

シールド坑内分岐・接合工法の開発（その2） - JUC 工法用特殊セグメントの概要 -

石川島建材工業（株）	正会員	橋口 彰夫
三井住友建設（株）		武田 寿雄
同上	正会員	清水 安雄
同上	正会員	田村 直明

1. はじめに

シールドトンネルの坑内分岐・接合工法であるJUC工法は、あらかじめ分岐・接合部に開口補強構造を有し、シールド機による直接切削が可能な材料で構成した特殊セグメントを用いることで、トンネル内からのシールド発進・外からのシールド到達を容易にした工法である。

本稿では、このJUC工法用の特殊セグメントの構造と切削部の曲げ性能について報告する。

2. JUC工法用特殊セグメントの構造

JUC工法に使用する特殊セグメントは、開口後の偏荷重を負担する開口補強部材と、シールドマシンのカッタービットで直接切削可能な覆工体（高靱性モルタル）および着脱式の補助部材により構成されている。形状は、厚さ・幅は一般部のセグメントと同じで、分割も開口の大きさにもよるが一般部のセグメントに準じている。そのため組立は、一般部のセグメントと同様に施工することが可能で、組立完了と同時に、開口補強の施工も完了する。写真-1に、本特殊セグメントの実物大試験体の構造および仮組立状況を示す。（仮組写真は特殊セグメント急曲線仕様幅狭タイプ10リングのうちの5リング）

開口部切削部材

開口部切削部材は一次覆工機能を満足し、切削中の偏荷重に抵抗し、かつ切削性能に優れた材料が求められた。材料選定では、圧縮および曲げ性能に優れ、切削の支障となる粗骨材を含まない高靱性モルタル（無筋）とした。リング間には切削中のせん断抵抗部材（部分円形ほぞ）を設けた。

モルタルと鋼製の接合部（境界部）

切削円外周をエントランス設置用に内面鋼板とし、内部にスタッドを配置して高靱性モルタルを充填し、接合一体化を図った。切削後には開口補強の火打ちとして機能する。

開口補強部材（梁部材）

梁構造を開口部に隣接するピースに内蔵し、強固にボルト接合することにより全体として梁部材を形成出来る構造とした。

開口補強部材（柱部材）

通常のセグメントピースを重構造とすることにより、柱部材としての機能をもたせた。

補助部材

高靱性モルタル部内面には、施工時荷重に対する強化とセグメント把持およびリング継手機能を付加した補助鋼板を設置した。

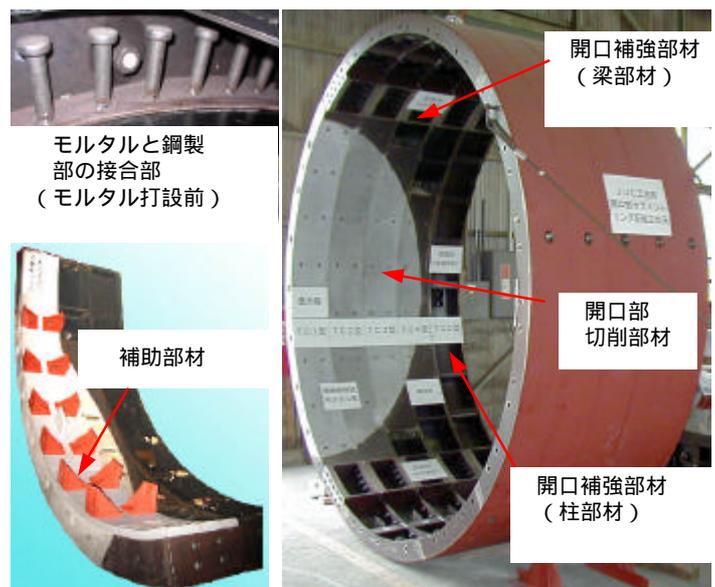


写真-1 JUC工法用特殊セグメント構造

キーワード：シールド、セグメント、接合、分岐

連絡先：〒100-0006 東京都千代田区有楽町1-12-1 石川島建材工業（株）TEL 03-5221-7237 FAX 03-5221-7298

3. 性能確認試験

高靱性モルタルと鋼材との複合ピースとなる特殊セグメントについて、所要の性能を有することを以下の試験により確認した。

- 軸力導入単体曲げ試験
- 単体破壊曲げ試験
- 軸力導入境界部曲げ試験
- 境界部破壊曲げ試験
- ジャッキ推力試験
- ほぞ部せん断試験
- 仮組立試験

とでは想定設計軸力下で許容モーメントの1.5倍のモーメントを導入し、発生ひずみ、鉛直・水平変位を確認した。、では軸力なしの状態まで破壊までモーメントを導入し、破壊耐力と破壊性状を確認した。

