

III-52

RCセグメント巾の拡幅に伴う
 載荷試験について(経済的セグメントの開発)

帝都高速度交通営団 正員 助川 禎
 同上 正員 武藤忠宏
 同上 正員 ○中村博征
 メトロ開発株式会社 秋山真次

1. はじめに

営団では、S. 40年東西線の建設から本格的にシールド工法を採用し、現在建設延長に示める割合は75%にまで発展してきた。しかし、工事費におけるセグメント製作費の占める割合は45%と大きく、建設費節減のためには経済的セグメントの開発が必要となってきた。そのため営団では工事費に大きく関係するセグメントの巾、分割数について検討及び実験を行い順次改良を行ってきた。今回、セグメントの製作技術、シールド機械の開発が進んだことから、セグメント巾を来の1000mm従ら1200mmに拡幅し、実物大による載荷試験を行ったので報告するものである。

図-1 セグメント形式

2. 中子型セグメント(外径9800mm)の載荷試験

	従来型	今回改良型
セグメント形式		
外径・内径	9800mm • 8700mm	

(1) 試験概要

セグメントの桁高・桁巾・背板厚を図-1の通り従来と同じとし、巾のみ拡幅するため耐力は20%低下することになる。そのため変形特性確認のため下記の試験を行った。

- ①単体曲げ試験(セグメント単体強度)
- ②継手曲げ試験(継手強度及び回転バネ定数)
- ③単体推力試験(ジャッキ推力に対する耐力)

(2) 試験結果

載荷試験の結果を表-1に示すが、単体曲げ試験における設計荷重載荷の実測値は、計算値とやや異なった値を示しているが、最終強度は設計荷重の4.5倍と十分な耐力を有している。

継手曲げ試験については、ボルトの位置を3段型とした結果、最終耐力・回転バネ定数とも向上することができた。

単体推力試験では、初期亀裂発生荷重が中子位置でやや小さい結果となっているがジャッキ推力に対する耐力は十分有している。

よって、これらの結果より桁高・桁巾を従来と同じ形状としても十分な耐力を有していることが確認できた。

3. 平板型セグメント(外径9800mm)の載荷試験

(1) 試験概要

セグメントの桁高は従来形と同じ400mmとし、セグメントの巾のみを拡幅した。

セグメントにかかる応力は、セグメントを千鳥

表-1 載荷試験の結果

○単体曲げ試験(正曲げ)

試験項目	初期亀裂発生荷重	設計荷重時(21.3t)				最終荷重	記事 最終荷重 設計荷重
		コンクリート引張応力度(kg/cm ²)	コンクリート圧縮応力度(kg/cm ²)	鉄筋の引張応力度(kg/cm ²)	鉄筋の圧縮応力度(kg/cm ²)		
計算値	主桁部 16	rck480÷1/13 37	RC断面 44	59	S035σsa 1800	121	97.3 =4.5
実測値	主桁部 16	37	21	32	488	158	97.4 21.3

○継手曲げ試験(正曲げ及び負曲げ)

試験項目	設計荷重(t)	設計荷重時		コンクリート圧縮応力度(kg/cm ²)	回転バネ定数(0-5t時の開口角)(tm/rad)	最終荷重(t)	記事 最終荷重 設計荷重	
		継手ボルト応力度(kg/cm ²)						
		外円側	内円側					
正曲げ	計算値	11.5	σsb 2400	82.7	7440	-	37.0 = 3.2	
	実測値	11.5	省略	2014	80.8	24900	37	11.5
負曲げ	計算値	4.1	1733	省略	σca 170	3533	-	-
	実測値	4.1	2005	省略	14	-	-	-

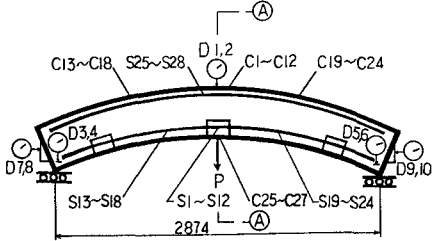
○単体推力試験

項目	初期亀裂発生荷重(発生位置)(t)	設計荷重(t)	設計荷重時のガラガラの巾(mm)	設計荷重時のコンクリート圧縮応力度(kg/cm ²)		記事
				σca=170kg/cm ²	σcb=170kg/cm ²	
継り位置載荷	200(中子部)	300	0.08	61	89	設計荷重300tを除去するとガラは目視できなくなった。
中子位置載荷	125(中子部)		0.08	13	94	

