

Ⅲ - B92

多軸（D P L E X）シールドの高強度コンクリート切削性能実験（その1） クロスルーフビットの基本切削性能実験

大豊建設 正会員 小林 隆治
同 上 正会員 加島 豊
同 上 正会員 近藤 紀夫

1. はじめに

多軸（D P L E X）シールドのカッタービットは、従来の単軸シールドとは異なった切削運動を行うため、全方向切削型カッタービット（クロスルーフビット）を採用している。このクロスルーフビットによる高強度コンクリート壁や普通コンクリート壁の切削性能の検証と、より適したビットの開発を目的としてクロスルーフビットの切削性能実験を行った。

2. 多軸シールドの掘削機構

多軸シールドのカッターは、図-1のように回転軸先端にカッターフレームを偏芯させて支持する。回転軸を回転させるとカッターフレームが平行リンク運動し、地山を切削する。この切削軌跡はカッターとほぼ相似形の断面を掘削できる。

多軸シールドのカッター回転半径は、外径 3m程度のシールドでは、25cmと非常に短いためカッタートルクが小さく、摺動距離も短くなるのでビットの摩耗量も少なくなる。

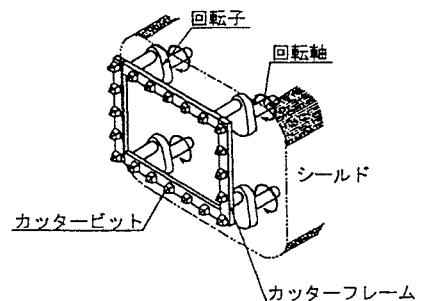


図-1 多軸シールド掘削機構

3. 実験装置

本実験に使用したビットは、図-2、写真-1に示す、全方向切削のできるクロスルーフビットであり、回転方向にかかわらず負のすくい角を持ち、超硬チップをビットの頂部に十文字に埋め込んだ形状である。超硬チップはE5種を使用した。

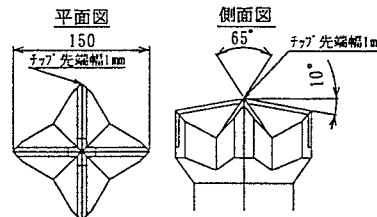


図-2 ビット図



写真-1

この負のすくい角を持つビットで、地山を切削すると、すくい面に対して垂直方向の切削力が内側に入るので、機械的強度が大きくなり、超硬チップが欠けにくくなる。

実験装置は図-3に示すように、架台の後方に推進ジャッキ、前方には供試体をそれぞれ固定し、実験機をジャッキで押して供試体の切削をした。

実験機の仕様は、カッタートルク

1.336tf・m、ジャッキ推力 30tf、

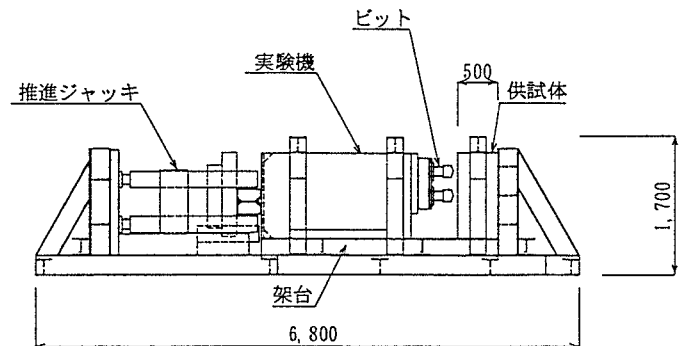


図-3 実験装置

キーワード 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、DPLEXシールド、平行リンク
連絡先 〒104 東京都中央区新川1-24-4 TEL03-3297-7011 FAX03-3297-7065

カッター支持軸4軸、カッター回転半径150mm、推進速度1～12mm/min、回転数4～8rpmである。

供試体は、表－1のように設計基準強度24 N/mm² (Case 1)、40 N/mm² (Case 2)、80 N/mm² (Case 3)、の各種コンクリートを製作して使用した。

