

39. 大断面機械化メッセル掘削機の開発

（株）奥村組 万 沢 哲 雄
伊 藤 俊 彦

1. まえがき

最近の土木工事は機械化が進み、トンネル掘削についても近代化されているといわれているが、軟岩または土砂トンネルについては、いまだ人力に依存する従地工法が多いようである。

従地工法の一つで1954年頃西ドイツで開発されたメッセル工法は、崩落しやすい軟岩や土砂地盤を安全に掘削できる工法として、数年前、我が国に導入されて以来、道路、鉄道、上下水道などのトンネル工事に用いられている。このメッセル工法を機械化および省力化した改良工法がOSA工法（Okumura Sliding Armour）で、地下鉄工事のような大断面から上下水道工事のような中小断面まで幅広いトンネル施工に使用でき、特に鉄道や道路下の横断トンネル工事に適している。

本報告の機械化メッセル掘削機（OSA機）は当工法に使用する機械であり、以下に本機の概要とその施工例を述べる。

2. OSA機の概要

(1) 構造

従来のメッセル工法では、メッセル支保枠の盛替えに手間がかかり、また盛替え時にはメッセル矢板の鼻下りや矢板継手部にずれが生じやすいなどの欠点がみられる。そこで、このような欠点をなくすため、図-1に示すようにOSA機の構造は特殊鋼矢板と支保枠と交互に推進してトンネルを掘削する自走式の掘削機になっている。OSA機はいわば外殻と分割したオープン・シールド掘削機とも

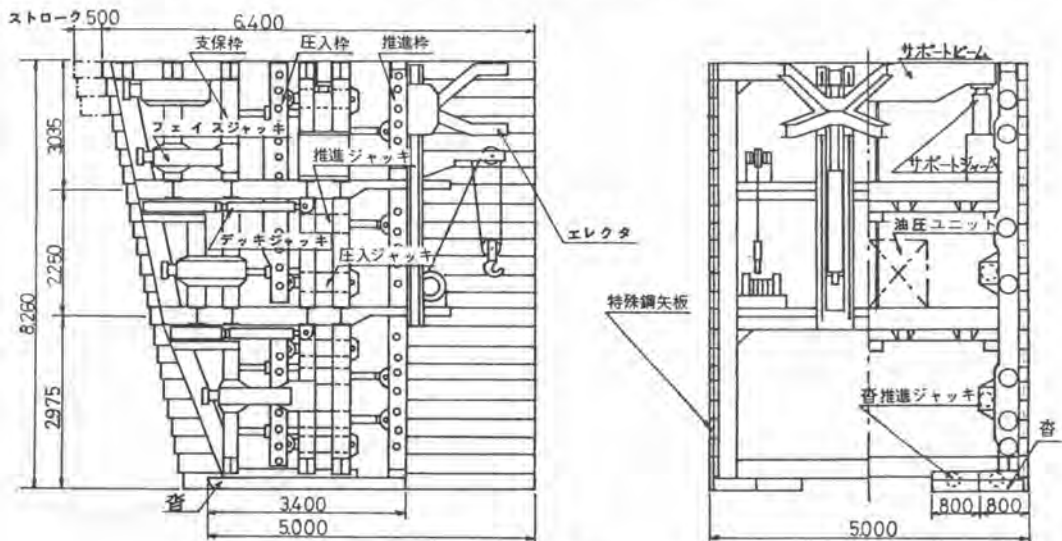


図-1 OSA機(5000x8260)構造図

いえるが、シールド掘削機のように推進反力とセグメントに支持させるものではなく、特殊鋼矢板の外周面に生じる土圧摩擦力を推進反力とし、特殊鋼矢板の圧入と支保枠の推進とを行うようにしたものである。

(2) 作業順序

作業は4段階に分かれており、これらの作業を繰返すことによりOSA機は「尺取り虫」のように地中を掘り進むことができる。次に作業順序にしたがって説明する。

A. 特殊鋼矢板の圧入(図-2参照)

圧入しようとする特殊鋼矢板(1枚~数枚)を圧入枠にピンで連結し、圧入枠と圧入ジャッキで構成された圧入装置によって順次切羽に圧入する。残りの特殊鋼矢板は推進枠にピンで連結し、これらの特殊鋼矢板にかかる土圧で圧入する特殊鋼矢板の圧入反力を支持する。

b. 掘削

断面や土質に応じて手掘りまたは機械掘削で行う。

C. 支保枠および推進枠の推進(図-3参照)

特殊鋼矢板と推進枠をピンで連結し、推進枠と推進ジャッキで構成された推進装置で支保枠と前進させる。次に連結ピンを抜き、推進ジャッキを縮めて推進枠を引き寄せせる。

d. トンネル支保工の組立ておよび土止め

特殊鋼矢板のテール部でトンネル支保工をエレクターで組立て、支保工の外周部は土止矢板で覆う。特殊鋼矢板が前進して土止矢板が特殊鋼矢板から外れたら支保工と土止矢板との間に楔を打込み、地山に土止矢板を密着させ、トンネルの崩れを防ぐ。

(3) OSA機の特徴

- i. 支保枠の形状を変えることによって矩形、馬蹄形、円形など、用途に応じて形状を施工できる。
- ii. シールド工法に比べてセグメントが不要のため、工事費が割安である。
- iii. 機械化されているので作業が省力化でき能率もよい。
- iv. 余掘りが少ないので地盤沈下が非常に小さい。
- v. 剛性の高い特殊鋼矢板と支保枠を使用しているため、安全に作業できる。
- vi. 構造が簡単なので容易に操作でき、そのため熟練工と必要としない。

