

VI-323 ハイブリッドライナー（TBM用新型ライナー）の開発

大成建設（株）正会員 梶 修
 正会員 西田 義則
 大川 孝
 正会員 栄 毅熾

1.はじめに

山岳トンネルでの機械化や施工の高速化に対する要求が高まり、TBMによるトンネル施工が今後増加することが予想される。日本においてTBMによるトンネル掘削を行う場合、地質の変化に対応できる施工システムの開発が重要であり、自立性岩盤から崩壊性岩盤までに対応した掘削システムが要求される。そのためには、グリッパにより岩盤から掘進反力をとる方式と、シールドジャッキを使用してライナーから反力をとる両掘進方式に対応できるTBMマシンとTBMライナーが必要である。

TBMライナーの分類を表-1に示すが、地山の自立性が悪くなるほど、剛なライナーが必要であり、コストもアップする。そこで、TBM掘進反力を受け、かつ地山を支承する機能を持つ、新型ライナーの開発を行った。

表-1 TBMライナーの分類

支保種類	概念図	地山の自立性		掘進方式 (地山条件による)	岩盤との 密着方法
		テール部	後方		
無支保		自立	自立	グリッパ	—
リブ&ラギング		自立	崩落	グリッパ	バックン
スチールライナー ライナープレート		崩落		グリッパ	裏込め注入
インバートセグメント +リブ&ラギング +スチールライナー +ライナープレート		崩落		グリッパ+ シールド ジャッキ	裏込め注入
RCライナー ハイブリッドライナー ワンバスマイナー		崩落		シールド ジャッキ	裏込め注入 エキスパンション

2.ハイブリッドライナーの特徴

ハイブリッドライナーは、下記の3項目を目的に開発したTBM用新型ライナーである。

- ・地質変化への対応の迅速化
- ・組立の高速化
- ・低価格化

ハイブリッドライナーは、図-1に示すように、鋼枠と中詰めコンクリートから形成される。鋼枠は工場にて製作し、中詰めコンクリートを現地にて打設する現場製作型プレキャストライナーである。

したがって、RC構造のように型枠を必要としないため、製作期間が短く、前方予知等によりライナーが必要となつてからのライナー製作が迅速に対応できる。

ハイブリッドライナーは、突起継手の採用によりボルトレスとしており、組立の高速化が図れる。また、設計においては鋼枠と中詰めコンクリートの簡易剛性効果を考慮した設計を行い、主桁の薄肉化を図った。これらにより低価格化を目指した。

3.試験結果

ハイブリッドライナー評価のために、製作試験、載荷試験、組立試験を行った。

製作試験として、 $\phi 8\text{m}$ 、厚さ20cmのハイブリッドライナー（8分割）を試作し、以下のことを確認した。

- ・ライナーの鋼材量を減少させたが、運搬・コンクリート打設作業時の鋼枠に変形はなかった。
- ・中詰めコンクリート打設は容易に行え、クラックは発生しなかった。

ハイブリッドライナーの挙動評価のために载荷実験を行った。载荷試験としては、単体曲げ試験、継手曲げ試験、継手せん断試験、ジャッキ推力試験を行い、ハイブリッドライナーの特性を評価した。試験結果から以下のことが判明した。

- ・主桁とスキンプレートと圧縮部コンクリートが一体となって挙動するため、主桁、スキンプレートを鉄筋と考えたRC構造として設計可能である。
- ・継手挙動は回転バネとせん断バネにより評価できる。
- ・ジャッキ推力の確保は十分可能である。

組立試験においては、突起継手は $\phi 24$ で先端にテーパ加工を施し、挿入時のガイドの働きを持たせ、3mmの遊びを設けた結果、スムーズな突起継手の挿入が確認された。したがって、 $\phi 8$ mクラスでのシールドセグメントのボルトによる組立時間が約50分程度であり、これを30分程度に短縮が可能と判断できる。

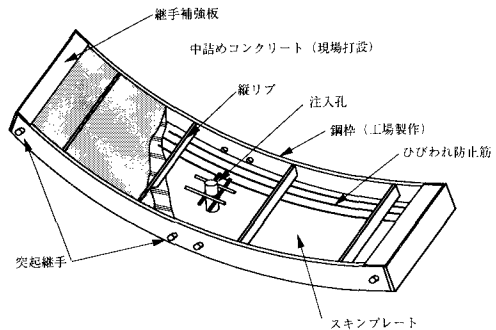
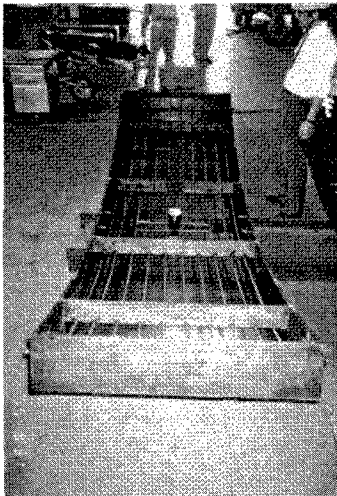


図-1 ハイブリッドライナー

写真-1 ハイブリッドライナー（コンクリート打設前）

4. おわりに

ハイブリッドライナーの基本特性を载荷実験により把握することができた。今後はハイブリッドライナーの実工事への適用による実証実験を行うとともに、TBMライナーの設計において重要な課題であるTBMでの岩盤荷重特性評価を行うのために、作用荷重の計測を行い、経済的なTBMライナーの開発を実施していく予定である。ハイブリッドライナーのシールドへの適用も検討を行っていきたい。

なお、ハイブリッドライナーの载荷試験とその挙動特性の研究は、石川島建材工業（株）との共同研究として実施したものである。

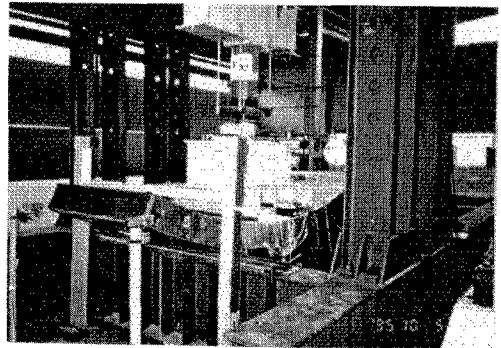


写真-2 単体曲げ载荷試験