

# RCセグメントを用いた3連円形シールドの覆工構造

帝都高速度交通営団 710- 矢萩秀一\* 藤木育雄\*

正会員 西村高明\*○ 廣元勝志\*

メトロ開発(株)

710- 今井京平\*\*

## 1. まえがき

複円形シールドの覆工では、大きな応力が生じやすい円交差部のセグメント（以下D型）の耐力を確保することが重要となる。従来の3連円形シールドでは、鉄筋コンクリート（RC）に比べて強度、靱性の高いダクタイルや鋼製セグメントを用いていたが、半蔵門線清澄駅（仮称）では、現状の技術レベルと経済性を総合判断して、RCセグメントを初めて採用することとした。本文は、主にD型セグメントの構造と設計について述べる。

## 2. 覆工構造

清澄駅（仮称）の覆工構造は、2本の中柱で支持されたRCセグメントで所定の内空を確保するもので、中柱を4リング間隔に設置する停車場部（延長127m）と、中柱を毎リング設置する留置線部（延長279m）からなる。停車場部の覆工構造を図-1に示す。

セグメントは幅120cm、厚さ35cm、14分割のRC平板型である。セグメント継手にアーチ形インサート継手、リング継手にインサート継手を採用している。トンネル設置付近の地盤はN値0～3の過圧密状態にある有楽町下部粘性土層で、土被りは16～17mである。

## 3. リング解析

リング解析は、セグメントを梁部材、セグメント継手を回転バネ（ $k_{\theta+}=7.64 \times 10^4 \text{ kN}\cdot\text{m}$ ,  $k_{\theta-}=4.44 \times 10^4 \text{ kN}\cdot\text{m}$ ）、リング継手をせん断バネ（剛結）とする2リング千鳥組はりばねモデルを用いた。荷重は左右対称、地盤反力は0とし、柱の結合条件は剛とピンとした。図-2に荷重モデル、図-3～図-5に応力図を示す。

## 4. D型セグメントの設計

3連円形シールドで断面力が最も集中するD型セグメントをRCセグメントで検討するに当たり、せん断応力度に十分な余裕を持たせ、脆性的なせん断破壊を生じにくくすることを設計の基本とした。

D型セグメントは、柱直上から左右円弧部に移行する部位では断面が急変すること、及び支持点に近接しているため、曲げモーメント、せん断力ともに大きい。一方、これ以外の一般円弧部では曲げモーメントの変化が緩やかなため、せん

キーワード：3連円形シールド、セグメント、せん断耐力

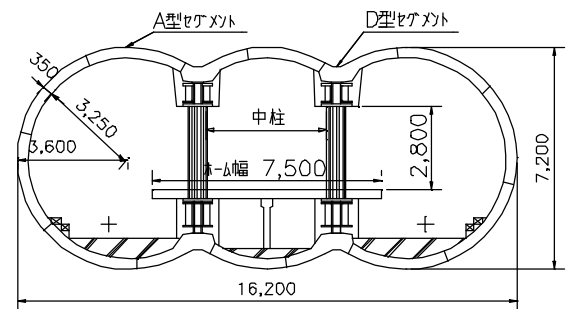


図-1 覆工横断面図（停車場部）

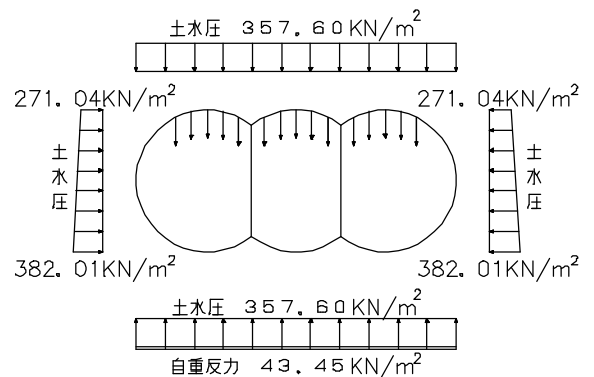


図-2 荷重モデル図

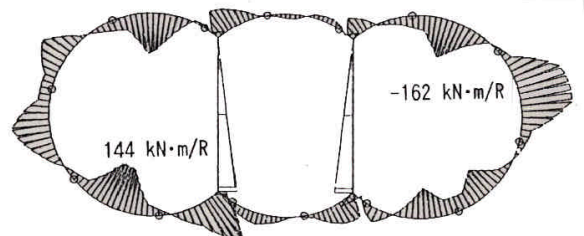


図-3 曲げモーメント図

\* 東京都台東区東上野 3-19-6 帝都高速度交通営団 TEL 03-3837-7133 FAX 03-3837-7208

\*\* 東京都港区赤坂 5-4-5 メトロ開発（株）

TEL 03-3583-1531 FAX 03-3583-1590

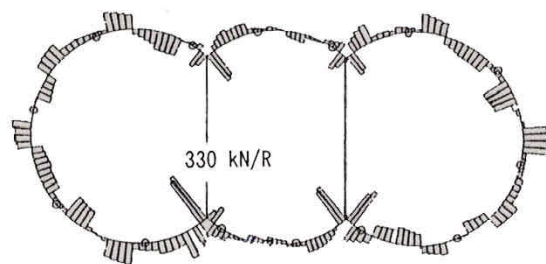
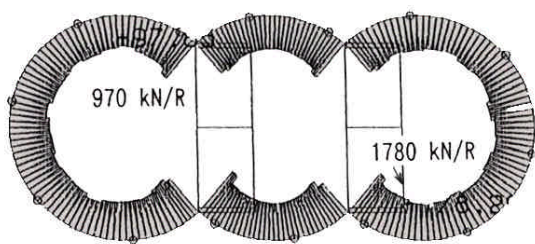


