

大断面分割シールド工法の施工実績（その2）

～原宿交差点立体工事における推力伝達状況調査～

大成建設 正会員 ○足立 英明

大成建設 正会員 森田 泰司

1. はじめに

道路立体交差工事において大断面分割シールド工法（ハーモニカ工法）を採用した¹⁾。これまでのハーモニカ工法の実績に対し、当工事ではトンネル線形が平面曲線及び縦断曲線を有し矩形の推進工法としては複雑な線形である。ここで、この複雑な線形に対する鋼殻への推力伝達状況を調査した結果を報告する。

2. 鋼殻構造と線形

鋼殻の基本的な構造を図-1 に示す。1 リング平均延長は 1.25m で、2 本の主桁構造であり、主桁間に縦リブを配置し、外周にスキンプレートを設置している。それぞれの仕様は土質条件、材料条件、荷重条件によって定められるが、特徴として施工ステップ毎の設計を行うことが挙げられる。複数の鋼殻を隣り合わせで推進するため、通常考えられる荷重以外としてマシン荷重や隣接する鋼殻の荷重などを施工ステップ毎に個別に作用させ、各々構造モデルにおける支持点や作用荷重を設定し最大となる断面力に対し設計を行った。ここで、縦リブにおいては軸力と曲げを受ける部材として設計し、推力としては「下水道推進工法の指針と解説 2003 年版（社）日本下水道協会平成 15 年 11 月」に記載されている修正式(Ⅰ)を採用した。設計時には推力は推進方向に均一に掛かるものとした。表-1 に鋼殻の仕様を示す。

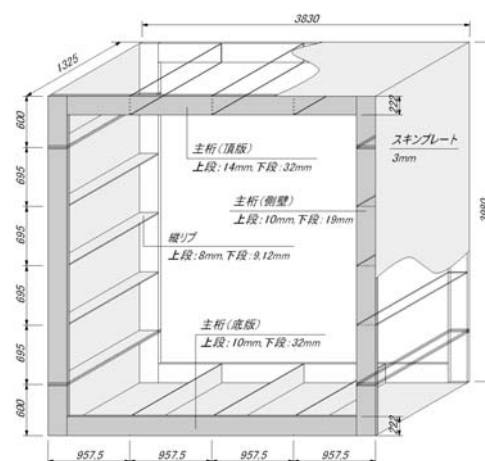


図-1 鋼殻概要図

表-1 鋼殻の仕様

函 体		主 桁				縦リブ	スキン プレート	
		本 数	高さ	厚さ				
				頂 版	底 版			側 壁
上段 U1～U5		2 本	222mm	14mm	10mm	10mm	8mm 14 本	3mm
下段 B1～B5	前半部			32mm	32mm	19mm	9mm 14 本	
	後半部						12mm 14 本	

前出の論文¹⁾で述べたように線形は平面曲線半径 $R=320\text{m}$ 、縦断曲線半径 $R=1000\text{m}$ である。3 次元複合線形を推進する為に鋼殻には上下・左右共あらかじめテーパのついたものとし平面・側面ともに台形状となるよう所定のテーパ量を設定した。

3. 計測計画

鋼殻に作用する推力の計測は鋼殻の上下左右の位置にある縦リブのひずみを計測することにより測定した。測定リングは原則として、No. 5R, No. 29R, No. 52R（推進初期段階、推進途中段階、推進最終段階）の 3 断面を対象とした。ひずみ計設置平面図及び断面図を図-2、3 に示す。ひずみ計は縦リブ中央の両面に設置し、土水圧による曲げによる応力を控除するため縁端よりそれぞれ 35mm の位置に設置した。推進順序は B1→B2→B3→U1→U2→U3 であり、「B1, B3, U2」は横浜側から推進し、「B2, U1, U3」は藤沢側から掘進した。

キーワード 大断面分割シールド工法、ハーモニカ工法、曲線

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 TEL03-3348-1111

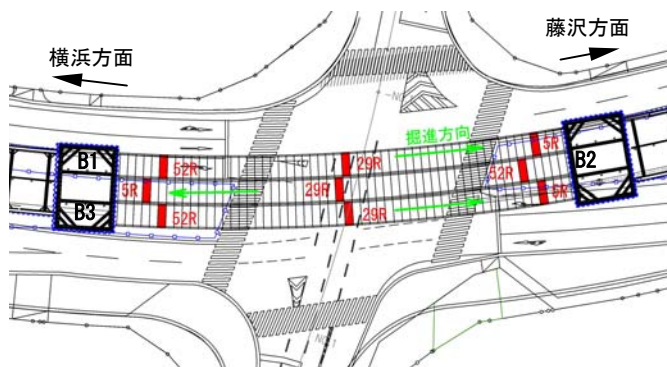
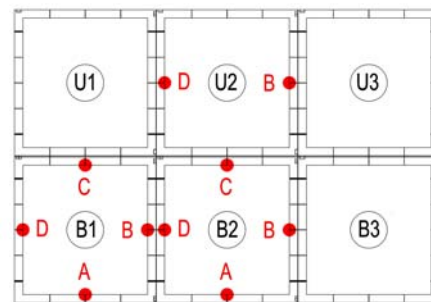


