

ポイントアタックビットによるモルタルおよび岩石の衝撃切削能力について

愛媛大学工学部 正会員 室 達朗
 愛媛大学大学院 学生会員 ○延本 基春
 愛媛大学工学部 松本 忠行

1.はじめに 近年の土木建設業界では、施工環境の改善がすすめられ、安全かつ経済的かつ迅速に施工することが望まれており、作業の自動化、機械化、省エネ化が要求されているが、現在そのニーズに充分応えられているか疑問である。このため、種々の機械掘削方式がこれまでに報告されている。本研究では回転式岩盤掘削機のモデル実験装置を使用し、新しい分野である衝撃切削について、その特性と性能を検証する。

2.実験装置および供試体

実験装置は、実機を想定して製作した回転式衝撃切削機を使用しており、回転ドラム部に実機と同じポイントアタックビットを4本、角度 45° で螺旋状に取り付けられている。また、内側ビットには外向きに 7° 、外側ビットには外向きに 14° の傾きを持たせている。供試体には寸法 $1000 \times 500 \times 500\text{mm}$ 、一軸圧縮強度 19.6 MPa であるセメントモルタル供試体と一軸圧縮強度 70.0

MPa の琉球石灰岩をモルタルに埋め込んで製作したものを用いた。

3.実験方法

実験は上記に示す実験装置を用い、切削深さ z 、進行方向の切削ピッチ p_{lon} を様々に変化させなが

ら実験を行う。切削ピッチ p_{lon} とはビットが一回転する間に回転ドラムが供試体表面を進んだ距離のことをいい、モルタルでは横方向ピッチ $p_{lat}=50\text{mm}$ 、進行方向切削ピッチ $p_{lon}=2.5, 5.0, 7.5, 10, 15, 30, 45\text{mm}$ の7通り、切削深さ z を $30, 40, 55, 70\text{mm}$ の4通りで合計28通り、石灰岩では $p_{lat}=30, p_{lon}=10, z=30\text{mm}$ に固定して実験を行った。ドラム回転数は 96r.p.m. で一定に保ち、ビット先端周速度は 352cm/s とした。また、ビットの軌跡はFig.1のようにトロコイド曲線となる。また、測定項目は切削トルクと切削土量である。

4.実験結果

Fig.2 は切削深さ 70mm の時の平均トルク T_{mean} と切削ピッチ p_{lon} の関係を各ビットについて示したものである。平均トルクとは各ビットに作用するトルクを平均したものである。ここでは外側ビットの方が内側ビットよりも大きいトルク値を示した。これは外側ビットの方が切削しなければならない部分が多いためであると考えられる。

Fig.3 は切削深さ 70mm の時の最大トルク T_{max} と切削ピッチ p_{lon} の関係を示したものである。ここでも平均トルクと同様の傾向が見られる。

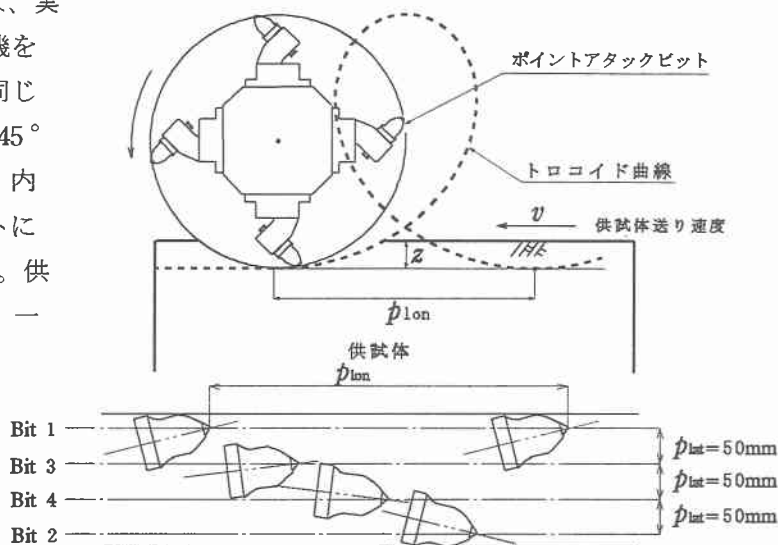


Fig.1 回転ドラム、切削溝図

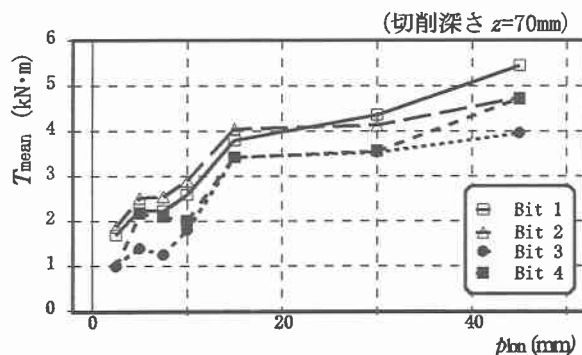


Fig.2 平均トルク T_{mean} と切削ピッチ p_{lon} の関係

Fig.4 は単位時間当たりの仕事量 W_T と切削ピッチ p_{lon} の関係を示したものである。 W_T は各ビットの仕事量の和、即ち一回転当たりの仕事量にドラム回転数 96r.p.m. を乗じて算出した。また、各仕事量は各ビットの平均トルクをドラム半径で除して求めた接線方向力にビット先端が供試体を切削した距離を乗じて求めた。ここでも切削ピッチの増加に伴う仕事率の増加傾向が見られる。

