

VI-14

馬蹄形シールド工法の開発

前田建設工業㈱ 技術部 正会員 久保田五十一
 土木設計部 正会員 ○堀田 孝
 ㈱小松製作所 地下建機事業部 三谷 典夫
 同上 川合 一成

1. まえがき

昨今、地下空間の有効利用が多方面で注目されている中、都市トンネルの代表的構築工法であるシールド工法においてもその研究開発の主体が大深度・大断面あるいは経済性・合理性の追求へと移行しつつある。

本論文で報告する馬蹄形シールド工法は、従来の円形シールド工法に替わり、密閉形シールドで馬蹄形断面のトンネル構築を可能にするもので、経済性・合理性に優れ、今後期待される工法である。

2. 円形シールド工法との比較

洞道を例にとった円形シールド工法と馬蹄形シールド工法の比較を表 1に示す。馬蹄形シールド工法は占有巾・掘削断面・内空断面の活用のしやすさなどにおいて優れており、鉄道トンネル・水路トンネルなどにおいても活用が期待される。

3. シールド機概要

馬蹄形シールド機は、シールド本体構造・強度・切羽掘削機構・方向制御機構・セグメントエレクションを中心に技術開発を実施した。（図 1・図 2参照）

以下にその要点を述べる。

3.1 シールド本体

基本的には従来の円形シールド機と同様であるが、側面および底面に直線部が存在し、特に後胴部の強度・たわみなどを確認する必要がある。

強度解析は、後胴部前端を固定した面対称モデルでFEM解析を実施した。荷重条件および結果は図 3～図 4の通りで板厚40～60mm程度で対応できることが判明した。

3.2 切羽掘削機構

異形断面を切削する方法としては様々考えられるが、基本的には円弧と直線の組み合わせと考え、従来の円形カッタヘッドと新しく開発した直線部掘削機構である揺動カッタを各々複数個組合わせることにより全断面密閉型機械掘削を可能にした。

（揺動カッタについては現在実験中であり、次の機会に結

表 1 概略比較表

	(A) 円形シールド	(B) 馬蹄形シールド	(B)/(A)
概 全 図			—
内 占 有 幅	3.90m	2.90m	0.74
一 次 覆 工	1.59t/m	2.91t/m	1.83
二次覆工断面積	2.14㎡	1.83㎡	0.86
実 断 面 積	11.95㎡	9.73㎡	0.81
架 設 工 法	ラックの施設が複雑	ラックの施設が簡単	—

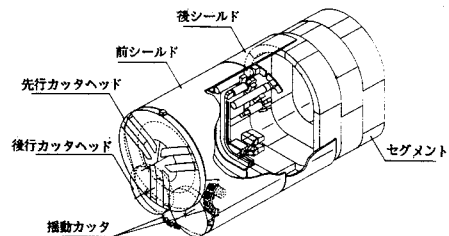
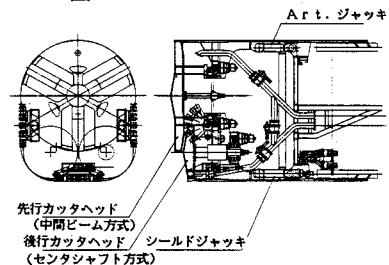


図 1 シールド機外観図



	主 要 装 置	個 数
1	先行カッタヘッド	1
2	後行カッタヘッド	2
3	揺動カッタ	3
4	屈曲機構	一式
5	自走式エレクタ	一式

図 2 シールド機機要図

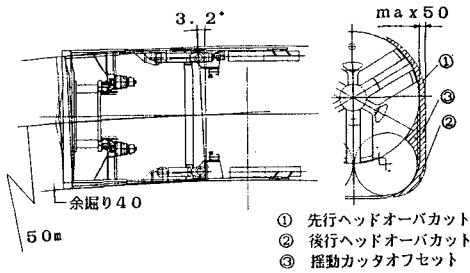


図5 シールド機屈曲状態図

果をまとめて報告する予定である。）

3.3 方向制御機構

馬蹄形シールド機はシールド本体外形部にくびれ部などの急激な変曲点がないため円形シールドと同様、容易に機体屈曲が可能であり、コピーカットおよび揺動カットのオフセット機構を併用することでR 50mの急曲線施工も可能となる。（図5参照）

3.4 セグメントエレクション

馬蹄形セグメントには、従来の旋回リング式エレクトাによる組立ては困難なため、セグメントピックアップがシールド機内面に沿って動く自走式セグメントエレクトアにより組立てを行うものとする。

4 セグメント

セグメントの経済性は掘削断面・占有巾・内空の活用性等を加味し、総合的に判断すべきものである。馬蹄形セグメントは、側面・底面に直線部が存在することにより、従来の円形シールドに比較して、構造上不利になり、多少部材断面の大きい構造となる。

従ってセグメントだけに限定すれば、経済性は多少劣るといわざるを得ない。

シールド機検討と同様な荷重条件で、通常の慣用計算法に準拠した検討結果を表2に示す。

本検討の対象はスチールセグメントとしたが、他材質のセグメント（ダクタイル、RCセグメント）、あるいは二次覆工との重ね構造を考慮することで、より一層の経済性の追求が可能と考える。

5 まとめ

今回の検討・解析により密閉形シールドによる馬蹄形トンネルの構築は可能と判断された。また、その機械性能および施工性においても円形シールド工法と大差ないという結果が得られた。今後はさらに本工法の実施に向け研究を進めていく予定である。

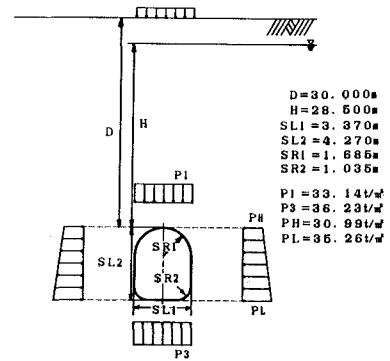


図3 荷重条件

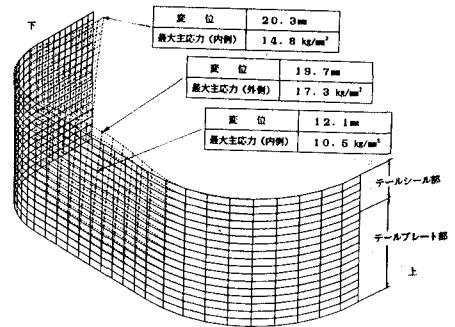


図4 FEM解析結果

表2 断面力計算結果

断面力図	断面力図	
	曲げモーメント図	軸力図
断面力計算結果	Mmax=16.08tm Nmax=44.39t	Mmin=-11.56tm Nmax= 60.10t