

# 大断面矩形シールドセグメントの設計について

京都市交通局 正会員 中村 浩 山崎系治  
中央復建コンサルタンツ(株) 正会員 山口直紀 小嶋 勉

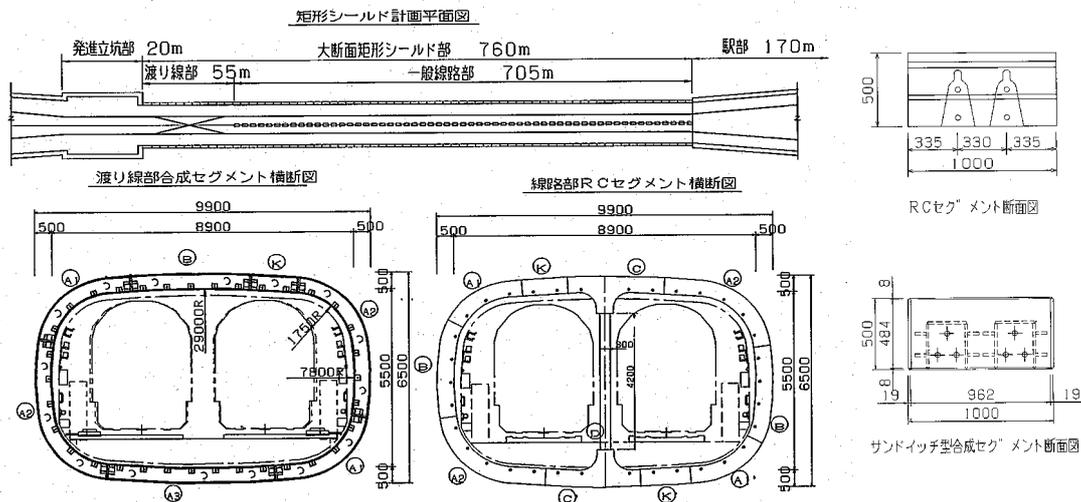
## 1、計画概要

近年、地下鉄道の施工法として多く用いられているシールド工法において、その断面形状が円形のものに加えて多円形や矩形などの異型断面の施工事例もふえてきている。

京都市交通局東西線の延伸工事において、直上に位置する主要幹線道路の交通処理上の制約等から鉄道線路部の延長約760mにわたって大断面の矩形シールドを採用した。

設計延長約760mのうち705mの区間は断面中央に中柱を有する2径間の断面形状であり、始点側に位置する渡り線部と称する分岐線路部の延長55mについては、断面内に中柱を設置できないため1径間の断面形状である。

セグメントの材質およびセグメント分割は比較検討の結果、1径間断面は材質をサンドイッチ型合成セグメントとして7分割、2径間断面はRCセグメントとして11分割で設計した。(図-1)



## 2、断面形状の検討

図-1 大断面矩形シールドの計画概要

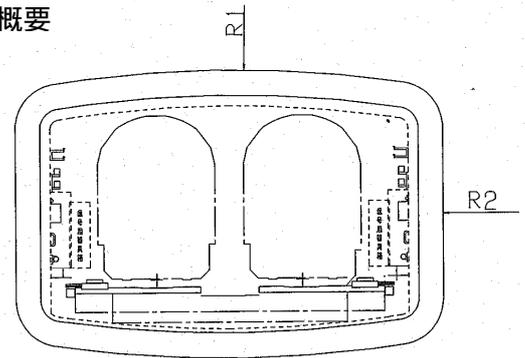
断面形状効果により発生断面力を低減させるべく断面内にどのような曲線を挿入するか検討した。

車両の建築限界から決まる内空断面の上部と側部に施工余裕100mmを考慮した断面を最小断面と決めた場合の上部・下部の曲線半径は29500mmとなるが、さらに側部にも曲線半径7800mmを挿入した断面として断面積の縮小を図った。

断面形状と発生断面力の関係は図-2に示すとおりであり、形状効果により断面力が低減されていることがわかる。

## 3、地盤反力の感度分析

セグメントの設計は鉄道構造物シールド編<sup>1)</sup>(以下、シールド標準)に従って実施する。



上下曲線半径R1 (m)	∞	R= 29.5	R= 29.5	R= 9.9
側部曲線半径R2 (m)	∞	∞	R= 7.8	∞
$M_{max}$ (KN・m)	1437.7 (100%)	1356.3 (94%)	1166.0 (81%)	1167.0 (82%)
$S_{max}$ (KN)	964.6 (100%)	904.1 (94%)	690.3 (72%)	814.3 (84.4%)
断面積 (m <sup>2</sup> )	64.4	65.7	64.6	66.3

図-2 断面形状検討図

シールド標準によれば、側圧係数  $\lambda$  と地盤反力係数  $k$  が提示されているが、偏平な大断面矩形形状であることから、上下方または側方地盤反力の変化が発生断面力にどの程度影響するのか検証した。

