

III-52 シールド直接発進の実証実験について

—NOMSTの開発（その2）—

前田建設工業(株) 正会員 永田 健二
 佐藤工業(株) 正会員 鈴木 克博
 西松建設(株) 正会員 伊藤 忠彦

1. はじめに

NOMST研究会はシールド直接発進・到達工法に求められる技術的課題について、従来技術で対応可能な部分と、新たに開発が必要な課題とに分けて開発を進めてきた。しかし、シールド直接発進・到達を実施するに当たっては、従来技術と新技術を組み合わせたシステムとしての総合確認が必要である。本文は、新素材コンクリート部材に鋼製部材を組合わせたものを芯材とした泥水固化壁を構築し、実際のシールド機を直接発進させた実証実験の結果について述べるものである。

2. 実証実験工事概要

図-1に発進立坑側面図を示す。立坑土留壁は、芯材のシールド切削部だけに新素材プレキャストコンクリート部材を、それ以外の上部と下部（根入れ部）には鋼製部材を用い、現場にてボルト連結・建込み後、泥水固化工法により施工した。新素材コンクリート部材は、室内での基礎実験でコンクリートの切削性・強度、引張り補強材の基本物性を確認した結果、粗骨材に石灰石、引張り補強材の主筋にCFRPストランドを、せん断補強材にCFRPロッドを使用した。また泥水固化材の強度は部材の切削安定性を高めるため4週強度30kgf/cm²と高強度のものとした。シールド機は外径2,480mm、総推力600tf、最大カッタートルク45tf・mの泥水加圧式シールドを使用した。カッタービットはティースカッターに一般的地盤で用いられている100mm幅ビットを使用し、材質は汎用タイプのE5種を用いた。なお本実験に用いた新素材コンクリート部材は、土留壁に作用する最大曲げモーメントを80tf・m/m（掘削深さ約30m）と想定して設計した。図-2にコンクリート部材の断面図を示す。

3. 実験結果

図-3に示す室内切削試験結果より、実証実験のカッタービットのパス数(k=1.22)を評価し切削トルクを推定すると表-1のようになる。算定式を以下に示す。

$$T = k F \int_{a_1}^{a_2} r \, dr$$

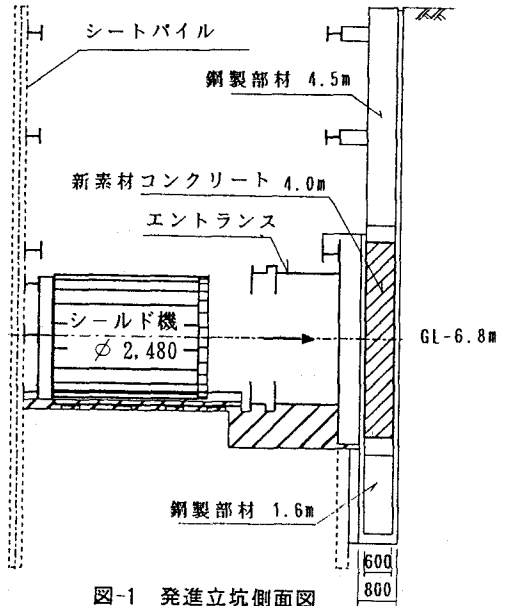


図-1 発進立坑側面図

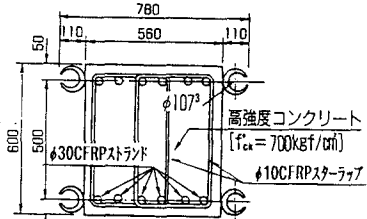


図-2 新素材コンクリート断面図

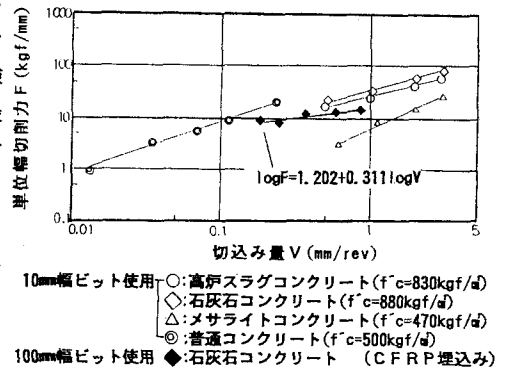


図-3 室内切削実験結果

T:推定トルク(tf・m) F:単位幅切削力(tf/m)

a1 :ティースカッターの最小回転半径(0.42m)

a2 :ティースカッターの最大回転半径(1.24m)

