

技術開発賞受賞の紹介 球体シールド工法の開発

DEVELOPMENT OF ROTATING SHIELD METHOD

鈴木英世*・貝沼憲男**・別所俊彦***・金子研一****・藤本幸男*****

Hideyo SUZUKI, Norio KAINUMA, Toshihiko BESSHO, Ken-ichi KANEKO and Yukio FUJIMOTO

- * 正会員 東京電力(株) 技術研究所構造研究室長 (〒182 調布市西つつじヶ丘2-4-1)
- ** 正会員 東京電力(株) 技術研究所構造研究室主管研究員
- *** 正会員 大成建設(株) 技術本部生産技術開発部部长
- **** 正会員 大成建設(株) 技術本部生産技術開発部工法開発室課長
- ***** 非会員 石川島播磨重工業(株) 油機・シールド事業部副事業部長

Key Words: rotating shield, vertical-horizontal continuous shield, shaft

1. はじめに

都市部の電気、ガス、上下水道をはじめとするライフラインの建設では、シールド工法によるトンネル構築が主翼を担ってきた。ところが、これらの都市機能の集積により、大都市圏における幹線道路下浅部～中深部の地下利用状況は既に飽和状態に近い。一方、都市基盤整備に対する需要は益々増大傾向にある。そこで近年では大深度の地下空間利用に目が向けられ、その実現のため、大深度地下空間建設技術の開発の必要性が高まっている。

地下50mのシールド工事を想定した場合、シールドトンネルの施工については、現状の技術で対応可能である。これに対し、立坑についてはその構築に連続地中壁工法あるいはケーソン工法等の従来技術を用いた場合、工期の長期化、工費の増大、環境・安全対策等解決すべき問題は多い。

このような背景のもと、全く新しい立坑構築のアプローチとして、1台のシールドで地上から立坑と横坑を連続して掘削する施工法の開発に取り組み、その結果、球体を利用することによって立坑底部で直角に掘進方向の変更を可能とする「球体シールド」を考案し、実用化した。

本工法の特徴として、① 立坑寸法の小型化、② 立坑の高速施工、③ 深いほど高い経済性、④ 大深度での安全性の向上、⑤ 環境への配慮があげられる。

2. 球体シールド工法の概要

(1) 基本構造

球体シールドの全体構造を図-1に、組立図を図-2に示す。立坑を掘削するタテシールドと、横坑を掘削するヨコシールド、およびヨコシールドを方向転換時に収

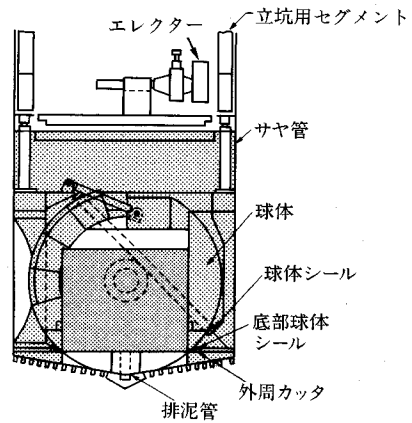


図-1 球体シールド全体構造

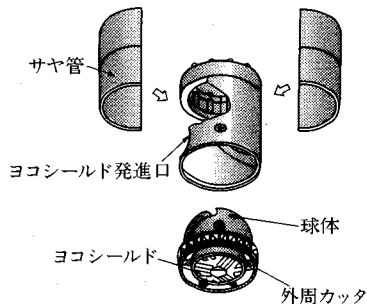


図-2 組立図

納するための球体により構成される。

また、タテシールドは、立坑掘削中、ヨコシールド発進口で地山の崩壊等が起こらぬようテーブルプレートを兼ねたサヤ管で覆われている。

ヨコシールドのカッタはタテシールドのカッタを兼ね

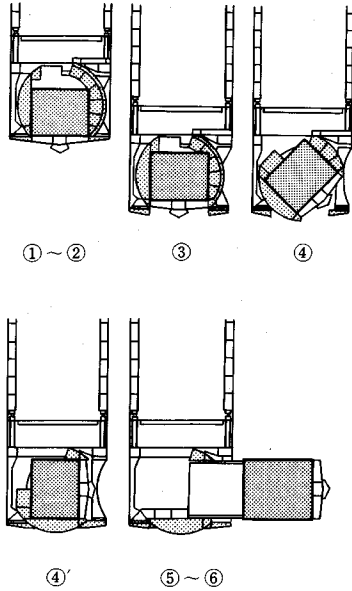


図-3 施工手順

た構造としている。タテシールドのカッタはヨコシールドのカッタとその外側に装備された環状の外周カッタから構成され、これにより立坑掘削を行う。両者はストップピンにて結合しており、油圧ジャッキにより脱着する。

立坑掘削時の排土は泥水式とした。掘削土は、球体外側に配置した送泥管からの泥水流によりカッタ中央にある排泥管に集められ、カッタ部のセンタシャフトからポンプにより吸い上げる方式である。

タテシールドと球体間の止水を目的として、タテシールドと球体間に斜めのシール（球体シール）を、また、ヨコシールド発進後、球体を撤去した後の止水を目的として、球体下部に底部球体シールを設けている。

