

市街地幹線道路直下でのハーモニカ工法の施工

大成建設株式会社	三木 洋人
○大成建設株式会社 正会員	小柳 善郎
大成建設株式会社	門脇 直樹
大成建設株式会社	岩元 篤史

1. はじめに

近年、都市部の道路渋滞を解決するための方策として、交差点の立体交差化、開かずの踏切の解消が国の重要な施策のひとつに上げられている。これらを背景に一昨年開発したハーモニカ工法は、大断面の矩形トンネルを複数の小断面トンネルに等分割し、小さな掘進機を複数回使用することにより大断面トンネルを非開削で構築する工法で、小さな仮設備で、かつ、短期間で掘削作業が可能、施工中の道路渋滞にも配慮した工法である。今回、市街地幹線道路直下においてそれぞれ断面寸法の異なる地下通路を2箇所施工する工事に、このハーモニカ工法が採用され、そのうち既にトンネル掘削が完了した1箇所について報告する。

2. 施工断面の決定

今回施工する地下通路は、躯体外形が幅 7.45m×高 5.3m（地下通路①）及び幅 5.5m×高 4.0m（地下通路③）とそれぞれ異なる。これら2箇所の地下通路を効率良く経済的に施工するために以下の検討を行った。

(1) 掘削断面の検討

掘削断面は躯体外形に外周部の鋼殻の主桁高さ（今回の場合は 200mm）を考慮した寸法を基準に算定する。今回の場合は一辺の長さを最小土被り 3.5m を超えない範囲で設定した。余掘りのない効率的な割付を行うと、地下通路①では横3分割縦2分割の6分割で、1箇所の掘削断面は横 2.62m×縦 2.85m となる。また、地下通路③の場合には横縦とも2分割の4分割で、横 2.95m×縦 2.20m となりそれぞれ断面寸法が異なってしまう。それぞれの掘削断面にあった掘進機を作成した場合には2台のマシンが必要となり、コストアップにつながってしまうため1台の掘進機で施工できるよう掘削断面の共通化を図った。断面寸法は、施工誤差を考慮し 2.95m×2.67m とし、余掘りを少なくするため地下通路①では縦長、地下通路③では横長とそれぞれ90度回転させた配置とした。（図1参照）ただし、この場合、地下通路③の縦方向に約 0.9m の余掘りが生じてしまうが、後に述べる曲線施工の余掘りとして有効に利用した。

(2) 掘進機の検討

上記のように、2箇所の地下通路で断面寸法が同じであるものの90度回転させて掘削する必要があるため掘進機は以下のような仕様とした。掘進機は、円筒

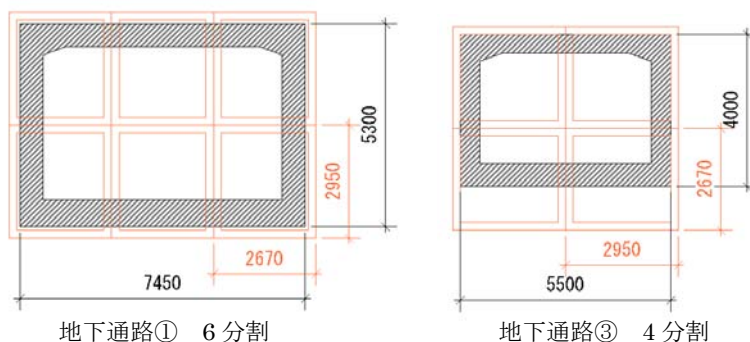


図1 鋼殻割付図

形のコア部分と矩形の外板部分の大きく二つで構成される。コア部分は円形の掘進機と同様、カッター駆動部や排土のためのスクリーコンベアが装備されている。外板部分にはローリング防止用の可動そりを装備した。コア部分を固定した状況で外板を90度回転させることによりそれぞれの断面に対応させた。ただし、カッターについてはそれぞれの切削範囲が異なるため、改造修正を行い対応させた。

キーワード：ハーモニカ工法、矩形推進、曲線施工、アンダーパス、渋滞解消

連絡先：〒107-0052 東京都港区赤坂 9-7-5 大成・竹中建設工事共同企業体 TEL03-6406-2941 FAX03-6406-2940

3. 曲線施工

今回掘削が完了した地下通路③は、地下通路の上下に重要埋設物が存在し、しかもバリアフリーの関係で通路の最大勾配に制限があるため、踊り場がある複雑な曲線で計画されていた。ハーモニカ工法は、中折れ装置のある密閉型推進機を使用するため曲線施工が可能であり、今回の場合でも埋設物に干渉することなく対応することができると判断した。掘進線形の設定にあたっては、埋設物と極力離隔をとり、先に述べた鋼殻の縦方向の余掘りを利用し、縦断線形を半径 190m の単曲線とした。この線形を確保するため、鋼殻は上下の辺の寸法が 16mm の差がある台形形状とし、この鋼殻を重ねることにより単曲線を形成した。(図 2 参照)

