

超長距離シールドにおけるほぞ付きセグメントの使用実績とその評価

中部電力 中山 元
 正会員 三ツ川 修 治
 正会員 ○窪 塚 直 亮
 佐藤・三井・鉄建・日本国土・銭高・中工共同企業体 正会員 吉 川 正 人
 小山 昭 博

1. はじめに

現在構築中である桑名地区洞道新設工事（第4工区）は、掘進延長3,949m（セグメント外径5m）であり泥土圧シールドとしては国内最長距離である（図-1）。ここで掘進距離の増大に伴う作業効率の低下を考慮し、かつ所定工期内に完工するために本工事では高速施工の検討を行った。その結果掘進に関してはシールドジャッキの伸縮速度の増加を施すなどの対策を実施した。^{1) 2)} 一方セグメントについても組立時間の短縮およびコスト縮減を検討し「ほぞ付きセグメント」を採用することとした。

本報告は中部地区で初の施工となったほぞ付きセグメントの特性、使用実績および現場計測結果に関して述べるものである。

2. ほぞ付きセグメントの特性

図-2にほぞ付きセグメントの構造図を示す。本セグメントはリング継手間に凹凸のほぞを有することで、継手ボルトを省略しているためコストを縮減できる。さらにセグメント組立時には組立ボルト

（22本）を挿入するのみであり組立時間の短縮が可能と判断し、直線区間および半径130m以上の曲線区間の延長約3,320mに採用した。表-1にほぞ付きセグメントの諸元を示す。なお残りの約629mにはRC平板型（韓国製）およびスチールセグメントを使用した。

3. 使用実績

シールド掘進開始以降の進捗を図-3に示す。実稼働1日あたりの掘進長は11.6mとなっており、特に平成9年10月には砂質土層の掘進で月進428mを記録した。またほぞ付きセグメントの組立時間を20リング分計測したところ平均18分程度であった。その結果最大では1日18リング（21.6m）とい

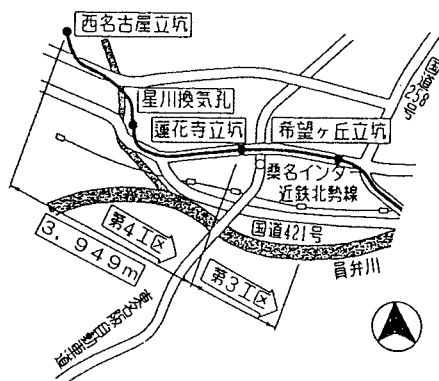


図-1 施工位置図

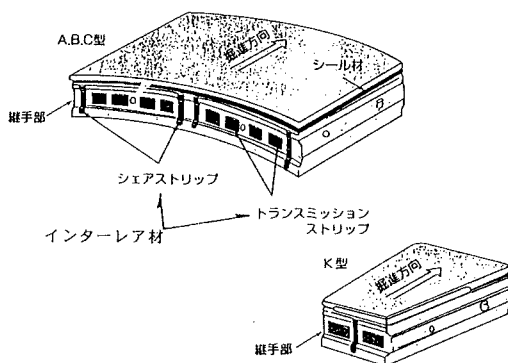


図-2 ほぞ付きセグメント構造図

表-1 ほぞ付きセグメント諸元

施 工 区 分	二次覆工省略区間	二次覆工施工区間
セグメント内径(mm)	4 4 4 0	4 2 0 0
セグメント厚 (mm)	2 8 0	2 0 0
セグメント幅 (mm)	1 2 0 0	
リング数 (リング)	9 2 5	1 8 4 2
製 造 方 法	振動締固め	遠心力成形
インターレア材	①トランスミッションストリップ ハードボード t=2.5mm ②シェアストリップ 合成ゴム t=2.5mm	

う高速施工となった。

4. 現場計測

ほぞ付きセグメントは欧州から技術導入されたものであるが、国内での現場挙動に関する計測事例が乏しい。そこで当工事においては主に施工時荷重に対するトンネル軸方向挙動の把握を目的として、現場計測および解析を曲線半径 130m の地点（二次覆工省略区間）にて実施した。表-2 に土質条件および計器配置を示す。

