

H & Vシールド工法による長距離・極小断面シールドの挙動

埼玉県企業局	岩永 雄太
前田建設工業（株）正会員	林 幸一
同上 正会員	北村 昌文
（株）間組 正会員	秋月伸一郎

1. はじめに

埼玉県企業局発注の吉見浄水場導水路工事は、荒川の河川水を吉見浄水場まで導水するトンネルを築造するものであり、日本で3例目のH & Vシールド工法が横2連並列形式で採用された。掘進延長約2,560m、セグメント内径 1,650 mmであり、施工前例の少ない長距離・極小断面である。地質は、荒川の堆積物が主流であり、レキ層（最大レキ径 200 mm）、沖積粘性土・砂層と多岐に亘っている。なお、セグメントには二次覆工省略のコンクリート中詰め鋼製セグメント（一部新型継手形式を採用）が採用されている。

H & Vシールド工法は、超近接する2本のトンネルを同時に施工するものであり、本工事の場合、セグメントの離隔は設計上 190 mmと極めて接近している。そのため、マシンの制御による線形管理と合わせて、2本のトンネルの挙動、地表面への影響が懸念されるとともに、さらには裏込注入の完全充填の確認が課題である。筆者らは、これらの課題に対して実施工において計測管理を立案・実施して、H & Vシールドの挙動を確認し、それぞれに良好な結果を得た。本稿ではその一部として、シールドマシンの姿勢制御、2本の近接セグメント挙動ならびに裏込注入充填確認の結果について報告する。

2. H & Vシールド工法と本工事への適用

導水路トンネルは、維持管理の必要性ならびに危機管理の観点から、2本の併設トンネルが計画された。路線は、土被り約 10m程度で一部町道の直下であるが、大部分が地上権設定を必要とする民地下を通過する。工法の選定に当たっては、従来の単円形2本を基本として、複円形断面のDOT工法、H & Vシールド工法、さらには1本の単円形の背割り案が比較対象となった。その結果、全体工期が最短であることと合わせて、補助工法費や用地取得費等を含めた全体事業費で比較した場合最も安価であることから、H & Vシールド工法が採用された。図-1 にシールドマシンを示す。



図-1 シールドマシン

3. 姿勢制御

H & Vシールドマシンは、後胴部で結合されてお互いに挙動が影響する中2本のトンネルを同時掘進することから、その姿勢制御が一般のシールドトンネルと比較すると難しい。以下、特徴的なこととして、

- ・平面線形は、二つの単円を含めて全体を一つのマシンと考え、左右中折れを使用することで最小曲線半径 $R=100m$ を含めて計画通りに施工できた。マシンの設計においては、中折れ使用時に生じる左右のずれを吸収するため前胴部をスライド構造とした。セグメントの割付計画では、曲線内側に幅の異なる調整セグメントを使用することで対処した。
- ・H & Vシールドマシンはローリングしやすい傾向にある。一般的な修正方法としては、カッターの回転方向で行うが、特殊な中折れ機構を使用することで容易に対処できた。すなわち、左右のマシンのピッチングを調整して行った。図-2 にマシンのローリング制御グラフを示す。