組とすると隣接リング応力がボルトを介して伝達されることになり、セグメントを拡幅した分だけ、伝達応力が均等に分布するかが問題となる、そのため実物大による荷重試験を図-2の通り継手金物に直接荷重する方法で行なった。

又、計測はセグメント中央部及び端部の鉛直変位・水平変位、セグメント内外面の鉄筋及びコンクリートの歪みを測定した。

図-2 荷重方法及び歪測定位置



(2) 測定結果

セグメント中央部及び端部の鉛直変位、水平変位の結果は同じ傾向を示している、ここではコンクリート及び鉄筋の荷重と応力度の関係を図-3に示す。

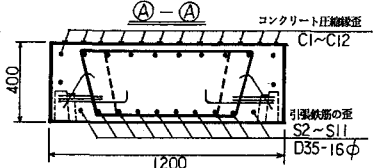
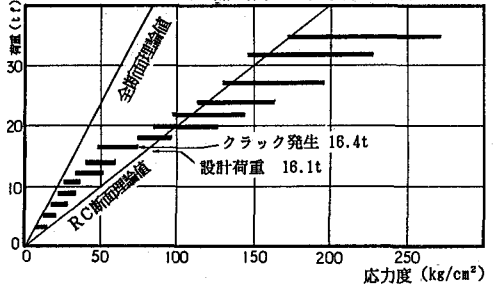


図-3 荷重・応力度図(セグメント中央部) コンクリート圧縮(荷重-応力度曲線)



引張鉄筋(荷重-応力度曲線)

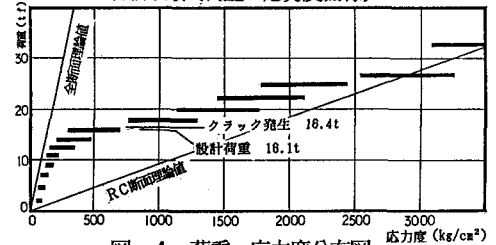
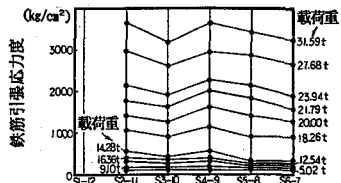
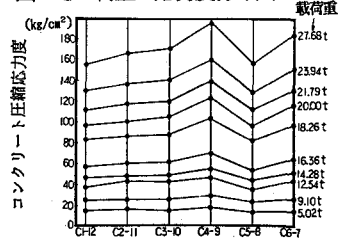


図-4 荷重・応力度分布図



注) 値は左右対象位置の応力度を平均したものである。

応力度の傾向は、コンクリート・鉄筋ともクラック発生前は、全断面有効の理論値に沿った増加を示し、クラック発生後は引張側コンクリートを無視したRC断面理論値に漸次して行く傾向にあり、RC梁における一般的な挙動と同一傾向を示した。

よって、各測点間でバラツキはあるもののいずれも設計荷重まではRC断面理論値より小さい値を示しており十分な耐力を有している。

又、セグメント中央断面における応力度の分布を図-4に示すが、本図では半断面について左右対称の測定値を平均し、荷重段階ごとに示してあり、設計荷重までは大きなバラツキは見られなかった。クラック発生後の値は若干のバラツキを示したが原因は、配力筋・組立筋が密に入っているための影響と考えられる。

今回の試験では、一般的に考えられる端部で大きく中央部で減少する傾向は見られなかった。このことはセグメント巾と桁高の関係が十分バランスよく取れていることを示している。

4. まとめ

今回の試験は、経済的セグメント開発の一環として、セグメント巾を従来の1000mmから1200mmに拡幅することによる、実物大の荷重試験で耐力及び変形特性の確認を行った結果、実用化できる結論を得た。

営団では、セグメント巾拡幅に伴う経済性については、シールド機械製作を含め全工事費で4%程度向上するものと考えており、7号線Ⅱ期工事より採用することにした。

本研究に当り、営団シールド委員会の諸先生方のご指導を受け賜りましたことを心から感謝いたします。