

VI-106

切削補強リング付きシールドによるT字型地中接合法（その1）

—工法の概要および切削性確認実験—

|               |     |    |    |
|---------------|-----|----|----|
| 清水建設土木本部      | 正会員 | 関  | 伸司 |
| 東京都下水道サービス技術部 |     | 高橋 | 良文 |
| 西松建設技術研究所     | 正会員 | 磯  | 陽夫 |
| 三菱重工業神戸造船所    |     | 傍島 | 一郎 |

## 1. はじめに

過密化した都市部では、用地不足や地価の高騰などにより立坑用地の確保が困難となってきた。このような背景から、既設トンネルに新設トンネルを接合する場合、周辺地域への影響の緩和や工期の短縮およびコストダウンを図るため、立坑を構築しないで直接接合できる工法の開発が望まれている。

当研究会（東京都下水道サービス、熊谷組、清水建設、西松建設、間組、ジオスター）では、平成6年度から既設トンネルの側方を直接切削して、地中接合させる「T字型地中接合法」の開発を進めている。

本報告では、工法の概要と要素技術である「セグメントの切削性確認実験」の結果について報告する。

## 2. 工法概要

T字型地中接合法は、シールド機の前胴部の内側に、切削ビットを付けた切削補強リングを装備し、このリングを専用のジャッキで前方に押し出すと同時に、カッタの回転力を利用してリングを回転させ、既設管のセグメントを切削する。

切削完了後は、リングを既設管に貫入させて開口部の補強部材として利用する。（図-2）

## 3. 工法の特長

切削作業時は、リングにより周辺地盤のゆるみを最小限に抑えることができ、防護のための地盤改良が不要となる。また、既設管の開口補強がなくなり、供用中の既設管への接合も可能となる工法である。

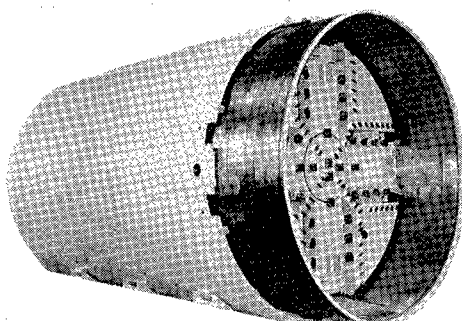
## 4. 切削性確認実験

シールド機に装備されるカッタの外周速度（20 m/min程度）でもセグメントの切削が可能か検証するため、従来から他分野で実績のある「ダイヤモンドビット」とシールド機で実績のある「超硬カッタビット」について、切削性能比較実験を行った。

### 4.1 実験方法

供試体寸法は、縦80cm、横80cm、高さ30cmで、RCセグメントの主断面（鉄筋）およびセグメントの継手部（鉄板とボルト）を模擬した。設計基準強度は、48 N/mm<sup>2</sup>で実験時のコンクリートの圧縮強度は、57～64 N/mm<sup>2</sup>であった。

ダイヤモンドビットの切削実験は、油圧式コアドリル



貫入リング

図-1 シールド機のイメージ図

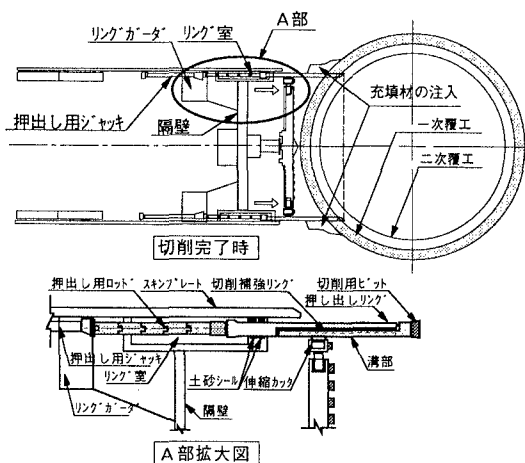


図-2 工法概要図

シールド機、地中接合、切削リング、切削実験

〒105-07 東京都港区芝浦1-2-3 シーバンスS館 TEL 03-5441-0555 FAX 03-5441-0512

を用い、シールド機に装備される周速を考慮し、ビットの回転速度を毎分60mから20mまで段階的に変化させ、切削性およびビットの摩耗性について確認した。ビットの形状は、直径20cm、高さ15cmの円筒形で、先端に幅6mm、長さ20mmのダイヤモンドチップを24個配置した構造であり、ダイヤモンドの砥粒および集中度を変化させた3種のチップ（ビット）を用いて実験した。

