

Ⅲ-B90

西新宿シールドセグメントの設計、実験計画について

首都高速道路公団 正会員 石田 高啓
同 上 正会員 田嶋 仁志
大成建設（株） 正会員 西岡 巖

1. はじめに

首都高速中央環状新宿線は、都心から半径約8kmに計画されている総延長46kmの中央環状線の一部である。目黒区から板橋区までの延長約11kmのうち、ほぼ全線が、都道環状6号線（山手通り）下の地下構造となっている。本報告は、この首都高速中央環状新宿線における西新宿シールドトンネル（外径 ϕ 13.0m、上下線双設トンネル、平均片側延長600m）（図1）について、そのセグメントの設計概要、実験計画について述べる。

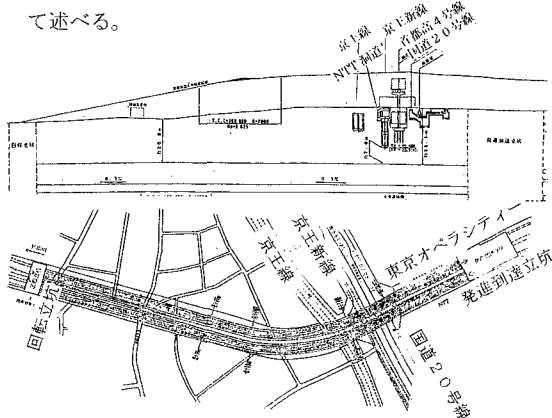


図1 西新宿シールドトンネル

2. セグメントの設計

(1) 設計条件

1) 荷重

当工事において、シールド切羽前面の土層は、全路線を通じて、洪積砂礫層（一部分洪積粘土層（土丹）層）である。従ってセグメントに作用する土水圧は、土水分離で算定する。また、土被り厚最大位置である環状6号線と国道20号線が交差する初台交差点付近を設計用断面とする（図2）。

2) 解析手法の選定

本計画の大口径トンネルは、良質な洪積地盤を通過するため、セグメントの継手の剛性を適正に評価し、セグメントリングの変形によって生じる地盤反力を積

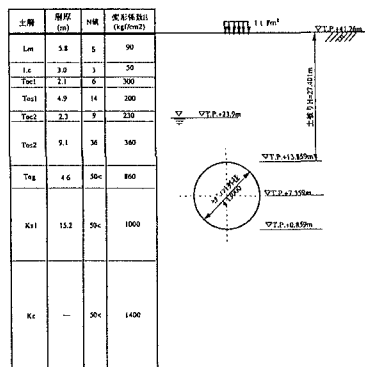


図2 設計用断面における地盤構成

極的に利用することによって、継手を合理的に設計することが可能である。

そこで、3次元的に接続されたトンネル覆工に対して現実に近いモデル化をし、継手の挙動を評価できる解析手法として、梁—バネモデルによる解析法を適用した。

(2) 継手形式の選定

現在考案されている継手形式は数多くあり、種々の継手形式から、品質に対する信頼性、実績、施工性、経済性において優れているダクトイル製の短ボルト方式を選定した。

(3) 継手バネ値

セグメント継手の回転バネ値は、村上・小泉¹⁾に基づく理論により算定した。リング継手のバネ値は、東京湾アクアライン工事において行われた実験結果²⁾に基づき設定した。図3にリング継手のせん断バネ値の荷重—変位関係を示す。ボルトが摩擦により静止している状態と、摩擦が切れた後ボルト孔の余裕量分移動する状態を再現している。

