

大断面分割シールドの開発（その3）

継手部曲げ試験

大成建設(株) 正会員 大畑 裕
 大成建設(株) 正会員 植田 堅朗
 石川島建材工業(株) 正会員○ 若林 正憲
 石川島建材工業(株) 進藤 芳典

1. はじめに

大断面を小断面に分割し、1台のシールドマシンで複数の断面を継続的に掘削し、最後に一体化する本工法は、掘削マシンを小型化でき、施工時の鋼殻（セグメント）を薄肉化することで全体の工事費を抑えることが可能となる。供用時の補強方法としては、施工時の小断面の鋼殻に鉄筋とコンクリートで補強した SC 構造とした『内側鉄筋構造』と、小断面に分割された内部の鋼殻を構造部材（鉄骨）として再利用することにより、産業廃棄物の抑制を図ることが可能となる『内側転用鋼殻構造』を提案している。本工法では小断面トンネルを積み重ね、大断面トンネルを構築するため、小断面トンネル同士の接合が必要となり、その接合部には施工の特徴から最大 40mm 区間の微小な断面変化部が発生する可能性がある。そこで、本実験では、この断面変化部の耐力・ひずみ分布・変形特性・ひびわれ発生状況について確認をおこなった。

2. 概要

(1) 構造

本実験では、土被り 4.185m トンネル内空(7.80×10.80m)を想定し設計した、仮設時の鋼殻（主桁 22mm×225mm×4 本・スリットプレート 6mm）に、内側転用鋼殻構造の CASE1・2 では同一の鋼殻を 50mm の被りを確保して配置し、内側にはひびわれ防止鉄筋として D10 を 9 本配置した。また、内側鉄筋構造の CASE3・4 では D32 を 12 本配置した。各ケースの継手部は仮設材の高さを引いた桁高 569mm の RC 断面として D29×12 本を配置した。

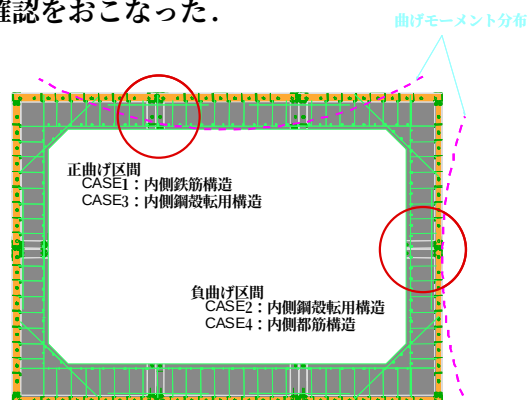


図-1. 構造概要図

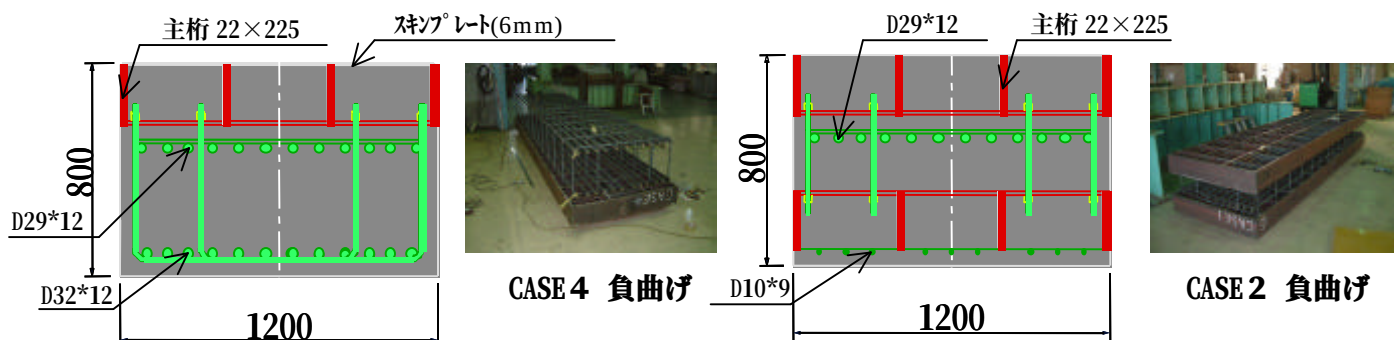


図-2. 断面概要図

(2) 試験ケース

本工法の、施工手順は、①レールによる嵌合組立、②補強鋼材配置③コンクリート打設（供用時）となる。本実験では、供用時を再現することとした。また、施工の特徴で未充填が発生したときを考慮してリング同士 40mm の離間を強制的に設け空隙とした。発生断面力からトンネル外側から曲げが作用する上床版部の正曲げを基本とし、壁部で発生する負曲げについても正曲げと同一構造で確認することとした。

表-1 試験ケース

正曲げ	CASE1	CASE3
負曲げ	CASE2	CASE4

key-words: 大断面シールド・シールドマシン・鋼殻（セグメント）

連絡先: 〒100-0006 東京都千代田区有楽町 1-12-1 Tel.03-5221-7240 Fax.7298(石川島建材工業)

3. 試験結果（継手部曲げ試験）

(1) 試験概要

実物大の平板供試体により、鉛直2点载荷両端可動支持（载荷間 $\varnothing$ 4.2m・支持間 $\varnothing$ 0.8m）により純曲げ試験をおこない、変位・目開き、継手・鉄筋・コンクリートのひずみを計測した（写真-1）。