図 - 4 軸力図

図 - 5 せん断力図

断力は比較的小さい。構造物全体としては、各部の保有強度、靱性等を加味した上で、バランスが保たれていることが重要である。

そこで、次の手順により設計した。

D型セグメントの断面力集中・断面急変部位について、まず常時設計荷重レベルの検討として、許容せん断応力度に対するせん断応力度の比が、一般部のそれと同程度となるように設計する。

当該検討部位で営団で設計上考慮している地震動（Elcentro 波形、基盤最大加速度 1 5 0 gal、周面摩擦考慮）に対しては十分安全であること。またそれ以上の地震に対しても脆性的な破壊が生じ無いよう十分な靱性を確保する。

## 5. D型セグメントの課題と対策

2 連円形での R C セグメントによる施工事例はあるが、これらはすべてリング毎に中柱で支持する形式で、内空の制約が少ないため、D 型セグメントを大きくして十分な耐力を確保している。これに対して、清澄駅（仮称）の停車場部の覆工は、1 リング毎に設置した中柱は、D 型セグメント内側に縦桁構造を構築した後、4 本に 1 本は本柱として残置して中間柱を撤去する。すなわち、縦桁設置空間とホーム内空高の確保するため、D 型セグメントの大きさが限定される。この条件下で十分なせん断耐力を確保するため、せん断補強鉄筋に加えてせん断補強鋼材を配置した。これによって、せん断耐力の約 40% 増加が見込まれ、今回考慮した地震動に対しても、D 型セグメントの断面力集中・断面急変部位でも一般円弧部と同等のせん断耐力を持つ結果となり、設計上、曲げ破壊先行型の部材設定に近づけることが可能となった。

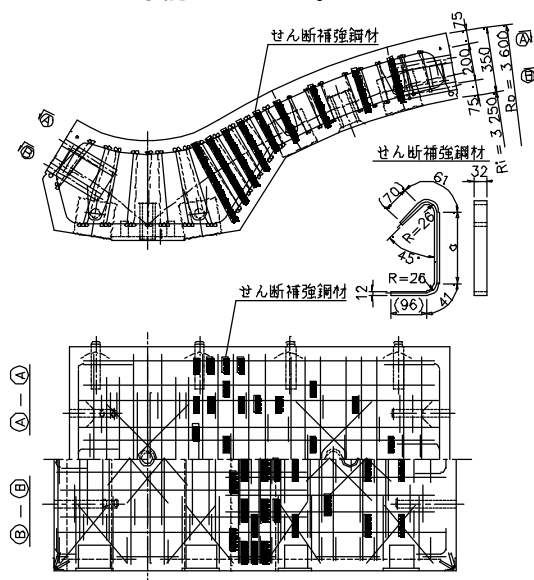
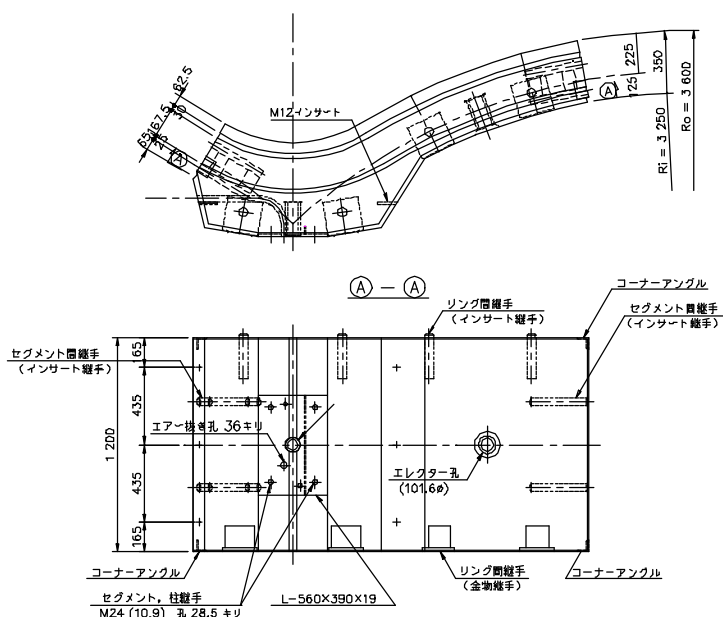


図 - 6 D型セグメント造図（停車場部）

図 - 7 D型セグメント配筋図（停車場部）

## 6. おわりに

D型セグメントのせん断補強鋼材の効果を確認するため実物供試体でのせん断耐力試験を行ったが、ほぼ設計通りの効果が確認できたことから、実施工においてもせん断補強鋼材を配置することとした。