

Ⅲ-B108 内水圧対抗型ハニカムセグメントのリング載荷試験（Ⅱ）－試験結果－

奥 村 組 正会員○白石 浩司* 非会員 初山 長一** 正会員 大塚 義一***
石川島建材工業 正会員 染谷 洋樹**** 正会員 橋口 彰夫****

1. はじめに

本報では、前報で報告した試験方法により実施した内水圧対抗型ハニカムセグメントのリング載荷試験結果について報告する。試験では、曲げモーメント導入に先立って水圧のみを載荷し、供試体のリング全体に引張力が導入されることを確認した。

2. 試験ケース

試験は、軸力 0kN/R (0tf/R)、軸力-98kN/R (引張軸力 10tf/R)、軸力-196kN/R (引張軸力 20tf/R) の軸力を導入したうえで、前報の図-3 に示したスプリングライン上に設置した 2 箇所の継手部に対して計算上の継手部許容曲げモーメントの±125% (正曲げおよび負曲げ) を導入した。表-1 に試験で導入した荷重を、図-1 に供試体各部の許容曲げモーメントと導入断面力を示す。

3. 試験結果

引張軸力 196kN/R 作用した状態の正曲げ試験時の内空変位および着目継手部の目開き量の計測結果を図-2 に、負曲げ試験時の内空変位および着目継手部の目開き量の計測結果を図-3 に示した。図-2, 3 の曲げモーメント-内空変位相関図中には、リング剛性一様とした場合の計算変位を実線で、継手部の回転剛性を $K\theta^*=1$ とした場合の計算変位¹⁾を一点鎖線で、計算上の継手部の許容曲げモーメントを点線で示した。また、表-2 には各試験ケースにおける着目した継手部に許容曲げモーメントを導入した段階における内空変位の計測値と理論計算値を示す。

図-2 によれば、内空変位は正負曲げ試験のいずれの場合も導入した曲げモーメントが少ない場合にはリング剛性一様とした場合の計算値に近似した変位を示し、導入する曲げモーメントが大きくなるにしたがい変位が増大しており、昨年に実施した継手引張曲げ試験の結果²⁾と同様に明確な変化点は認められなかった。これは、継手ボルトだけの場合、曲げモーメントによって継手部に作用する引張力が継手ボルトの初期締付力より大きくなった段階でボルトの伸びが発生し、継手は曲

表-1 試験で着目した継手部の導入断面力

導入軸力 (kN /R)	導入曲げモーメント (kN・m/R)	許容曲げモーメント (kN・m/R)
0	62.58	50.76
-98	45.45	36.21
-196	29.13	23.22

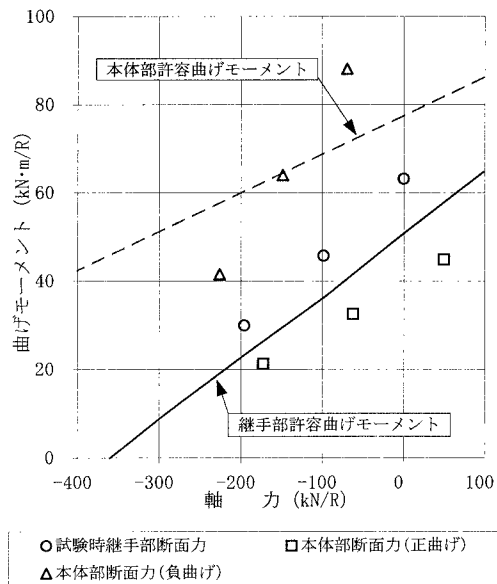


図-1 供試体各部の許容曲げモーメントと試験時導入断面力

内水圧	セグメント	リング載荷試験					
*	奥 村 組	技術本部 技術開発部	〒107-0052	東京都港区赤坂 4-1-2-7	TEL. 03-3585-4871	FAX. 03-3505-1678	
**	奥 村 組	本社 電算センター	〒545-8555	大阪府阿倍野区松崎町 2-2-2	TEL. 06-6621-1101	FAX. 06-6623-7699	
***	奥 村 組	技術本部 技術研究所	〒300-2612	茨城県つくば市大字大砂 387	TEL. 0298-65-1521	FAX. 0298-65-1522	
****	石川島建材工業	事業本部 土木設計部	〒100-0006	東京都千代田区有楽町 1-12-1	TEL. 03-5221-7238	FAX. 03-5221-7298	

げモーメントの増加に伴い徐々にヒンジ状態に近づくが、ハニカムロックジョイントの場合、鍍合金具の断面積が斜辺間継手ボルトの断面積に比べ大きいこと継手の目開き量があまり増大せず、内空変位の増加を抑制したためと考えられる。

また、表-2によればいずれの作用軸力においても許容曲げモーメントまで荷重を導入した時点の内空変位は、 $K\theta^* = 1$ とした場合計算値に比べても変形量は小さく、またトンネル軸心径 ($D=5050\text{mm}$) に対しても $D/990$ 以下であり、実用上問題のない変形量と考えることができる。

