

Ⅲ - B128

幅 1.5 m とした

平板型セグメント(厚さ 40 cm) の設計

日本鉄道建設公団 正会員 鈴木真男 *

日本鉄道建設公団 正会員 町田茂一 *

パシフィックコンサルタンツ株式会社 正会員 水上博之 **

1. まえがき

近年、シールドトンネルの施工性、防水性の向上を目的として、リング間継手の数を少なくするためセグメント幅を従来よりも広くする傾向にある。セグメント幅の実績においては東京湾横断道路(セグメント厚さ 65 cm) で 1.5 m という例はあるものの、厚さ 40 cm に対して 1.5 m の施工例はない。セグメント幅を広くすると、添接荷重によるセグメント断面内応力分布が不均等となり、セグメント端部に応力が集中することとなる。この課題に対して、セグメント内応力分布を弾性 3 次元 FEM 解析を用いて求め、添接荷重の応力集中度が設計上の配慮を行うことにより問題となるようなものではないことを報告している¹⁾。本文ではその結果を踏まえて、幅 1.5 m のセグメントの試設計を行ったので、この報告を行うとともに、セグメントの安全性を確認するための実物大供試体を用いた実験計画の概要を述べるものである。

2. 設計概要

セグメントは外径 $\phi 10,400\text{mm}$ (D), 平板型 RC セグメントでセグメント厚さは、400 mm である。地質は沖積粘性土および砂質土の互層で、トンネルの土被りは $0.7D \sim 2.2D$ の範囲にある。図-1 に代表的な地盤図、図-2 にセグメント形状の概略図を示す。セグメントの構造に関して後述するように、継手構造・K セグメント形状を改良したために設計定数である η , ζ が従来のセグメントリングとは異なることとなる。そこで、梁・ばねモデルを用いて η , ζ を推定し、修正慣用計算法を用いてセグメントの設計を行った。

($\eta = 0.8$, $\zeta = 0.3$)

3. セグメント構造及び配筋上の配慮

幅 1.5 m のセグメントの設計を行うにあたり、添接荷重を極力少なくすることが構造性能、経済性の向上につながるので、次に示す点を配慮した。

(1) 従来型よりも高い剛性を持つセグメント間継手構造を採用することにより、リング全体の変形量を少なくして、添接荷重が小さくなるように配慮した(図-3)。

(2) 一般に標準型 A セグメントよりも小さい K セグメントを用いた場合、セグメント継手が集中するために、K セグメントに隣接するセグメントの添接荷重が大きくなる傾向にある。そこで、K セグメントを標準 A セグメントと同様の大きさとした。

先に検討した 3 次元 FEM 解析において、添接荷重がセグメント

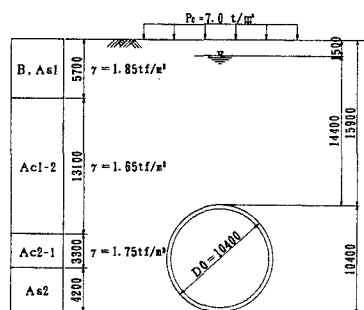


図-1 地盤概要図

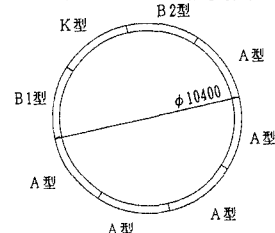


図-2 セグメント構造略図

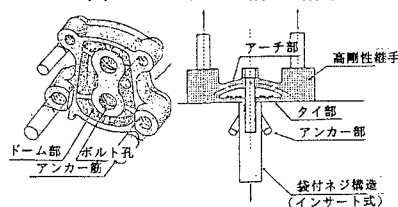


図-3 高剛性セグメント間継手金物

キーワード: シールドトンネル, セグメント幅, 添接荷重, 実験計画

*〒171 東京都豊島区西池袋1丁目11番1号メトロポリタンプラザビル

**〒163-07 東京都新宿区西新宿2丁目7番1号新宿第一生命ビル

TEL 03-5954-5233 FAX 03-5954-5241

TEL 03-3344-0799 FAX 03-3344-1366

端部に集中する範囲は、セグメント端部から200mm程度であることがわかっている。そこで、セグメント構造の改良に加えて、添接荷重による応力集中に対して断面が有効に抵抗するように、セグメント端部の主鉄筋間隔を密にした（図-4）。