Fig.5 は切削土量 Q と切削ピッチ p_{lon} の関係を各切削深さ z について示したものである。切削土量はいずれの切削深さにおいても切削ピッチに比例するといえる。

Fig.6 は単位仕事量当たりの切削土量、即ち切削効率 Q_w と切削ピッチ p_{lon} の関係を各切削深さ z について示したものである。ここで切削効率とは前述の切削土量 Q を単位時間当たりの仕事量 W_T で除したものである。切削ピッチの増加に伴い切削効率も増加する傾向が見られた。これは切削ピッチが大きくなるほどチップングによる切削土量が増加したためだと考えられる。

Table.1 は石灰岩切削実験結果とモルタル切削実験結果を比較したものである。平均、最大トルク、切削土量、単位時間あたりの仕事量は石灰岩切削実験がモルタル切削実験を上回っているが、切削効率は逆にモルタル切削実験の方が高い値を示している。

5.まとめ 以上の結果より、進行方向の切削ピッチが大きいくほど最適な切削が可能であり、その増大により平均、最大トルク、切削土量、単位時間あたりの仕事量は増加し、内側ビットよりも外側ビットにより大きな負担がかかることがわかった。また、石灰岩切削実験では切削土量に関しては岩石内部のクラックによるチップングの影響によって増加しているが、強度の増加による切削効率の低下は免れないことにより、供試体の強度が切削能力に大きな影響を与えることがわかった。

今後は進行方向切削ピッチをより大きくし、岩石に関しては様々な切削条件において実験を行う必要がある。

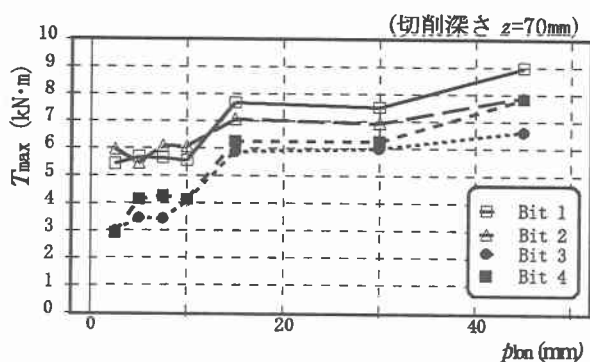


Fig.3 最大トルク T_{max} と切削ピッチ p_{lon} の関係

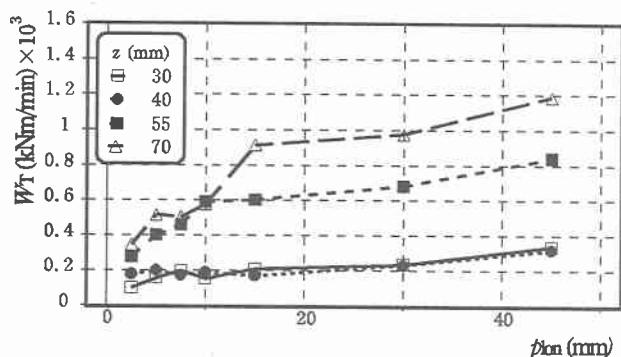


Fig.4 単位時間あたり仕事量 W_T と切削ピッチ p_{lon} の関係

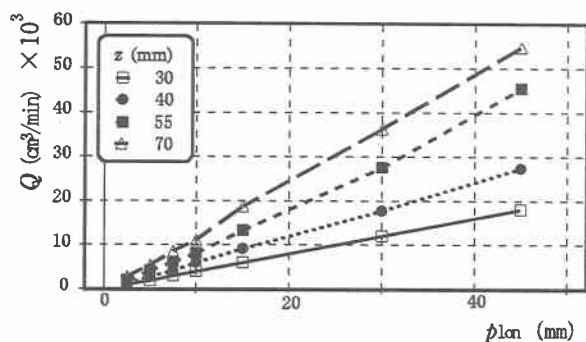


Fig.5 切削土量 Q と切削ピッチ p_{lon} の関係

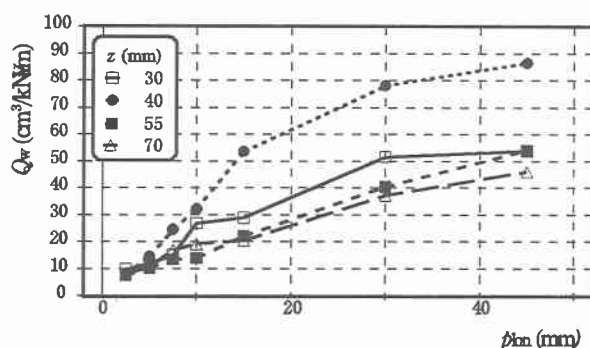


Fig.6 切削効率 Q_w と切削ピッチ p_{lon} の関係

Table.1 琉球石灰岩およびモルタル切削実験比較表

	平均トルク T_{mean}				最大トルク T_{max}				切削土量 単位時間あたりの仕事量	切削効率	
	Bit 1	Bit 3	Bit 4	Bit 2	Bit 1	Bit 3	Bit 4	Bit 2			
	kN・m	kN・m	kN・m	kN・m	kN・m	kN・m	kN・m	kN・m			
琉球石灰岩	3.356	2.102	2.317	2.327	6.337	4.251	4.262	5.285	3426	404.70	8.55
モルタル $p_{lat}=30$ mm	1.338	0.698	1.088	1.368	3.651	1.824	2.391	3.064	3309	179.84	18.40