図-2 平面図とひずみ計設置位置 下段(B1, B2, B3)

図-3 鋼殻断面とひずみ計設置位
(A:下側, B:外側, C:上側, D:内側)

4. 計測結果

B1, B2, B3 掘進時の総推力を図-4 に示す。設計値として前記「修正式 I」における推力低減係数 β は粘性土において 0.35 であり、「推進工法の調査・設計から施工まで、(社)土質工学会, 平成元年 10 月」に示される経験値より $\beta=0.70$ も表記した。総推力は概ね $\beta=0.35$ に近い値を示すものの、最初に推進する基準函体である B1 についてはそれに対し若干高い値を示している。

ここで、B2 函体の推進時に No. 5R のそれぞれの縦リブにかかる軸力とその設計値を図-5 に示す。推進初期段階においては鋼殻の内側・外側の軸力が卓越しているが、これは立坑での推進ジャッキが上下側に無く、内外両側に縦に並んだ状態で設置してあるためと考えられる。その後推進と共に上下側の軸力に対し内外側の推力に偏向して作用していた軸力の分布が徐々に全体に移行している。推進の後半では特に上側及び内側の軸力が増大している。シールド工法においては曲線施工時には外側のセグメントに偏向して軸力が作用するが、それとは逆の現象が確認できる。また、設計に対し総じて低い値を示しているのは縦リブと並行して設置されている継手金物にも推力が伝達しているものと想定される。

次に、内側・外側の軸力のバランスを評価する為に、掘進リングに対するそれぞれの軸力の比率を図-6 に示す。推進開始直後、内外の比率は同等であるが、推進が進むと共に内側の軸力の比率が増大している。カーブの内側に推力が伝達していることが明確である。

今回の計測結果により、今後のハーモニカ工法の曲線施工における設計時にテーパ量の設定や外側・内側の縦リブ構造のバランス等を反映しさらなる設計の合理化が可能となった。

5. おわりに

本工法は地上・地下構造物が輻輳する都市部などの技術的に厳しい条件下でアンダーパスなどを構築する場合に最適な工法であり実績を重ねているが、さらに複雑な線形の施工を含めた適用範囲の拡大あるいは設計の合理化をすすめていく予定である。

参考文献 1) 武田他：大断面分割シールド工法の施工実績 平成 21 年度第 63 回年次学術講演会

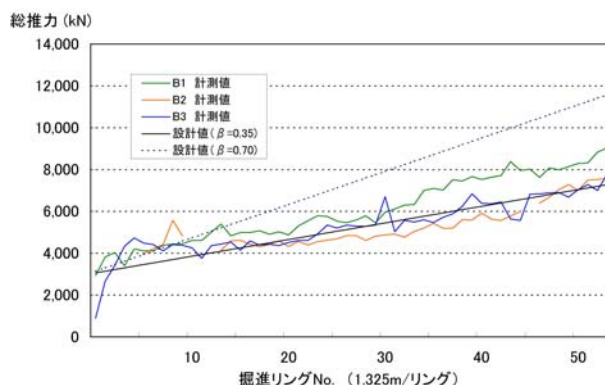


図-4 総推力(B1, B2, B3)

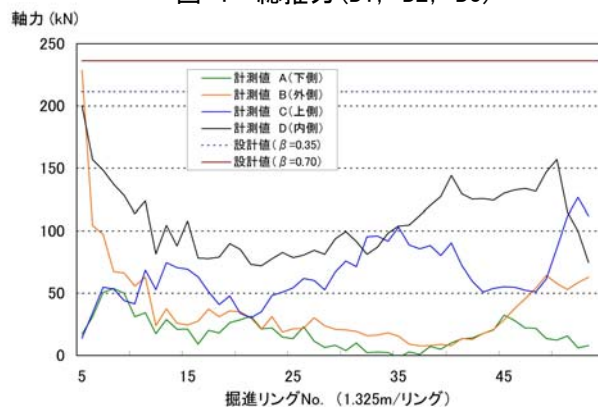


図-5 各縦リブにおける軸力(B2 掘進時; No. 5R)

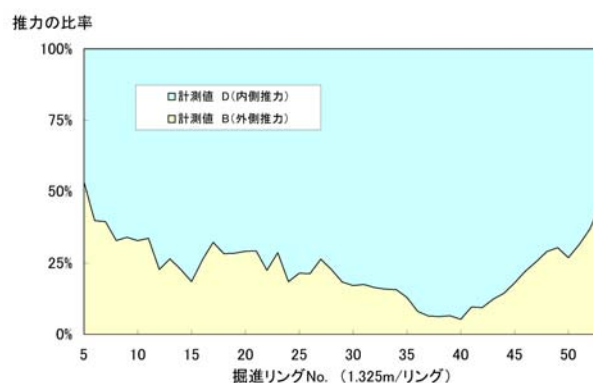


図-6 内側と外側の軸力の比率(B2 掘時;No. 5R)