

Ⅲ-B93 密閉式合成セグメントの曲げ耐荷機構に関する研究（その11）

早稲田大学 学生員 南形英孝

早稲田大学 学生員 森屋敏司

早稲田大学 正会員 小泉 淳

1. はじめに

近年、シールドトンネルの大断面化や大深度化への対応、トンネル断面の有効利用を図る異形断面トンネルにおいて覆工厚を小さくしたい場合など、大きな断面力に耐える高性能な覆工部材が要求されるケースが増加している。密閉式合成セグメントは6面体の鋼殻に中詰めコンクリートを充填した鋼とコンクリートの合成構造であり、密閉効果による高い力学的性能が期待される。密閉式合成セグメントは鋼殻と中詰めコンクリートが一体となって外力に抵抗する構造であると考えられるが、ジベルを設けないこれまでの実験においては、圧縮側スキンプレートが小さな荷重段階で中詰めコンクリートからはく離し、座屈を生じており、その解析は困難であった。

本年度は鋼殻と中詰めコンクリートの一体性を高めるとともに、圧縮側スキンプレートに座屈が生じないようにするため鋼殻の内部にジベルを設けた供試体について実験を行い、その結果とRC解析およびFEM解析による結果とを比較し検討を行った。

2. 実験概要

実験は密閉式合成セグメントを直線ばりに置換した供試体に二点曲げ載荷荷重を作用させ、変位と鋼殻上のひずみとを測定するものである。図1に載荷状況を、表1に供試体の寸法を示す。ジベルはCase1ではスキンプレートと主桁プレートに、Case2ではスキンプレートのみに設置した。実験結果から圧縮側のスキンプレートの座屈は生じておらず鋼殻と中詰めコンクリートは良く一体化していることがわかった。

3. 解析

解析はRC理論とFEMとにより行った。RC理論による解析は有効幅を全幅有効としたもの、 $25t$ （ t ：主桁プレート厚）としたもの、圧縮側のスキンプレートを無視したものの3つ場合について行った。有効幅の具体的な値を表2に示す。一方FEM解析は中詰めコンクリートのひび割れ発生前後について行い、また鋼殻と中詰めコンクリートの間にはく離が生じるモデルとはく離が生じないモデルとについて解析を行っている。

表2 RC解析の有効幅

	Case1			Case2		
	全幅有効	25t	圧縮側無視	全幅有効	25t	圧縮側無視
圧縮側スキンプレートの有効幅(mm)	100	100	0	250	112.5	0
引張側スキンプレートの有効幅(mm)	100	100	100	250	112.5	250

キーワード：シールドトンネル、密閉式合成セグメント、密閉効果

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

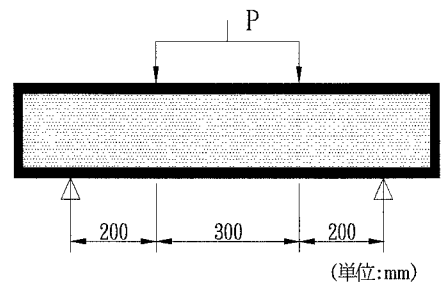


図1 載荷状況

表1 供試体寸法

	case1	case2
スキンプレート厚 (mm)	4.5(有り)	4.5(有り)
主桁プレート厚 (mm)	4.5(有り)	4.5
継手プレート厚 (mm)	4.5	4.5
供試体長 (mm)	900	900
供試体幅 (mm)	200	500
桁高 (mm)	100	100

4. 実験結果と解析結果との比較検討および考察

表3はひび割れ発生荷重および破壊荷重の実験値とRC理論による解析値とを示したものである。ひび割れ発生荷重については、全幅有効のRC理論による解析値がどちらのケースの実験値とも非常に良く一致している。破壊荷重については、全幅有効の値がCase1で良く一致している。Case2は実験時に鋼殻の溶接部に大きな亀裂が発生したため、破壊荷重は大幅に減少し全幅有効としたRC理論値が実験値よりもかなり大きくなったものと思われる。

図2はひび割れ発生前のはりのたわみ曲線を示したものである。曲線は理論値を、プロットは実験値を示している。全幅有効のRC理論値が最も実験値と離れており、圧縮側を無視したRC理論値が最も実験値に近い値となった。FEM解析値はこれらの中間に位置している。ひび割れ発生後についても同じ傾向が見られた。

図3はひび割れ発生前のスパン中央における鋼殻のひずみ分布を展開図で示したものである。この図から全幅有効のRC理論値が最も実験値と一致していることがわかる。

5. まとめ

今回は供試体にジベルを取り付けたため、スキンプレートに座屈は見られず、ジベルの効果が十分にあったものと推測される。解析結果からみると、ジベルを取り付けた場合にはひずみは全幅有効のRC理論値が、変位は圧縮側を無視したRC理論値が実験値とよく一致ことがわかった。FEM解析の結果はある程度実験の状況を表しているものの、現状ではよく表現できているとは言い難くそのモデル化にはまだ検討の余地がありそうである。解析にかかる時間、労力を考えるとRC理論による解析が実用的であると思われる。今後はジベルおよび鋼殻とコンクリートのはく離を表現できるFEMモデルについてさらに検討を加えていく予定である。

表3 ひび割れ発生荷重と破壊荷重の算定結果

		実験値	RC理論値 全幅有効	RC理論値 25t
Case1	ひび割れ発生荷重 (N)	85750	92754	92754
	破壊荷重 (N)	392390	379532	379532
Case2	ひび割れ発生荷重 (N)	214720	219622	136215
	破壊荷重 (N)	578590	858502	420762

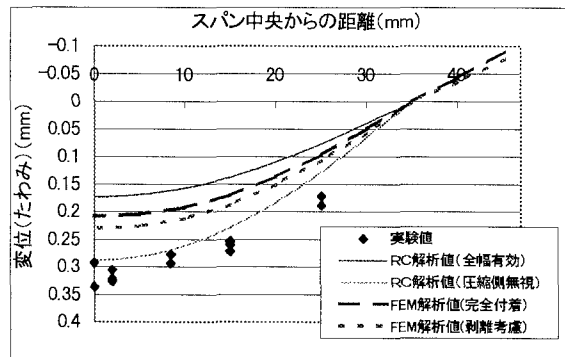


図2 変位(たわみ)分布図

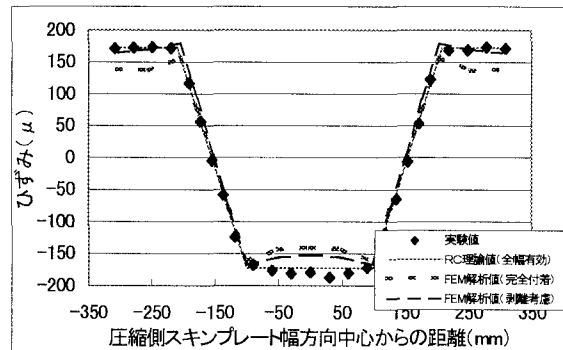


図3 ひずみ分布図(スパン中央)(展開図)

【参考文献】^{1)~8)}：石岡 他：密閉式合成セグメントの曲げ耐荷機構に関する研究

土木学会第47回年講(Ⅲ-4)、第48回年講(Ⅲ-5)、第49回年講(Ⅲ-632,633)、
第50回年講(Ⅲ-598)、第51回年講(Ⅲ-B)、第52回年講、第53回年講(Ⅲ-B146)