

VI-218

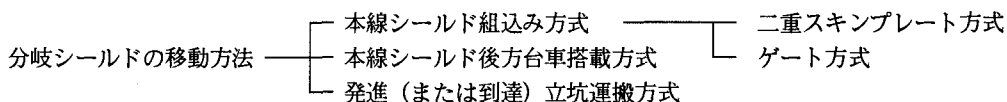
分岐シールド工法「地下茎工法」の開発

西松建設(株) 土木設計部 正会員 大西 徳治
 西松建設(株) 技術研究所 正会員 渡邊 徹
 西松建設(株) 機材部 桑原 資孝
 西松建設(株) 機材部 内田 克巳

1. はじめに

分岐構造を持つトンネルは、電力、通信、上・下水道、ガス、熱供給、共同溝、導水路、地下河川、道路・鉄道の連絡通路等に見受けられる。これらの工事にあたっての施工方法は多種考えられるが、社会、経済の発展に伴い都市の地下空間はますます輻輳化し、シールド工法においてはシールド用発進立坑のスペースは限られてきている、またその工法が開削工法による場合には、周辺環境への影響等から社会的制約の問題がある。「地下茎工法」は、本線トンネル内から分岐シールドを発進することで、発進立坑を不要にし、これらの問題点を解決すると共に経済的な工法である。

「地下茎工法」は、本線と分岐トンネルの設計・施工条件及び分岐位置までの分岐シールドの移動方法で分類する。移動方法での分類を以下に示す。

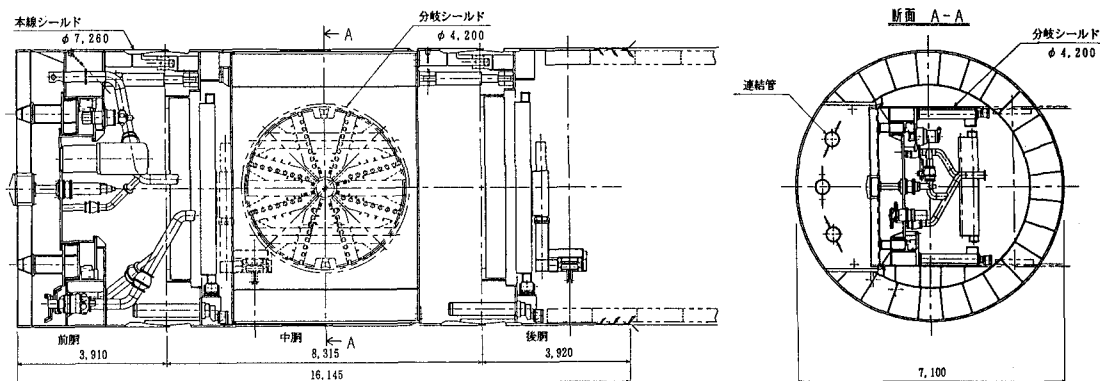


本報告では、二重スキンプレート方式についての概要、シールドについて述べる。

2. 二重スキンプレート方式の概要

二重スキンプレート方式を従来シールドと比較した場合の特徴及びシールド構造図を以下に示す。

- ・本線トンネル用の本線シールドは、前胴、中胴、後胴に分割される。
- ・中胴部のスキンプレートは内と外の二重とする。
- ・中胴部に分岐トンネル用分岐シールドを内蔵する。
- ・分岐後は、内側スキンプレートを分岐位置に残置する。
- ・分岐後の外側スキンプレート（分岐後は前胴のテール部となる）は通常のシールドテールと同じ長さとなる位置で分割し急曲線に対応する。



2-1 分岐順序

分岐順序を以下の写真で説明する。

- ①本線シールドの掘進（分岐シールドは、本線シールド中胴部の二重スキンプレート内に内蔵する）。
- ②分岐位置で本線シールドの掘進停止。
- ③前胴部及び中胴部の外側スキンプレートのみを掘進し、分岐シールド発進口を全部通過した時点で本線シールドの停止。（写真-1）

