

アンダーパスの急速施工法（URUP工法）の実証実験

(株)大林組	正会員	○ 林	成卓
(株)大林組	正会員	三木	慶造
(株)大林組	正会員	横溝	文行
(株)大林組	正会員	吉田	公宏
(株)大林組	正会員	井澤	昌佳

1. はじめに

都市部の交差点や踏切では、交通渋滞を解消するために、立体交差事業が計画されている。特に景観への影響が少ないアンダーパスに対する市場性は高い。開削や推進など一部非開削の従来工法では工期が長く、工事に伴う二次交通渋滞や騒音・振動といった周辺環境への負荷が大きいため、事業化できないという問題がある。工事期間の短縮と周辺環境への影響を最小限にする目的で URUP (UltraRapidUnderPass : ユーラップ) 工法を開発した。本工法は専用開発したマトリックスシールドにより、アンダーパスの矩形断面を連続的に施工する、立坑を必要としないシールド工法である(図-1 参照)。世界的にも前例のない「地上発進」「小土被り掘進」「地上到達」といった一連の手順を実際に行うことで、机上検討よりも踏み込んだ施工技術を検証することを目的として、国内最大級の実証実験を実施した。本稿は、実証実験の概要と結果について報告する。

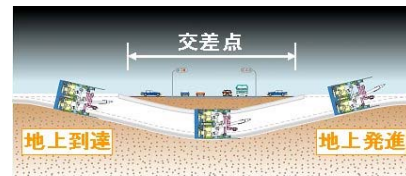


図-1 URUP 工法概要図

2. 実証実験の概要

シールドは高さ 2.15m、幅 4.8m の泥土圧シールド(写真-1 参照)であり、地上発進及び到達時のシールド掘削(図-2 参照)による側部地盤への影響を遮断する目的で装備された側部カッターの先行長さは、FEM 解析をもとに 1000mm とした。小土被り掘進時の地表面に与える影響を抑制するため、一度に開放する範囲を小さくする分割掘削(図-3 参照)の効果を確認するため、ヘッドは横二連とした。ヘッドジャッキ、添加材注入装置及びスクリーコンベアを各ヘッドに装備して、それぞれ独立した掘進と切羽の安定を保つ機構としている。また、小土被り掘進時の表層地盤の引きずり込みを防止するため、シールド上部から滑材を注入することとし、滑材注入孔を 4 箇所設けた。線形は、交差点想定部の最大土被りを 2.2m とし、シールド高さと同じとした。シールドの方向制御性を確認するために、曲線半径 300m の平面曲線、曲線半径 100m の縦断曲線を設定した(図-5 参照)。発進部に図-6 に示す反力受を設け、シールド発進時の反力を確保した。

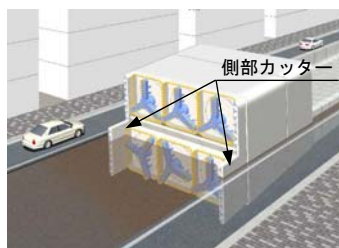


図-2 地上発進イメージ

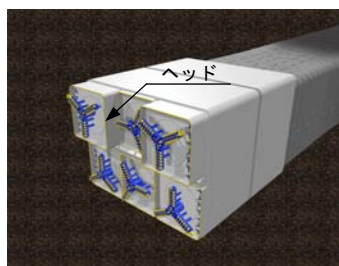
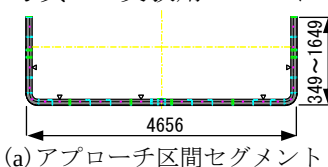


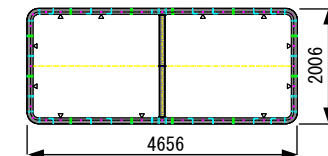
図-3 小土被り掘進イメージ



写真-1 実験用シールド



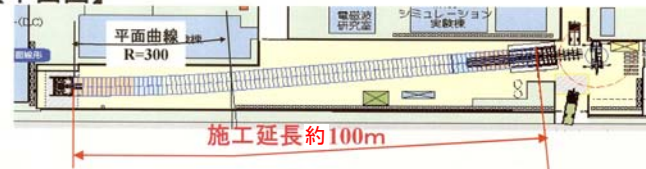
(a) アプローチ区間セグメント



(b) トンネル区間セグメント

図-4 実験用セグメント

【平面図】



【縦断図】



図-5 実験計画平面図・縦断図

図-6 反力受概念図

キーワード アンダーパス, 急速施工, シールド工法, 地上発進・地上到達, 小土被り, 分割掘削

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 (株)大林組 土木技術本部 技術第五部 TEL 03-5769-1318

