

「ハーモニカ工法+アンダーピニング工法」による京葉JCT・Dランプの施工（その1）

東日本高速道路(株)関東支社千葉工事事務所 正会員 ○門間 正挙, 非会員 佐々木裕二, 福澤 祥宏
 (株)建設技術研究所 非会員 杉山 克敏, 松本 龍二
 大成建設(株)千葉支店 外環田尻作業所 正会員 志田 智之, 川島 広志

1. はじめに

京葉ジャンクション（仮称，以下「京葉JCT」）は，東京外環自動車道（以下「外環道」）の千葉県区間のうち，京葉道路との交差箇所である．外環道が京葉道路市川IC付近で47°の角度で交差し，ジャンクションの各ランプは，地下構造となる．外環道本線と各ランプは，京葉道路や県道・市道を迂回させながら施工する計画である．

このうち京葉JCTのDランプは，外環道の三郷方面から京葉道路の東京方面に向かうランプである．Dランプのうち，京葉道路市川ICと県道市川浦安線とが接続する付近は，物理的に迂回が困難であるため，非開削工法でDランプの構築を行う必要がある．

本稿では，このDランプの非開削工法での施工計画とハーモニカ工法による推進の施工状況を報告する．

2. ハーモニカ工法+アンダーピニング工法の採用

京葉JCT・Dランプのうち非開削工法での施工区間は，交差する県道及び市川IC・Eランプの直下の区間とし，計画延長は65mとなった．本区間のランプ線形は，縦断勾配4.9%，曲線半径50mとなっている．また，Dランプの直下には，京葉JCT・Aランプ（シールドトンネル）が計画されている（図-1 上部参照）．

ハーモニカ工法とは，矩形断面のトンネルを複数の小断面に分割し，小型の推進機により繰り返し掘削した後，小断面トンネルを一体化し，その内部に構造物を作り上げる工法である．掘削を完了した坑口の形状が，楽器のハーモニカに似ていることから命名されている¹⁾．ハーモニカ工法の特徴としては，①大断面を分割することで小型の機械の使用が可能なこと，②小土被りに対応可能なこと，③曲線施工が可能なこと，④100mを超える距離の掘削

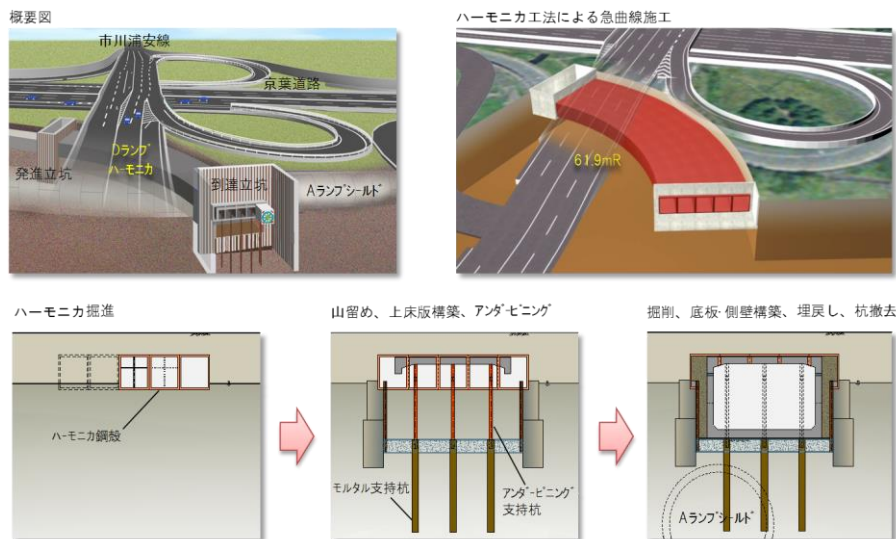


図1 ハーモニカ工法の概要図及び施工ステップ図

が可能なこと，が挙げられ，大断面のシールド工法より低コストで，牽引等による非開削工法では不可能な施工が可能となっている．

一方，Dランプは，直下にAランプシールドが通過することから，通過前にDランプの構築を行う必要があること，また，Dランプ躯体全体をハーモニカ工法とすると発進・到達立坑が大規模となることから，Dランプ躯体の頂版部が構築可能な部分にハーモニカ工法を採用して掘削を行い，Dランプ躯体の底版及び側壁部は，頂版部をアンダーピニング工法により支えながら，ハーモニカ工法による鋼殻から掘り下げることで施工することとした．これにより，Aランプの施工時にDランプの構築が可能となる工程を作成することができた（図-1 下部参照）．

