

Ⅲ - B132

RC平板形セグメントのセグメント幅に関する研究

早稲田大学 学生員 磯谷 篤実

早稲田大学 佐島 馨

早稲田大学 正会員 小泉 淳

早稲田大学 正会員 村上 博智

1. はじめに

シールドトンネルに使用されるセグメントの幅は、トンネル延長あたりの継手金具の削減、施工効率の向上、防水上弱点となりやすい継目延長の低減などの観点から、従来の 90 ～ 100cm から 120 ～ 150cm に拡大する傾向にある。

セグメントリングを千鳥組にするとリング継手にせん断力が働き、リング全体の変形が拘束される。これが添接効果であるが、これまでの研究では、この添接効果によって生ずる付加的な曲げ応力度は、供試体厚さに対する供試体幅の比が約 5.29 ～ 6.08 の範囲の供試体では、継手周辺に集中することが確認されている。¹⁾

本研究は、さらに幅を拡大した供試体で模型実験を行い、セグメント幅の拡大とセグメント幅方向の付加的な曲げ応力度の分布との関係を調べたものである。

2. 実験概要

模型供試体は、標準コンクリート系セグメント C65（幅 900mm、厚さ 300mm）をモデル化し、縮尺約 1/3 にした幅 300mm の供試体を基準とした場合の幅 800mm（供試体厚さに対する供試体幅の比：6.58）および幅 900mm（同：7.35）の供試体を製作した。なお、必要なかぶりを確保するために供試体の厚さはいずれも 120mm とした。

ひずみは、スパン中央断面および荷重点と支点との中間断面のコンクリートの圧縮縁および引張縁、主鉄筋で測定した。

荷重は、リング継ぎボルトにせん断力を作用させて行った。図 1 に模型供試体の形状寸法とひずみおよび変位の測定位置を、表 1 に管理供試体の試験結果を示す。

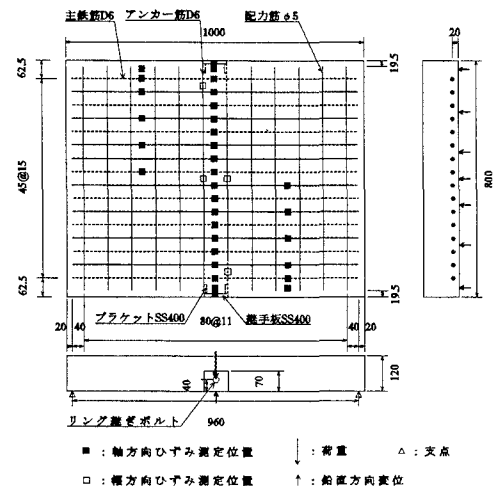


図 1 模型供試体の形状寸法とひずみおよび変位の測定位置（幅 800mm の供試体）

表 1 管理供試体の試験結果

コンクリート	
圧縮強度 (kgf/cm ²)	399
ポアソン比	0.201
曲げ強度 (kgf/cm ²)	32.62
ヤング係数 (kgf/cm ²)	2.366×10^5
主鉄筋	
ヤング係数 (kgf/cm ²)	1.17×10^6
降伏応力 (kgf/cm ²)	3785

3. 解析方法

解析には、鉄筋コンクリート理論（RC 理論）および 3 次元有限要素法を用いた。RC 理論では、リング継ぎボルトに作用させる集中荷重をこれと等価で一様な線荷重に評価し、ひび割れ発生前は全断面が有効に働くものとし、ひび割れ発生後は引張側コンクリートの応力を無視して求めた。また、FEM 解析では、供試体の形状および境界条件の対称性から、模型供試体の 1/4 モデルを用いた。コンクリート、継手板、ブラケットには、8 節点立体要素を、主鉄筋、配力筋、アンカー筋には、せん断を考慮した弾性はり要素を適用した。

キーワード：シールドトンネル、コンクリート系セグメント、添接効果、セグメント幅、曲げ応力度分布

連絡先：〒169 東京都新宿区大久保 3-4-1 電話(03)3204-1894 FAX(03)3204-1946 早稲田大学小泉研究室

4. 実験結果と解析結果との比較および考察

幅 800mm, 900mm の供試体各 1 体ずつについて、スパン中央断面における幅方向の曲げ応力度分布を図 2 に示す。実験値は、最小 2 乗法を用いて荷重代表値に換算した値である。荷重代表値は、ひび割れ発生前は 400kgf、ひび割れ発生後は 4200kgf とした。

