

VI-328 ハイブリッドライナーの試作とジャッキ推力試験

石川島建材工業（株）正会員 若林 正憲  
 正会員 橋本 博英  
 正会員 大関 宗孝  
 正会員 星 英徳

1. はじめに

ハイブリッドライナーはTBM急速施工において要求される掘削速度に追従する設置速度の高速化、および経済性を目的としたライナーである。ハイブリッドライナーはボルトレスとした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コンクリートを現地にて打設するのでRC構造のような型枠が不要であるため製作期間が短くTBM現場へのライナー使用が迅速にできる利点がある。今回の試験では単体曲げ試験・継手曲げ試験・ジャッキ推力試験をおこない挙動特性の研究、ジャッキ推力に対する安全性の確認をした。本文は得られた成果の中の、ハイブリッドライナーの製作関係とジャッキ推力試験の結果について報告する。

2. ハイブリッドライナーの試作について

ハイブリッドライナーは主桁と称する円弧状の鋼板と、継手板、スキンプレートからなる鋼枠と、本体の剛性効果及びジャッキ推力に対する反力部材としてのコンクリートからなるライナーである(図1, 2)。製作においては薄肉化に伴い鋼枠としての変形が懸念されたが、標準セグメントと同等の精度が得られた。表1にレディミクストコンクリート(スランプ8cm,  $\sigma_{ck}=210\text{kgf/cm}^2$ )の配合を示す。早強ボルトランドセメントを用い、乾燥クラックと鋼枠との剥離を軽減するために膨張剤を添加した。コンクリート打設は台木の上に供試体を水平に設置し、バケツより投入したコンクリートを棒パイプで締め固め、金ゴテで仕上げた。養生は3日間の湿布養生とした。その結果、硬化後において乾燥クラックや鋼枠との剥離は確認されなかった。

表1 コンクリート配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m <sup>3</sup> )					AE減水剤	膨張材
		W	C	S	G	O		
54.5	41.4	163	269	746	1081	1.196	30	

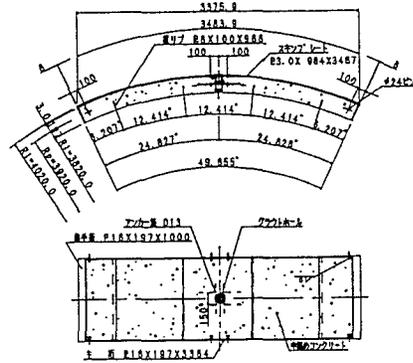


図1 一般構造図

これらのことよりライナーは十分な精度で製作でき、コンクリートを詰める為の鋼枠として十分機能することが確認された。今回の製作で溶接による温度差による変形(温度上昇に伴う伸びより温度下降に伴う縮みの方が大きくなることによる変形)が最大で1.2mm本体内側に向かったたわみが発生した。このたわみは継手において回転バネ値を小さくする要因となることがわかった。そこで板厚を曲げ試験で得た軽量化した構造に継手板の変形を抑制することを目的としたスキンプレートと同様の3mmの板(図3)を付けて試作をおこなった結果、たわみは最大で0.4mmに抑えることができた。

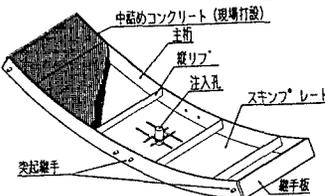


図2 構造図(改良前)

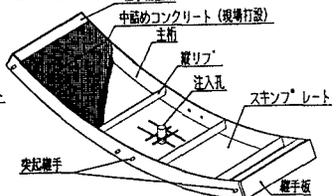


図3 構造図(改良後)

### 3. ジャッキ推力試験について

#### 3.1 実験概要

ジャッキ推力試験で「リブ間载荷」で偏心量を3.0 cm、1.0 cm、「リブ直上载荷」で偏心量を1.0 cm、3.0 cm、4.5 cmと変化させて試験を行った結果を図4に示す。その結果、クラックの発生等の異状はみられなかった。また、もっとも厳しい条件（縦リブ直上载荷-偏心量4.5 cm）においてのコンクリートに発生する圧縮応力度は設計荷重の1.5倍(152.0 tf)以上载荷したときにおいても $130 \text{ kgf/cm}^2$ であった(図5)。

これらのことよりジャッキ推力に対して実用上、十分安全であることが確認できた。

#### 3.2 初期の荷重の分担について

応力の厳しいと思われる点（载荷ビームにもっとも近い点）でのコンクリート表面と縦リブのひずみを、偏心量3.0 cmについて図5および図6に示す。初期の载荷段階（20 tf前後まで）は各ケースとも縦リブに応力が先行して伝達し、20 tf以降はコンクリートにも応力が伝達していることがわかる。また、ひずみが初期の段階で、傾きの変化を示している。これは、初期の段階では、溶接ひずみによる主桁のたわみの影響で荷重が縦リブ上に载荷され、20 tf前後で一様にコンクリートにも载荷されたためと思われる。

#### 3.3 理論値との比較について

理論値は縦リブ直上载荷(1本)、縦リブ間载荷(2本)の縦リブの断面とコンクリートの合成断面で評価し算出した。その結果、縦リブが初期の段階で理論値と同様の傾きを示しているが荷重が大きくなった時には2/3程度の小さな傾きを示している。この原因としては载荷点としては偏心量を与えているが、実際は载荷ビームの剛性が高く、実際の偏心量より小さい载荷になったことが考えられる。このことは実工事においても同様の現象になるものと予想される。

#### 4. まとめ

今回の実験で、ハイブリッドライナーは製作における精度、ジャッキ推力に対して実用上十分な安全性、および問題点の確認ができた。今後実工事への適応により、施工性、経済性を実証し改良を加えていく予定である。

なお、ハイブリッドライナーの载荷実験とその挙動特性の研究は大成建設(株)との共同研究として実施したものである。

表2. ジャッキ推力試験結果

CASE	偏心量 (cm)	概略図	設計荷重 (tf)	受圧面積 (cm <sup>2</sup> )	最終荷重 (tf)
リブ間 载荷	3.0		125.51	2001.5	126.0
	1.0		184.11	2001.5	126.0
リブ直上 载荷	1.0		184.11	2001.5	126.0
	3.0		125.51	2001.5	126.0
	4.5		101.32	2001.5	170.0

