

III-7

円弧状矩形セグメントの開発実験

—— リング載荷試験結果について ——

大豊建設(株)

正会員○ 近藤 紀夫

大豊建設(株)

正会員 井上 正巳

都築コンクリート工業(株)

本田 和之

1. はじめに

円弧状矩形セグメントは、大小の2種類の円弧部材を組み合わせた形状の矩形セグメントであり、コーナー部や部材中央部に発生する正負の曲げモーメントを低減できることから、従来の矩形セグメントに比べ、厚さや鉄筋量を小さくできることに特長がある。このセグメントの構造上の利点を確認するとともに、継手の剛性を考慮した設計手法の妥当性を検証するために、実物のセグメントを製作しリング載荷試験を実施した。

本文では、その概要と試験結果を報告する。

2. 実験概要

本実験に用いたセグメントの形状を図-1に、載荷試験の概要を図-2に示す。外径 $3.3\text{ m} \times 3.0\text{ m}$ のセグメントを2リング分（ $1/2 + 1 + 1/2$ ）千鳥組みし、中央部の4点に集中載荷した。荷重は土質条件と使用形態を想定し、図-3に示す6パターンで実施した。セグメントの配筋は鉄筋と鋼材（平鋼）を組み合わせた構造とした。

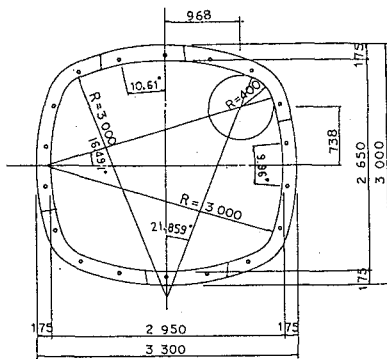


図-1 セグメント形状図

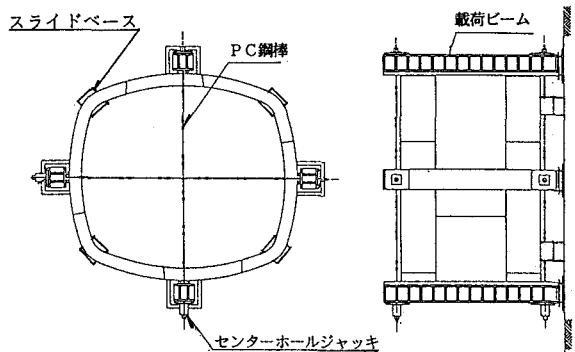


図-2 載荷試験概要図

3. 試験結果および考察

1) 変位量

図-4は、ケース2のひび割れ想定荷重（ $P_1=7.0\text{ tf}$ 、 $P_2=5.3\text{ tf}$ ）まで載荷した時の P_1 載荷点の変位を示す図であり、この荷重での変位は、継手の回転バネを考慮した梁バネモデルと曲げ剛性有効率（ $\eta=0.8$ ）を考慮した慣用法による計算値の範囲におさまっている。

図-5は、ケース3で鉄筋の降伏点荷重（ $P_1=20.5\text{ tf}$ 、 $P_2=27.5\text{ tf}$ ）まで載荷した時の P_2 載荷点の変位を示す図であり、ひび割れ発生までは梁バネモデルによる計算値とほぼ一致した変位を示し、以後は荷重の増大とともにひび割れによる剛性の低下によって、変位量も大きくなっている。

載荷CASE	荷 重 比 率	
	P_1	P_2
1	1.0	1.0
2	1.0	0.75
3	0.75	1.0
4	1.0	0
5	0.5	1.0
6	1.0	0.5

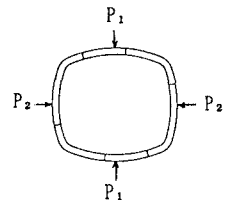


図-3 載荷パターン図

図-6は、ケース3の15ステップ時 ($P_1=7.55\text{tf}$ 、 $P_2=9.98\text{tf}$) の内空変位を示すものであり、全体として梁バネモデルによる計算値とほぼ一致している。

2) 鉄筋・鋼材ひずみ

図-7は、ケース3の降伏点荷重 ($P_1=20.5\text{tf}$ 、 $P_2=27.5\text{tf}$) まで載荷した時の P_2 載荷点内側の鉄筋ひずみを示す図であり、鋼材ひずみも同様の値を示し、いずれも計算値よりかなり小さい値となっている。

