

Ⅲ - B95

多軸(DPLEX)シールドの高強度コンクリート切削性能実験(その2)
—複数ビットの切削実験と実機への適用—

大豊建設 正会員 金井 和彦
 " 正会員 本間 毅一
 " 長谷川春生
 " 正会員 浜田 孝義

1. はじめに

「多軸(DPLEX)シールドにおけるカッタービット切削性能実験(その1)」において、クロスルーフビットの切削性能についての検証を行った。この検証結果から、切削抵抗と摩擦抵抗を考慮した算定値と同程度のトルク・推力で高強度コンクリートの切削が可能であることがわかった。ここでは、その結果を踏まえ、推進速度に対するトルク・推力の変化及び複数ビット切削による影響、さらにはビット摩耗量を確認するための実験を行い、実機への適用の可能性を照査した。本文では、その実験方法とその結果について報告する。

2. 実験概要

2-1 切削速度に対するトルク・推力の計測実験

本実験は、「切削性能実験(その1)」で使用した実験装置及び同形状、同仕様(24N/mm², 80N/mm²)の供試体で行った。実験時の回転数は一定とし、推進速度を変化(5~12mm/min)させて、その時の切削トルク・推力を測定したものである。実験ケースを表-1に示す。

表-1 速度変化実験ケース

	圧縮強度 N/mm ²	回転数	推進速度 mm/min
Case A	90	6 rpm	4.9, 7.5, 9, 11
Case B	29	4 rpm	4, 8, 12

2-2 複ビット切削時のトルク・推力の計測実験

本実験では、複ビットによる切削性能の影響を調べるため、2本及び4本のビットによって同時に供試体の切削を行った。図-1, 2にビットの軌跡図を、写真-1に4本ビット切削完了時の供試体を示す。

計測項目は、それぞれの実験において、掘削機のトルク・推力、推進速度等を測定した。

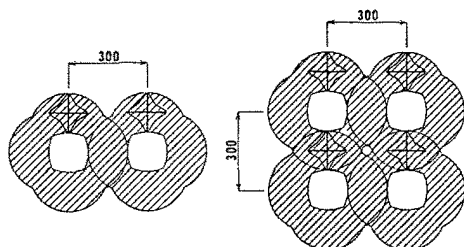


図-1 2本ビット軌跡図 図-2 4本ビット軌跡図

2-3 ビット摩耗量の計測

多軸シールドは、カッターの回転半径が小さいため、摺動距離も小さく、ビットの摩耗に対して有利であると考えられる。本実験においては、トルク・推力の測定と同時に、各供試体を40cm切削するごとにビットの摩耗量を計測し、摩耗係数を算出した。また、超硬チップは、E-5種を使用した。

3. 実験結果

3-1 推進速度に対するトルク・推力

図-3に、推進速度を変化させた場合のトルクを示す。

Case A及びB双方とも、切削抵抗と摩擦抵抗を考慮した算定

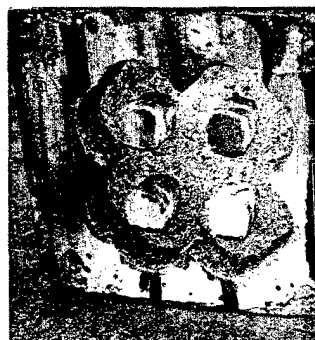


写真-1 4本ビット切削完了

キーワード DPLEX シールド, クロスルーフビット, 高強度コンクリート, カッタービット, 平行リンク
 連絡先 〒104 東京都中央区新川 1-24-4 TEL 03-3297-7011 FAX 03-3297-7065

値とはほぼ同程度のトルクであった。

また、図-4に、推進速度に対する推力を示す。Case Aにおいては、全体に静的推力の算定値より1 tf程度少なく、また Case Bについては、速度の上昇とともに推力が小さくなる傾向があった。

3-2 複ビット切削時のトルク・推力

表-2に、単ビット及び複ビットによる高強度コンクリート切削時のトルクと推力を示す。ここでは、すべてのケースで推進速度が違いため、図-3、4の単ビット実験結果を参考に4mm/minで掘進したものとしてトルクと推力の補正を行い、比較した。ここで、トルク、推力ともビットの本数には比例しておらず、切削範囲のラップにより相互に影響しあい、低減効果が現れていると考えられる。

