

VI-68

地盤改良を省略したシールドマシン直接発進方式の考案

—— スライドゲート方式の採用 ——

N T T 東京設備建設総合センタ 正会員 平山和幸

// 八木橋計

(株)協和エクシオ 正会員 相田慎二

// 大石橋政仁

1. はじめに

従来、立坑からのシールド発進において、地山の崩壊および止水を目的とした、発進部の地盤改良を実施してきたが、近年、施工方法・施工機器等の開発により、地盤改良を省略できるシールド発進方法が多々報告されている。

本報は、鋼製立坑の発進部に、シールドマシンにて切削が可能な特殊モルタル蓋と立坑施工時にこれを防護するスライドゲートを設置し、地盤改良を省略したシールドマシン直接発進方法を考案したので報告するものである。

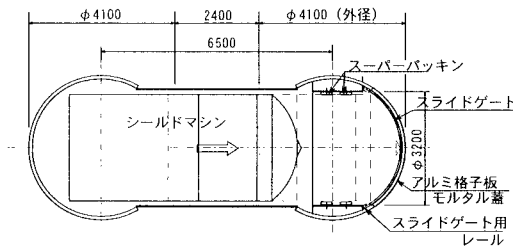


図-1 平面図

2. 立坑構造解析

本件は、内板・外板の2重構造による外径 $\phi 4.1\text{m}$ の鋼製立坑を全旋回方式によって築造する計画において、板厚の低減による経済性を図るとともに、シールド発進部蓋とする特殊モルタル製の厚板とスライドゲートの鋼製薄板の設計を行うために、3次元FEM解析を実施した。

(図-1,2に概要を示す。)

(1) 解析条件

- ① 解析モデルは図-3に示すとおり、ケーシングチューブ2ロッドを設計深度に押し込んだものとした。
- ② 荷重は施工時を想定し、外板および蓋の表面に側圧として 48tf/m^2 の等分布荷重を載荷し、円筒上端に押し込み力 120tf 、回転トルク $1,200\text{tf}\cdot\text{m}$ を載荷するものとした。

- ③ 使用鋼材はSM490A (JIS G3106)とし、

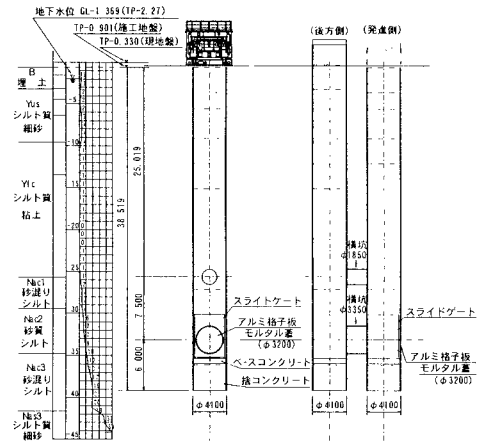


図-2 断面図

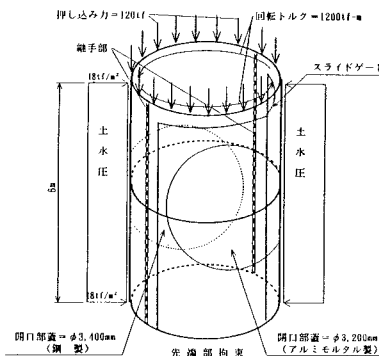


図-3 解析モデル図

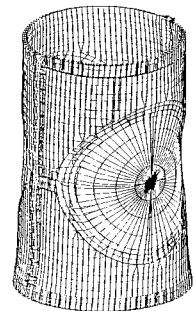


図-4 全体変形概要図

キーワード：シールドトンネル、スライドゲート、マシン直接発進、地盤改良省略

〒108-8019 東京都港区港南1-9-1 TEL 03-3740-9068 FAX 03-3740-6927

短期許容応力度は $2,850\text{kgf/cm}^2$ ($\because 1,900 \times 1.5$)、弾性係数は $2.1 \times 10^6\text{kgf/cm}^2$ 、ポアソン比は 0.3 とした。

- ④ 発進部蓋はアルミモルタル製とし、短期許容応力度は圧縮で 200kgf/cm^2 ($\because 400 \div 3 \times 1.5$)、引張で 40kgf/cm^2 ($\because 400 \div 10$)、弾性係数は $3.1 \times 10^6\text{kgf/cm}^2$ 、ポアソン比は 0.2 とした。