4. まとめ

今回の載荷試験により得られた結果をまとめると以下の通りである。

1) 変位については、梁バネモデルと剛性有効率を考慮した慣用設計法による計算値にほぼ一致しており、これらの設計法を用いることで本セグメントの安全な設計が可能である。

2) 継手の構造は、従来から円形で用いられているもので対処できる。

3) 鉄筋および鋼材のひずみは、全体として計算値より小さく、ひび割れ発生状況から隅角部や中央部を含めリングとして弱点となる部分は見受けられず、荷重に対して十分な強度を持っていることが確認できた。

4) いずれの載荷ケースでも、荷重に対応したほぼ直線的な変位やひずみを示したことから、土質条件などに応じた合理的な設計が可能である。

5) 隅角部や中央部を円弧状とすることにより、従来の直線部材からなる矩形セグメントに比べ経済的な設計が可能である。

5. おわりに

円弧状矩形セグメントは、矩形断面の構造上の短所を補い円形断面の長所を取り入れた形状のセグメントであり、実物のセグメントへの載荷試験によってその合理性と信頼性が確認できた。今後さらに大断面への適用性も含めて研究を進める予定である。

最後に本セグメントのリング載荷試験を行うにあたり貴重な御助言、御指導をいただいた東京都立大学山本稔名誉教授に謝意を表します。

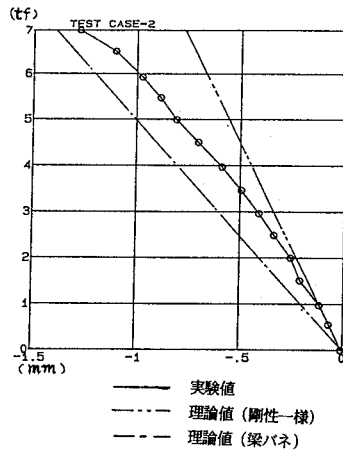


図-4 ケース2 荷重変位図

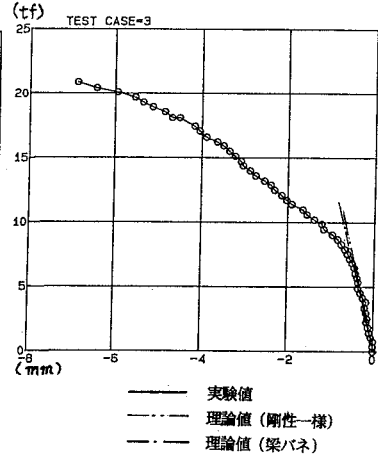


図-5 ケース3 荷重変位図

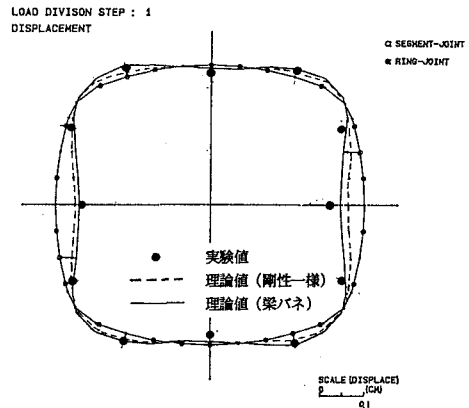


図-6 ケース3 内空変位図

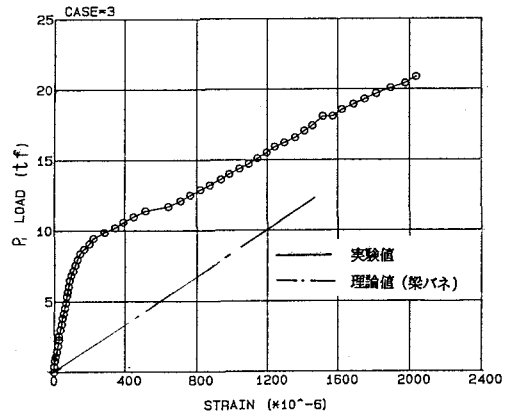


図-7 ケース3 荷重・鉄筋ひずみ図