シールド標準により求めた  $\lambda=0.45$ 、 $k_v=30000$  (KN/m<sup>3</sup>)、 $k_s=10000$  (KN/m<sup>3</sup>)に加えて、トンネル標準示方書シールド編(以下、シールド示方書)<sup>2)</sup>と、開削トンネルにおける地盤反力係数として鉄道構造物坑土圧構造物編(以下、基礎標準)<sup>3)</sup>により求めた地盤反力係数を用いた場合に得られた断面力の結果を表-1に示す。

これによれば、いずれの地盤反力係数を用いた場合にも発生断面力はほぼ同程度の結果となり、地盤反力係数の変化が発生断面力に与える影響は小さいと考えられる。

#### 4、セグメントの設計

##### (1) 設計条件

常時土圧の他に、施工時の裏込め注入圧等に起因して起こることが予想される長期的な偏載荷重についても50(KN/m<sup>2</sup>)を考慮したケースについても考慮した。

さらに、地下水位はH.W.LとL.W.Lに加えて、将来的にシールドに近接して工事が行われた場合に水位低下が実施される可能性もあり、こうした場合を設計水位G.L-6mとして考慮した。

##### (2) セグメント本体の設計

セグメント本体は許容応力度法により断面設計を行った。

表-2に設計断面力の最大値とセグメント形状を示す。

##### (3) 継手部の設計

継手はボルト形式のものを採用した。

梁バネモデルによる設計で用いる継手のバネ定数は、既往の実験値またはシールド標準の手法により求められた数値を用いた。

継手剛性の設計値ならびに継手諸元を表-3に示す。

#### 5、今後の動向

今後の検討課題としては、地震時の安全性検討、施工時の検討等があるが、さらに、実物大リング載荷試験によるセグメントの断面性能の確認も行う計画である。

#### 6、おわりに

本設計を遂行する上でご指導いただいた京都市交通局東西線建設技術委員会と矩形シールド検討WGの委員の先生方に謝意を表します。

##### (参考文献)

- 1) 鉄道構造物等設計標準・同解説シールドトンネル
- 2) トンネル標準示方書 シールド編
- 3) 鉄道構造物等設計標準・同解説 坑土圧構造物

表-1 感度分析で用いた地盤反力

ケース	$\lambda$	Kv1 Ks1 (KN/m <sup>3</sup> )	Kv2 Ks2 (KN/m <sup>3</sup> )	Mmax (KN/m <sup>2</sup> )	Smax (KN)	準拠基準
1	0.35	40000 13000	40000 13000	+929.8 -947.4	1105	シールド標準
2	0.45	30000 10000	30000 10000	+943.0 -986.2	1122	シールド標準
3	0.55	20000 7000	20000 7000	+959.9 -1034.0	1143	シールド標準
4	0.45	32000 11000	35000 1200	+926.2 -941.1	1105	基礎標準
5	0.45	30000 0	30000 0	+952.9 -1023.0	1115	シールド 示方書

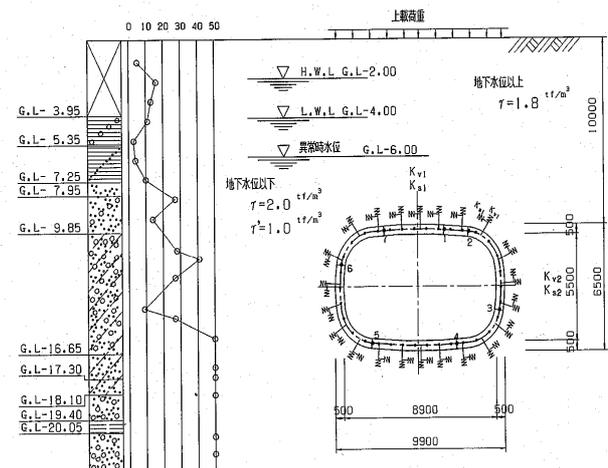


図-3 設計モデル図

表-2 セグメントの設計値および形状

区間	材料	剛性(KN/m <sup>2</sup> )	Mmax (KN/m <sup>2</sup> )	Smax (KN)	セグメント形状寸法 (mm)		
					幅	厚	中柱
渡り線	合成	670000	+950.3 -876.8	789.3	1000	500	-
線路部	RC	364000	+184.1 -420.3	616.3	1000	500	300×550

表-3 継手の設計値

区間	種別	継手バネ定数	ボルト本数×径(材質)	Mmax (KN/m <sup>2</sup> )	Smax (KN)
渡り線	セグメント	+4.0×10 <sup>4</sup> (KNm/rad)	6×M36 (10.9)	+463.1 -438.5	789.2
	リング継手	+1.2×10 <sup>6</sup> (KN/m)	M33 (8.8)	-	98.0 /本
線路部	セグメント	∞ (KNm/rad)	4×M30 (10.9)	+145.2 -113.0	410.7
	リング継手	+1.2×10 <sup>6</sup> (KN/m)	M30 (8.8)	-	43.7 /本