

大断面分割シールド工法（ハーモニカ工法）の鋼殻挙動計測

大成建設株式会社	東京支店	小柳 善郎
大成建設株式会社	土木設計部	正会員 服部 佳文
大成建設株式会社	土木設計部	正会員 佐藤 充弘
大成建設株式会社	土木設計部	正会員 ○山口 善久

1. はじめに

東京ミッドタウンプロジェクトに関連して整備の進められている地下通路③は、大断面分割シールド工法（ハーモニカ工法）で施工される。

今回、ハーモニカ工法の鋼殻の挙動を把握し、合理的な鋼殻の設計手法を確立するために、各種計測を行った。本論文は、計測より得られた結果をもとに、鋼殻の設計手法の妥当性について述べるものである。計測断面および計測項目を図1に示す。

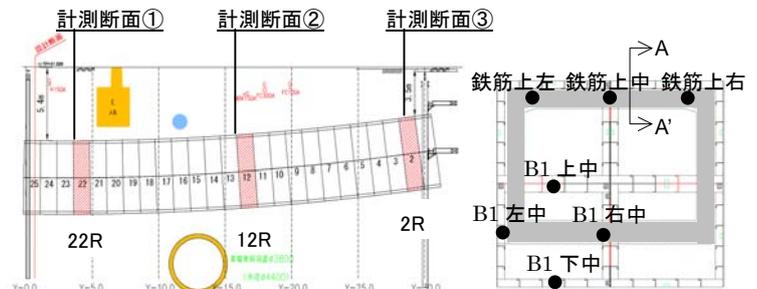


図1 計測断面および計測項目

2. 設計の概要

ハーモニカ工法の各鋼殻は図2に示すように順次構築される。そのため鋼殻は施工ステップを考慮した設計を行い、クリティカルとなるステップでその仕様を決定している。また、鋼殻は仮設部材として設計しており、本体設躯体としては考慮していない。¹⁾

3. 単体鋼殻推進時の計測結果

施工ステップ毎に変化する荷重状態を把握するために、計測断面①に設置したB1鋼殻のSTEP1～STEP3における断面力の経時変化を図3、図5に示す。

図3に示すように、B2鋼殻推進前（STEP1）、B1右中・B1左中には設計値（全土被り）の45%程度の軸力が発生している。

B2鋼殻推進時（STEP2）、計測断面①付近をマシンが通過すると、B1右中、B1左中の軸力がほぼ設計値（全土被り）まで増加し、B1上中・B1下中の内曲げが大きくなっている。B2鋼殻の推進により地山が緩んだためと考えられる。また、B2鋼殻と接するB1右中の内曲げが外曲げへと変化している。B2鋼殻が併設したことによって側方土圧が作用しなくなったためである。また、図4に示すように、設計値と計測値のモードはほぼ一致している。

図5に示すように、B1鋼殻直上をマシンが通過する

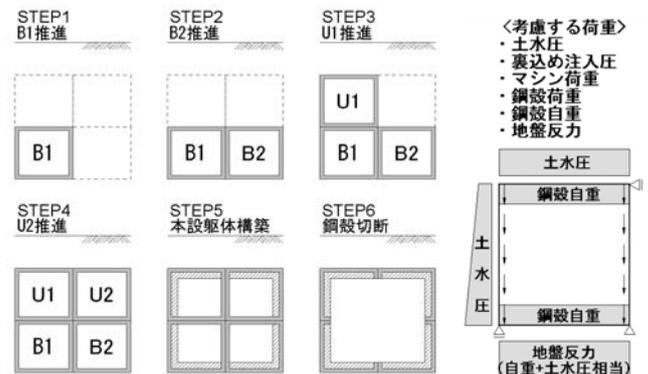
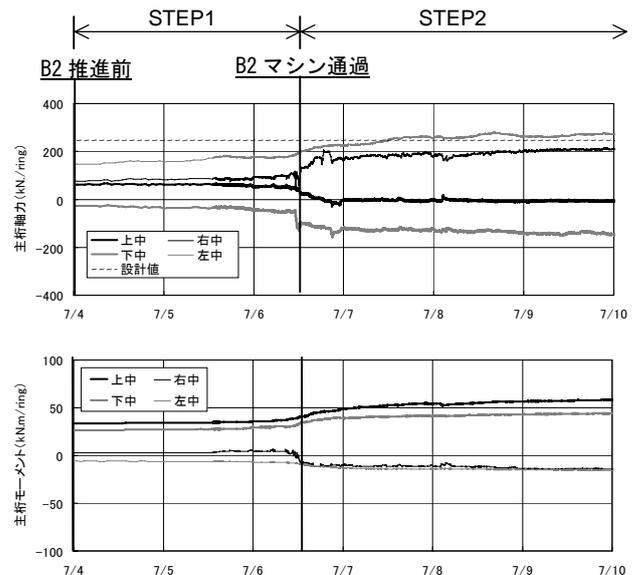


図2 施工ステップおよび構造モデル

モーメント: 内曲げ+, 軸力: 圧縮+
図3 STEP1～STEP2のB1鋼殻

キーワード 大断面分割シールド工法、アンダーパス、矩形推進、鋼殻

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 大成建設土木設計部陸上第二設計室 TEL03-5381-5417

と、B1 右中・B1 左中の軸力が減少する。これは土の重量に比べてマシン重量が軽いためである。また、B1 上中に発生していた内曲げが大幅に減少している。これはマシン自体の剛性が高いために、マシン荷重が集中荷重として側壁に作用しているためと考えられる。

