

大断面シールド発進立坑の仮設設計について

清水建設株式会社

清水・五洋特定建設工事共同企業体
清水・五洋特定建設工事共同企業体

正会員
正会員
正会員

○足助 美岐子 安藤 陽
前田 周吾 太田 諒
神保 誠二
山本 直樹

1. はじめに

「東京国際空港際内トンネル他築造等工事」は、空港内の利便性の向上を目的として、図1に示すような羽田空港の国際線と国内線のターミナル間を連絡する道路トンネルを、開削工法（延長約250m）およびシールド工法（直径φ約12m、延長約1,850m）により築造するものである。

シールド発進立坑において、仮設構造物の状態マシン投入・組立て・発進を行うため大空間を確保可能な仮設設計を行う必要があった。本稿では、この仮設設計における工夫について述べる。

2. シールドマシン発進立坑について

シールド発進立坑の概寸法は、延長29.0m、幅17.0m、深さ18.5mであり、土留め壁の仕様はH-700×300×13×24@600mm（等厚式ソイルセメント連続壁：MEH工法）である。掘削上必要な支保工段数は5段である。

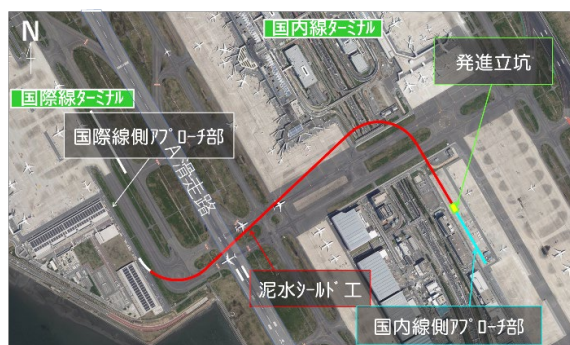


図1 工事全体平面図

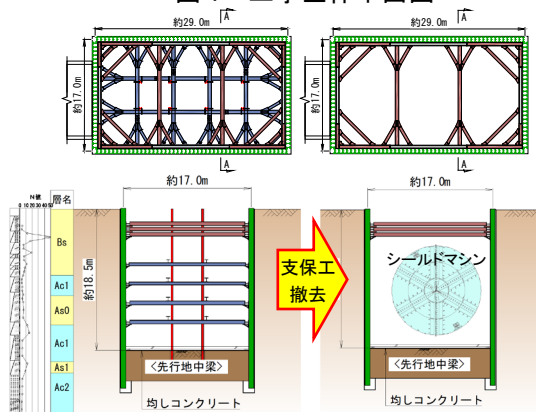


図2 発進立坑 断面図（支保工撤去前後）

シールド掘進が工程上クリティカルであったため、立坑掘削後すぐにマシン投入を行い、発進する必要があった。したがって、立坑内に土留め支保工などの仮設構造物が残る状態で大空間を確保する必要があった。

図2に発進立坑の断面図を示す。当該地には地表面から8.6mの間にN値10以下の軟弱な埋土層が厚く堆積しており、埋土層以深も粘性土と砂の互層の軟弱地盤が堆積している。

図3に発進立坑の土留め支保工を設計するにあたり必要となった平面および断面寸法を示す。平面開口はマシン投入のため切梁間9.4mの離隔が必要であり、断面方向はマシン自体の高さは約12.0mであるが、反力架台および掘進勾配を考慮すると、確保すべき高さは14.5mであった。したがって、支保工の平面ピッチを広げた配置とする必要があり、加えて土留め支保工および中間杭を撤去した状態においても構造を成立させる必要があるため、上方に残る支保工は中間杭が不要で、かつ高い剛性の構造が必要となる。下方の高い剛性を持つ梁としては、先行地中梁および均しコンクリートを利用した。先行地中梁は、床付以深4.0mを土留め壁施工前に流動化処理土の置換工法にて施工し、さらに厚さt=300mmの均しコンクリートを打設することとした。図4に施工フローと検討事項の概要図を示す。