④分岐シールドを発進させる。（写真-2）

⑤分岐シールドの初期掘進区間終了後、本線シールドと分岐シールドの同時施工。

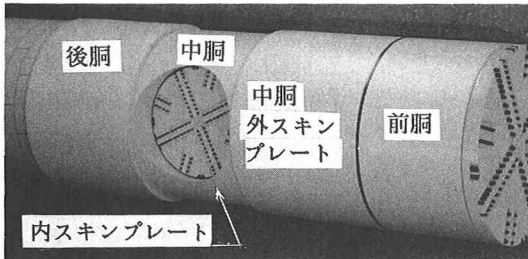


写真-1

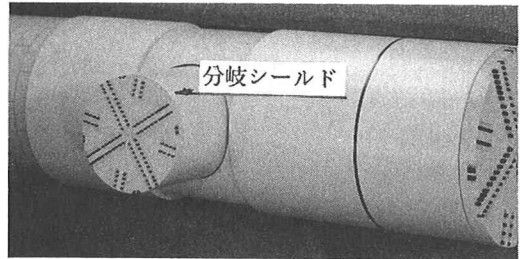


写真-2

3. 二重スキンプレート方式のシールド

本線シールドは、中胴より分岐シールドが発進する特殊な構造上、従来シールドとは異なる面が多く、設計にあたっては、これらを考慮し検討する必要がある。中でも、本工法開発上重要な課題となった項目について以下に記述する。なお、検討条件として、対象土質は $\phi=35^\circ$ の砂を想定、土被り40m、地下水位GL-25m、とした。また、シールドの規模・形式については、本線シールド外径 $\phi 7,260\text{mm}$ 、分岐シールド外径 $\phi 4,200\text{mm}$ とし、いずれも泥水式とした。

3-1 シールドの装備推力

従来シールドに比べ機長が長く、重量が増大することから装備推力の検討を行った。検討の結果、所要推力に対し余裕率=2.5をとり200tfジャッキ24本とした（掘削断面積あたり=116tf/m²）。

3-2 後胴プレート強度

中胴部のスライド機構から後胴プレートは変形を極力抑える必要があるため、F・E・Mによる構造解析を行った。モデルは軸方向15分割、円周方向36分割し本体側とはリングガータ部で固定されているものとした。算定結果は、材質がSS400で最小プレート厚 $t=19\text{mm}$ 、最大撓みは自由端の下部で1.16mmである。

3-3 中胴部の内スキンプレート強度

中胴部の内スキンプレートは、土圧、水圧の他に分岐シールドの発進口としての開口部があること、本線シールドジャッキ推力は中胴部の内スキンプレートを伝達すること、分岐シールド発進時の反力を受けることを考慮し、立体板構造モデルとして扱い、F・E・M構造解析を行った。算定結果は、半径方向の最大変形量=0.98mm（発進口横で外側へ変形）、軸方向の最大変形量=1.7mm（発進口横で内側へ変形）である。なお、材質はSS400である。

3-4 連結管（鋼管 $\phi=406.2\text{mm} \times 3\text{本}$ ）

中胴部の内スキンプレートは分岐シールドの発進口があり、剛性が不均一になり均等にシールドジャッキ反力が伝達しない。従って発進口部に連結管を設け伝達の均一性を図った。

3-5 急曲線への対応

本線シールドの機長は長くなるため、前胴、中胴、後胴の各々の分割位置は中折れジャッキで連結し急曲線に対応する。前出シールド構造図は曲率半径 $R=60\text{m}$ を対象としたシールド（中折れ：前胴/中胴 5.5度 中胴/後胴 6度 余掘り量=155.2mm セグメント幅=600mm）である。なお、分岐後の本線シールドは外スキンプレートを分割、テル長を短くし（通常シールドと同様）急曲線に対応する。その時の曲率半径は $R=30\text{m}$ （中折れ：前胴/後胴 7度 余掘り量=140.4mm セグメント幅=400mm）に対応する。

4. おわりに

本報告では、「地下茎工法」のうち二重スキンプレート方式について述べたが、他の方式についても検討を進め、より広範囲の分岐条件に対してより合理的な分岐シールド工法への開発を行っていく考えである。なお、「地下茎工法」は現状技術の効果的な組み合わせにより発展させたものであり、即、実工事への対応が可能であると判断している。従って今後は実工事の中から、より効果的な工法への改善、そして工法全体についての経済性への追求を図っていく考えである。