(2) 変位量について

図-3は、供試体の载荷荷重と鉛直変位の関係を示す。グラフに示した直線は供試体を剛性一様とした変位の理論値と、各要素を考慮したFEM解析での解析結果である。その結果、载荷初期は剛性一様の傾きを示し、設計曲げモーメントに達するまで各ケースとも、解析値と近似した傾きを示している。また破壊荷重についても各部材を評価したRC計算による破壊抵抗曲げモーメントを超える結果となった。試験結果より解析値の妥当性・十分な耐力を有することが確認できた。

(3) 継手部補強部材について

図-4は、長手方向の鉄筋、鋼殻の荷重-応力の関係を示す。各ケース、鉄筋・鋼殻共に、供試体の中心から外に行くに従い発生応力は小さい値を示した。許容荷重レベルで10%程度の応力となっており、継手部材としての鉄筋はコンクリート標準示方書に示されたもので十分である。また、図-5に示すひずみ分布図からも、継手部から離れるにつれ中立軸が外面の鋼殻側に移動しており、継手部では圧縮力を鉄筋が受け持ち、本体部では鉄筋から上部鋼殻に移行しているのがわかる。

4. まとめ

- ① 各部材とも、想定する耐力を有することが確認できた。鋼殻を外周側に配した正曲げについては想定以上の耐力を有していることが確認できた。
- ② FEMモデルによる解析値と近似した変形性能を有することが確認できたことより、設計モデルへの反映が可能ことが確認できた。
- ③ 継手部が断面として断面変化部となるが、鉄筋により容易に補強できることが確認できた。今後、実施工への適用のなかで現場計測をおこない、施工性・覆工品質の確認を進めていく予定である。



写真-1 試験装置

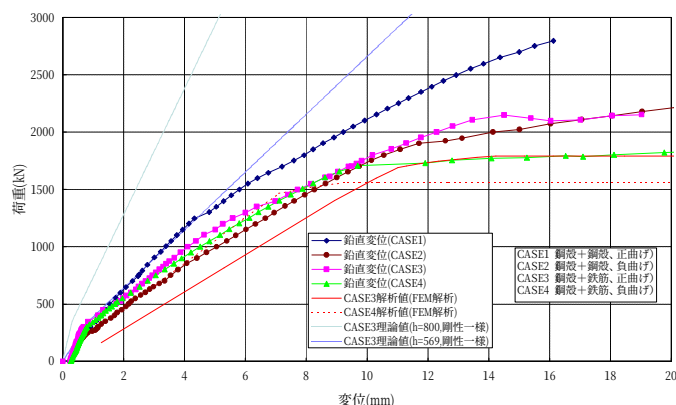


図-3 荷重-変位関係図

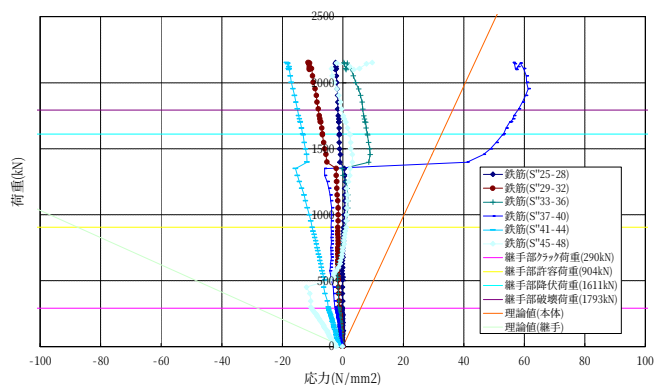


図-4 荷重-鉄筋応力関係図(CASE3)

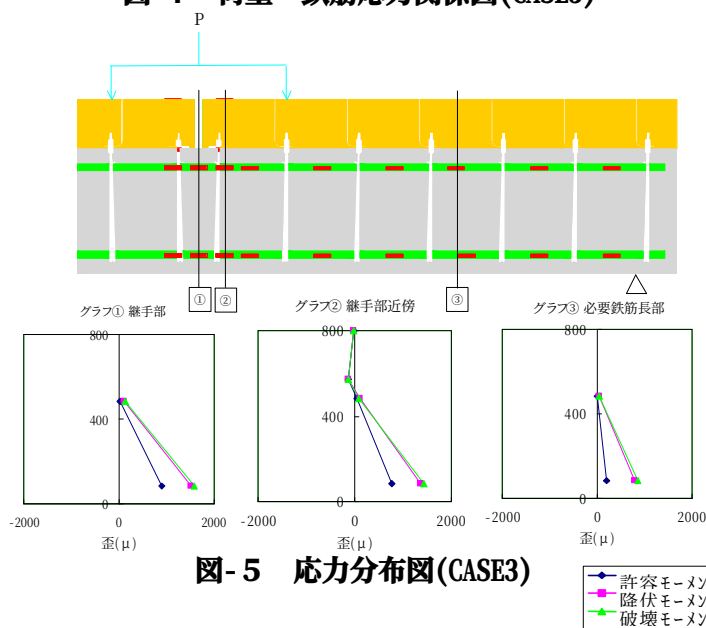


図-5 応力分布図(CASE3)