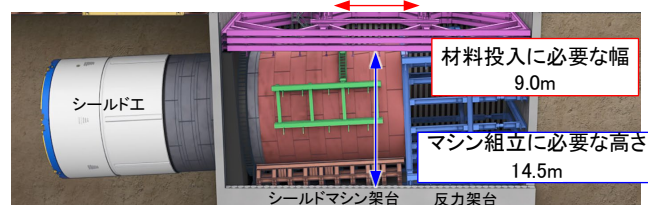


図3 発進立坑における必要寸法

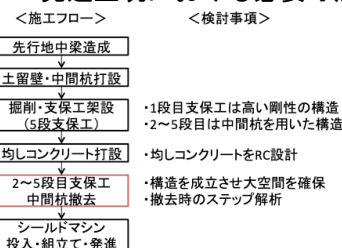


図4 施工フローと検討事項の概要図

キーワード：シールド発進立坑，土留め支保工，角形鋼管切梁，軟弱地盤

連絡先：〒104-8370 東京都中央区京橋二丁目16-1 清水建設株式会社 土木技術本部 TEL:03-3561-3877

3. 仮設設計上の工夫について

設計上の工夫は、①平面的な支保工の配置および支保工の構造選定、②均しコンクリートの RC 構造としての設計、③撤去時のステップ解析を行ったことである。この3点について、以下に述べる。

①支保工の配置および支保工の構造選定について

平面開口を確保するため、大火打や切梁火打ちを取り付け、切梁1本あたりの軸力分担幅は7.5mとなる配置とした。マシン投入の前に2～5段支保工を撤去すると、1段目の支保工には1本あたり2535kNと大きな軸力が作用する。加えて中間杭撤去後に座屈スパンが15mとなるため、高い剛性かつ座屈性能をもつ支保工構造が必要であった。

支保工構造の選定にあたり、コンクリートおよび鋼材の比較を行った。支保工をコンクリート材料とした場合、必要断面寸法が2000×2000mmとなり、また重量が約100kN/mと大きく、加えて引張側鉄筋はD51@150mm×2段と非経済的かつ施工性が悪くなることが懸念された。支保工を鋼材とした場合には、3段重ねの腹起しおよび切梁が必要であった。さらに切梁は中間杭不要で成立するよう角形鋼管を採用する必要があるが、規格のものでは対応する部材がないため、より断面性能が高い部材の検討が必要であった。

検討の結果、懸念事項を解決しながら施工性で有利となる鋼材で1段目支保工を設計することとした。腹起しは部分的に3H-498×432×45×70とし、切梁は3□-500×500×25の座屈性能に優れた角形鋼管を製作し採用することとした。

2段目以深は経済性を考慮して、中間杭を用いた通常の腹起しおよび切梁（2～3段目：H-400×400×13×21、4～5段目：H-500×500×25×25）による支保工構造とした。



写真1 発進立坑状況写真

最終床付後に砕石敷設と均しコンクリート打設を行い、その後中間杭および2～5段目の支保工を撤去することにより、高さ14.5mの大空間を確保することが可能となった。

②均しコンクリートの設計について

均しコンクリートは捨梁として成立させるため、厚さ $t=300\text{mm}$ で打設することとした。さらに、シールドマシンを設置した際に、マシン架台からの反力の作用に耐えられるようRC構造として設計し、コンクリート内部にD29およびD22@150mmの配筋を行った。

③支保工の撤去時の検討について

2～5段目支保工撤去については、施工性を考慮して上から順に撤去する方法を採用した。1段ずつ撤去するステップ解析を行い、施工時の挙動を予測した。この解析結果をもとに土留壁と切梁軸力の計測管理値を設定し計測計画を立案した。

実施施工時は、支保工材を残置した状態で軸力のみを順に抜きながら土留め壁の変形や切梁軸力を計測し、想定外の変形および軸力作用がないことを確認しながら施工を行うこととした。

4. まとめ

写真1に支保工撤去後の立坑内部状況を示す。支保工配置および構造に着目して設計し、3段重ねの腹起しおよび角型鋼管切梁を採用した結果、高さ14.5mの大空間を確保でき、施工性に大きく貢献できる仮設設計が可能となった。工事は無事完了し、支保工撤去後も異常は見られなかった。撤去時の切梁軸力の計測値は約1800kN/本であり、設計値に対して約70%の発生であった。

なお、施工にあたり、角形鋼管□-500×500×25の実証実験を行った。切梁と火打ちの接続方法および自重によるたわみを考慮し、製作物となった角形鋼管切梁の性能については、参考文献¹⁾を参照されたい。

また、施工時の支保工の計測については、参考文献²⁾を参照されたい。

参考文献

- 1) 前田周吾 他「大断面シールド発進立坑の構築に用いた角形鋼管切梁の実証実験について」、令和2年度土木学会全国大会 第75回年次学術講演会
- 2) 太田諒 他「大断面シールド発進立坑における土留支保工の計測に関する一考察」令和2年度土木学会全国大会 第75回年次学術講演会