実証実験は表-1を参考に掘進速度 1~3mm/min で制御して掘進した。実証実験結果を図-4~5に示す。

1) 切削性

図-4より推力とカッタートルクには正の相関が見られる。また図-5より掘進速度 1.0~2.0mm/min 時点のカッタートルクが表-1の推定トルクの2倍近くになっていることが解る。これは実証実験では、カッタートルクを派生油圧より算出したので、その中に切削トルク以外の抵抗（油圧配管抵抗、切削ずりの掻き揚げ抵抗、スキンプレートと壁面の摩擦抵抗等）を含んでいるためと考えられる。しかしマシン能力を考えた場合に、掘進速度 1~2mm/minの時、カッタートルクが 10~30tf・m（マシン能力の 22~67%）総推力が 40~120tf（同 3~20%）となり、十分切削可能であった。

2) 排土性

石灰石粗骨材は砂状に細かく削れ、CFRPストランドも素線にばらけて長さ 10cm 前後の小枝状に削られ、いずれも 4インチの排泥管で閉塞することなく排出する事ができた。

3) 掘削面の状況

切削の最終段階で、コンクリートがブロック破壊を起こし大きな塊になることが懸念されたが、このような破壊は見られなかった。掘削面は写真-1に示すように非常に滑らかであり、CFRPストランドと石灰石粗骨材の組み合わせの有効性が確認された。

4) ビットの摩耗

新素材コンクリート壁貫通時のビットの摩耗は、最外周ビットの平均値で 0.8mmであった。この値は、新素材コンクリート壁貫通後シールドの到達までに、砂礫層を掘進速度30mm/minで約1000m掘進した場合に想定される摩耗量10mmに対しても非常に小さく、本掘進にほとんど影響の無い事が確認された。

4. おわりに

今回の実験によって、新素材コンクリートのプレキャスト部材を用いた土留壁の構築、およびシールドのカッタービットによる土留壁の切削といった、NOMSTの基本的な課題が解決された。今後は、ここで得られた各種データをもとに、本工法をより合理的な工法として発展させていく努力をして行きたい。

表-1 切り込み量による推定トルク

掘進速度 (mm/min)	回転数 (rpm)	切り込み量 V (mm/rev)	単位幅切削力 F(tf/m)	トルク T(tf・m)
1.0	1.25	0.8	14.9	12.4
2.0	1.25	1.6	18.9	15.3
3.0	1.25	2.4	20.9	17.4

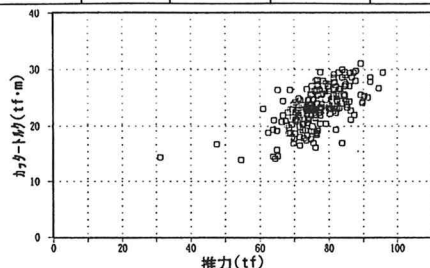


図-4 推力とカッタートルクの関係

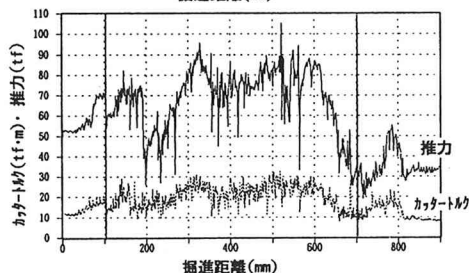
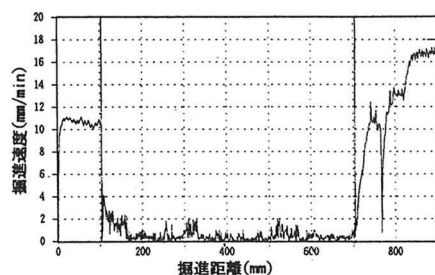
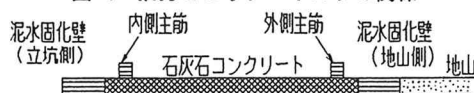


図-5 掘進速度、推力、カッタートルクの変化

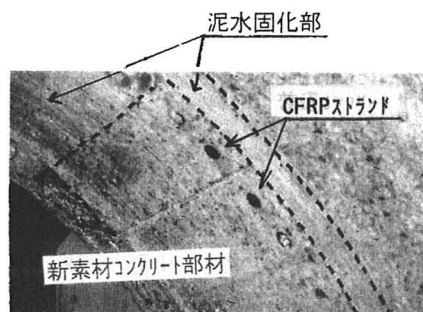


写真-1 切削状況