マシンが通過し、上部に鋼殻が設置されると B1 右中・B1 左中の軸力はさらに減少する。

4. 推進力の計測結果

各鋼殻推進時の推進力の計測結果を図 6 に示す。設計値は B1 鋼殻を対象に文献 2) により算定した。

B1 鋼殻推進時の最大推進力は 1500kN となり設計値 3890kN の 40%程度となった。設計において 2 鋼殻目以降は、地山と接する面が少なくなることから、1 鋼殻目と比べて推進力が小さくなると思っていたが、いずれの鋼殻も B1 鋼殻推進時よりも推進力が大きくなった。これは、2 鋼殻目以降は先行鋼殻の注入した裏込め材中を掘削すること、継手の競合いによる抵抗を受けることが原因であると考えられる。

5. 本設躯体完成時の計測結果

ハーモニカ工法では図 2 の STEP5→STEP6 のように本設躯体構築後、本設躯体内側の鋼殻を切断撤去する。

本設躯体上床板の主鉄筋に配置した鉄筋応力計の計測結果を図 7 に示す。鋼殻切断時、鉄筋上中・内側の鉄筋応力の増分は約 30N/mm² であり、設計値 140N/mm² に対して 1/5 程度となっている。本設躯体が鋼殻を巻き込んで打設されたために、設計より部材が厚くなったこと、鋼殻が荷重を負担していることによるものと考えられる。

6. まとめ

今回、明らかになった事項を列挙し、まとめとする。

- ・ 施工ステップを考慮した鋼殻の構造モデルに発生する断面力分布と計測結果は、ほぼ同じモードを示しており、モデル化の妥当性が確認された。
- ・ 鉛直土圧は掘削によって地山が緩み、最終的には全土被り土圧が作用した。
- ・ 推進力は裏込め材、継手の抵抗をうける 2 鋼殻目以降で大きくなった。
- ・ 本設躯体の主鉄筋に発生した応力は設計値の 1/5 程度となった。鋼殻を本設の一部として利用できる可能性があるといえる。

参考文献

1) 湯口、服部、真柴：大断面分割シールドの開発（その 2），第 59 回土木学会年次学術講演会概要集
 2) 下水道推進工法の指針と解説，社団法人 日本下水道協会、2005 年 2 月

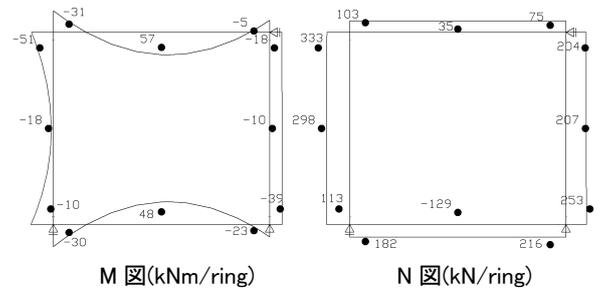
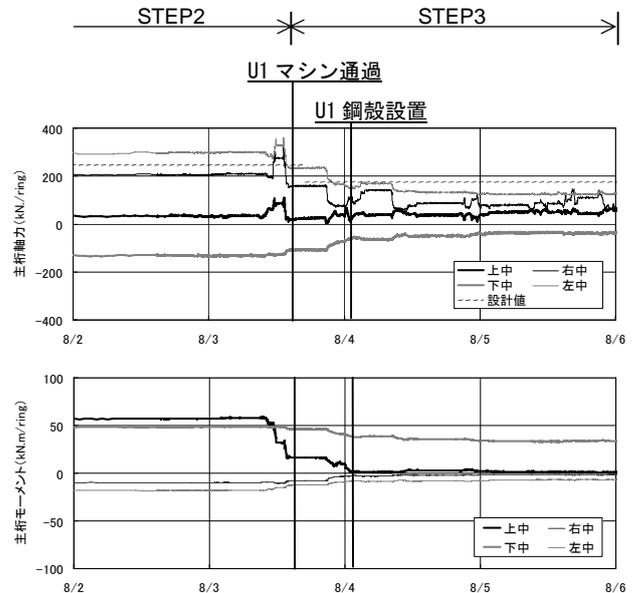


図 4 B1 鋼殻の断面力分布(STEP2)



モーメント：内曲げ+、軸力：圧縮+

図 5 STEP2～STEP3 の B1 鋼殻

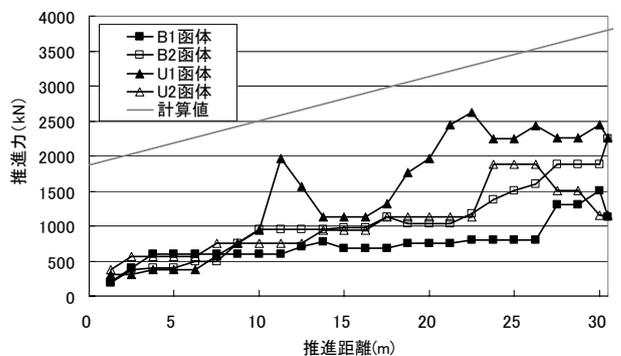
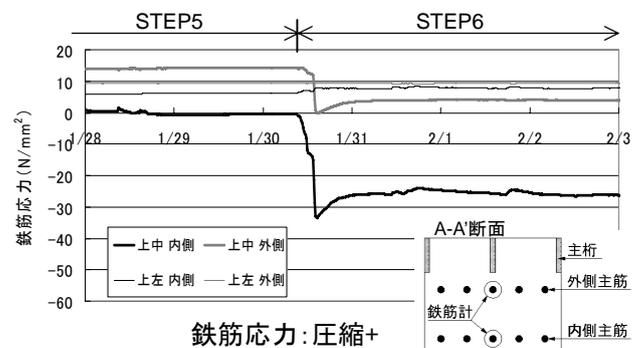


図 6 推進力の計測結果



鉄筋応力：圧縮+

図 7 鋼殻切断時の鉄筋応力