新型プレキャスト部材を用いた仮壁切削による大断面シールドの発進施工実績

首都高速道路（株）　正会員　中西禎之　　正会員　前川　敦
○（株）間組　正会員　井上隆広*　　正会員　岩堀和馬*

１．はじめに

首都高速道路中央環状品川線は、高速湾岸線から3号渋谷線間を連携する延長約9㎞の地下トンネルであり、現在、鋭意建設が進められている。このうち、本工事は大橋ジャンクションへの連結路を開削工法および非開削工法により構築するものであり、連結路単独部には外径φ9.7mの泥土圧シールド工法を採用している。

一般に、シールドの発進においては地盤改良を併用して仮壁を事前に撤去する方法が用いられるが、本工事では道路幅員が狭く地下埋設物が輻輳していることから発進立坑が非常に狭隘であること、本線・連結路のシールドが上下二段（計４トンネル）で輻輳するなか工程短縮が必須であることから、土留め壁にシールドで切削可能な部材を用いて直接発進する方法を採用した。

しかし、従来このような部材に太径の炭素繊維ロッドの筋材と高強度石灰石コンクリートを使用することが多く、シールド掘進時の取込み不良や切削性低下、施工条件によっては騒音・振動が問題となることも報告されている。

そこで本工事では、切削性に優れた新型のプレキャスト部材を使用し、円滑に発進することができた。本稿ではその概要と施工実績について報告する。

２．新型プレキャスト部材の概要

採用した新型部材を**写真-1～2**、**図-1**に示す（NOMST GRM［Grid Reinforced Mortar］：新日鉄ﾏﾃﾘｱﾙｽﾞ製）。これは、筋材に薄板状の炭素繊維格子材（引張強度1,200 N/㎟）を束ねたものを使用し、高強度モルタル（設計基準強度60N/㎟）で形成したプレキャスト部材であり、以下の特長が期待される。

・粗骨材のないモルタルであり、切削性に優れる。
・筋材が薄板状のため切削屑が細かく、取込み易い。
・筋材のかぶりを縮小でき、モルタルが大割れし難い。

なお、シールドには切削負荷の低減や振動抑制のため鋭利な先行ビットを細かく配置（パス間隔80㎜、**写真-3**）、推進ジャッキを微速制御（1～3㎜/分）できるように専用の油圧系統を装備している。さらにカッター中央の仮壁は事前に一部撤去し、切削ズリの流路を確保してビットの異常摩耗や過大な推力の防止を図っている（**写真-4**）。

写真-1　新型プレキャスト部材

写真-2　炭素繊維補強筋

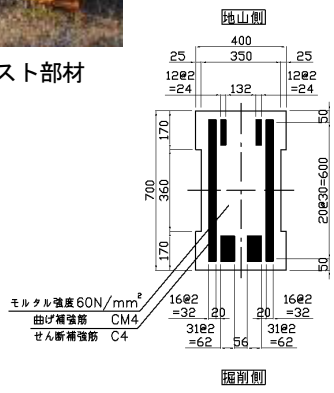

図-1　新型部材の断面構造

写真-3　仮壁切削対応の先行ビット

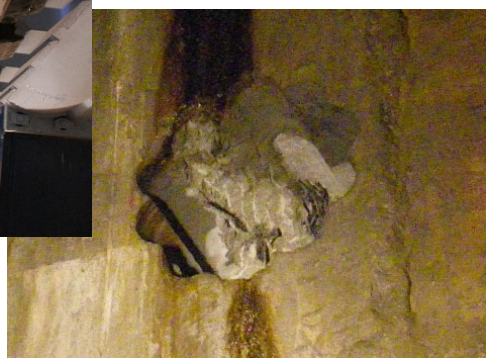

写真-4　中央部仮壁の芯抜き

キーワード：シールド，発進，直接切削，振動
*連絡先（東京都目黒区大橋 1-8-3・TEL03-5489-6366・FAX03-5489-6367）

３．施工実績

仮壁厚さは700㎜であり、シールド縦断勾配（5.8%）とソイルセメント壁の建込み精度（+100㎜）を考慮すると、上部が仮壁に接して下部が仮壁を抜けるまで、切削延長は1,360㎜である。