では想定設計推力下で発生ひずみの安全性を確認した。では破壊荷重と段差量を計測し、せん断抵抗部材としての機能を確認した。

では製作精度の確認を行なった。

以下にの境界部破壊曲げ試験の詳細な結果を示す。試験方法は図-1、写真-2に示す試験方法で軸力なしの状態まで曲げモーメントのみを導入した。断面性能と試験結果を表-1に示す。断面は許容応力度設計法で設計した。許容モーメントは高靱性モルタルの表面ひずみが許容曲げ引張応力度 4.0 N/mm^2 に達するモーメントで、導入時の表面ひずみは 77μ （応力度 3.5 N/mm^2 ）であり許容値以内であることが確認された。破壊面は境界部から150mm程離れた本体部で発生し、鋼製部との接合には問題がないことが確認された。破壊モーメント $13.2 \text{ kN}\cdot\text{m}$ に対して、ひび割れ発生モーメントが $12.7 \text{ kN}\cdot\text{m}$ で許容モーメントの3倍近くまではひび割れは発生しないことが確認された。また図-2、図-3を見るとひび割れ発生まで鉛直変位、モルタル表面ひずみともにほぼ本体の全断面有効の理論値と一致している。高靱性モルタルには特殊な繊維が混入されているため、ひび割れが発生してもすぐに破壊に至らず、荷重の増加に抵抗する挙動を示した。破壊状況を写真-3に示す。参考までに同桁高のシールド工用標準セグメント（鉄筋コンクリート）2タイプの破壊規格値と比較しても1.3~1.5倍の破壊性能を有していることが確認された。

4. まとめ

JUC工法用の特殊セグメントは一次覆工体として十分な耐力を有していることが確認できた。今後はより合理的な構造検討を継続して行う予定である。

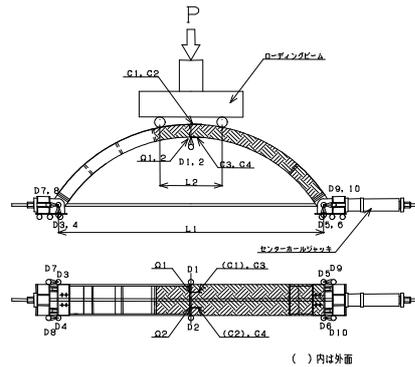


図-1 境界部曲げ試験装置図



写真-2 境界部曲げ試験状況

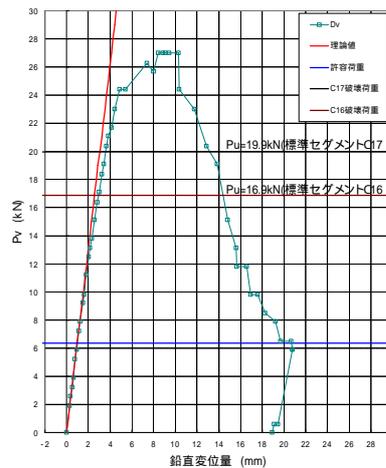


図-2 荷重 - 鉛直変位

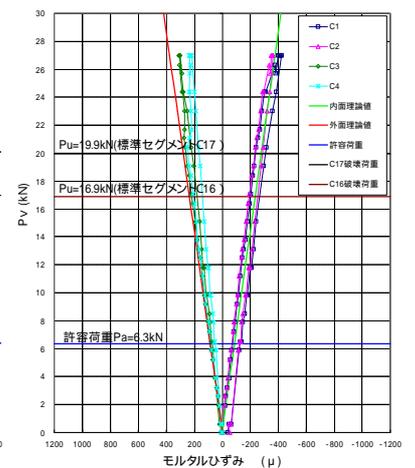


図-3 荷重 - モルタルひずみ

表-1 断面性能と試験結果

セグメント断面(幅×桁高)	300 mm × 125 mm
載荷スパン(支持スパン)	600 mm (2555 mm)
高靱性モルタルのヤング係数	45 kN/mm ²
高靱性モルタルの許容曲げ引張応力度	4.0 N/mm ²
許容モーメント(荷重)	3.1 kN·m (6.3 kN)
ひび割れ発生モーメント(荷重)	12.7 kN·m (26 kN)
破壊モーメント(荷重)	13.2 kN·m (27 kN)



写真-3 破壊状況