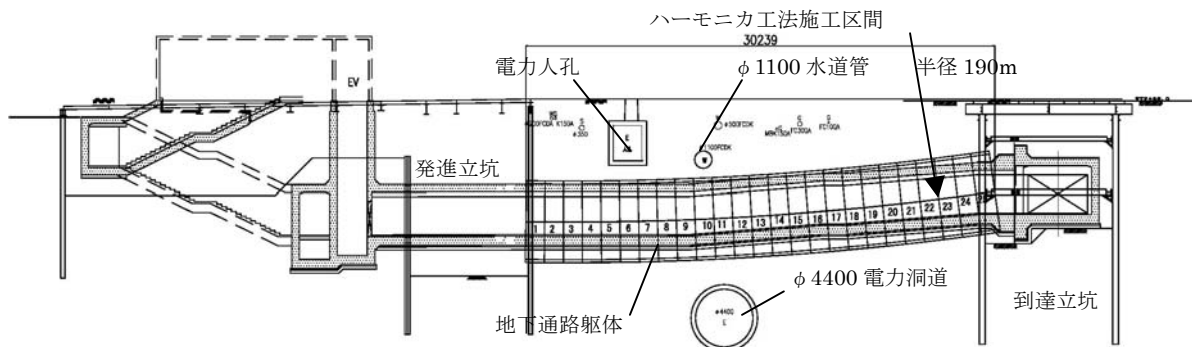


図 2 通路③縦断図

4. 鋼殻近接推進施工

ハーモニカ工法は、隣接する鋼殻同士を最小離隔 10mm 程度で掘削したのちに躯体を構築する工法であるため鋼殻の掘進精度は高いものが要求される。今回のように 1 辺が 2.5m を超える断面で最小 10mm の離隔で矩形推進工を施工した事例はなく、その施工精度については懸念されたが細かい掘進管理により水平、鉛直方向とも管理基準値（水平方向±70mm、鉛直方向±40mm）の範囲で掘進完了することができた。図 3 より水平方向については、すべての函体の変位傾向が同じであるため基準函となる 1 函体目と他の函体がほぼ平行して掘進していることが判る。また、図 4 より鉛直方向については、それぞれ上下にある 1 函体目と 3 函体目、2 函体目と 4 函体目の変位傾向がそれぞれ同じであるため、先に施工した下部の鋼殻が上部の鋼殻の掘進に影響を与えていることが判る。(函体施工順序は写真 1 参照)

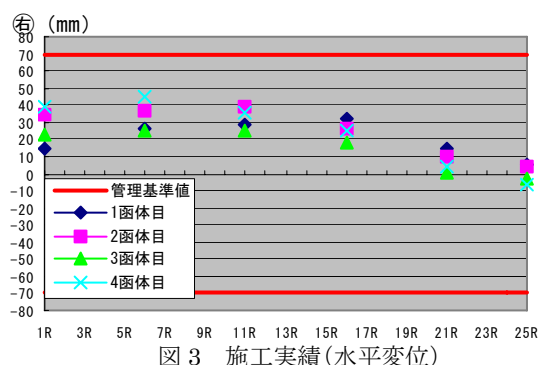


図 3 施工実績(水平変位)

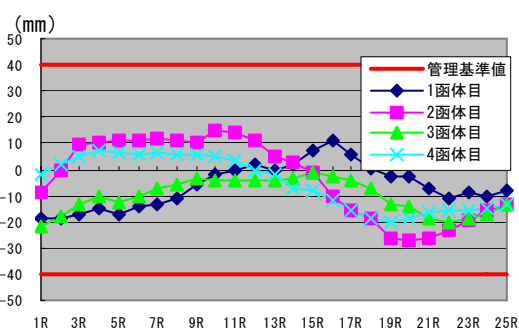


図 4 施工実績(鉛直変位)

5. おわりに

今回の施工により、ハーモニカ工法は鋼殻間の最小離隔 10mm 程度でも十分精度を確保した状態での曲線施工が可能であることを確認した。この実績により従来基本的に直線での施工が主であった非開削工法の適用範囲を広げることが可能となる。現在、地下通路①の施工に向けて、掘進機の改造中である。地下通路③での掘進実績をもとに今後の施工に反映する予定である。

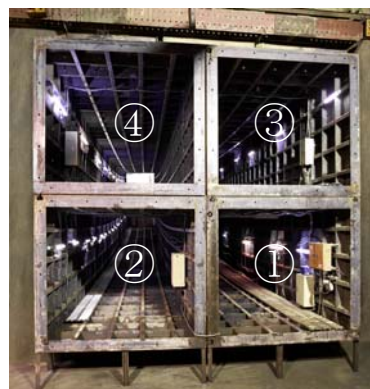


写真 1 掘進完了全景