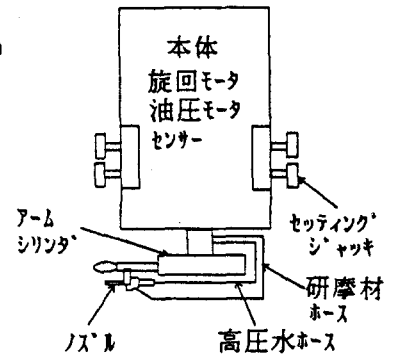


図-5 鋼管水中切断装置

表-2 鋼管水中切断装置の切断結果

項目	実験No	1	2	3
切断に要した時間	分・秒	32'42"	29'04"	25'07"
平均切断速度	cm/分	9.6	10.8	12.5
使用した研磨材の量	kg	67.0	63.9	56.5
平均研磨材使用量	kg/分	2.05	2.20	2.25
切断結果		完全切断	同左	同左

注 1. 鋼管 内径×厚さ：1000×16mm
2. 切断長：3140mm
3. 使用研磨材：ガーネット #36