

III-632

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5）

早稲田大学 学生員 久保雅裕
日本国土開発(株) 正会員 石田智朗
早稲田大学 正会員 小泉 淳

1. はじめに

密閉式合成セグメントは、従来の鉄筋コンクリートセグメントにおける鉄筋の機能を6面体の鋼殻に代替せしめ、その内部に中埋めコンクリートとして、流動性の高いコンクリートを充填して一体化したコンポジット構造のセグメントであり、その構造から密閉効果が期待でき、その優位性が強調されている。しかし、昨年度までの研究^{1) 2) 3) 4)}において合成セグメントは耐力はあるが、剛性はそれ程高くないという結果が得られている。これまでの研究では、内部の中埋めコンクリートの挙動を把握できなかったため、この原因を明確にできなかった。

本研究では、ジベルおよび主桁プレートの影響を明確にするとともに内部のモルタルの挙動を把握し、密閉式合成セグメントの力学的特性を評価することを目的として、昨年度までの実験に加えて、本年度は主桁プレートのない供試体を用いた2点曲げ載荷試験を行い、それらの結果に総合的な検討を加えたものである。

2. 実験概要

供試体は密閉式合成セグメントを長方形直線梁状の模型にモデル化し、その内部にモルタルを充填したものである。供試体の構造および寸法を表1に示す。曲げ試験の載荷方法は図1に示すとおりであり、ひび割れ発生前は250kgf/㎡、ひびわれ発生後は500kgf/㎡とし、各荷重段階においてスパンプレート上に14点、継手プレート上に12点、スパン中央断面のモルタル上に10点、載荷点と支点の間断面のモルタル上に10点の計46点でひずみ測定を行った。変位は、載荷点の下面に4点、スパン中央の下面に2点、継手プレート上に2点の計8点で変位計を用いて測定した。

表1 供試体寸法表

	基本CASE	CASE 1	CASE 2
スパンプレート(mm)	4.5<無>	4.5<無>	4.5<有>
主桁プレート(mm)	4.5<無>	*****	*****
継手プレート(mm)	4.5<無>	4.5<無>	4.5<無>
セグメント幅(mm)	200	200	200
セグメント高さ(mm)	109	109	109

< >内はジベルの有無

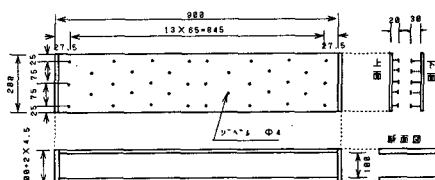


図1 供試体の寸法

3. 実験結果および考察

まず、実験結果とRC理論による計算値を比較した。計算値は内外面のスパンプレートを主鉄筋とみなし、ひびわれ発生前は内部モルタルが全断面有効として計算を行い、ひびわれ発生後は内部モルタルのうち、中立軸より下側の引張断面のモルタルを無視して計算を行った。計算に用いた物性値は鋼板の引張強度1400kgf/cm²、ポアソン比0.3、コンクリートの圧縮強度610kgf/cm²、ポアソン比0.19である。

実験結果を表2に示す。結果はどのケースにおいても、荷重2tf前後でモルタルにひび割れが発生し、その後、鋼殻が徐々に降伏していき、最後に、下側スパンプレートと継手プレートの溶接部の破断により破壊に至った。このような挙動から、密閉式合成セグメントは、一般の鉄筋コンクリートセグメントと似た挙動を示すことが確認できた。破壊荷重は、下側スパンプレートが曲げ破壊するとして算出しているが、密閉効果による軸力の発生により、継手プレートの溶接部が破壊したため、厳密な比較は行えなかった。

ひび割れ発生状況を図3に示す。ひび割れの発生過程は、最初にスパン中央から載荷点までの純曲げ区間に入り、次に支点上の圧縮側から入るというものである。CASE1とCASE2を比較すると、CASE1はCASE2に比べてひ

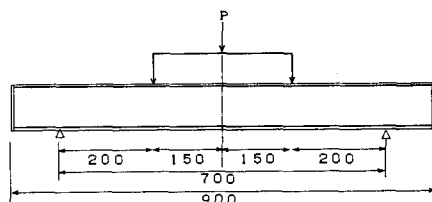


図2 載荷状況図

表2 実験結果比較表

	計算値	基本CASE	CASE 1	CASE 2
クラック発生荷重(tf)	9.11 (1.00)	7.79	1.85 (0.20)	2.80 (0.29)
破壊荷重(tf)	20.23 (1.00)	48.60	11.86 (0.58)	23.37 (1.18)
たわみ(中央) (1/100mm/tf)	発生前 3.60 (1.00)	発生後 7.41	10.49 (0.36)	9.17 (0.41)
たわみ(載荷点) (1/100mm/tf)	発生前 3.02 (1.00)	発生後 5.79	8.04 (0.32)	8.22 (0.37)
	発生後 9.72 (1.00)	6.29	16.51 (0.22)	14.66 (0.26)