(4) 断面力の算定

断面力の算定は、組立時および1次覆工完成時について行う。また、双設トンネルの影響による増加断面力は、施工ステップを考慮したFEM解析により算定した。

キーワード：シールドトンネル、セグメント、継手回転バネ・せん断バネ

〒151-0053 東京都渋谷区代々木 2-1-1 首都高速道路公団 Tel 03-5352-8631 Fax 03-5352-8644

〒151-0061 東京都渋谷区初台 1-5-1 西新宿トンネル作業所 Tel 03-3379-6880 Fax 03-3379-8384

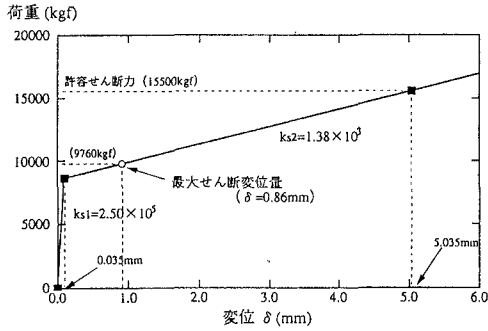


図3 荷重-変位関係図（リング継手せん断パネ）

(5) 検討結果

完成時の断面力から算出されるセグメント継手、リング継手の各発生応力度をそれぞれ表1、2に示す。コンクリートの設計基準強度は48N/mm²である。

表1 セグメント継手発生応力度（完成時）

項 目		記号	単位	自重+土水圧 作用時	自重+土水圧 +風設作用時	
断 面 寸 法	セグメント高さ	H	cm	55		
	セグメント幅	B		120		
ボルト	正面げ (内側)	A _{in}	cm ²	16.34	(2-M36)	
有効断面積	负面げ (外側)	A _{out}		16.34	(2-M36)	
応力度	1 θ	正面げ	ボルト 引張	σ _s	843	937
			コンクリート 圧縮	σ _c	162	169
		负面げ	ボルト 引張	σ _s	—	—
			コンクリート 圧縮	σ _c	91	109
	2 θ	正面げ	ボルト 引張	σ _s	344	402
			コンクリート 圧縮	σ _c	136	144
		负面げ	ボルト 引張	σ _s	—	—
			コンクリート 圧縮	σ _c	89	108
許容応力度		ボルト 引張	σ _{ba}	3000 (：長期)		
		コンクリート 圧縮	σ _{ca}	170 (：長期)		

表2 リング継手ボルト発生応力度（完成時）

項 目	記号	単位	数 値
せん断応力度	1θ モデル	τ	1195
	2θ モデル		1171
許容せん断応力度	τ _{Ra}		1900

3. 実験計画

本実験は、西新宿シールドトンネルで使用する RC セグメントを対象に、セグメント間、リング間継手に注目し、設計時用いた継手の性能を確認することを目的とする。

(1) セグメント間継手曲げ試験

セグメント間継手の回転バネ値および曲げ耐力は作用軸力と密接な関係があるものと予想されるため、軸力をパラメーターとした回転バネ値および曲げ耐力を計測する。

2) 載荷方法及び載荷段階

2点載荷、両端可動支持とする。荷重の載荷は、軸力（圧縮力）を所定の値まで載荷し軸力を一定に保つ

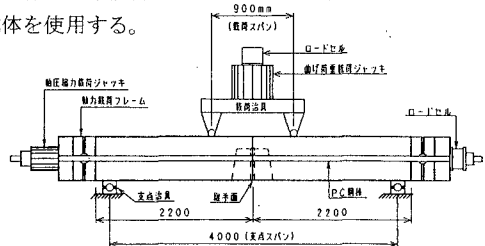
た状態で鉛直（曲げ）荷重を載荷する。

3) 実験ケース

実験ケースは、軸力をパラメーターとし、正曲げ及び負曲げ試験を行う。

4) 実験供試体

供試体は基本設計と同一の断面及び継手構造の平板供試体を使用する。



(2) リング間せん断試験

リング間継手のせん断バネ値およびせん断耐力を確認する。また、ボルトの締め付け力を変えた場合についても確認する。

2) 載荷方法及び載荷段階

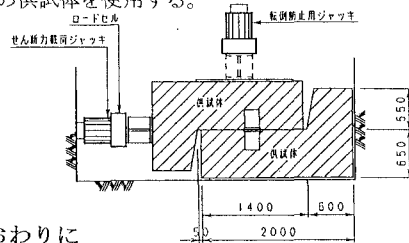
試験は L 字型の 2 つの供試体をリング間継手で連結し、水平方向に載荷することでリング間継手の純せん断力を作らせる方法で行う。

3) 実験ケース

実験ケースはボルトの締め付け力の影響を調べるため、ボルトの初期締め付け力を変えて（許容引張応力度の 60%、80%）2 ケース行う。

4) 実験供試体

供試体は基本設計と同一のリング間継手構造を有する L 字形の供試体を使用する。



4. おわりに

本報告における、セグメント設計の特徴は、①セグメントに作用する軸力を考慮したセグメント間継手の回転バネ値の設定、②継手の摩擦を考慮したリング間のせん断バネ値の設定である。今後、これら設計上考慮したバネ値を、実験によって確認する。実験結果については、講演会当日、発表する予定である。

参考文献

- 1) 村上・小泉「シールド工事でセグメントのセグメント継手の挙動について」1980.4 土木学会論文報告集第 206 号
- 2) 和佐他「最先端技術を駆使して海底トンネルに挑むー東京湾横断道路トンネルの設計現況」トンネルと地下 vol.21 No.4 1990