

3連型MFシールド覆工構造の設計（その1）

大阪市交通局 正会員 岸尾俊茂
 大阪市交通局 正会員 塩谷智弘
 鹿島建設(株) 正会員 中川雅由
 (株)クボタ 正会員 今野 勉

1. はじめに

大阪市営地下鉄第7号線 大阪ビジネスパーク停留場では、3連型MFシールドを採用している。3連MFシールドの覆工構造は、柱を有する3心円型特殊構造であるため、設計法の妥当性の確認の他各種の構造試験を実施した。本報文では構造試験の内、主としてカモメ部セグメントに関する項目についてその概要を報告する。

2. セグメントの構造

3連型MFシールドは、図1に示すようにダクタイル鋳鉄製のA型、K型(カモメ部)セグメント及び鋼製の柱(本柱及び仮柱)で構成されている。

カモメ部セグメントはこのシールドの特徴的なセグメントであるが、図2に示すように、完成時にはセグメントから縦桁に荷重を伝達する最も応力の集中する部分に位置する。柱や縦桁との位置関係、施工性及び製作性を検討した結果、カモメ部セグメントは図3に示すような複雑な形状となった。

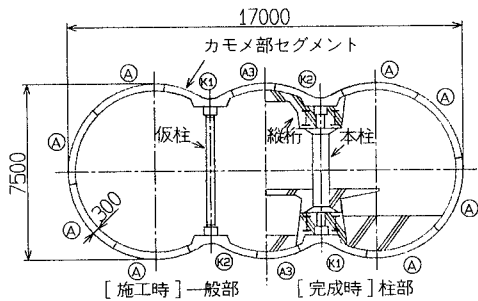


図1. 3連型MFシールドの構造

3. A型セグメントの構造試験

A型セグメントの単体及び継手部の強度等の確認のため、表1に示す構造試験を実施した。

表1. 構造試験の項目

試験名称	確認項目
単体曲げ試験(軸力無し)	強度
ピース間継手曲げ試験(軸力無し、正・負)	強度、 $k\theta$
ピース間継手曲げ試験(軸力有り、正)	強度、 $k\theta$
リング間継手せん断試験	$ks1\sim3$

強度については所定の設計強度を確保していることを確認しており、また表2に示すように、継手部の回転ばね定数($k\theta$)及びせん断ばね定数(ks)も設計値に近似した値が得られた。

表2. 継手部のばね定数

	実 測 値	設計値	ボルト
$k\theta$ (tf・m/rad)	3930~5630	4000	8-M30
$ks1\sim3$ (tf/m)	25120 5020 13840	10000	M30, 10.9

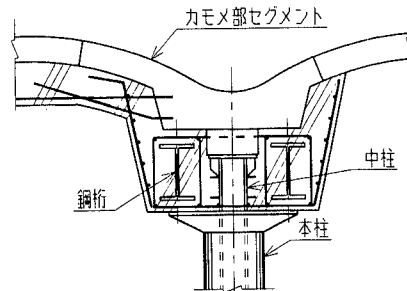


図2. カモメ部の完成状態

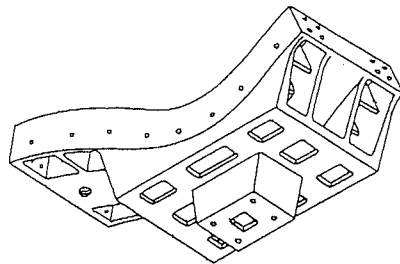


図3. カモメ部セグメント形状

4. カモメ部セグメントの構造解析

セグメントリングの解析時はこのセグメントの剛性のみ評価して1本の棒部材として扱っているため、細部の応力分布を確認するために3次元FEM解析を実施した。

1) 解析モデル

解析モデルは幅方向の対称性を考慮してカモメ部セグメントの1/2をモデル化し、要素タイプはシェル要素が主体で一部ソリッド要素とした。施工時及び完成時の各々のケースについて図4に示すように2次元骨組解析より求めた側部セグメントからの伝達力（M、N、Q）をセグメント端部に与え、セグメント本体に作用する鉛直土水圧を外周面に作用させた。

2) 解析結果

図5に条件的に厳しい施工時の荷重条件での解析結果（最小主応力コンタ図）を示す。セグメント部の応力度の最大値は短期の許容応力度（2470kgf/cm²）に対して6.2%以下の値であった。

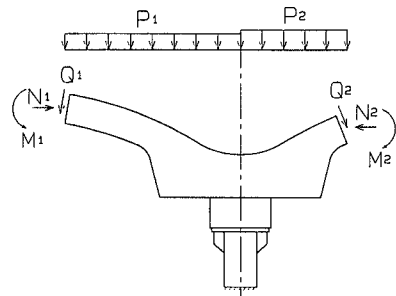


図4. 解析条件

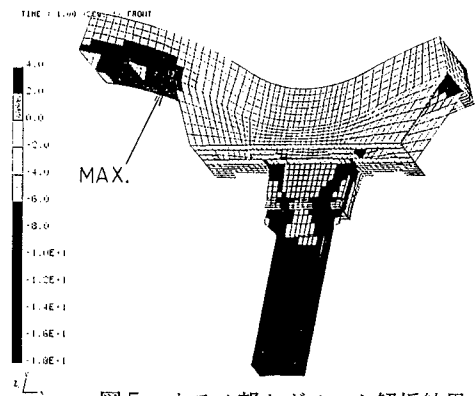


図5. カモメ部セグメント解析結果

5. カモメ部セグメントの構造試験

1) 試験内容及び要領

カモメ部セグメントについて軸力無し及び有りの状態で単体曲げ試験を実施した。

図6に軸力有りの単体曲げ試験要領を示すが、載荷条件は設計応力相当を最大値とした。

($M = -30.62 \text{ tf} \cdot \text{m}$, $N = 219.3 \text{ tf}$)

2) 試験結果

図7に最大応力度発生部分での荷重－歪線図を示す。実測値は解析値の83～98%で解析と近似し、強度的に十分安全であることが確認できた。

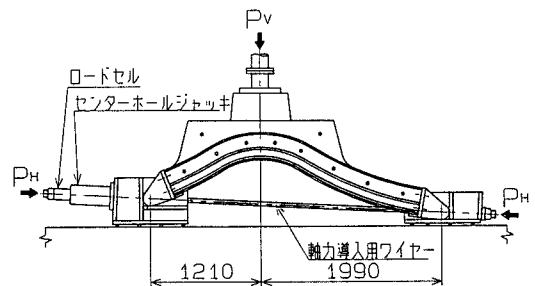


図6. カモメ部セグメント試験要領

6. あとがき

各種の解析や構造試験を実施した結果、今回の3連型MFシールド用セグメントの設計に用いた各種定数が妥当であることが確認できた。また、新構造であるカモメ部セグメントの安全性も確認できた。

本設計にあたり御指導いただきました 京都大学 足立教授、大阪大学 松井教授、(財)鉄道総合技術研究所 河田総務部長を始め、関係各位に厚く御礼申し上げます。

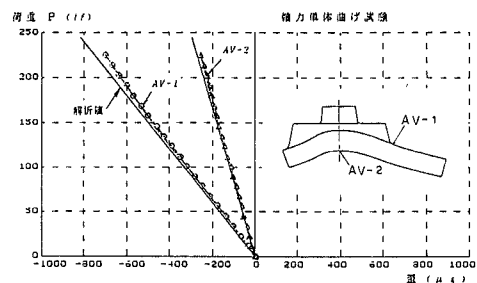


図7. カモメ部セグメント荷重－歪線図