

VI-232

3心円シールドトンネル覆工の設計

大阪市交通局（正）岸尾俊茂（正）伊奈昭二（正）塩谷智弘

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工事では、駅部構築の工法選定に際し、シールド駅として実績のある「単線シールド工法+切掘り工法」と「3心円（マルチフェイス）シールド工法」の比較検討を行った。表-1に工法の比較表を示す。検討の結果、安全性・環境保全・工期等の面から3心円シールド工法を採用することになった。本文では、本工事における3心円シールドトンネル覆工の設計について報告を行う。

表-1 大阪ビジネスパーク駅 構築工法の比較

工 法	単線シールド工法+切掘り工法	3心円シールド工法
覆工構造図		
工 法 概 要	・1台のシールド機で折り返し、2本の並列トンネル間を凍結工法により切掘り、島式ホームの地下駅を構築する。	・3連円形の密閉型機械掘りシールド機で、全断面を一括して掘削し、島式ホームの地下駅を構築する。
施 工 上 の 課 題	・切掘り工による地盤の緩みが懸念される。 ・切掘りの補助工法において、凍結工法に対しては凍結膨張、地下水位低下工法に対しては地盤沈下が懸念される。 ・シールド掘進工に加え、切掘り工の工期を見込む必要がある。	・大断面掘削（外径約12mの円形シールドに相当）、テールボイド（約15cm）が大きくなること、セグメント組立てが複雑になること、また、シールド機が横長なことによる姿勢制御方法の検討など、3心円特有の検討を要する。

2. 設計概要及び設計条件

図-1に設計フローを示す。覆工の設計は慣用計算法を基本とし、梁バネ計算法によるチェックも行った。表-2に設計条件、図-2に荷重イメージを示す。

表-2 設計条件

土 圧	全土被り（約28m）
側方土圧係数	$\lambda = 0.5$
地盤反力係数	$k = 2.0 \text{ kgf/cm}^3$
偏 土 圧	10 tf/m^2 （施工時）、 5 tf/m^2 （完成時）
地 下 水 位	高水位 26.2 tf/m^2 、及び 低水位（シールドクラン）
柱の結合条件	剛結合及びピン結合

図-2 荷重イメージ

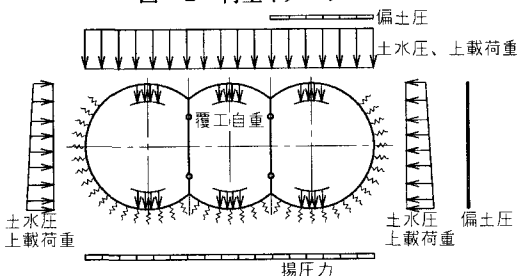
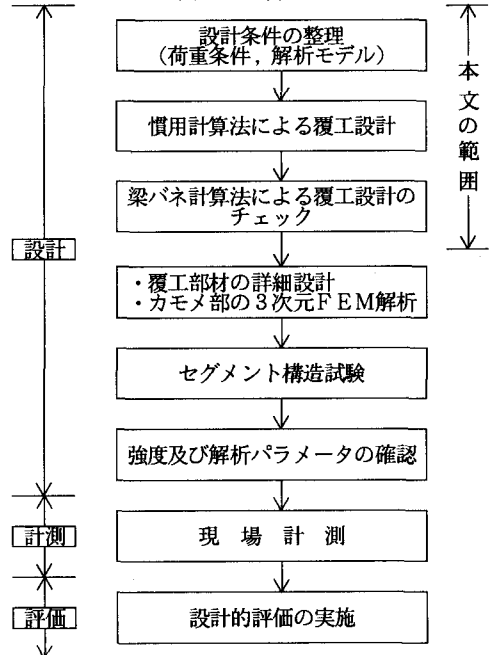