設計の結果、幅1.2mのセグメントと比較を行い、トンネル延長約1kmでシールドマシン費用を含めたうえでの経済性では約4%、施工性では約6%の向上をはかることがわかった。一方、セグメント間継手及びリング間継手総延長は15%程度短くなっており定性的には、その分防水性の向上がはかられたと言え、セグメント幅を1.5mにした利点は大きい。

4. 実験計画概要

今回の実験の主な目的は添接荷重によるセグメント端部の応力集中を把握し、セグメントの安全性を確認することである。そこで、通常行われている単体試験・推力試験・継手曲げ試験の他に添接曲げ試験を実施する計画とした。添接曲げ試験の供試体は図-5に示すように3リング相互を千鳥にリング間ボルトで固定したもので、ジャッキにて曲げモーメントをセグメント内に導入させるものとしている。測定項目はセグメント断面内のひずみ分布を確認するためのコンクリートひずみ計、鉄筋ひずみ計を主に、一般に測定している項目の機器を配置している。測定項目および測定機器の配置を図-6に示す。

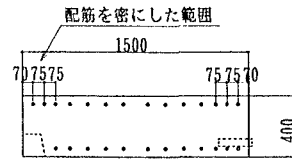


図-4 配筋略図

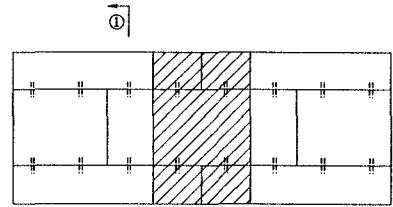
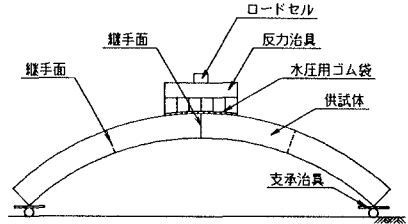
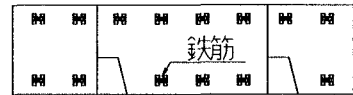
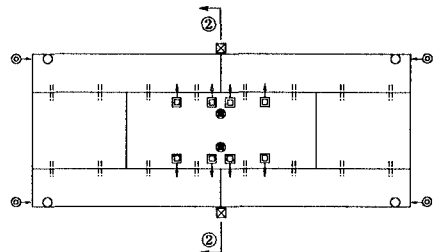


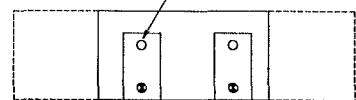
図-5 添接曲げ試験供試体



①-①



セグメント間継手ボルト



②-②

測定項目	計測機器	測定目的
荷重	ロードセル	載荷荷重の測定と曲げモーメントの算出
荷重	水圧計	載荷荷重の測定と曲げモーメントの算出
支点変位	変位計	たわみ量の補正
たわみ量	変位計	継手曲げ剛性の評価
コンクリートひずみ	ひずみゲージ	コンクリートに発生する応力の算定
鉄筋ひずみ	ひずみゲージ	鉄筋に発生する応力の算定
ボルトひずみ	ボルトゲージ	ボルトに発生する応力の算定
目開き	変位計	目開き量の測定
目違い	変位計	ピース間の目違い量の測定
クラック	目視	クラック発生荷重と状況の確認

凡例

記号	計測項目
①	中央たわみ
○	鉛直変位
⊙	水平変位
⊗	目開き量
⊠	目違い量
▨	コンクリートひずみ
▧	鉄筋ひずみ
●	ボルトひずみ

図-6 測定項目

5. あとがき

実物大実験は平成9年6月に予定しているが、この実験結果を踏まえてセグメント設計にフィードバックして、より安全性の高いセグメントを製作することとしている。

【参考文献】

1) 平板型セグメント（厚さ40cm）の幅拡幅の考察 土木学会第49回年次学術講演会 1994.9