

45. モルタルの衝撃切削能力に及ぼすポイントアタックビットの切削ピッチによる影響

愛媛大学：*延本 基春, 室 達朗

馬越 英貴

奥村組土木興業(株)：竹垣 喜勝

1. はじめに

近年、環境に優しくかつ作業効率と精度を高めるべくポイントアタックビットを使用した岩盤切削機が新しく開発された。車両本体は4履帯からなる走行装置によって支持されており、岩盤の表面を走行して切削作業を行うことができる¹⁾。切削装置として、走行方向に対して逆回転する回転切削ドラムを本体中央下腹部に配置し、図-1に示す160本のポイントアタックビットが螺旋状に取り付けられている。ビット先端にはタングステンカーバイド-コバルト系超硬合金チップが埋め込まれている。

本研究ではこの岩盤切削機を対象として、ポイントアタックビットによるモルタル供試体に対する衝撃切削能力を調査研究するため、回転式衝撃切削試験機を試作した。また、本研究の目的はドラム軸方向のビット間隔である横方向切削ピッチが衝撃切削能力に及ぼす影響について実験を行い、単位仕事量当たりの切削土量が最大となる最適な横方向切削ピッチを見いだすことである。

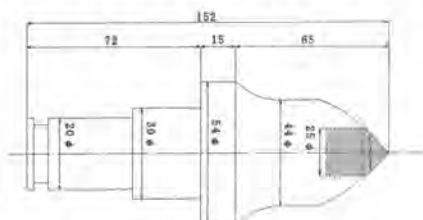


図-1 ポイントアタックビット

2. 試験機および供試体

図-2に本研究で使用した回転式衝撃切削試験機の全体図を示す。試験機は大別して、回転切削ドラム、供試体搬送テーブル、操作盤および集塵機から構成され、回転切削ドラムに実機と同じポイントアタックビットを図-3に示すように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°の傾きをもたせ、ビット摩耗に対するセルフシャープネス性²⁾を確保している。

供試体として寸法100(cm)×50(cm)×50(cm)の型枠に打設し、平均気温18℃の屋外で7日間湿潤

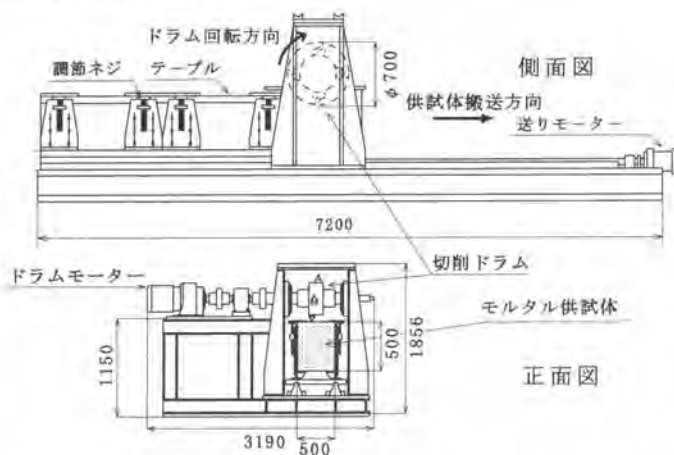


図-2 実験装置側面図・正面図

養生したセメントモルタルを使用した。なお、養生後の一軸圧縮強度は 19.6(MPa)、引張強度は 2.3(MPa)、せん断強度は 4.2(MPa)であった。

3. 実験方法

実験には上記の回転式衝撃切削試験機を使用し、横方向切削ピッチ p_{lat} 、進行方向切削ピッチ p_{lon} 、切削深さ z を様々に変化させて実験を行う。進行方向切削ピッチ 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、モルタル供試体の搬送速度 V (cm/min) とドラム回転数 n (r.p.m.) を用いて $p_{lon} = V/n$ として算定することができる。横方向切削ピッチ $p_{lat} = 3.0, 5.0, 7.0$ (cm) の 3 通り、進行方向切削ピッチ $p_{lon} = 0.25, 0.50, 0.75, 1.0, 1.5, 3.0, 4.5$ (cm) の 7 通り、切削深さ $z = 3.0, 4.0, 5.5, 7.0$ (cm) の 4 通りで合計 84 通りの実験を行った。ドラム回転数 n は $n = 96$ (r.p.m.) で一定に保ち、ビット先端周速度は 352 (cm/s) とした。また、ビットの軌跡は図-4 のようにトロコイド曲線となる。測定項目は切削トルクと切削土量であり、トルクはドラムに貼り付けた 4 枚のひずみゲージによって測定し、切削土量は型どりゲージを用いて測定した切削断面積に、供試体搬送速度を乗じて算出した。