(2) 施工手順

立坑掘進から横坑発進までの手順を図-3に示す。

- ① 地上に架台を設けて、シールドを倒立させた状態で下方へ掘進する。掘進初期は、シールドの姿勢を吊りジャッキでコントロールする。
- ② テール内でセグメントを組立て、セグメントに反力を取り下方へ掘進する。
- ③ 所定の深度まで掘進後、外周カッタを切り離し、タテシールドの掘削装置の一部であったヨコシールドを球体内にスライドし、収納する。
- ④ 回転ジャッキにより球体を90度回転させ、ヨコシールドを水平に向ける。
- ⑤ ヨコシールドのテールプレートを溶接により継ぎ足し、エレクト等を整備してヨコシールドを完成

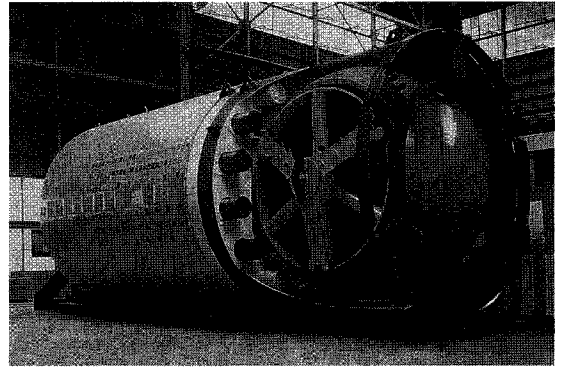


写真-1 直角シールド

する。

- ⑥ 従来のシールドと同様に、立坑からヨコシールドを発進する。

(3) 開発の経緯

平成元年より開発に着手し、試設計および各種要素実験を行った。主な実験としては平成2年度に行った球体回転部のシール性能実験と平成3年度に行った立坑掘削実験があげられる。シール性能実験では考案したシールで10 kgf/cm²までの止水性能を確認した。立坑掘削実験では、① シールドによる立坑掘削が可能なこと、② 立坑掘削時に必要なカッタトルクはヨコシールド掘削時に必要なカッタトルクの1/10程度と小さいため、ヨコシールドとして装備するカッタ回転駆動力で掘削径の大きなタテシールドの掘削が可能であることを確認した。

(4) 応用技術

球体を利用することにより、掘進方向に対し直角に方向転換することを可能にした。この応用技術として、横坑掘進後直角に方向転換し、引続き横坑を掘進する「直角シールド工法」も可能である。また、カッタを装備した球体を90度よりさらに回転し、カッタ前面をトンネル内に向け、安全にビット交換を可能にした工法等があり、これらの技術の総称を「球体シールド工法」と呼ぶ。

3. 施工実績

球体シールドの1号機として採用されたのは、横坑を掘進後、直角に方向転換する「直角シールド」(写真-1)である。発注者は日本下水道事業団、工事名は「川崎市観音川雨水滞水池建設工事その8」である。機種は泥土圧式、シールド外径φ5530 mmで260 mトンネルを掘進後、シールドを直角に回転しシールド外径φ3550 mmで65 m掘進するというものである。平均土被りは11.5 m、土質はシルト層である。トンネルの目的は雨水滞水池とポンプ場を結ぶ連絡渠かつ3 000 m³の

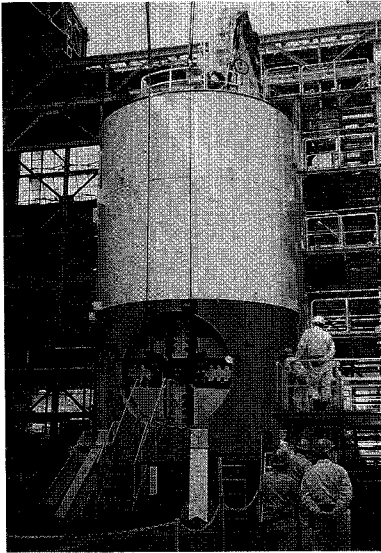


写真-2 立坑と横坑の連続掘進機

雨水貯留管としての機能を併せもつものである。

トンネルのルートは道路から直角にポンプ場内に入るものである。交通事情からこの地点での地上からの作業ができないこと、構造物基礎の配置から、急曲線での施工が困難なこと、他の施工法・ルートより経済的にメリ

ットがあったことから採用された。

平成5年7月に立坑を発進したシールドは同年11月初旬に方向転換位置に達し、予定どおり1か月間で、球体回転から $\phi 3680$ mmのシールドの発進まで完了し、12月下旬に立坑に到達した。球体の回転作業をトラブルなく終了し、回転時の止水性に問題がないこと、ならびに回転後の発進に地盤改良が不要なことが実証された。

4. おわりに

2号機は東京都下水道局発注の「足立区花畑七、八丁目付近枝線工事」で立坑と横坑を連続して掘進するシールドとして採用され、現在、シールド機（タテ×ヨコ： $\phi 5.82 \times \phi 2.75$ m）の製作が完了したところである（写真-2）。

この工法の実工事への適用については現在、電力でも検討を進めている。また、ビット交換可能なシールドとしての採用検討も行われている。今後、ますます深くなるシールド工事において、大いに期待がもたれている。

このたび技術開発賞受賞の荣誉に授かったことは、この工法のさらなる技術の向上に向けて大きな励みとなるもので、関係各位に厚く御礼を申し上げます。

(1994.6.17受付)