次に計測データを使用して行った解析の一例を図-4 に示す。これはジャッキ推力によりトンネル軸方向に発生している曲げモーメントを分析したものであり、計測値とは軸方向鉄筋計の応力から算出した値を示している。

一方解析値はトンネルを等価剛性梁モデル³⁾で表現した場合の計算

値であり、等価剛性をセグメントリング本体に対する比率で表現している。なお掘進は中折れ装置を用い、全断面圧縮で施工した。

これらの解析からほぞ付きセグメントのトンネル軸方向の曲げ剛性は、セグメントリング本体の 5 割程度であることが判明した。またこれはインターレア材等の剛性を考慮した直列ばねモデルと比較的良好一致した。⁴⁾

5. おわりに

今回得られた使用実績および現場挙動の知見が今後の同種工事における設計・施工の一助となれば幸いである。

【参考文献】

- 1) 三ツ川、窪塚ら：超長距離シールドの高速施工対策と施工実績、土木学会トンネル工学研究論文・報告集 V O L. 8、1998. 11
- 2) 新津、吉川ら：超長距離シールドトンネルの施工、土木学会第 5 2 回年次学術講演会概要集、VI-121、1997. 9
- 3) 西野、吉田ら：シールドトンネル縦断方向の現場載荷試験とその考察、土木学会論文集 No. 376/III-6、1986. 12
- 4) 中山、南川ら：現場計測に基づいたほぞ付きセグメントの軸方向等価剛性に関する考察、土木学会トンネル工学研究論文・報告集 V O L. 8、1998. 11

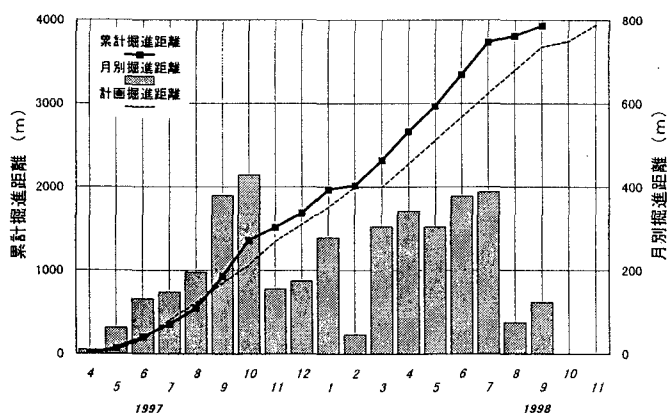


図-3 一次覆工進捗図

表-2 計測条件および計器配置

土質条件	土かぶり約 25 m 地下水圧 60 kN/m ² N 値 5.0 以上の第三紀固結シルト層		
計器配置	土 圧	土圧計	5 台/リング×1 リング
	水 圧	間隙水圧計	2 台/リング×1 リング
	主 筋	鉄筋計	10 箇所/リング×2 リング
	軸方向鉄筋	鉄筋計	8 箇所/リング×4 リング (トンネル軸方向に 4.8 m ピッチ)
	目開き・目違い	目開き・目違い計	各 8 箇所/リング×4 リング
その他	補 強 筋 (せん断補強筋他)	鉄筋計	計 20 箇所
	シールド掘進 データ	支圧応力計	計 4 箇所
		ジャッキパターン・推力・カットトルク 等のデータを収集	

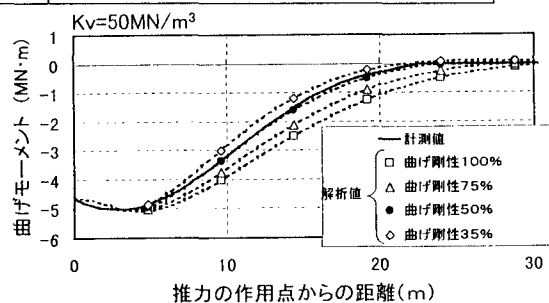


図-4 計測値と解析値(例)