

ハーモニカ工法によるアンダーパス施工

～国道交差点での低土被り、埋設物近接、3次元曲線の非開削トンネル～

○ 大成建設 正会員 宮地 孝
大成建設 正会員 安本 宣興

1. はじめに

横浜市戸塚区原宿交差点は、国道1号と環状4号線とが平面交差する交差点であり、「神奈川県内の渋滞ワースト1」として、渋滞情報でも馴染みの箇所となっていた。このため、渋滞を軽減することを目的として、原宿交差点を通過する交通の80%を占める国道側の直進車を立体化（アンダーパス化）して分離する工事が実施された。工事渋滞を最小限にするため、交差点直下のトンネル構築は非開削工法による施工が必要不可欠と判断されたが、施工条件は非常に厳しく、①低土被りでの施工が要求される一方で、地上の交通を阻害するような沈下や隆起などのトラブルは絶対に許されないこと ②掘削箇所の上下には重要な埋設管路が存在し、トンネルの施工にはそれらの管路との超近接施工が要求されること ③平面線形と縦断線形が複合した3次元の曲線施工が要求されることなど、技術的に難易度の高い課題が複数存在した。それらを解決出来る工法として「ハーモニカ工法」が適用され、地上の交通や埋設管路に悪影響を与えることなく交差点部の掘削工事を完了させ、平成22年12月に上下線トンネルが開通したので報告する。

2. 工事概要

工事名称：国道1号原宿交差点立体工事

施工場所：神奈川県横浜市戸塚区原宿地先

発注者：国土交通省関東地方整備局

施工者：大成建設株式会社

工期：平成18年3月18日～平成23年2月21日

立体化工事延長は828mであり、地下化区間は約420mで交差点付近の186mがボックスカルバート形式、両側のアプローチ区間は擁壁形式となっている。ボックスカルバート区間のうち交差点直下の73mを非開削工法であるハーモニカ工法にて施工し、それ以外の部分については、従来工法である開削工法にて施工した。



図-1 ハーモニカ工法の施工イメージ図

3. 低土被り条件下の施工

本工事は、国道の交差点直下に上下2車線、計4車線の大断面アンダーパストンネルを構築するものであり、ハーモニカ工法施工区間（73m）においては、高さ3.98m×幅3.83mの小断面の矩形トンネルを上下に2段、横に5列、合計10個の小断面矩形トンネルに分割して掘削を行ない（図-1、図-2）、その後内部構築を行なった。各々の小断面矩形トンネルの掘削には写真-1に示す密閉型の泥土圧式掘削機を用いた。

掘削の土被りは最大でも2.2m、最少では1.7mであった（図-3）。原宿交差点は交通が激しく集中する交差点であり、交通を阻害するような地表面の沈下または隆起などのトラブルは絶対に許されないため、施工時には切羽土圧の厳密な管理を行うと同時に、地表面の変位を24時間リアルタイムで管理するシステムを導入し、その結果を掘削に随時フィードバックして施工した。



写真-1. ハーモニカ掘削機

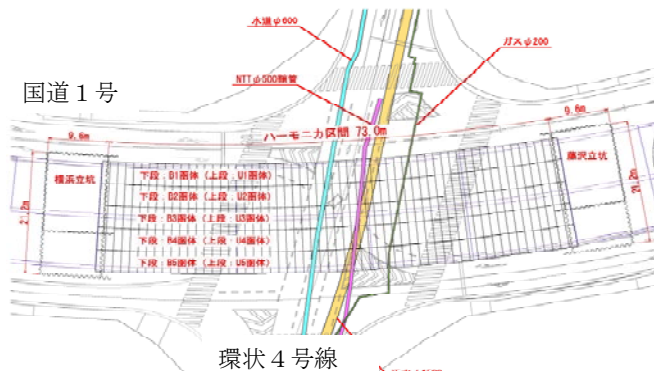


図-2. ハーモニカ工法平面図 及び 埋設管位置

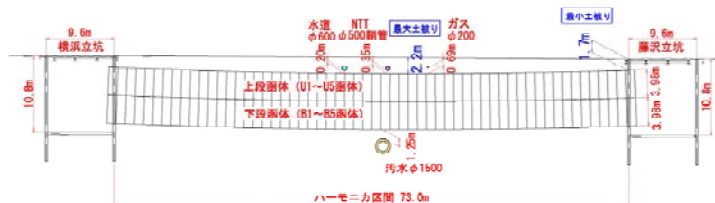


図-3. 土被り 及び 埋設管との離隔詳細図

キーワード 大断面分割シールド工法，ハーモニカ工法，国道交差点直下，低土被り，埋設物近接，曲線施工
連絡先 大成建設株式会社 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 TEL03-3348-1111

