

Ⅲ-603

凸形セグメントの開発

西松建設(株) 正会員 ○野本 寿
 東京都立大学 正会員 山崎 良一

東京都立大学 正会員 今田 徹
 西松建設(株) 正会員 三戸 憲二

1. はじめに

台形セグメント性能実験¹⁾²⁾から、台形セグメントはその形状に起因するねじれ現状が生じるものの、適当な補強を行えば従来形セグメントと同等の耐力、および従来形を上回る回転剛性があるという結果が得られた。このような台形の特徴を生かすためには、斜切幅を大きくし、より広い範囲で応力を分担する構造が合理的と考えられるが、同時にこのことによってセグメントの隅角度が鋭角になり、セグメントのかけ等の弱点も有することとなる。そこで、新たに凸形セグメントを考案し、台形セグメントと同様に継手曲げ試験を行って、凸形セグメントの耐荷力を検証することとした。凸形セグメントは基本的に台形セグメントの延長線上にあるが、上記のように作用外力をトンネル円周方向にできるだけ広い範囲で受け持たせ、同時に鋭角部の弱点を無くすことを特長としている。

本報では、従来形、台形および凸形の性能(耐力、中央部変位、ボルト平均ひずみ、回転剛性)の比較を中心に報告する。

2. 試験内容

実験供試体は、土木学会日本下水道協会共編「シールド工用標準セグメント」に規定するC-163($\phi 600$ 0mm $\times$ 250mm $\times$ 1000mm)の平板型を用いた。また、凸形セグメントはその形状からオーバーラップ部継手長さを変えることや継手面にせん断キーを設けることが可能である。今回の試験では、ボルト間隔 $L=930$ mmの形状で、せん断キー無し型と有り型の2種類について継手曲げ試験を実施した。(図-1、2参照)

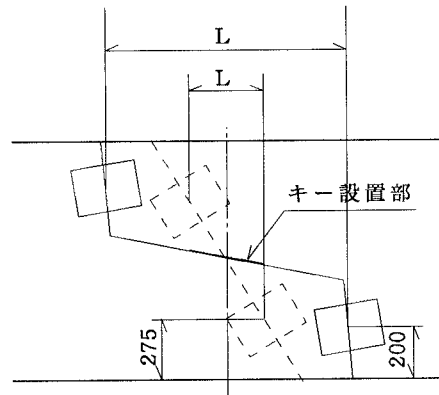


図-1 継手寸法図

3. 試験結果および考察

試験結果を表-1、図-3、4に示す。

① 耐力

凸形セグメントは、従来形および台形セグメントに比べ、15~17%の耐力向上となる。これは従来形や台形は、本体部に比べ剛性、耐力の劣る継手が一列に並ぶ構造であるのに対し、凸形は継手面が930mm離れ、その間に本体部が存在して継手の弱点を補う構造となっているためと考えられる。

② 変形

中央部変位に着目すると、設計荷重 $P=4.8$ tfまでは3タイプともほぼ同じ値を示すが、 $P=10$ tfになると従来形と台形($A=148$)で16.0~17.5mm、台形($A=306$)で12.2mm、凸形で10.1mm~11.4mmとなり、斜切幅を大きくすることによって変形が小さくなる傾

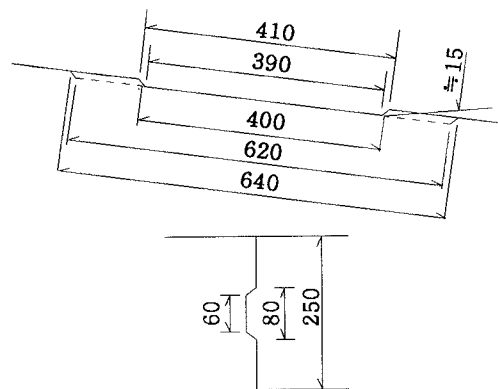


図-2 キー詳細図

向が明確になる。また、凸形を見るとキー無しの方が若干変形量が少なくなっている。これは構造的な理由でなく、荷重0～2tの間で変形および継手ボルトひずみに差が生じていることから、キー有り型に組み立て精度を低下させる原因（例えば、ガツキ等）があったためと考えられる。

