大断面道路トンネルの低土被り区間に適用したモルタル中詰鋼製セグメント構造概要

中日本高速道路株式会社　東京工事事務所　高橋　亨
中日本高速道路株式会社　東京工事事務所　近藤　基博
中日本高速道路株式会社　東京工事事務所　下窪　健二
大成建設㈱東京支店　正会員　谷口　敦
大成建設㈱東京支店　正会員　福田　隆正
大成建設㈱東京支店　正会員　○織田　隆志

１．はじめに

東京外かく環状道路　本線トンネル（北行）大泉南工事は，東京外かく環状道路の大泉ジャンクション側から発進する延長約 7km の本線シールドトンネル工事である．セグメントの外径φ15.8m で 13 分割（K 縮小），セグメント厚さ 650 ㎜，標準的なセグメント幅 1,600mm である．

本工事における発進立坑近傍区間は土被りが最小約 6m と小さく、また耐震設計上の基盤面からセグメント上半部が突出する位置関係にあるため、大深度区間とは異なりセグメントの安定性（浮上り）および構造性（低土被りを考慮した常時設計および耐震設計）について検討が必要となった．上記検討結果を踏まえて、モルタル中詰鋼製セグメントを適用した．

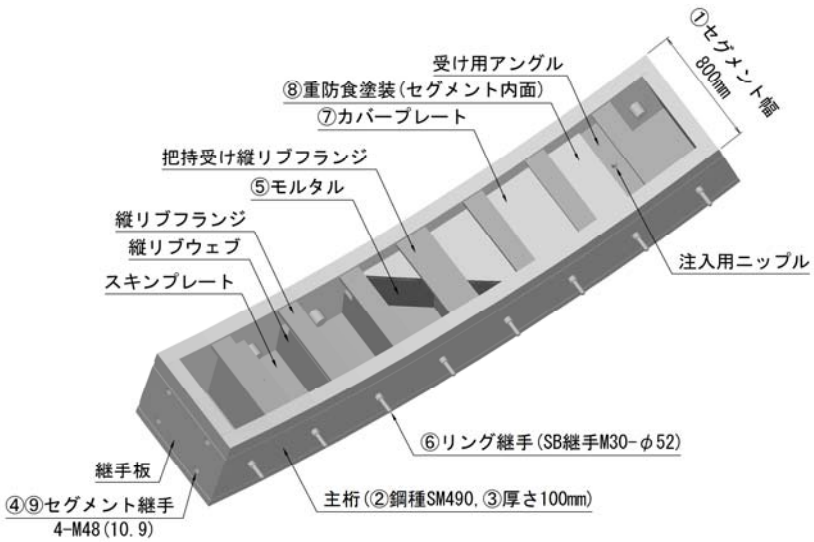


図１　モルタル中詰鋼製セグメント構造概要

No.	要求性能		セグメント仕様
1	構造性（試算）	耐震設計のため高強度セグメント（本体・継手）	①セグメント幅800㎜として、単位幅あたりの強度および重量を確保
	製作性	主桁厚最大100㎜	
	安定性（試算）	浮上り安定確保のため重量セグメント	
	施工性	1ピースあたり重量最大約7.5tに制限	
2	構造性	常時および耐震設計（横断・縦断）	②鋼種SM490
			③主桁厚100㎜
			④セグメント継手 4-M48(10.9)
			リング継手 98-M52(10.9)（せん断） 98-M30(10.9)（引張）
3	安定性	浮上り安定のため重量確保	⑤モルタル中詰
			⑥リング継手（SB継手M30-φ52）として中詰空間確保
4	使用性	モルタル落下防止	⑦カバープレート設置してモルタル露出しない構造
5	耐火性	耐火性能確保	耐火板により耐火性能確保
6	耐久性	長期耐久性確保	⑧セグメント内面：重防食塗装 ⑨ボルト：ダクロ処理