表－1 コンクリート強度試験結果

供試体 種類	細骨材	粗骨材	W/C %	セメント量 kg/m ³	圧縮強度 N/mm ²
Case 1	陸砂	普通碎石	52	313	29
Case 2	陸砂	軽量骨材	40	378	45
Case 3	陸砂	石灰碎石	25	640	90

表－2 トルク、推力算定値

供試体 種類	圧縮強度 N/mm ²	切込み量 mm	トルク tf・m	推 力 tf
Case 1	29	1.12	0.12	1.1
Case 2	45	0.97	0.18	1.6
Case 3	90	0.67	0.27	2.9

4. 実験結果

本実験では推進速度を平均4mm/minとし、回転数はCase 1、2は4rpm、Case 3は6rpmで実験を行った。

各供試体における切削トルク、ジャッキ推力を推定すると表－2のようになる。この時の切込み量は実験値から算定した。算定式は以下に示す。

$$T = T_1 + T_2$$

T：カッタートルク、T₁：ビット切削抵抗トルク、T₂：ビット摩擦抵抗トルク

1) カッタートルク

図－4、5、6にカッタートルクグラフを示す。

カッタートルクは平均値で、Case 1が0.15tf・m、Case 2が0.25tf・m、Case 3が0.35tf・mとなり算定値より2～3割ほど大きかった。

これはクロスルーフビットの先端面が、地山に対して10度の逃げ角度を付けているので、ビットは先端から徐々に供試体を切削し、ビットの全面で切削しだすのは、ストローク15mm付近からである。いずれのケースもこれ以降は切削抵抗の他にビット側面抵抗や切削ずりの排土抵抗のため、トルクは算定値より大きくなっている。これらの抵抗値による変動として、0.1tf・m程度となっている。

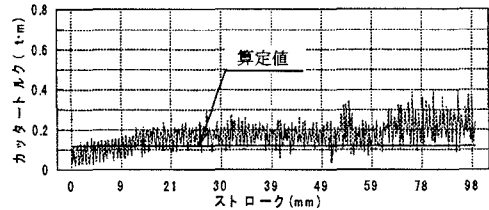
シールド設計には、上記抵抗分も考慮する必要がある。

2) ジャッキ推力

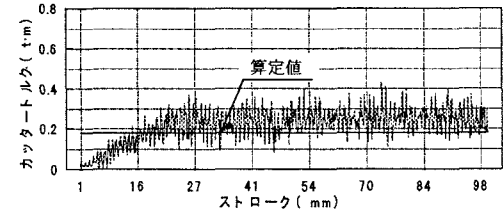
図－7はCase 3のジャッキ推力グラフで、平均値は1.5tである。Case 1、Case 2、Case 3の推力とも表－2の静的な推力の算定値より小さかった。

5. おわりに

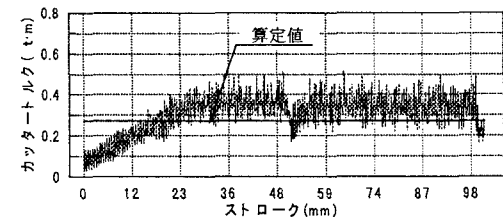
本実験によって、負のすくい角（レーキ角）を持つクロスルーフビットが、高強度コンクリート壁や普通コンクリート壁及び軽量骨材コンクリート壁に対して、平均推進速度4mm/minで切削でき、従来から使用されているティースビットと同様、十分な切削性能を確認できた。



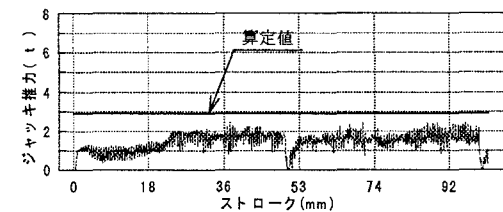
図－4 Case 1 カッタートルクグラフ



図－5 Case 2 カッタートルクグラフ



図－6 Case 3 カッタートルクグラフ



図－7 Case 3 ジャッキ推力グラフ