③ ボルトのひずみ

凸形セグメントのボルト平均ひずみは、設計荷重を越えると従来形および台形に比べ、明らかに少なくなる。これは①で述べたようにセグメント継手部が負担する曲げモーメントが少なくなっていることが原因と考えられる。

④ 回転剛性

凸形セグメントの回転ばね定数 ($k\theta$) は、キー無しで2400tfm/rad、キー有りで870tfm/radを得た。キー有りが小さくなった理由は、②変形と同様と考えられる。

表－1 試験結果一覧表

		荷重実測値等			$k\theta$ (tfm/rad)
		初期値 発生 M(tfm)	破壊時 耐力 M(tfm)	安全率	
単体曲げ試験		4.54	13.25	2.92	—
継 手 曲 げ 試 験	L=0 従来形（矩形）	4.55	9.23	2.93	860
	台形 L=148 標準	4.23	8.12	2.58	910
	台形 L=148 補強	3.90	8.65	2.75	1100
	台形 L=306 補強	4.23	9.04	2.87	1000
	凸形 L=930 キー無し	4.23	10.40	3.30	2400
	凸形 L=930 キー有り	3.90	10.86	3.45	870

※単体曲げ試験 M=0.475P
継手曲げ試験 M=0.65P

4. おわりに

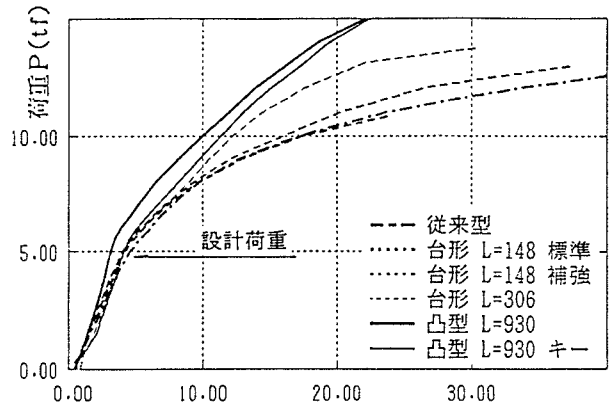
従来形、台形および凸形セグメントは、設計荷重の範囲内では、変形、回転剛性等の力学的性能に顕著な差は見られない。

しかし、設計荷重を超えると各継手の特徴が現われ、凸形セグメントの優位性が評価されるようになる。このため、今後は、継手長さおよび継手ボルト型式の違いによる性能の違いについて実験を重ねていく予定である。

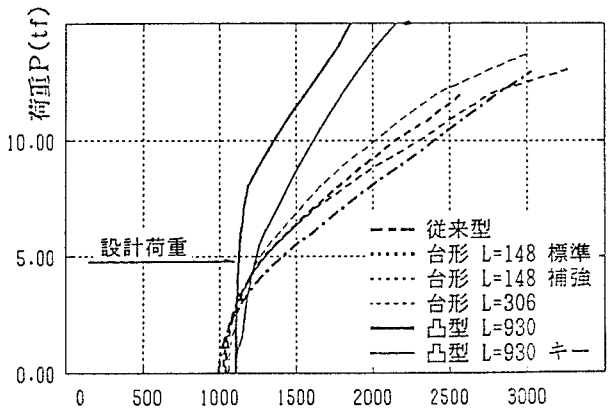
最後に、セグメント載荷試験にあたって御協力頂いたジオスター(株)加瀬明氏、藤野豊氏、岩田和実氏に感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 今田徹, 山崎良一, 三戸憲二, 野本寿: 台形セグメントの開発（セグメント載荷曲げ試験結果について）, 土木学会第49回年次学術講演会, III pp.1208～1209, 1994.
- 2) 今田徹, 山崎良一, 三戸憲二, 野本寿: 台形セグメントの開発（その2）, 土木学会第50回年次学術講演会（投稿中）



図－3 変形（中央変位）比較図（mm）



図－4 継手ボルト平均ひずみ比較図（μ）