仮壁切削はトラブルなく順調に推移し、実質3日（6方、平均掘進速度約1㎜/分）で完了した。新型プレキャスト部材（GRM）は、従来に比べて部材が大割れすることなく、格子筋とともに細かく切削されており、切削性は飛躍的に改善されている。切削中の状況を**写真-5**に示すが、先行ビットでの切削痕が明瞭に観察され、切削性が良好であることが分かる。

排出された切削ズリ（チャンバー充填材、砂、細粒分は除去）を炭素繊維補強筋とプレキャストモルタル等に分離して**写真-6～7**に示す。これから分かるように、炭素繊維補強筋は非常に細かく切削されており、最長でも10㎝程度であった。また、切削ズリも概ね直径20㎜以下に細分化されており、良好な切削であったことが分かる。

図-2に掘進延長に対するカッタートルクおよび推力の推移を示す。カッタートルクは切削当初1,000kN-m程度（無負荷検査時で約900kN-m）であったものが、切削面積の増加に伴いゆっくりと増加し、最大3,000kN-m程度（定格13,900kN-mの約22%）に達した。これは、従来型に比べて切削による部材のクラックが発生しにくいため、メインビットを押し付け気味となり、カッタートルクが上昇する傾向にあると推察される。このような傾向は高強度モルタルを用いた新型部材の特徴であると考える。カッタートルクはピーク値を示した後は、仮壁部材の減少に伴い低下している。

図-2に示す推力値は、切削に必要な推力を評価するため、切羽土圧およびシールド発進架台の摩擦力（空推進時の実測値）を控除している。推力値は切削に伴い増加する傾向にあった。仮壁の切削完了後も増加傾向にあり、これは背面地山（上総層固結シルト）の切削負荷であると考えられる。

また、仮壁切削中の振動について生活環境に影響を与えやすい23～24時に測定したが、**表-1**に示すとおり良好な施工結果が得られた（一般に55dB以下は体感しない）。

４．おわりに

近年、大都市部におけるシールド工事では、狭隘な施工空間への対応や工期短縮、環境負荷の低減がますます求められている。そのような条件において、安全で円滑なシールド発進方法として仮壁直接切削方式は有力であり、本工事の事例は、今後の類似工事の施工計画立案に役に立つものと考える。

写真-5　仮壁の切削痕

写真-6　切削ズリ（分離した炭素繊維）

写真-7　切削ズリ（分離したモルタル等）

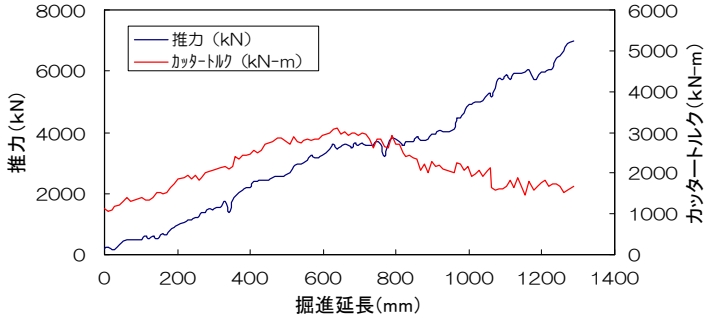

図-2　カッタートルクと推力の推移

表-1　仮壁切削に伴う振動測定結果

	測定場所	平均暗振動［dB］	最大切削振動［dB］	備　考
振動	シールド発進架台	28	69	シールド自身への影響
	逆巻きスラブ	28	34	躯体、仮壁への影響
	直上地表面	35	35	地上部への影響