< >内は計算値との比率

び割れ発生荷重が小さく、ひび割れ幅、ひび割れ間隔ともに大きい。CASE2はジベルにより、コンクリートと鋼板の附着性能が大きく、ひび割れ幅、ひび割れ間隔ともに小さくなり、ほぼ全断面で曲げに抵抗したことものと推定される。

図4は荷重とスパン中央のたわみとの関係を示した一例である。基本的にRC梁と同様な挙動を示しているが、実験値は計算値より相当大きな値を示している。その原因として、載荷試験前の状態からモルタルが鋼殻と剥離しており、完全に一体となって挙動しないためだと考えられる。

図5.6は荷重とスパン中央のスキフプレート上の圧縮側および引張側ひずみとの関係を示した一例である。モルタルのひずみに関してはひび割れの影響で実験値がばらつき、計算値との単純な比較はできなかった。圧縮側のスキフプレートについて実験値と計算値を比較すると、CASE1, 2ともひび割れ発生前、発生後にかかわらず実験値が計算値より小さい値を示している。一方、引張側のスキフプレートはほぼ計算値どおりの挙動を示しているのがわかる。

次に各ケースを主桁プレートのある基本ケースと比較した。表2より、ひび割れ発生荷重に注目すると、CASE1は基本ケースの2割、CASE2は3割程度であることがわかる。破壊荷重は、CASE1が2割程度、CASE2が5割程度であり、どちらも基本ケースに比べて耐力が低く、耐力に対する主桁プレートの影響の大きさが確認できる。基本ケースでは、ひび割れ発生によるモルタルの変形を、主桁プレートを含めた鋼殻全体で拘束するため、密閉効果の影響が大きく変形が小さいが、今回のCASE1, 2では、モルタルの変形をスキフプレートと継手プレートだけで拘束しているため、基本ケースに比べて変形が大きくなったものと考えられる。

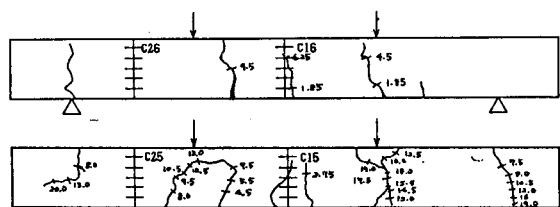


図3 ひび割れ状況図(上CASE1・下CASE2)

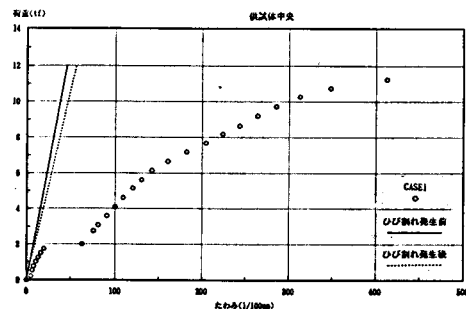


図4 スパン中央のたわみ

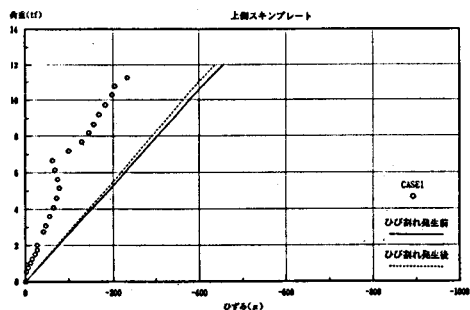


図5 スパン中央のひずみ(圧縮側)

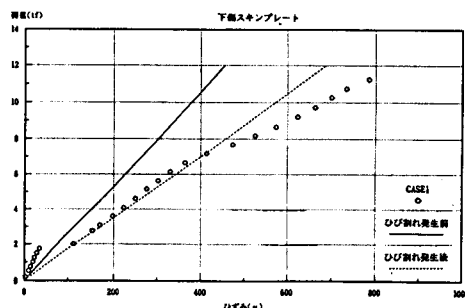


図6 スパン中央のひずみ(引張側)

4. おわりに

今回の実験結果から、密閉式合成セグメントは鋼殻とモルタルが完全に一体となって挙動しない場合に、剛性が低下することが確認できた。主桁プレートは、耐力を上げ剛性の低下を防ぐ効果があり、これを設計の際に考慮する必要があると思われる。今後は①継手プレート付近のひずみを細かく測定し、端部の応力状態を具体的に把握する、②モルタルとスキフプレートをより効果的に一体化させるために、ジベルを有効に配置し突起付き鋼板など附着性の高い鋼板を用いる、の2点を考慮にいたれた実験を進めていく予定である。

【参考文献】^{1) 2) 3) 4)} : 石岡博之, 小泉淳, 村上傳智: 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45回年講(Ⅲ-20), 第46回年講(Ⅲ-20), 第47回年講(Ⅲ-20), 第48回年講(Ⅲ-20)