

シールドトンネルにおける高速施工用セグメントの開発

< 長距離高速化を目指して >

Development of a Rapid Construction Segment for Shield Tunnels

Aiming at a More Rapid Construction for a Longer Distance

(中央送変電建設所 地中線土木課)

近年、シールド工事においては都市部の過密化に伴い立坑用地の確保が困難となりつつある。このため、立坑数を削減し工期短縮を図る長距離高速施工の必要性が高まっている。そこで、高速施工に対応した新型セグメントを開発したので報告する。

(Underground Line Civil Engineering Section, Transmission & Substation Construction Office)

Recently, in shield tunnel construction in urban areas that have become increasingly overcrowded, it has been getting difficult to secure vertical shaft construction sites. To solve this problem, there has been the increasing necessity of a long-distance, high-speed construction segment with a lower number of vertical shafts and a shorter construction period. In the light of these circumstances, we developed a new-type segment that can meet the requirements of high-speed construction as described below.

1 研究の背景

シールド工事における高速施工の要素としては、以下の3つが考えられる。

- (1) シールド掘進の高速化
- (2) セグメント組立時間の短縮
- (3) シールド掘進・セグメント組立の同時施工

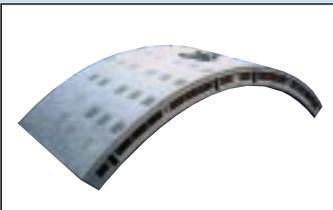
このうち、最もコストダウンに寄与するという理由から、セグメント組立時間の短縮に着目し、高速施工用セグメントの開発に取り組んだ。

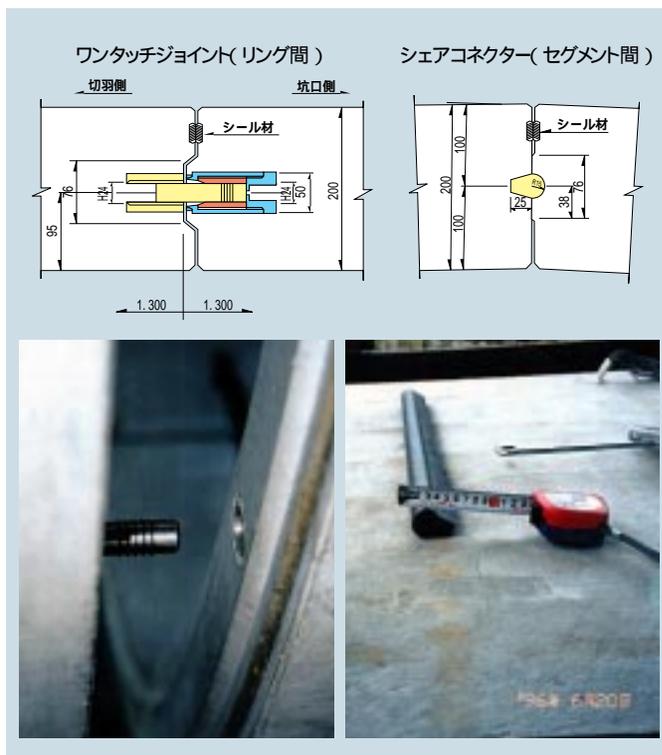
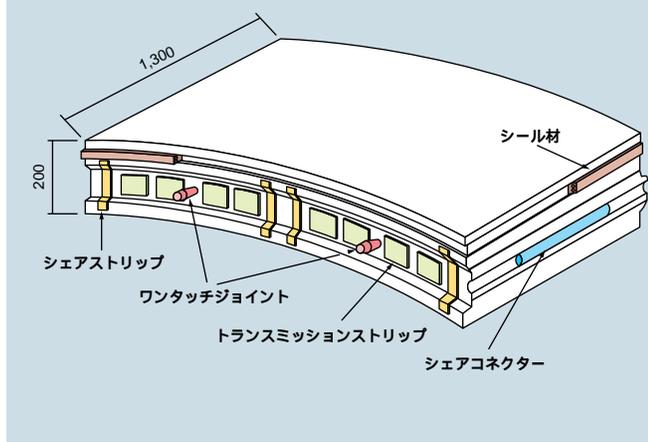
なお、目標は「従来のセグメントに対して組立時間を50%短縮」と設定した。

2 研究の概要

(1) 高速施工用セグメント構造

従来、電力洞道クラスのセグメントでは6分割、トンネル軸方向幅1~1.2mが一般的であるが、高速施工用セグメントは従来のものより分割数を減らし、幅を拡大している(第1図)。なお、最大の特徴は、継手面にほぞ形状を有し、リング間・セグメント間を新型継手(ワンタッチジョイント, シェアコネクター)の採用により、ボルトレス構造としたことである(第2図)。また、内面は平滑で金物の露出がないため、二次覆工の省略にも対応可能である。

セグメント	形式	RCほぞ付	
	分割	5(4+K)	
	外径	4,400mm	
	桁高	200mm	
継手	幅	1,300mm	
	リング間	ワンタッチジョイント	
	セグメント間	シェアコネクター	