キーワード 非開削工法，ハーモニカ，推進

連絡先 〒261-0014 千葉市美浜区若葉 2-9-3 東日本高速道路(株) 関東支社千葉工事事務所 TEL043-350-3347

3. ハーモニカ掘進機及び鋼殻の仕様

ハーモニカ工法では、方向修正装置を備えた掘進機と曲線に沿った形状の鋼殻を使用するため、単曲線施工が可能である。そのため、Dランプ施工区間の道路線形を満足する施工曲線として 61.9m、縦断勾配として 5.0%を設定した。その上で躯体の形状を満足する鋼殻寸法を設定し、幅 3.69m・高さ 3.98mの 5 連の鋼殻で計画を実施した。施工箇所が小土被り（最小土被り 2.2m）であることから密閉型の泥土圧式ハーモニカ掘進機とし、掘進機の断面寸法は、鋼殻と同一とした。

ハーモニカ掘進機は、主カッタを回転型として、矩形断面の未掘削部分を極力少なくするために、主カッタにコピーカッタ、矩形の 4 隅にコーナカッタを装備した。また、方向制御ジャッキを装備し、左右・上下に 1.0° の中折れを可能とした。推進設備は 1200KN ジャッキを 12 本設置し、総推進力 14400KN とした。本工事で製作したハーモニカ掘進機を写真-1 に示す。

鋼殻は 4 分割構造とし、曲線施工のため、 $R=61m$ の曲線を満足する台形構造とした。本工事では鋼殻同士の継手は設けず、施工後に止水注入が可能な止水材注入孔を設けている。鋼殻組立状況を写真-2 に示す。

掘削方式は、掘進機の方方向制御ジャッキと元押しジャッキ（2000KN×7 本）を同調制御する「尺取り虫方式」を採用し、掘進機が掘削・推進した後、発進立坑内で鋼殻を組み立てた。

4. 掘進施工状況

発進立坑、到達立坑の整備ののち、マシン組み立てを経て、平成 26 年 12 月より最内側の第一函体から施工を開始した。第一函体の施工時には、既設県道の擁壁裏込砕石等が出現し、ロータリーポンプでの排土時に閉塞が生じるトラブルに遭遇したこともあり、年末年始休暇を挟み掘進から到達に 37 日間要した。到達後、マシンの解体、発進立坑への運搬組立を経てからの第二函体の施工は、排土方法の改善も行ったことで、平成 27 年 2 月からの掘進から到達に 29 日間となった。第一函体の到達状況を写真-3 に、鋼殻内部の状況を写真-4 に示す。推進精度は到達側の計画に対して、第一函体で、下側 20mm、右側 80mm、第二函体では、下側 40mm、左側 10mm（いずれも掘進方向に対しての値）となった。

5. 計測管理状況

施工区間の直上は、県道及び京葉道路の市川 I C ランプであり、路面沈下を極力回避する必要があるとともに、一定値以上の沈下が生じた場合は、施工の一時中止や対策の実施が必要である。そのため、本工事においては、県道及び市川 I C ランプの地表面の変状を常時把握するためトータルステーションによる自動計測と人力計測による変状監視を実施した。第二函体までの施工においては、許容沈下量の半分に設定した一次管理値（±15mm）を超過することなく、施工を実施している。

6. 終わりに

京葉 JCT・D ランプのハーモニカ工法は、平成 27 年 3 月末現在で、第三函体の推進に向けた準備作業を実施している状況である。ハーモニカ推進の完了後は、京葉 JCT・A ランプの施工が可能となるようにアンダーピニング杭の施工、躯体構築等の作業を行う予定である。

参考文献：1) 高見澤計夫「過酷な条件下での施工」と「70m を超える曲線施工」月間推進技術 Vol.23 No.12 2009



写真 1 ハーモニカ掘進機

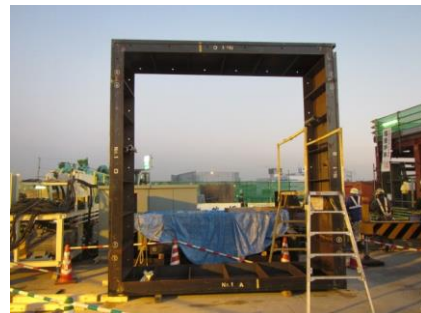


写真 2 鋼殻組立状況



写真 3 第一函体到達状況

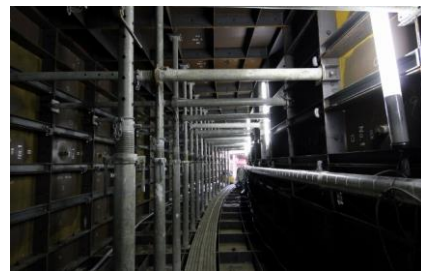


写真 4 到達後鋼殻内部状況