超硬カッタビットの切削実験は、油圧モータ駆動式の装置を用い、ビットの回転速度を毎分20mに固定した。ビットの形状は、従来の実績を考慮し、逃げ角・すくい角を5°、ビットの幅を30mm、刃先のRを1mm、材質はE3種とした。また、ビットの回転半径は25cmである。

## 4.2 実験結果

### (1) ダイヤモンドビット

ダイヤモンドビットの種類と実験時の特性について表-1にまとめて示す。鉄筋切削時の油圧変動については、ダイヤの砥粒と集中度の違いにより変化が見られ、変動の大きい順にビットA、ビットB、ビットCとなった。トルクの大きさは、ビットCが大きく、また、摩耗量についてはビットCが最も少なかった。実験結果をまとめると以下の通りである。

- ①コンクリート中の鉄筋、鉄板およびボルトを切削した状態でもトルクの変動や衝撃が少なく、切削性は良好であり、周速20m/minでも十分に切削が可能である。
- ②鉄筋コンクリートを切削したときの押し圧の限界値（コアカッタの回転が停止する直前）は、周速20m/minと60m/minを比較した場合、約2倍となることから、低速回転時の押し圧は低く抑える必要がある。
- ③チップは、切削中に摩耗が生じていても自成作用（摩耗してもボンド材が剥離することにより、常に新しいチップが表面に現れる）があるため、切削性能の低下はなかった。

図-3に切削時の限界押し圧を示し、図-4に鉄筋コンクリート切削時の送り速度とトルクの測定例を示す。

### (2) 超硬カッタビット

切削時の油圧およびトルクの大きさやバラツキは、鉄板の方が鉄筋よりも大きい。また、試験中にビットの欠けが生じたが、この原因としては、①試験装置の制御可能な送り速度（単位時間当たりの切削量:2.7mm/min）が非常に大きく、ダイヤモンドビットの試験時の値（周速20m/minで0.2mm/min）の10倍以上の送り速度で切削したこと、②実験時のビットは1個しかないため、鋼材と無筋部のコンクリートの切削性の違いにより段差が生じ、衝撃が大きくなったこと等が考えられる。

しかし、送り速度の制御方法およびビットの配置個数を増やすことでビットの欠けは防止できると考える。

## 5. まとめ

従来の低速切削の実績としては、コアドリルを用いて周速約50m/minで鉄筋コンクリートを切削した例があるが、今回の実験により、シールド機に装備される周速程度でセグメントの切削が可能であることが検証された。今後は、実機レベルの実証実験を行い、貫入リングの回転機構と切削性の詳細検討を進め、工法の適用性を確認する予定である。

表-1 ダイヤモンドビットの種類と特性

| ビット名 | 砥粒                   | 集中度              | 油圧変動          | 切削性 |     |
|------|----------------------|------------------|---------------|-----|-----|
|      |                      |                  |               | トルク | 切込み |
| ビットA | #25/40<br>(670°840μ) | 50<br>(12.5%Vol) | 変動大<br>(砥粒が大) | 小   | 小   |
| ビットB | #40/50<br>(430°570μ) | 43<br>(10.8%Vol) | 変動中           | 中   | 大   |
| ビットC | #40/50<br>(430°570μ) | 50<br>(12.5%Vol) | 変動小           | 大   | 大   |

\*1 切込みは、1回転当たりの切削量。

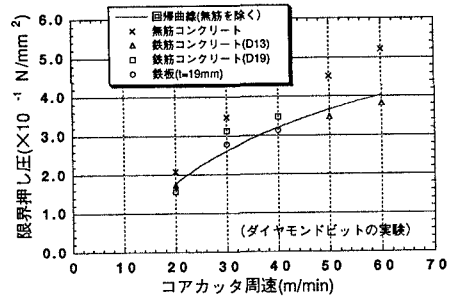


図-3 周速と限界押し圧

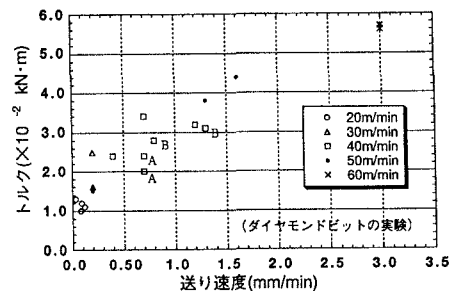


図-4 送り速度とトルク