

# 国道直下におけるハーモニカ工法マルチタイプの施工実績－地表面の変状実績と解析－

国土交通省	関東地方整備局	山田 亨
大成建設(株)	土木本部土木技術部	正会員 飯島 知哉
大成建設(株)	土木本部土木設計部	正会員 真柴 浩
大成建設(株)	土木本部土木設計部	正会員 ○森田 康平

## 1. はじめに

首都圏中央連絡自動車道（圏央道）を築造する工事のうち、「圏央道桶川北本地区函渠その1工事」は、国道17号と交差し、主要地方道東松山桶川線、桶川市道4号と並行する位置に大規模な道路トンネルを築造する工事である。地上の交通を阻害するような沈下や隆起を抑制するため、「ハーモニカ工法マルチタイプ」を採用し、その結果、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た。本稿は、国道17号交差点部における、施工時の変位計測結果と事後解析について報告する。

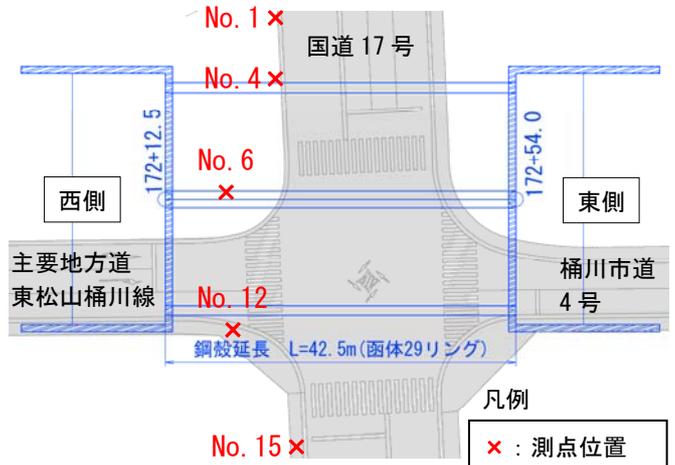


図1 平面図

## 2. 計測及び解析対象範囲

計測対象となる国道17号交差点部の測点位置を、図1に示す。路面変位は水準測量により計測し、掘進中は1日1回以上の頻度で計測を行った。

図2に断面図と土質条件を示す。トンネルは洪積砂質土層中に構築し、躯体は幅27.9m、高さ10.0m、土被りは最小で5.0m程度である。躯体はハーモニカ鋼殻を接続することで構築し、1つの鋼殻は約9m×2mの寸法である。また、本工法の施工延長は図1に示すように、約42.5mである。

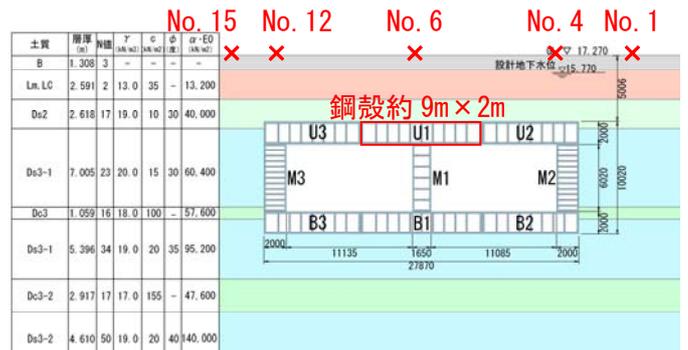


図2 断面図

## 3. 影響解析の概要

影響解析は、二次元平面ひずみモデルを選定し、ハーモニカ推進に伴う地盤変状の要因を応力解放率 $\alpha$ に代表させる手法を用いた。

解析領域を図3に示す。解析領域は、側方領域をトンネル床付けまでの土被り $H$ の5倍、下方領域をトンネル幅 $D$ の2倍とした。

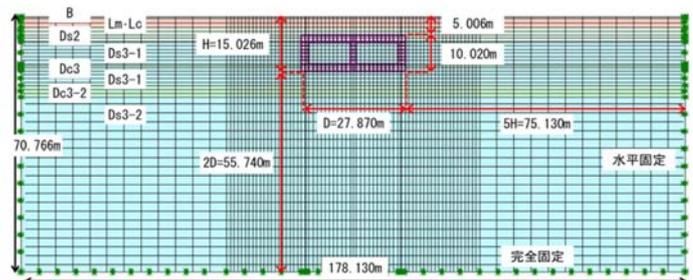


図3 解析領域

施工ステップを図4に示す。基準函となるU1鋼殻を掘進後、U2、U3鋼殻、続いて、側部M鋼殻、底部B鋼殻を掘進する。以上の施工ステップを模擬し、逐次解析を実施した。解析は、一般的に行われる方法で、①初期応力解析、②掘削解放 $\alpha\%$ 、③セグメント設置（ $(100-\alpha)\%$ 解放）とする。

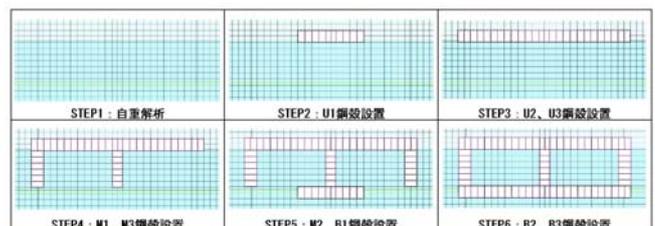


図4 施工ステップ

キーワード ハーモニカ工法マルチタイプ、近接影響解析、応力解放率

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 大成建設株式会社 土木本部土木設計部 TEL 03-5381-5417