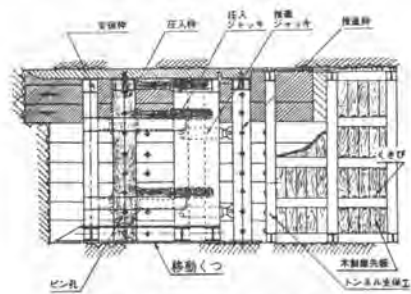


図-2 特殊鋼矢板の圧入図

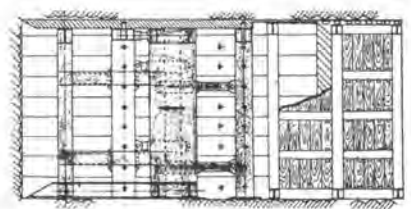


図-3 支保枠の圧入図

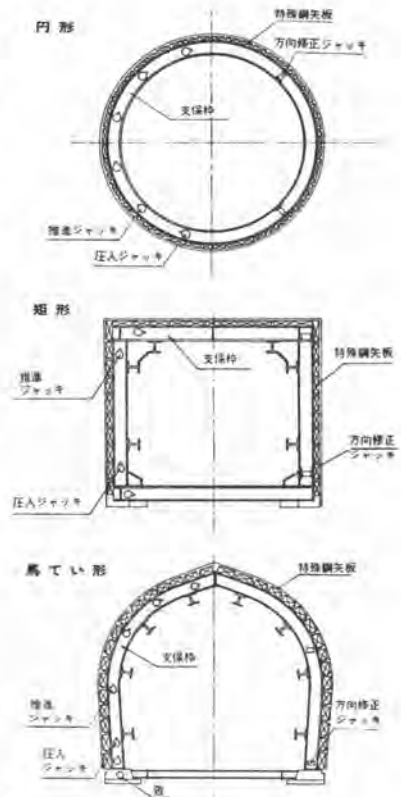


図-4 OSA機の断面形状図

OSA機の掘削断面の土質は図-7に示すとおりである。当初のボーリング調査は支保工の支持地盤にあたるRL-9.6m付近ではN値12~15の粘土層と判定していたが、実際には50cm程度高植土層があり、地耐力の不足のため碎石に置換えた。

(3) パイプルーフの施工

鋼管の圧入は土がぶりが13cmと浅いため、鋼管をそのまま圧入すると鋼管先端で土を押し軌道に変状を与える恐れがあるので、鋼管を回転させて圧入する方式で行った。

この結果、軌道に変状を与えることなく、誤差も0.35% (60/7000) 以内の精度で施工できた。

(4) OSA工法の施工

パイプルーフを施工した後、幅5m、高さ8.26m、重量110tのOSA機で、ミ道橋断面を図-7に示すようにA.B.C.D.Eの順序で掘削した。

トンネル支保工は300×300×10×15H鋼を使用し、OSA機に装備した吊りビームとエレクタを組み立てた。OSA機全景と写真-1/にその主要諸元を表-1/に示す。

OSA工法の進捗は0.45~0.6%/日、左右の施工誤差は50mmであった。軌道の沈下はA部掘削時に出水があり、OSA機が少し沈下したため軌道に8mmの沈下がみられたので、直ちに軌道修正を行い、列車の運行に支障なく工事を施工した(写真-2参照)。

5. あとがき

本機は現在まで数件の施工実績と研究を重ね、中小断面においては方向修正も可能となった。大断面についても曲線施工のできる掘削機へと研究中である。



写真-1 OSA機全景

1回の掘削量		500mm
掘削力	最大	20t
掘削の最大反力		10 t
掘削速度	掘削間で	1.4cm/sec (24cm/sec)
掘削圧入圧力		50t×500st 8本
掘削引込速度		2.5cm/sec
掘削掘削圧力		50t×500st 8本
掘削掘削速度		16.7cm/sec
掘削掘削圧力		30t×750st 8本
掘削掘削圧力		30t×400st 2本
掘削掘削圧力	1本の自重	270cm/min
掘削掘削圧力		30t×500st 8本
掘削掘削圧力	掘削	212cm/min
掘削掘削圧力		70t×300st 4本
掘削掘削圧力	掘削速度	120cm/min
掘削掘削圧力		ピストンポンプ式 最大716-ハンドレゾルゲル
掘削掘削圧力		20t/min
掘削掘削圧力		200kg/cm ² セット圧300kg/cm ² 常用 210 kg/cm ²
掘削掘削圧力		22mm/5 P/E 種全地外鋼 870PPMS012
掘削掘削圧力		500
掘削掘削圧力		500V 3φ 30HZ
掘削掘削圧力		復調ファン (上段デッキに設置)
掘削掘削圧力		15kwOH
掘削掘削圧力		BS-305型 0.3m ³ 8t
掘削掘削圧力		揚刀 8t

表-1 5000 X 8260 OSA機諸元表

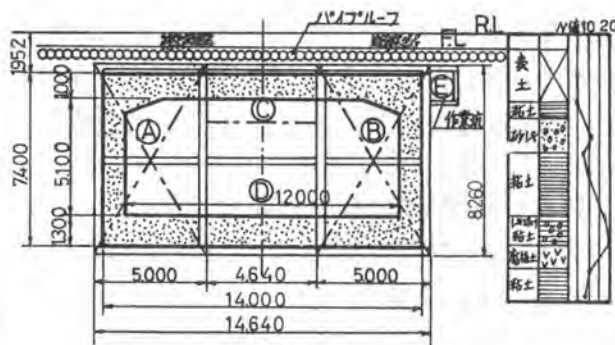


図-7 施工断面と土質柱状図



写真-2 OSA機による掘削完了状況