(2) 要素試験およびリング載荷試験

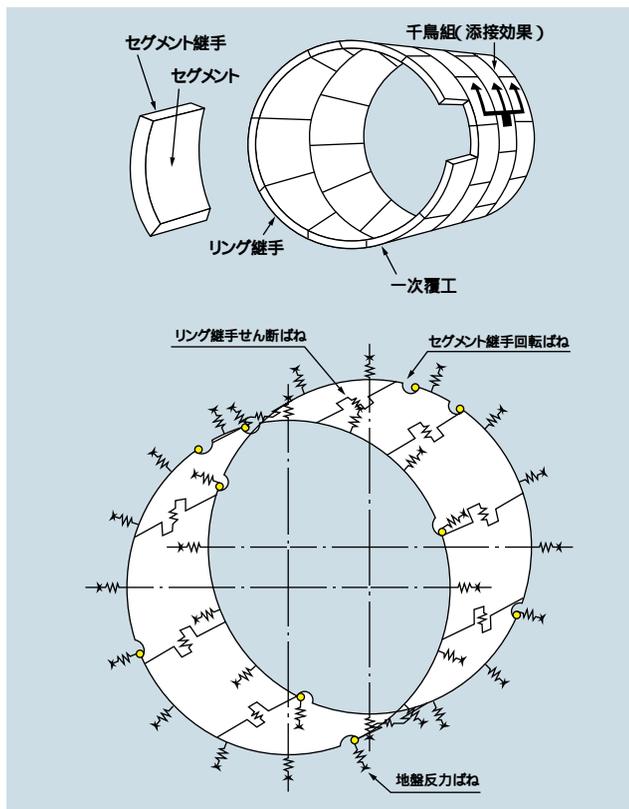
各要素試験により高速施工用セグメントの継手及びシール材の安全性を確認した(第1表)。また、実規模のリング載荷試験を実施し、設計手法の妥当性及び現場への適用性について検証した(第2表)。

なお、覆工設計においては、セグメント構造がほぞ付きであることから、セグメント継手の非線形性及び千鳥組みによる添接効果を評価して解析する必要があるので「はり-ばねモデル」を適用した(第3図)。

3 研究の成果

一般に、ほぞ付タイプのセグメント継手の回転ばね定数は、レオンハルトのコンクリート継手理論に基づき算定している(荷重偏心率に応じて3段階にモデル化)。しかし、高速施工用セグメントの継手曲げ試験の結果、回転ばね定数は理論値よりも小さく、荷重偏心率に依存しないことが分かった(第4図)。むしろ今回は、回転ばね定数が導入軸力に比例していることに注

第1表 試験項目		第2表 リング載荷試験ケース			
リング継手せん断試験		ケース	地盤反力 (kgf/cm ²)	導入軸力 (tf/Ring)	載荷内容
リング継手引張試験		1		20	許容応力度に達するまで載荷
セグメント継手曲げ試験		2	3	50	
推力試験		3		70	
シール材圧縮試験		4		110	
シール材長期応力緩和試験		5	0	0	破壊に至るまで載荷
セグメント組立性能試験		6		20	
リング載荷試験		7		70	



第3図 はり-ばねモデル

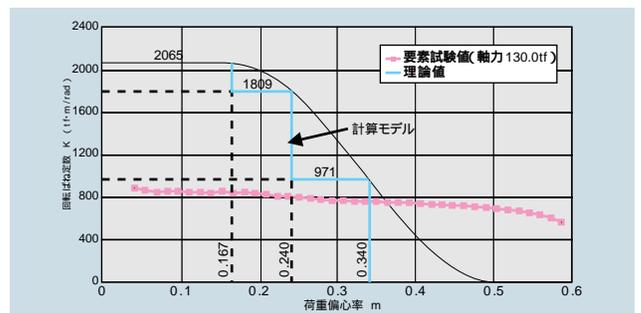
目し、軸力毎に設定するのが妥当と判断した(第5図)。そこで、変形及び曲げモーメントについて、軸力毎に設定した回転ばね定数を用いた解析値とリング載荷試験値を比較した(第6図)。この結果、解析値と試験値は概ね一致しており、本設計手法の妥当性が確認できた。

また、各試験の結果、高速施工用セグメントは要求性能を十分満足しており、シールド工事現場への適用可能性が確認できた。

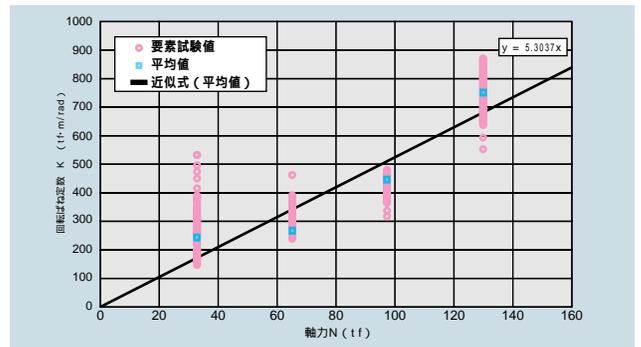
4 今後の展開

今回の結果を受けて、実工事での適用を計画している。当面は、平成10年度に桑名地区洞道新設工事のなかで実証施工を行い、以下の効果を確認する予定である。

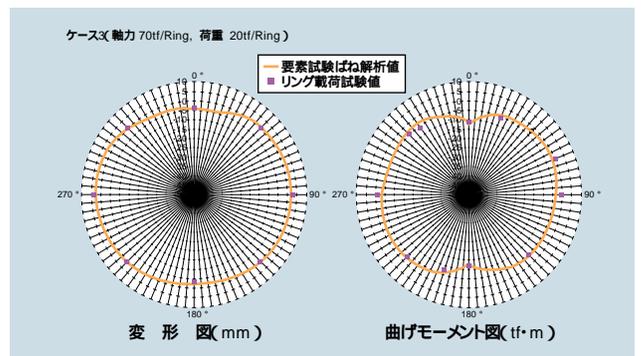
- (1) 新型継手の実用性評価
- (2) 新型セグメントの高速施工性の検証
- (3) 組立時間の短縮効果及び工事費削減効果の確認



第4図 荷重偏心率 - 回転ばね定数の関係



第5図 軸力-回転ばね定数の関係



第6図 比較解析