4. 実験結果

図-5 は、平均トルク T_{mean} (kNm) と進行方向切削ピッチ p_{lon} (cm) の関係について、一例として横方向切削ピッチ $p_{lat} = 5.0$ (cm)、切削深さ $z = 7.0$ (cm) に対するものを示したものである。平均トルクとは、各ビットに作用する切削トルクを平均したものである。いずれのビットにおいても、 T_{mean} は p_{lon} の増加に伴い増大している。また、外側に位置する「Bit 1」、「Bit 2」の平均トルクは、内側に位置する「Bit 3」、「Bit 4」よりも大きい値を示している。これは、外側のビットが切削溝の両端部を切削するため、外側ビットの負担が大きくなったからであると考えられる。

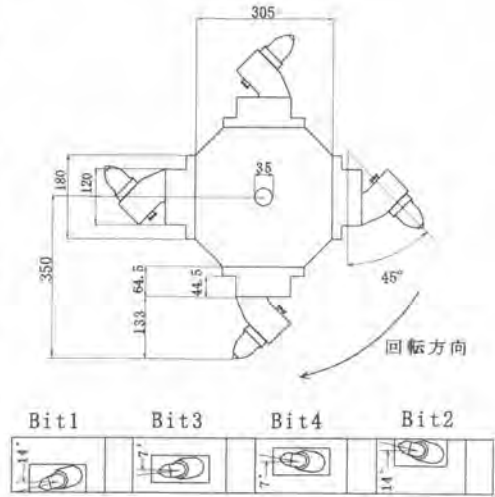


図-3 切削ドラム詳細図

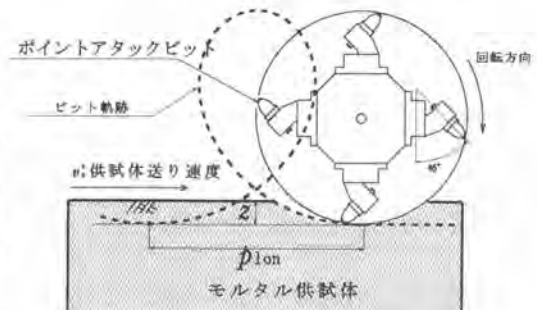


図-4 切削ドラム、切削溝図

図-6に同様に、最大トルク T_{max} (kNm) と進行方向切削ピッチ p_{lon} (cm) の関係について、一例として横方向切削ピッチ $p_{lat}=5.0$ (cm)、切削深さ $z=7.0$ (cm) に対するものを示す。平均トルクと同様に p_{lon} の増加に伴い、 T_{max} も増大している。また、外側ビットの最大トルクは、内側ビットのものよりも大きい値を示している。これも平均トルクと同様の原因が考えられる。

図-7に全トルク T_T (kNm) と横方向切削ピッチ p_{lat} の関係について、一例として切削深さ $z=4.0$ (cm) に対するものを示す。全トルクとは、各ビットに作用する平均トルクの和のことである。いずれの進行方向切削ピッチにおいても p_{lat} の増加に伴い、 T_T も増加しているが、 $p_{lat}=5.0$ (cm) を越えると急激に増加している。これは横方向切削ピッチの増加により切削部分が増大したためであると考えられる。

図-8に単位時間当たりの仕事量 W_T (kNm/min) と横方向切削ピッチ p_{lat} (cm) の関係について、一例として切削深さ $z=4.0$ (cm) に対するものを示す。 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 96 (r.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。いずれの進行方向切削ピッチにおいても、 p_{lat} の増加に伴い、 W_T も増加しているが、 $p_{lat}=5.0$ (cm) 以上になると増加傾向は強くなっている。

図-9に切削土量 Q (cm³/min) と横方向切削ピッチ p_{lat} (cm) の関係について、一例として切削深さ $z=4.0$ (cm) に対するものを示す。いずれの進行方向切削ピッチにおいても p_{lat} の増加に伴い、 Q はほぼ直線的に増加している。

