

## III-63 H &amp; V シールド(複断面, 旋回・分岐)工法の開発及び実証実験(その1)

## 開発目的とその基本構造

(株)間 組 正会員 巽 治

正会員 下村 嘉平衛 園田 徹士

正会員 藤本 明生 田中 秀明

## 1. はじめに

シールドトンネルの断面形状は円形が主流であったが、最近では建設コストの低減や断面空間の有効利用が重視されるようになり、複断面シールド工法が注目を集めている。しかし既設構造物が輻輳した都市部の地下ではトンネル建設空間が制限され、トンネルのルートも制約を受けることが多い。したがって、これらの制限をかわしながら自由自在にトンネルを建設できれば、地下空間をより有効に活用できるといえる。

H & V (Horizontal Variation & Vertical Variation) シールド工法は、複断面シールドをスパイラルに(螺旋状に)掘進することにより、トンネル断面形態を縦2連、斜め2連、横2連と連続的に変化することができる複断面シールド工法である。さらに複断面から単円断面に分岐することも可能であり、本工法により地下開発の多様なニーズに対応できると考える。今回、H & V シールド工法の実証実験工事(外径 2.0m, 延長 70.5m)を行い、シールド機構造、覆工構造などを技術的に確立したので同名報文(その2)～(その5)で報告する。本報文では、H & V シールド工法の概要を紹介する。

## 2. 開発目的

地下鉄トンネルを想定し、並列の単円断面と複断面の各トンネル形式について、経済性、施工性等を比較した(図-1参照)。これをみると、各トンネル形式には一長一短があることがわかる。たとえば、高さが制限された空間にトンネルを建設する場合は横2連の複断面が有利であるが、幅が制限された場合は縦2連の方が施工性がよい。また島式ホームの駅舎部との関係については、複断面より並列の単円断面の方が有利である。以上より、単円断面トンネル、縦2連・横2連の複断面トンネルなどの様々なバリエーションを自由を選択してトンネルを建設することができれば、より有効な地下空間利用が可能になると考えられる。

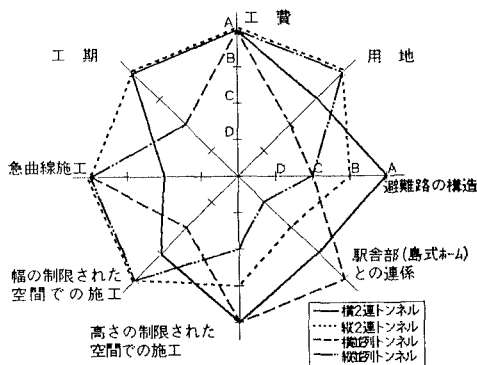


図-1 トンネル形式による比較

スパイラルおよび分岐したトンネルの利用例として、共同溝および鉄道の例を図-2に示す。

このような観点から、複断面シールド工法に関して、①トンネルをスパイラルさせながら縦2連から横2連に(横2連から縦2連に)移行する、②複断面から単円断面に分岐する、という2つの課題を設定し、それらを解決するためのシールド機構造および覆工構造を開発した。