キーワード：シールドトンネル、H & Vシールド工法、長距離・極小断面、姿勢制御

連絡先：前田建設工業（株）北関東支店 埼玉県さいたま市大宮区大門町 3-169-2 TEL048-649-1605

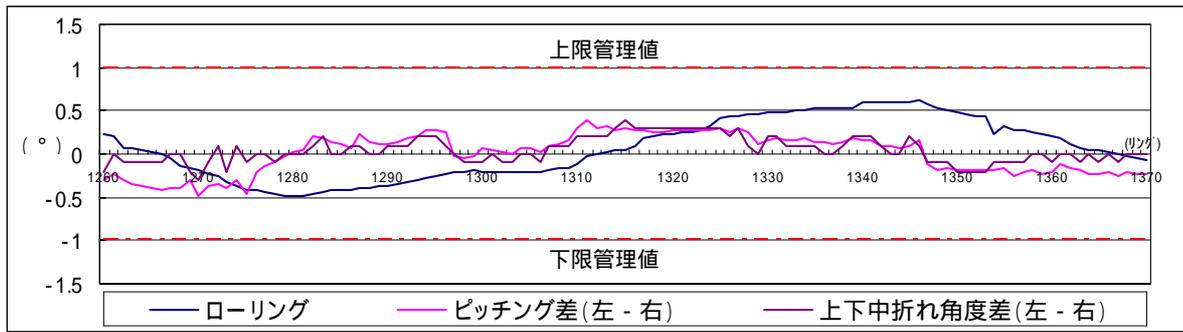


図 - 2 ローリング制御グラフ

4. 近接する2本のトンネルの挙動

近接する2本のトンネルの挙動計測は、セグメントがマシンテールを抜けた位置で左右のトンネル間をコアボーリングして計測器を取り付けて左右トンネルの相対変位を測定した。

計測結果をみると、はじめは裏込注入の圧力によって左右のトンネルが離れる方向に最大で3.7mm変位し、裏込注入の影響がなくなるとそれ以後はほとんど挙動していないことが確認された。このデータから、近接する2本のトンネルは裏込注入により一時的に挙動を見せるが、それ以降の挙動は見られず安定した状態を保つと考えられる。図 - 3 に左右セグメント相対変位経時変化グラフを示す。

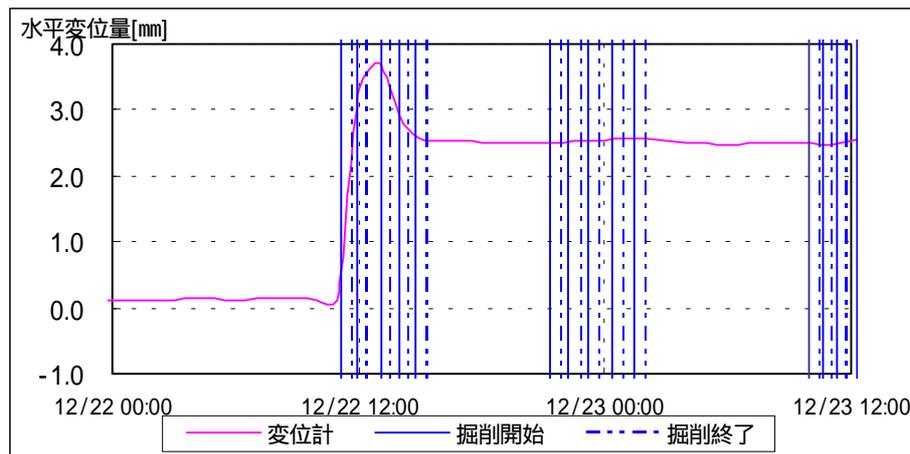


図 - 3 左右セグメント相対変位経時変化グラフ

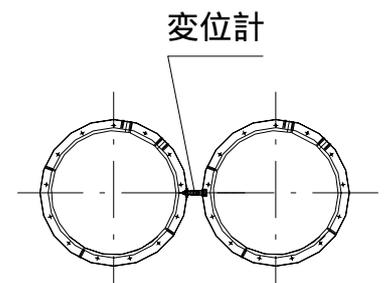


図 - 4 変位計取付位置図

5. 裏込注入材の充填確認

裏込注入は2本のトンネルのセグメントから即時注入で行っている。H & Vシールドマシンの特徴の一つとして、連結部の空隙発生が挙げられ、そこに注入材が完全充填されることが大切である。日常管理を量管理で行っているが、リアルタイムで充填が確認できる方法として「熱電対センサー」をセグメント連結部背面に設置した。事前に地上で、水、空気、泥水、注入材の4種類にて反応試験を行い、注入材が他と識別できることを確認した上で行った。その結果、テール内においては空気の性状を示したが、テールを抜けた時点で注入材の性状を示した。この結果から、連結部にも確実に充填できていると判断できる。

また、4.で行った計器取り付けのためのコアボーリング時においても注入材充填が確認できた。

6. おわりに

H & Vシールド工法は、実証実験から約10年以上が経過し、本施工事例を含めて3例の施工実績を得た。しかし、分離型セグメントでのスパイラル掘進の施工実績は未だ無い。しかし、今回の施工におけるスパイラル掘進時のシールドマシン姿勢制御結果ならびに、近接するセグメントの挙動および裏込注入の充填性能から、当工法による分離型セグメントでのスパイラル掘進が十分に可能であると考えられる。