

# 大深度地下対応の 「空気カプセル垂直揚土システム」の適用実績

片山泰雄<sup>1</sup>・重永晃洋<sup>1</sup>・小池和人<sup>1</sup>・清水大介<sup>1</sup>

<sup>1</sup>鹿島建設株式会社広島支店 沼隈TBM工事事務所 (〒730-0037 広島市中区中町6の13)

キーワード：大深度，空気輸送，カプセル，ブロー，揚土システム（新技術）

## 1. はじめに

本システムは広島県芦田川流域下水道沼隈幹線（6工区-1）管渠工事において、全長3,409.2m、掘削径2,320mmのトンネルをTBM工法で施工するにあたり、切羽から搬出された掘削ズリを深さ30.2mの発進立坑底から地上の土砂ピットまで揚土する目的で採用した新技術であり、ここに良好な施工実績が得られ将来の大深度地下対応搬送システムへの適用性の実証されたので紹介する。

## 2. システムの概要

当社は、1999年より住友金属工業と関西設計の3社で、大深度地下施設建設時および施設運用時の物流システムとして、搬送物をカプセルに搭載し垂直搬送経路に敷設した管路内を空気輸送するシステムの開発を行ってきた。

### (1) カプセル空気輸送の原理

空気カプセル輸送の基本要素は、搬送容器としてのカプセルと、搬送経路としての管路および空気動力としてのブローの三要素で構成されており、地上部および地下部には用途に応じた搬送物の積込み設備と排出設備が設置されている。

カプセル垂直走行の基本的なメカニズムは、図-1に示すように、ブローによりカプセルの前後に質量に相当する差圧を与え、供給風量がカプセルと管路間の隙間から漏れる風量より大きければカプセルは上昇する。また、供給風量を調整（インバーターによる回転数制御，ベーン制御，ダンパ制御等）することによりカプセル速度の制御が可能である。

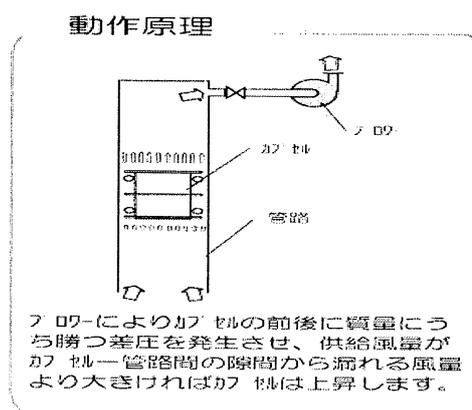


図-1 カプセル動作原理

### (2) 実証現場でのシステム構成

掘削ズリの流れとシステムについて以下に述べる。まずTBMで掘削したズリはベルトコンベアにより約50m搬送し、バッテリーロコでけん引している5～6輛（1m<sup>3</sup>/1輛）のズリ鋼車に積込み、切羽から立坑下まで搬出する。立坑下ではトラバースに設置した横押し装置により、ズリ鋼車を1輛毎ホッパー上に移動させることでズリが投下され、フィーダーが自動的に作動しカプセルへ積込まれる。

#### a) カプセル上昇

ズリが積み込まれたカプセルは自動的にターンテーブルにより搬送管路の真下に移動し、管路が密閉されブローが作動することで、前述の原理によりカプセルは上昇する。

#### b) 排土

上部排土部に上昇してきたカプセルは、押し下げ装置により横行位置まで押し下げられ、ストッパーにより固定されたのち短管路が開放される。そして

横行装置により土砂ピット上まで横移動され、転倒装置で排土される。(写真-1 参照)