(2) 解析結果

全体変形の概要を図-4に示すが、発進部蓋とスライドゲートの最大変位量は 1.2 mm である。また、各部材の最大発生応力度は、表-1 のとおり鋼材においては横リブ材の $2,244\text{kgf/cm}^2$ であり、発進部蓋

においては圧縮側で 169kgf/cm^2 、引張側で 38kgf/cm^2 となり、いずれにおいても許容応力度以内であった。

なお、発進部蓋の断面設計においては、軸力を考慮した鉄筋コンクリートの理論により行い、アルミ混入量を決定しており、シールドマシン発進時はスライドゲートを引き上げることで、蓋部分のみで荷重を受けることとなるが、この時は側圧による圧縮応力のみが発生し、許容応力度以内であることを確認している。

3. シールドマシンの特徴

シールドマシンにより切削可能な発進部蓋を種々検討したが、材料コストが安価なアルミに着眼して、これを格子状にした板を配した高強度モルタル蓋を計画した。

実施工では厚さ 25 mm のアルミ格子板を骨材とする $t=100$ mm の特殊モルタル蓋をシールドマシンにて直接切削するため、事前に、実機に使用想定しているビット（材質：刃先E5種）によるアルミ格子板の切削実験を行った。

その結果は、図-5に示すとおり切削反力が切込み深さに対して比較的にリニアに推移するが、切込み反力は切込み深さに対して乱れる傾向にあることが判った。他にビット形状、材質の違いによる切削状況およびアルミの切削片状態等から使用するシールドマシンには、下記の特徴を持たせた。

- ① カッターヘッドをドーム形状とし、中心部から外周部に向って全面切削できる構造とした。
- ② 先行ビットでアルミ格子板を切削するものとして、メインビットとの高低差は 30 mm とした。
- ③ 先行ビットにてアルミ格子板を“かんな”で削るような超微速掘進管理制御とした。

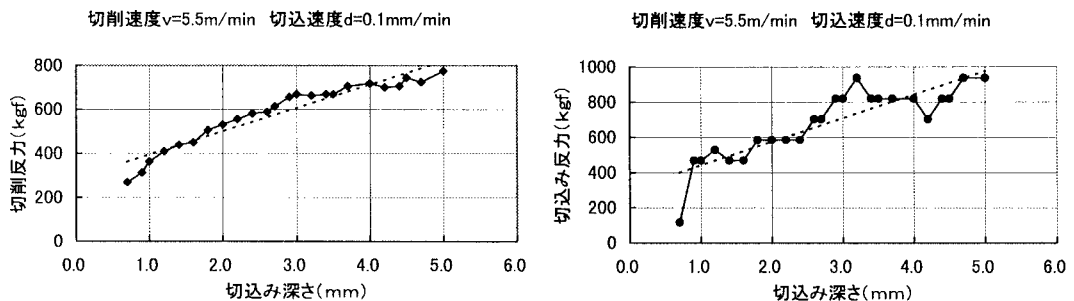


図-5 切削反力および切込み反力推移図

4. まとめ

本方式は、立坑築造時において発進口を特殊モルタル等による置換が可能な形態と、シールドマシンと壁体との間に地下水を完全に封止えるエントランス空間が確保できれば、応用性のある工法であり、坑口部のはつり等の人力作業を無くし、地山の崩壊および止水を目的とした地盤改良を省略することにより、コストの低減と工期短縮が可能となる。

また、交通事情、道路管理上の掘削制限、周辺環境や既設構造物の影響等のため、シールド発進部の地盤改良が困難または高価になることによって、計画断念や大幅変更となるような工事計画案に対しては有効な対処方法となる。

最後に、本方式の考案に際し、関係各位に感謝するとともに、本方式が今後のシールド関連工事の発展に寄与できることを期待するものである。

表-1 発生最大応力度（解析値）

部 材	最大主応力度	最小主応力度
発 進 部 蓋	38	-169
スライドゲート	309	-412
内 板	951	-1,696
外 板	257	-678
横 リ ブ	1,061	-2,244
縦 リ ブ	1,964	-1,845

注：単位は kgf/cm^2

(+) は引張応力度、(-) は圧縮応力度を示す。