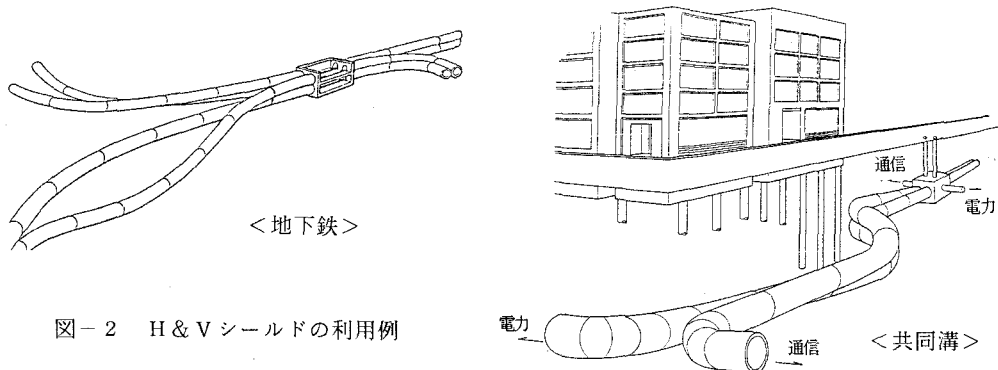


図-2 H &amp; V シールドの利用例

### 3. シールド機構

螺旋状にねじれたスパイラルトンネルを構築するためには、複断面シールド機を旋回させながら掘進（スパイラル掘進）する必要がある。この旋回力を発生させる機構として、中折れシールド機の急曲線施工結果より有力なヒントを得た。すなわち、中折れシールドの曲線施工においては、推進ジャッキの片押しを行わなくても中折れ量に応じて曲線施工が可能ながわかった。図-3に $\phi 3.8\text{m}$ の中折れシールドの曲線施工時（ $R=35\text{m}$ ）のジャッキによる水平回転モーメントとシールドの方向変化量の実績を示す。これによると、蛇行修正によるばらつきは少しあるものの、概ね回転モーメントがゼロでも必要な方向変化量が得られたことがわかる。

そこでスパイラル掘進のため2連シールド機の構造は、それぞれの機械に中折れ機構を採用することにした。

### 4. 覆工構造

スパイラルトンネルの内空断面は、電車などが走行することを考えると円形が望ましい。覆工はセグメントにより行うものとし、セグメントの形状・分割方法を検討した。

図-4に示すように、スパイラルトンネルの各トンネル軸は路線軸に対してねじれ角を持っているので、2連形の構造としたときは2円の接合部において特殊な形状のセグメントが必要となる。各種のセグメント形状・分割を検討した結果、以下の2タイプが製作の容易さ、組立施工性、経済性の面で優れていると判断した。

① 2つのリングをねじって結合した形状の、一体型セグメント（各トンネル軸はリング間継手面に直交）

② 従来のストレートとテーパセグメントの組み合わせによる独立型セグメント

なお、実証実験工事では一体型と独立型についてそれぞれ組立性能を確認した。

また、2つのトンネルの直径を変え、1本のトンネルを中心にスパイラルする覆工構造等も考えられる（図-5）。

### 5. まとめ

- (1) 主にクロスアーティキュレート機構によって、複断面シールドの旋回量（ローリング量）を制御しながら任意の姿勢でシールド掘進が可能である。
- (2) スパイラルトンネルの覆工構造として2連形一体型と単円独立型の2タイプが可能である。
- (3) 単円独立型を採用した場合は、超近接した並列の単円断面トンネルを同時施工したことになる。
- (4) 2円が重ならないように接合した複断面シールド機では、2台の単円断面シールド機に分離することができ、トンネル断面の分岐も可能である。

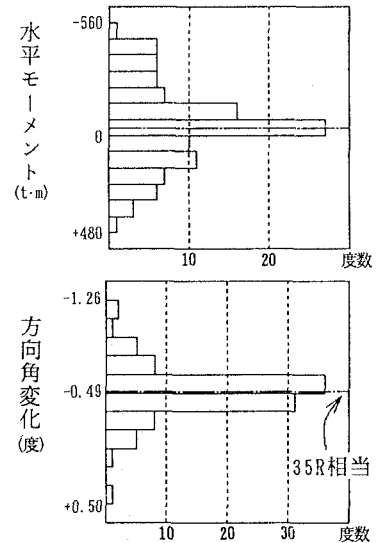


図-3 中折れシールド機の水平モーメントと方向角変化

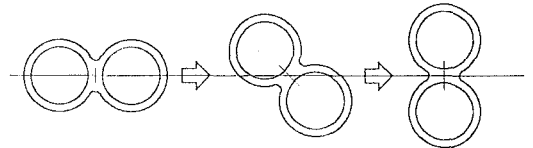
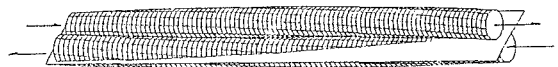


図-4 H & V シールドのスパイラルトンネルの覆工例

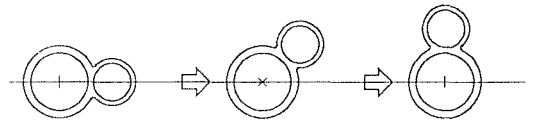


図-5 H & V シールドの覆工例