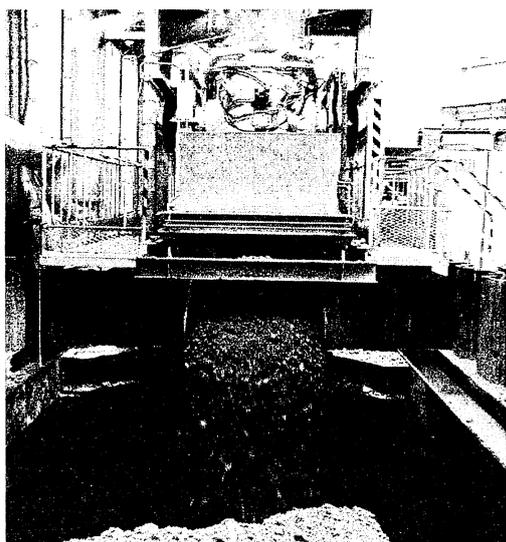


写真-1 上部排土部

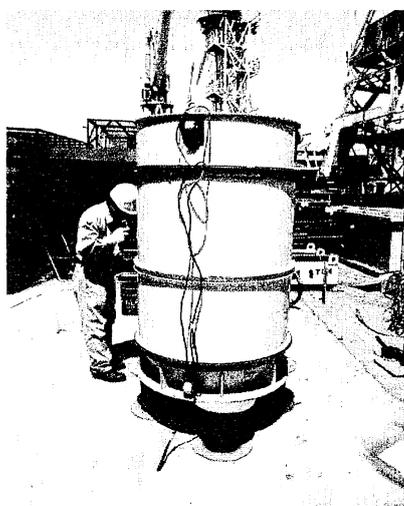


写真-2 カプセル

### c) 設備概要

主要設備の仕様及び能力は下記のとおりである。

- 積載荷重：1700kg
- 昇降速度：上昇速度 max 1.5m/s  
下降速度 max 5.0m/s
- 油圧ユニット：荷積部，地上部 15kw
- ブロワー：電動機 440V，200kw  
風量 300m<sup>3</sup>/min  
静圧 30kPa
- カプセル：容量 1.0m<sup>3</sup> (写真-2 参照)
- 受入設備：エプロンフィーダーホップ 1.0m<sup>3</sup>
- 運転方式：自動
- 輸送能力：30m<sup>3</sup>/h (サイクルタイム 100 s)

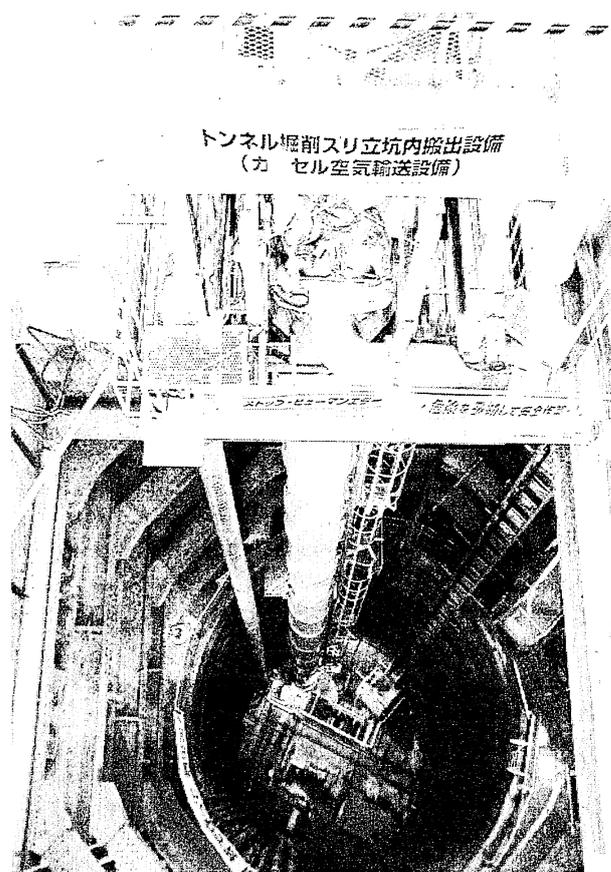


写真-3 立坑内搬送管路全景

### 3. システムの特徴

空気カプセル輸送システムの主な特徴として次の事項が挙げられる。

- ・専用管路内を輸送するため安全化、効率化が図れる
- ・カプセル自体には駆動装置が無く、大深度の場合でも輸送区間のメンテナンスが極めて少ない
- ・従来のワイヤーロープ揚土方式と比較し、ロープ自重の影響を受けないため、大深度輸送ほど効率的である

(立坑における全体設備を写真-3 に示す)

### 4. おわりに

本システムは平成13年10月に稼働を開始し、現在トンネル延長3,280m(搬出ブリ量19,000m<sup>3</sup>)を施工中であり、新技術の威力を十分に発揮し、トンネル掘進サイクルの維持・向上と立坑内での安全な揚土設備として大きな成果を挙げている。

また、従来の立坑揚土方法と比較して「サイクルタイムが短い」「ブロワーの運転時間が短く消費電力が少ない」等の利点が確認され、ランニングコスト面でも大深度立坑における適用性が実証された。