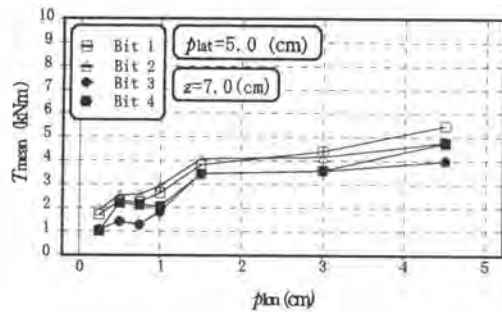


図-5 進行方向切削ピッチ p_{lon} と平均トルク T_{mean} の関係

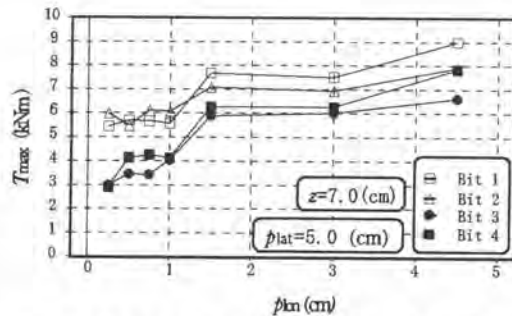


図-6 進行方向切削ピッチ p_{lon} と平均トルク T_{max} の関係

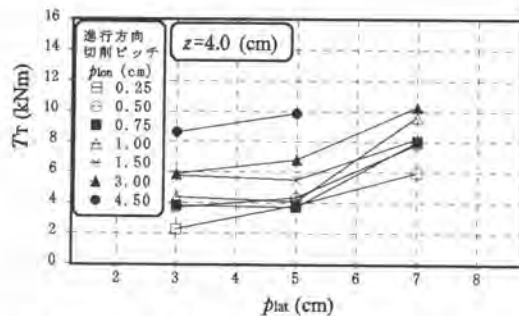


図-7 横方向ピッチ p_{lat} と全トルク T_T の関係

図-10に単位仕事量当たりの切削土量 Q_w (cm^3/kNm)と横方向切削ピッチ p_{lat} (cm)の関係について、一例として切削深さ $z=4.0$ (cm)に対するものを示す。ここで Q_w は、前述の切削土量 Q (cm^3/min)を単位時間当たりの仕事量 W_T (kNm/min)で除したものであり、この値が大きいくほど効率よく切削できるということになる。いずれの進行方向切削ピッチにおいても $p_{lat}=5.0$ (cm)において最大値を示している。これは W_T が $p_{lat}=5.0$ (cm)を越えると急激に増加するのに対し、切削土量は直線的に増加しているためであると考えられる。

5. まとめ

以上の結果より、横方向切削ピッチ $p_{lat}=5.0$ (cm)において、最も効率よく切削することが可能となり、その増大により全トルク、単位時間当たりの仕事量、切削土量は増加する事がわかった。

今後は横方向切削ピッチ $p_{lat}=4.0, 6.0$ (cm)においても実験を行い、さらに詳しく検討していく所存である。

5. 参考文献

1) 室達朗、竹垣喜勝、丸山健一、藤本英樹：岩盤切削機の掘削能力とビット摩耗の寿命予測、土木学会論文集、No.492/VI-23, pp.127-136, 1994年6月

2) 室達朗、深川良一：岩盤掘削刃の摩耗とハードフェーシング対策、土木学会論文集、第364号/III-4, pp.87-95, 1985年12月

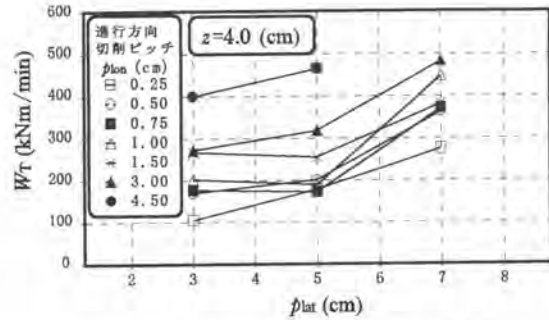


図-8 横方向ピッチ p_{lat} と単位時間当たり仕事量 W_T の関係

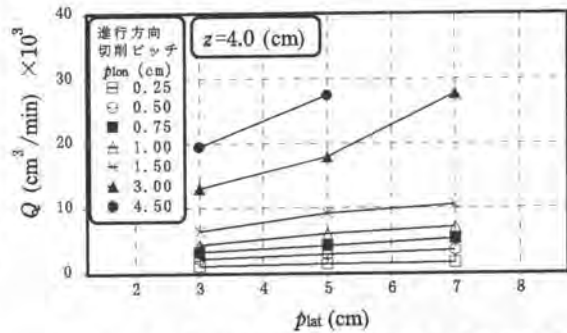


図-9 横方向ピッチ p_{lat} と切削土量 Q の関係

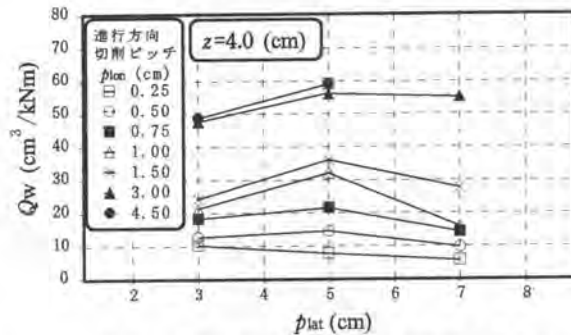


図-10 横方向ピッチ p_{lat} と単位仕事量当たり切削土量 Q_w の関係