また、表-2の実験値を参考にして、多軸(DPLEX)シールド実機による高強度コンクリート壁切削時の所要トルクと推力を算出し、切削の可能性を検討する。

シールド外径φ 3.5mの多軸(DPLEX)シールドを想定した場合、カッター回転半径 $r = 250\text{mm}$ 、推進速度 1 mm/min で高強度コンクリート壁を切削するために必要なトルク・推力は、4本ビットによる実験値を考慮して、切削面積比率で算出すると、所要トルク $T' = 20.9\text{ tf}\cdot\text{m}$ 、所要推力 $F' = 160\text{ tf}$ となる。これは、多軸(DPLEX)シールドの標準的な装備トルク $T = 26\text{ tf}\cdot\text{m}$ ($\alpha = 0.6$)、装備推力 $F = 1200\text{ tf}$ (120 tf/m^2) と比べても、十分に余裕のある値である。

3-3 ビット摩耗量

図-5にビット摩耗量と摺動距離の関係図を示す。

80N/mm²の石灰石コンクリートについては、初期摩耗量が大きく、摺動距離が1700 m（コンクリート壁40cm切削）までは摩耗係数が0.35mm/km、その後3000 m（40～80cm切削）までの区間では0.1mm/kmであった。クロスループビットによる高強度コンクリート壁切削時の摩耗係数は、全区間の平均でも0.24mm/km程度であり、一般的なティースビットの摩耗係数（0.1～0.3mm/km）と同等であることが確認できた。

また、普通砕石コンクリート切削時の摩耗係数は、0.46mm/kmであった。

4. おわりに

本実験において、多軸シールドによる高強度コンクリート壁の切削性能は、単軸シールドと遜色のないことが確認できた。また、カッター回転半径が小さいためトルクや摩耗量も小さいという利点を生かして、今後は、高速掘削や岩盤掘削等を可能にすべく研究開発を進める所存である。

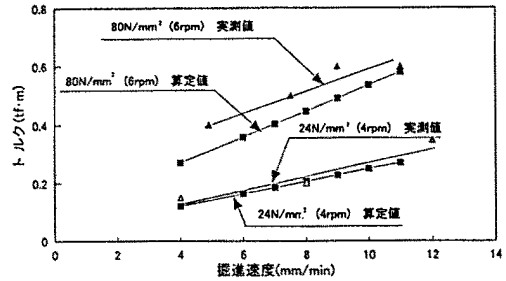


図-3 トルクー推進速度関係図

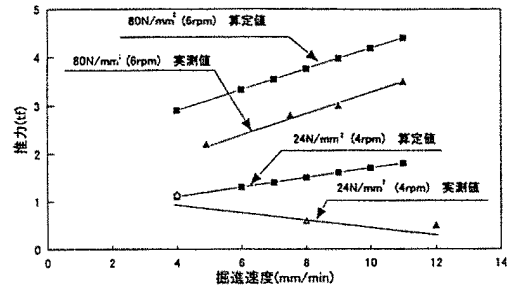


図-4 推力ー推進速度関係図

表-2 複ビット切削時のトルク・推力

	単ビット	2本ビット	4本ビット
圧縮強度 N/mm ²	90	90	90
計測トルク tf·m	0.35	0.45	0.55
計測推力 tf	2.0	2.5	4.0
推進速度 mm/min	4.0	2.0	1.9
補正トルク tf·m (100)	0.35	0.49	0.65
補正推力 tf (100)	2.0	2.7	4.4

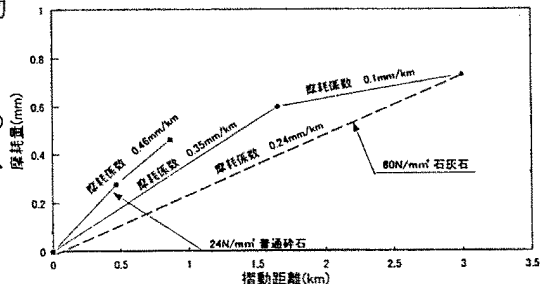


図-5 摩耗量ー摺動距離関係図