4. 実測結果

各測点における実測結果（鉛直変位量）を図5に示す。鉛直変位量は全施工ステップを通して一次管理値である10mm未滿に収まった。

最終ステップであるB2・B3 函体掘削完了時では、躯体の直上であるNo.4, No.6, No.12の測点で変位が大きく、5~7mmの沈下量であった。M1・M3掘削完了後に、各測点において最大の変位量となることから、頂部函体であるU1~U3 函体を先行して掘削することにより、B1~B3 函体掘削時の地表面への影響が小さかった。

また、外殻構築時のコンクリート打設および内部掘削においては、地表面への影響がなく、沈下量に変動がなかった。

5. 実測結果をもとにした逆解析

函体中央部における実測結果をもとに、前述した本解析条件下における応力解放率 $\alpha$ を評価した。

図6にトンネル躯体中央直上の測点No.6についての実測値と解析値を示す。逆解析の結果、本解析条件下では応力解放率を $\alpha=6\%$ とすることで実測値を表現することが出来た。

地中応力を考慮し、応力解放率 $\alpha$ を設定する方法として、 $[\text{応力解放率 } \alpha] = [\text{解放応力}] / [\text{原地中応力}] = [\text{補正係数}] \times ([\text{原地中応力}] - [\text{切羽圧}]) / [\text{原地中応力}]$ により設定できる<sup>1)</sup>。同方法で、各函体掘削時の応力解放率 $\alpha$ を算定した結果を表1に示す。各函体において、地中応力から算定した応力解放率は $\alpha=17.9\sim 18.8\%$ となった。なお、硬質地盤における3次元効果を表す補正係数は $\beta=0.3\sim 0.4$ が一般的<sup>1)</sup>とされるため、ここでは $\beta=0.35$ とした。また、切羽圧については水圧相当とした。

以上のことから、実測結果から逆解析により求めた応力解放率( $\alpha=6\%$ )は、一般的に用いられる応力解放率( $\alpha=17.9\sim 18.8\%$ )の1/3程度となった。この理由として、ハーモニカ工法では、シールド工法とは異なり、掘削機と後続函体の間にはテールボイドが生じず、余掘量が小さいために、周辺に対する掘削影響を低減できたと考えられる。

6. おわりに

ハーモニカ工法の掘進に伴い、地表面の影響検討を実施し、埋設物や地表面への影響を事前に把握しながら実施工を行った。得られた実測値を用いて逆解析し、応力解放率の設定事例の一つとなった。このように、実績を重ねることで影響検討の予測精度を高め、確実な変状管理を行っていきたい。

参考文献

1) 中山, 中村, 中島:「泥水式シールド掘進に伴う硬質地盤の変形解析について」, 土木学会論文集, No.397, IV-9, pp133~141, 1988.9

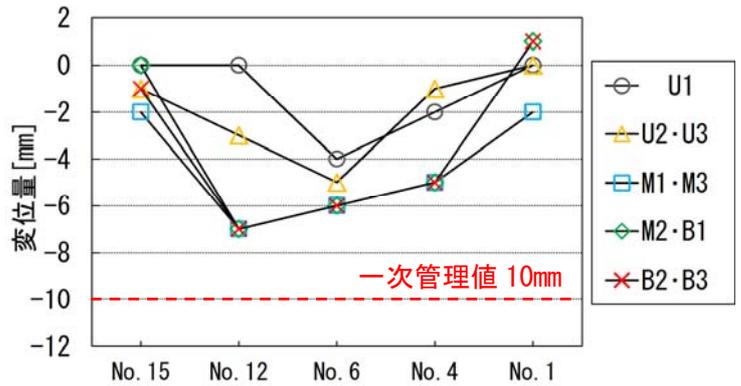


図5 各測点の変位量(実測値)

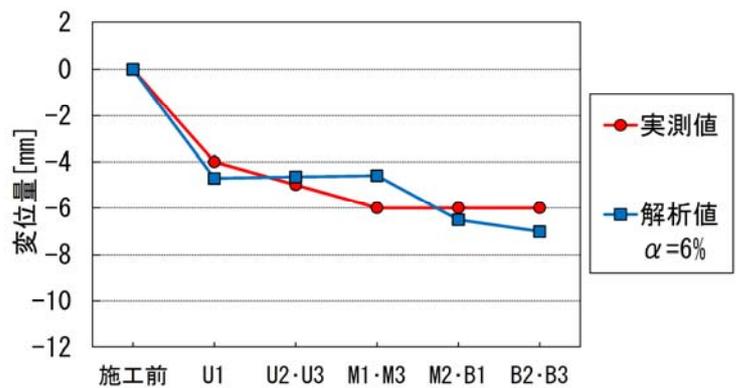


図6 躯体中央直上の測点No.6の変位量

表1 各函体の応力解放率 $\alpha$ の算定結果

函体		U	M	B
原地中応力	kN/m <sup>2</sup>	95.2	134.6	254.2
切羽圧	kN/m <sup>2</sup>	44.0	64.0	124.2
応力解放率 $\alpha$ (補正係数 $\beta=0.35$ )	%	18.8	18.4	17.9