

ハーモニカ工法マルチタイプの施工実績

国土交通省 関東地方整備局

山田 亨

大成建設(株) 東京支店 土木部

正会員

片桐 年弥

大成建設(株) 土木本部 機械部

正会員

○菱田 博之

1. はじめに

道路交差部のアンダーパス工事は、一般に開削工法で施工されることが多い。しかし、開削工法では道路上に広範囲に渡って作業帯を設置する必要があること、車線の規制や夜間作業などによる近隣への影響が大きいことなどから、既存の車線や周辺環境への影響をできるだけ少なくする目的で、非開削工法による施工が求められるケースが増えてきている。

本工事は、1日に5万台の交通量を有する国道17号線の直下に、延長42.5mのアンダーパスを築造する工事であり、この工事に、非開削工法である「ハーモニカ工法マルチタイプ」がはじめて採用された。本工法は、縦2m×横2mの正方形の小型マシンを縦または横に複数個連結させることで、任意の長方形断面のトンネルを掘削するものであり、工事にとまなう道路の切り回しや規制を必要としない新しい施工法である。今回、本工法の施工が完了したので施工実績について報告する。

2. 工事概要

工事名称：圏央道桶川北本地区函渠その1工事

施工場所：埼玉県桶川市加納

発注者：国土交通省 関東地方整備局

施工者：大成・三井住友・大豊 JV

工期：平成24年8月4日～平成27年10月30日

本工事は、圏央道建設計画の桶川北本ICから桶川加納ICまでの7.4kmのうち、延長1,130mを施工するものである。このうち、国道17号線直下の42.5mを非開削工法であるハーモニカマルチタイプにて施工し、それ以外の部分は、在来工法である開削工法にて施工した。

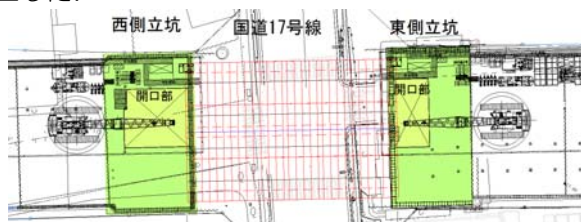


図-1 非開削区間の平面図

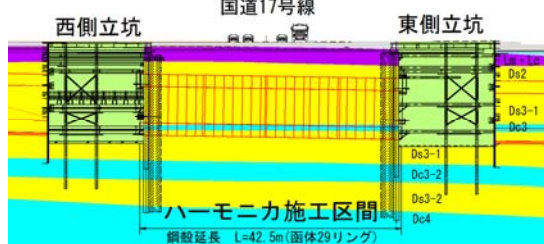


図-2 非開削区間の縦断面図

3. ハーモニカ工法マルチタイプ

従来のハーモニカ工法は、大断面のトンネルを格子状に分割し、それぞれの断面を掘削可能な同一形状の小断面マシンで繰り返して掘削した後、その内部全体を使ってトンネルを構築する施工方法である。小断面トンネルを積み重ねた坑口の形状がハーモニカの吹口に似ていることから「ハーモニカ工法」と命名されている。一方、本工事で用いた「ハーモニカ工法マルチタイプ」は、正方形の単体の小型マシンを3～5基、縦または横にあらかじめ連結することで、大断面となる道路函体の頂版部、側壁部および底版部の掘削を行うものである。小型マシンによるトンネルの掘削後、函体間を接続する鉄筋を組み、コンクリートを打設することにより函体同士を一体化させ、最後に道路函体の内部を掘削することで大断面の箱型トンネルを完成させる工法である。

表-1 本工法と従来ハーモニカ工法との比較表

項目	ハーモニカ工法マルチタイプ	全断面掘削ハーモニカ工法
概念図		
特徴	・複数台の矩形マシンを組み替えて繰返し使う。 ・外郭部のみマシン掘削し、躯体を構築する。外郭内部を掘削することで、大規模な地下空間を構築する。 ・内部の掘削土は、建設発生土となる。	・1台のマシンを繰返し使う。 ・躯体構築断面のすべてをマシン掘削し、大規模な地下空間を構築する。 ・掘削土はすべて建設汚泥となる。