さらに、図-3によれば継手の目開き量は軸力の導入が完了した時点で 0.03mm 程度発生しているが、これは継手に導入した引張力が斜辺間継手ボルトの初期締付力 (137.3kN/R) より大きいために伸びが発生したと考えられる。その後、継手目開き量は曲げモーメントの増加に伴い大きくなるが、許容曲げモーメントまで荷重導入した時点での継手目開き量は 0.22mm 程度であり、実施工における組立精度を考慮しても十分な止水性を確保できる範囲に留まった。

なお、いずれの試験ケースにおいてもセグメント本体のクラックの発生や継手部からの漏水は確認されなかった。

4. まとめ

試験の結果、今回開発した内水圧対抗型ハニカムセグメントは、内水圧が作用した場合においても十分な剛性と止水性を有していることが確認された。

【参考文献】

- 1) 村上博智、小泉淳：シールドセグメントリングの耐荷機構について、土木学会論文報告集第272号，pp103-pp115，1978.4
- 2) 白石浩司ほか：内水圧対抗型ハニカムセグメント継手曲げ試験，土木学会第53回年次学術講演会講演概要集Ⅲ-B308，309，1998.10

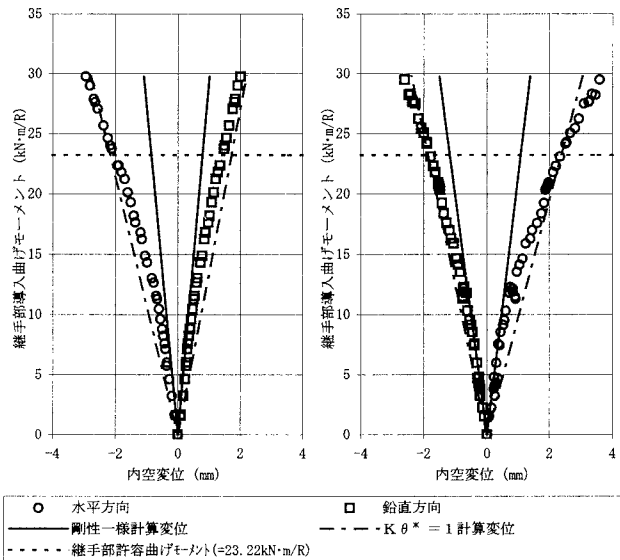


図-2 正曲げ試験結果 (a) 正曲げ試験結果 (b) 負曲げ試験結果
図-2 正曲げ試験時内空変位、継手目開き量（軸力-196kN/R）

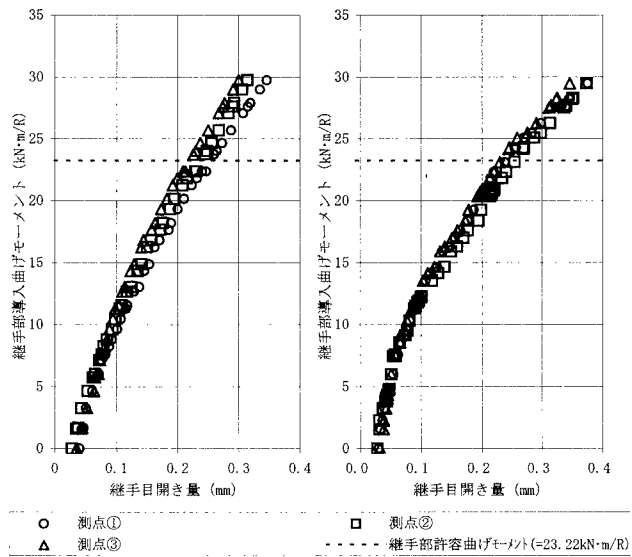


図-3 負曲げ試験時内空変位、継手目開き量（軸力-196kN/R）

表-2 着目継手部に許容曲げモーメント導入時内空変位

作用軸力	曲げ状態	水平方向			鉛直方向		
		計測値 (δ)	$ D/\delta $	$K\theta^*=1$ 計算値	計測値 (δ)	$ D/\delta $	$K\theta^*=1$ 計算値
0kN/R	正曲げ	-4.47mm	1130	-4.74mm	3.01mm	1678	3.43mm
	負曲げ	5.10mm	990	5.27mm	-3.87mm	1305	-4.12mm
-98kN/R	正曲げ	-3.21mm	1573	-3.39mm	2.16mm	2338	2.45mm
	負曲げ	3.66mm	1380	3.76mm	-2.78mm	1817	-2.94mm
-196kN/R	正曲げ	-2.13mm	2371	-2.18mm	1.48mm	3412	1.58mm
	負曲げ	2.36mm	2140	2.41mm	-1.79mm	2821	-1.88mm

* 計測値符号：内径拡大（+），内径縮小（-）

** D：トンネル軸心径=5050mm