

Ⅵ-101 シールド発進・到達立坑の新素材コンクリート切削用カッタービットの開発

鹿島技術研究所（正） 宮内 良和 川崎重工業（株）産機プラント事業部 森尾 三郎
 鹿島機械部 （正） 今川 勉 新日本製鉄（株）新素材事業部（正） 吉住 俊彦
 鹿島機械部 杉本 彰男

1. はじめに

作業の安全性確保やコスト削減のために、立坑の発進部または到達部を新素材コンクリートで構築し、シールド機で直接坑口を切削して発進、到達を行う NOMST 工法（Novel Material Shield-cuttable Tunnel-wall System）が開発されている。NOMST 工法の使用部材としては、一般に石灰石粗骨材を使用した高強度コンクリート（70MN/m²）と、補強材として鉄筋に近いヤング係数をもつ CFRP（炭素繊維強化プラスチック）を使用している。石灰石粗骨材はカッタービットの切削抵抗と摩耗を低減する目的で使用している。また、高強度コンクリートは壁体の曲げによって NOMST 部分に発生する圧縮応力に耐えるために必要となる。しかし、これまでの NOMST の施工では高強度コンクリート部分の切削速度が遅くなることと、コンクリート切削片及び CFRP 切削片が大きくなり排泥系統が閉塞するということが懸念されている。

本報では、高強度コンクリート切削の切削速度向上を目的に、新たに開発したカッタービットの概要と切削実験の結果について紹介する。

2. カッタービットの概要

カッタービットによる高強度コンクリートの切削は、裂断型またはせん断型で進行していくと考えられる。裂断型切削とはビットの刃先が被切削材に圧着して刃先から亀裂を生じさせ、次いでせん断破壊を起こして被切削材が分離するものである。せん断型切削とは刃先の前進に伴い被切削材が圧縮変形を起こし、刃先からせん断破壊を起こすものである。このような切削では、できるだけ早く被切削材にせん断破壊を生じさせることが切削能力の面で重要となる（図-1）。

筆者らは図-2 に示すようにカッタービットに水平すくい角を設け、平面方向の切削垂直分力を発生させることで平面方向切削主分力を増加させ、コンクリートのせん断破壊を促進するビットを開発した。

3. 実験方法

開発したカッタービット（以下新型ビット）の能力を確認するために、次のような実験を行った。

図-3 に示すように、3 個のカッタービットを配置間隔 20～40mm まで 10mm 間隔で配置できる架台に取付け、NOMST 部材の高強度コンクリートと同等の設計基準強度 70MN/m²（700kgf/cm²）のコンクリート部材を装置本体の回転可能なディスクに取り付けた。実験装置は実際のシールド機とは逆に、カッタービットを架台に固定し、コンクリート部材をディスクに取り付ける構造とした。

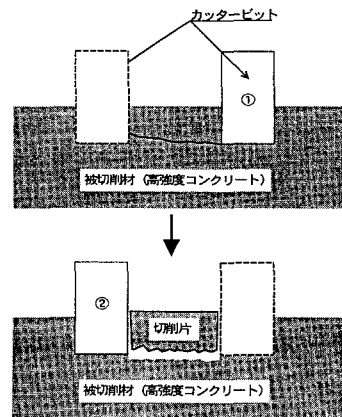


図 1 切削片のせん断破壊

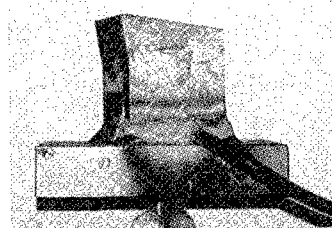
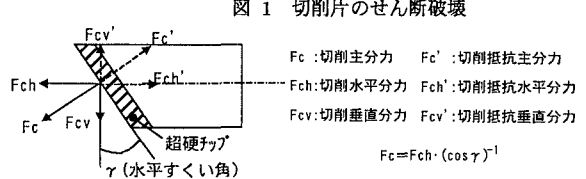


図-2 カッタービット概要

〒182 調布市飛田給 2-19-1 TEL:0424-89-7074 FAX:0424-89-2896

<キーワード>新素材コンクリート, NOMST, カッタービット, シールド機

実験ではコンクリート部材を 5rpm で回転させ、カッタービット 1 回転当りの切込量を 0.2, 0.3, 0.5, 1.0mm と変化させて切削を行い、コンクリート部材にせん断破壊が発生するときの切込み深さ、切削片の大きさ及びカッタートルを測定した。実験では水平すくい角を持たない従来型のビット(No1), 従来型で逃げ面を凸型にしたビット(No2)及び水平すくい角の異なる 2 種類の新型ビット (No3,4) 計 4 種類を用いた。