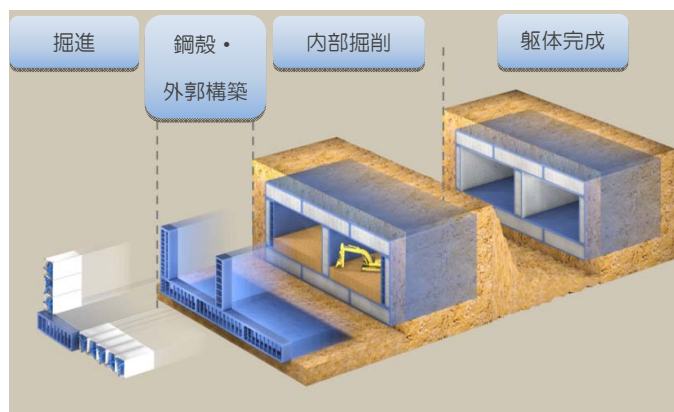


図-3 ハーモニカマルチタイプ概念図

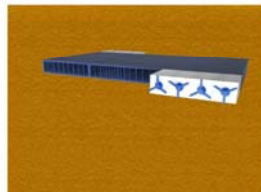
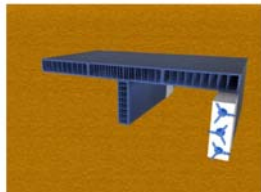
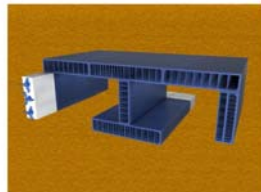
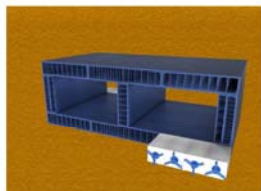
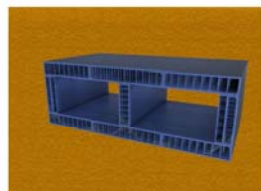
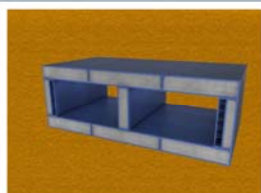
キーワード ハーモニカ工法マルチタイプ 推進 アンダーパス工事

連絡先〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 大成建設(株)土木本部土木技術部都市土木技術室 TEL03-5381-5284

4. 施工方法

施工に先立ち、組合せ自由な2m×2mの小型マシンを工場で8基製作する。つぎに、立坑内で想定した断面に合わせて、縦または横に小型マシンを組み合わせ掘削を行う。函体の頂版と底版は、その中央部と両側部に分け、中央部は5基の小型マシンを横に連結して1台とし、横10m×縦2mの矩形トンネルを掘削し、両側部は4基の小型マシンを横に連結し横8m×縦2mのものを2台つくり、両側の立坑から同時に矩形トンネルを掘削した。一方、函体の側壁部は小型マシンを縦に3基連結して、横2m×縦6mとしたものを2台つくり、両側の立坑から同時に掘削することで工期の短縮を図る工夫を加えた。

表-2 ハーモニカステップ図

STEP1 頂版中央部(U1)掘進	STEP2 頂版側部(U2,U3)掘進
	
STEP3 側壁・中壁(M1,M3)掘進	STEP4 側壁・底版中央部(M2,B1)掘進
	
STEP5 底版側部(B2,B3)掘進	STEP6 不要鋼材撤去・接続鉄筋配筋
	
STEP7 鋼殻内部コンクリート打設	STEP8 内部掘削
	

掘削は、カッターの回転に加え、軸も周回させることで矩形に近い断面形状で掘削することを可能とした。頂版・底版・側壁それぞれ3本、計9本のトンネルを掘削した後に、隣接する鋼殻の接続部および躯体部の鉄筋を組み立て、自己充填型の高流動コンクリートを打設した。躯体部のコンクリートが十分な強度を発現した後に、バックホウによって函体の内部を掘削し、トンネルを完成させた。この掘削土は建設発生土として取り扱われ、従来のハーモニカ工法のように、すべての掘削土が建設汚泥とはならないため環境への負荷の低減にも寄与した。

5. 施工結果

ハーモニカの掘削土層は、砂層（N 値＝17～34）及び粘性土（N 値＝15～17）である。施工の最小土被りは5.0m、地下水位はGL-1.5mであった。組み合わせた掘削機が長細いため、横型では左右両端のマシンを、縦型では上下のマシンを、リアルタイムで測量し、推進を行った。ローリング修正を含めた方向修正は、マシンの中折れ装置を用いて行った。その結果、1 函体の推進精度は、±30mm 以内を確保し、最終形として完全閉合することができた。

立坑からの発進時、マシンの姿勢を安定させるために、マシン下部に固定ソリを取り付け、マシンの沈下を防止した。また、左右方向への動きについては、マシンの両サイドに山留材を組立、山留材をガイドにして推進することで、ズレを防止した。

1 函体（延長 42.5m）の発進から到達までは、約 18 日、マシン組立解体や設備の撤去再設置などは、約 32 日、合計約 50 日/函体のサイクルであった。両立坑からの同時推進をすることにより、片側からの推進より大幅な工期短縮を実現した。



写真-1 横5連結推進機到達状況 写真-2 縦3連結推進機到達状況



写真-3 外殻内部の掘削状況

写真-4 外殻内部の掘削完了

6. おわりに

今回の施工によりハーモニカ工法マルチタイプは大断面トンネルにおいて工期短縮・環境負荷の低減に有効であることを確認した。今後、ますます施工条件の厳しい現場が多くなると予測されるなか、小型マシンを組み合わせ、形状を変えられる特徴のあるハーモニカ工法マルチタイプの需要が期待される。



写真-5 開削部完成写真



写真-6 非開削部完成写真