4. 埋設管路との超近接施工

本トンネルと直交する環状4号線には、トンネルの上方にφ600mmの水道管、φ200mmのガス管、およびφ500mmのNTTの通信管が横断しており、トンネルとの最少離隔は水道管の20cmであった。また、トンネルの下方にはφ1500の污水管が離隔1.25mで存在した(図-2, 3)。本トンネルはその上下の埋設管路に挟まれた部分を掘削するため、厳密な掘削位置管理に加え、埋設管路への影響を最小限に抑えるために、厳密な土圧管理と正確な排土量の管理を行い、埋設管路へ悪影響を与えることなく施工を終了した。

5. 3次元曲線の施工

ハーモニカ工法は、写真-2に示すように、矩形断面の函体が互いに接しながら掘削されるため、精度の高い線形管理が必要となる。本工事では、写真-3に示すように、平面線形の曲線半径がR=320m、縦断線形の曲線半径がR=1,000mの3次元の曲線施工が要求された。そのため、掘削機の姿勢制御機構として、従来の方向制御ジャッキに加えて可動ソリも装備して対応した。掘進時にはレーザートランシットとジャイロコンパスに液差圧レベルの計測装置を組み合わせたリアルタイム計測システムを採用し、掘削機の位置をつねに監視して、その結果をつぎの掘進管理に細かくフィードバックした。掘削機のテール部に置かれる、覆工体である函体(鋼殻)は、3次元曲線の線形に対応するために、その平面および側面形状をともに台形とした。

6. 施工結果

今回のハーモニカ工法による掘削工事の出来形(垂直・水平方向)を、図-4, 5に示す。いずれも管理基準値(5cm以内)の範囲で掘削を完了した。また、路面及び埋設管に大きな影響を与える沈下または隆起は一切発生せず、順調に掘削作業を終えた。ハーモニカ掘削速度は30mm/分以下で、最大10m/日の進捗であり、1函体(延長73m)の発進から到達まで約2週間で掘削した。なお、坑内での掘削機のUターン作業や発進到達の仮設備の設置撤去作業等は約2週間で、合計1ヶ月/函体の施工サイクルであった。

6. おわりに

ハーモニカ工法は、今まで「外苑東通り地下通路整備工事」(地下通路)、「西大阪延伸線建設工事」(鉄道)、「成田空港第2ターミナル駅増築工事」(鉄道)と実績を積み重ねてきている。今回さらに、この「低土被り、埋設物近接、3次元線形」の当工事を完成させた事により、また一つ大きな進化を遂げたと言える。これからも、地下トンネルの施工に留まらず、大規模な地下空間の構築や、地下埋設物への影響を低減する為の防護工への適用など、その適用範囲はますます広がっていくことを期待したい。

参考文献

- 金子他：大断面分割シールドの開発(その1) 平成16年度第59回年次学術講演会 VI-062
- 足立他：大断面分割シールド(ハーモニカ工法)の施工実績 平成18年度 第61回年次学術講演会 6-239
- 小倉他：輻輳する埋設物下での大断面分割シールドの施工 平成18年度 土木学会(関西支部)投稿論文



写真-2. ハーモニカ掘削完了後の坑口

(その2工事施工分の4函体)



写真-3. 掘削後の鋼殻内

(平面 R=320m, 縦断 R=1,000m の3次元曲線)

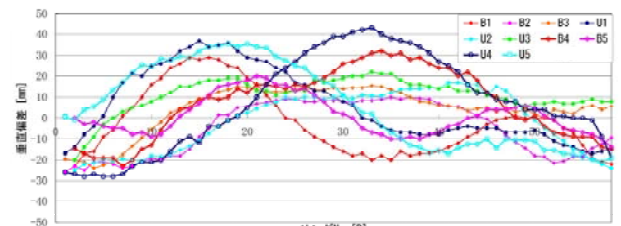


図-4. 掘削出来形(垂直)

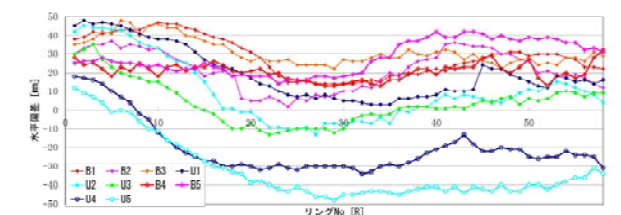


図-5. 掘削出来形(水平)



写真-4. 内部構築完了後



写真-5. トンネル完成状況