コンクリート圧縮縁の曲げ応力度の実験値は、ひび割れの影響を直接受けて、ひび割れ発生前後いずれの場合も両供試体ともアンカー筋のない区間ではほぼ一様に分布し、そこから端部にかけては緩やかに増加している。ひび割れ発生前の継手位置の曲げ応力度は、全断面有効とした RC 理論値に対して、幅 800mm の供試体では 220%、幅 900mm の供試体では 164%となっている。FEM による解析値は、両供試体ともアンカー筋のない区間でほぼ一様に分布し、そこから端部にかけては緩やかに増加し、継手区間で最大となっている。

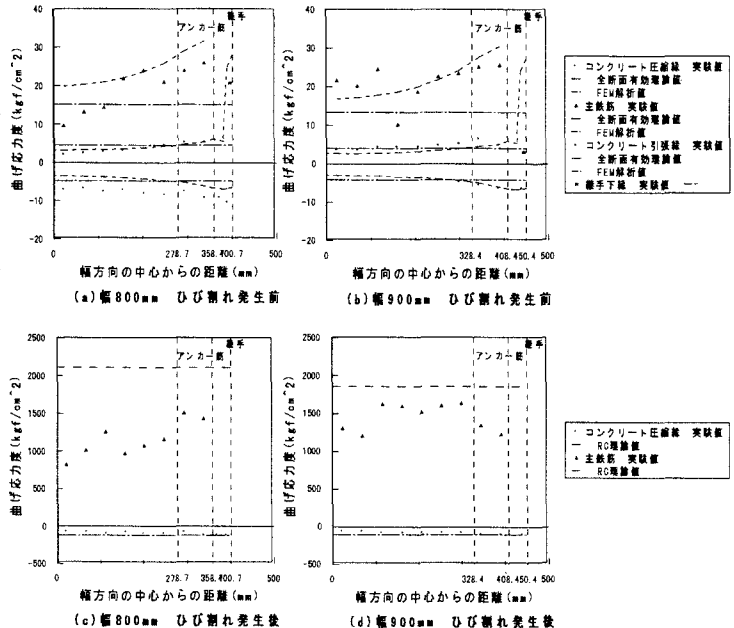


図2 幅方向の曲げ応力度分布（スパン中央断面）

主鉄筋の曲げ応力度分布を見ると、ひび割れ発生前の実験値は、供試体によって分布傾向が異なるが、両供試体ともアンカー筋区間で最大になっていることがわかる。FEM による解析値は、幅方向の中心付近では、ほぼ一様に分布しているが、そこから端部に向かって増加している。ひび割れ発生後の実験値は幅方向で一様に分布していない。

コンクリート引張縁の曲げ応力度分布を見ると、ひび割れ発生前の実験値は、両供試体ともアンカー筋のない区間ではほぼ一様に分布し、そこから端部にかけては緩やかに増加していることがわかる。一方、FEM による解析値は、幅方向の中心付近では、ほぼ一様に分布しているが、そこから端部に向かって増加している。

表2 幅方向の平均曲げ応力度に対する最大曲げ応力度の比

	圧縮縁コンクリート		主鉄筋		引張縁コンクリート	
	実験値	FEM解析値	実験値	FEM解析値	実験値	FEM解析値
幅 800mm	1.28	1.37	1.35	1.31	1.44	3.78
幅 900mm	1.34	1.45	1.20	1.41	1.36	4.03

を考える。表 2 にその結果を示す。表 2 を見るとコンクリートの引張縁を除いて、両者はほぼ一致していることがわかる。コンクリートの引張縁は、そこに生じるひび割れの影響を受けているものと考えられる。

5. おわりに

今回の実験および解析の結果から、アンカー筋の先端位置から継手位置にかけて、曲げ応力度は大きくなることが確認されたが、集中の度合いはあまり大きくない。

今後は、以前に同じ条件で行った 300 ～ 750mm の幅の模型供試体の実験および FEM 解析の結果と併せて、セグメント幅の拡大と付加的な曲げ応力度の分布について、総合的な結論を提示する予定である。

【参考文献】

¹⁾磯谷, 中筋, 小泉, 村上, RC セグメントのセグメント幅に関する研究, 土木学会第 51 回年次学術講演会概要集, III-B125, 1996