２．セグメント構造決定経緯

本セグメントを適用するにあたり，設計結果から得られる各種要求性能を満足するように、セグメント構造を決定した（図 1 および表 1 参照）．ここでセグメント幅については、高強度かつ重量セグメントとなるため、製作性(主桁厚最大 100 ㎜)やセグメント組立時の施工性（マシンエレクターの重量制限より 1 ピース約 7.5t 以下）に配慮してセグメント幅を 800 ㎜とした．本体構造は、主桁厚 100 ㎜（鋼種 SM490）の 2 本主桁構造とした上で、さらに不足する重量確保のためモルタル中詰形式とし、上記モルタルの落下防止のため、内面にカバープレートを設けてモルタルが露出しない構造とした。セグメント継手は 4-M48(10.9)、リング継手は SB 継手（M30 - φ52）とした。耐火

キーワード　鋼製セグメント，中詰め，モルタル，低土被り，浮上り，ピン挿入型継手
連絡先　〒177-0041　東京都練馬区石神井町 2-14-13　大成建設東京支店外環大泉トンネル作業所　TEL 03-6913-3602

性は耐火板設置により、また耐久性についてはセグメント内面に重防食塗装（変性エポキシ 240μ）を行うことで対応する.

３．モルタル中詰鋼製セグメントの特徴

（１）カバープレート設置による縦リブ分割構造

本セグメントはカバープレートを設けることにより、通常のセグメントと異なり縦リブがウェブ位置で分割され、溶接にて接続できない構造となる（表 2 参照）. このため、ジャッキ推力に対する縦リブ設計上もこれを考慮した.

（２）モルタル配合設計

モルタルは設計重量確保のために単位体積重量を 2.1g/cm^3 以上、また充填性を確保するため無収縮モルタルとして計画した. フロー値については工場での打設施工性を考慮して、250 ㎜×250 ㎜程度のフロー値を約 2 時間確保するように決定した（表 2 参照）.

４．各種性能試験結果

セグメント本製作に先立ち, 試作セグメントを製作して, 性能試験を行った. 載荷試験供試体においては、試験後に有害な変形、残留ひずみが無いことを確認した上で本工事に使用するため、材料規格値による設計降伏荷重まで載荷した後、荷重ゼロとなるまで除荷を行った.

単体曲げ試験および継手曲げ試験ともに, 設計降伏荷重(単体曲げ試験は主桁内縁が降伏応力度に達する 5,413kN、継手曲げ試験は内縁側ボルトが降伏応力度に達する 819kN) まで載荷してその性能を確認した. また載荷後の除荷により、有害な変形、残留ひずみが無いこと（いずれも最大値の 5%以内）を確認した.

水平仮組検査においては, 所定の寸法精度を有していること（継手ピッチサークル径 15,150±20mm, セグメント外径 15,800±25mm）を確認した. また仮組立締付トルク試験により、所定のトルク値以上でのボルト締結も行い、組立施工性等を確認した.

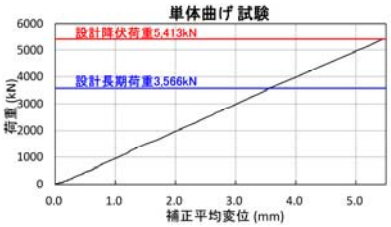
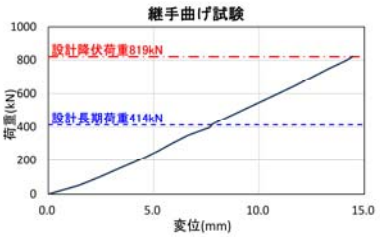
６．終わりに

本セグメントは, 2017 年 2 月より本製作を開始, 現在も本製作中である.

表 2　モルタル中詰鋼製セグメントの特徴

セグメント内面状況		
	カバープレート設置前	カバープレート設置後
モルタル		
	フロー値確認状況（打設直後）	モルタル打設状況

表 3　各種性能試験（載荷試験、水平仮組試験、完成写真）

単体曲げ試験		
	試験状況（鉛直載荷）	荷重−変位関係
継手曲げ試験		
	試験状況（水平載荷）	荷重−変位関係
水平仮組・完成写真		
	水平仮組試験状況	セグメント完成写真（塗装後）