図-1 設計フロー



3. 解析モデル

解析は前述の様に慣用計算法と梁バネ計算法を検討目的に応じて使い分けるものとする。表-3に解析モデルを示す。

表-3 解析モデル

解析手法 検討時	慣 用 計 算 法		梁 バ ネ 計 算 法	
	施工時 及び 完成時		施 工 時	完 成 時
解析モデル イメージ	「2次元モデル」 セグメントの千鳥配置及び 継手効果を考慮し、 η 及び ξ を定めた剛性一様なリングに てモデル化する。		「準3次元モデル(2リングモデル)」 仮柱は全リングに設置する ことから、継手位置千鳥組の 効果を2リングにてモデル化 する。	
解析 パラメータ	・曲げ剛性有効率 $\eta = 1.0$ ・曲げモーメント割増し率 $\xi = 0.0$		・セグメント継手回転バネ $K_M = 4,000 \text{ tf} \cdot \text{m/rad}$ ・リング継手せん断バネ $K_{RS} = 10,000 \text{ tf/m}$	

4. 解析結果

図-3に慣用計算法と梁バネ計算法による曲げモーメント図の一例を示す。また、表-4に最大応力度の算定結果を示す。検討ケース全体では、梁バネ計算法により求めた応力度は慣用計算法により求めた値の72~132%程度となることが分かった。

表-4 側部での応力度算定結果

～完成時、低水位、柱脚ピン結合、
偏土圧5tf/m²(右のみ)、列車荷重なし
(符号：Mは内側引張+、N・ σ は圧縮+)

解析方法	曲げモーメント M(tf・m)	軸力 N(tf)	応力度 σ (kgf/cm ²)	応力度 の比率
慣用計算法	① -37.3	214.2	1,673	1.00
梁 バ ネ 計 算 法	Aリング(甲) ② -24.1	209.8	1,274	0.76
	Bリング(乙) ③ -42.4	220.4	1,836	1.10
	Cリング(甲) -24.2	203.4	1,258	0.75

(注) セグメントの許容曲げ圧縮応力度：

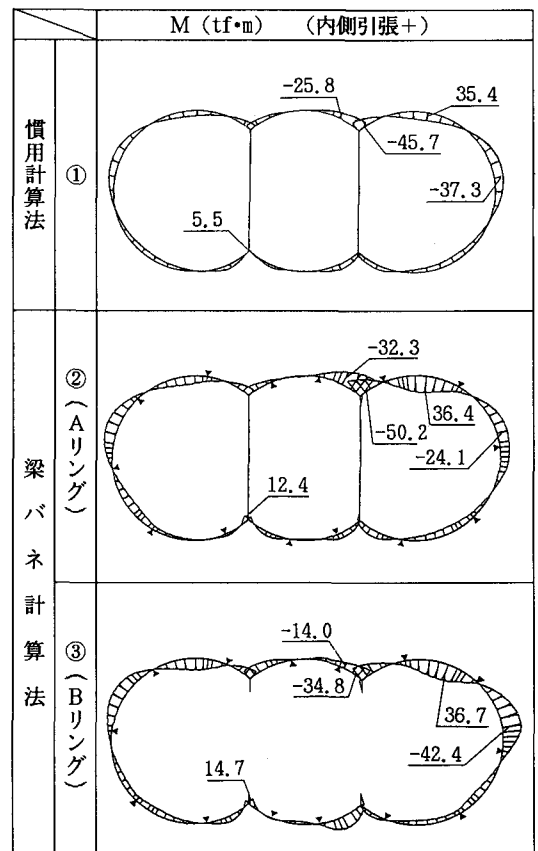
$$\sigma_{ca} = 1,900 \text{ kg/cm}^2$$

5. あとがき

今後、平成6年6月よりセグメント載荷試験、平成7年1月よりシールド掘進を予定している。シールド掘進中にはセグメントの応力や土圧等の各種計測を行う予定であり、得られた計測結果に対して設計的な評価を加えていきたい。

本設計にあたり御指導いただきました、(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-3 曲げモーメント図の比較



(注) ▲はセグメント継手位置を示す。