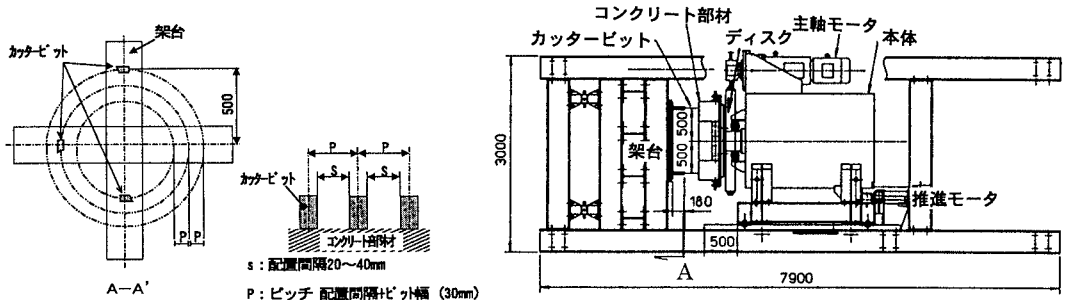


図-3 実験装置

4. 実験結果

図-4 はカッタービット配置間隔と、せん断破壊発生までの切込み深さを表している。どのビットも配置間隔を大きくすると、せん断破壊に必要な切込み深さが増加していく傾向を示している。同じ配置間隔で比較すると、No3 及び 4 の新型ビットがせん断破壊を早く発生させていることが分る。

写真-1 は新型ビットによる切削片の一例である。100mm×30mm×6mm 厚程度の大きさで、排泥系統閉塞の面からも良好な大きさであると評価できる。

図-5 は 2 種類の新型ビットについて、1 回転当りの切込量と切削抵抗の関係を示している。切削抵抗はカッタートルとビット取付け位置とから算出した。図-2 に示したように水平すくい角 γ を大きくすると、平面方向の切削主分力が同一であれば平面方向の切削抵抗水平分力は小さくなり、トルク低減につながるものと考えられる。

図-5 から γ を 20° 大きく設定した No4 は、切込量 1mm の時 No3 よりも 150N 程度切削抵抗が小さくなっていることから、切削抵抗水平分力が低減できたと考えられる。

5. まとめと今後の予定

シールド・発達立坑用新素材コンクリートの切削能力向上を目的に、新たなカッタービットを開発した。カッタービットには水平すくい角を設けることで、高強度コンクリートに早期のせん断破壊を発生させ、切削片も排泥系統の閉塞に影響を与えない大きさであることが確認できた。

現在、配置間隔や水平すくい角の最適値については検討中である。今後は、コンクリート切削片及び CFRP 切削片の影響を考察するための実験を行う予定である。

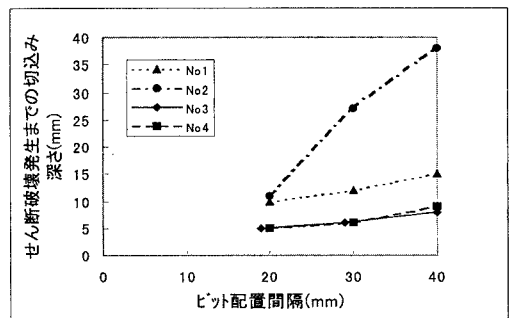


図-4 せん断破壊発生時切込み深さの比較

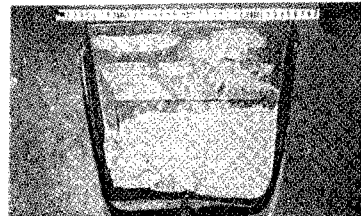


写真-1 切削片

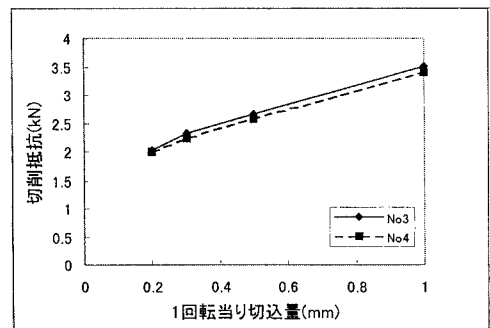


図-5 切削抵抗の比較