3. 実験結果

(1) 地上発進・地上到達

地上発進・地上到達は、本実験が世界初の試みであったが、掘進中の周辺地盤を目視で確認できるため、適正な切羽土圧・添加材注入量の管理が容易であり、写真-2に見られるように切羽前面以外の地盤を乱すことなく掘進できた。アプローチ区間の各測点(シールド側方1m)における最終地盤変位量を図-7に示す。いずれの測点においても最終地盤変位量は $\pm 3\text{mm}$ 以内となり、側方地盤の変位抑制効果を確認できた。また、地上発進時に側部カッターの有無による周辺地盤への影響を検証した。側部カッターを使用しない場合においても、その値は 5mm 以内と小さく、この地盤においては、側部カッターの効果に差異が見られなかった。この結果から、側部カッターは地盤条件等により、必要な場合に装備するものとする。



写真-2 アプローチ掘進状況

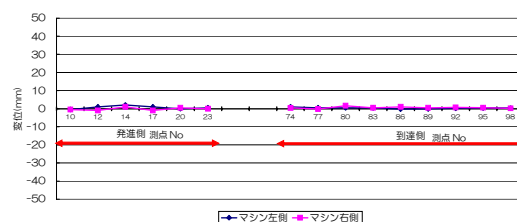


図-7 アプローチ区間の最終地盤変位量

(2) 小土被り掘進

一般的に、泥土圧シールド工法における切羽土圧は、主働土圧から静止土圧の間で管理するが、本工法では小土被り対策として、切羽土圧は全土被り圧を設定値とした。土被りが $55\sim 65\text{cm}$ 以上でトンネル状態の掘削となり、トンネル全線に亘り切羽土圧を保持して掘進できた(図-8 参照)。その結果、交差点想定部では、図-9に示すとおり最終地盤変位量が $\pm 10\text{mm}$ 以内であった。切羽圧力、裏込注入圧力に加え、滑材を使用することにより地盤変位を制御でき、個別掘進による地盤変位抑制効果を検証することができた。また、滑材はURUP工法用に開発したもので、室内実験による摩擦低減効果や空隙への充填性、裏込注入材との置換に対する性能を確認し、実証実験で適用した。結果として、室内試験で期待した効果を十分に発揮し、その有効性を検証することができた。

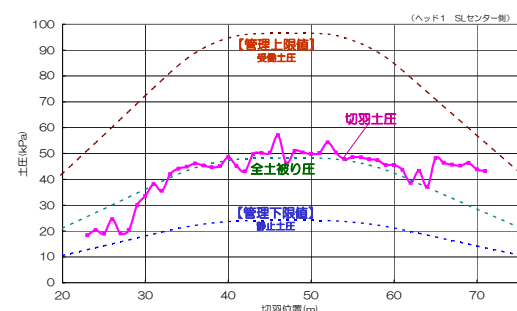


図-8 切羽土圧経リング図

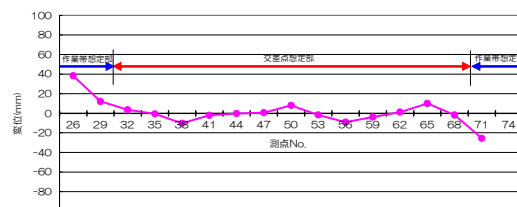


図-9 トンネル直上の最終地盤変位量

(3) 掘進時の方向制御

シールドが地上からほぼ出ている状態から斜めにアプローチ区間の掘進を開始し、小土被りでトンネル区間の掘進を経て、再びアプローチ区間を掘進して斜めに地上到達することは、世界的にも前例のない掘進方法であった。今回の実証実験では、ジャッキの選択や中折れ調整等の従来とほぼ同様な手法で、鉄道シールド等に用いられる一次管理値 $\pm 50\text{mm}$ 以内の精度で施工できた(図-10 参照)。

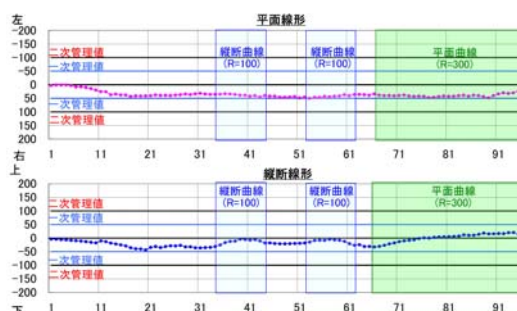


図-10 平面・縦断出来形図

4. おわりに

実証実験を行った結果、本工法は建設技術審査証明の取得や新技術情報提供システム(NETIS)登録され、この技術の成立性が証明されている。工事期間が短く環境負荷の少ないURUP工法の開発により、他工法に比べて立体交差事業における地域住民の理解が得やすく、交通便益への寄与も大きい質の高い交差点や踏切の立体交差事業を提供でき、ニーズは今後拡大していくものとする。



写真-3 シールド到達状況