

## III-B 134 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8）

早稲田大学 学生員 鈴木 寛久  
 パシフィックコンサルタンツ 正会員 石田 智朗  
 早稲田大学 正会員 小泉 淳

## 1. はじめに

近年のシールドトンネルの大深度化、大断面化や、トンネル空間の有効利用を図るため、従来の円形断面に代わって楕円断面、多心円断面、矩形断面などの異形断面が検討されるようになってきている。それに伴い、大きな断面力に耐えうる高性能の覆工部材が要求され、このような要求に対して、6面体の鋼殻内部にコンクリートを充填して一体化したコンポジットセグメントである密閉式合成セグメントが開発された。

本研究は、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たものであり、昨年度までの研究<sup>1)~7)</sup>においては、密閉式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。本年度は、特にスキンプレートや継手プレート部に着目し、2点曲げ載荷試験を行った。本報告はこの結果にこれまでの実験に加え、総合的な検討を行ったものである。

## 2. 実験概要

実験に用いた密閉式合成セグメントの模型は中埋めコンクリートの有無、プレート厚の大小、ジベルの有無の影響について調べる目的で、4ケース作成した。模型寸法および試験ケースを表-1に示す。曲げ載荷試験の載荷方法は図-1に示すとおりであり、載荷はひび割れ発生前は0.5tfピッチ、ひび割れ発生後は

1.0tfピッチで破壊まで行った。各荷重段階毎に模型の-span中央、載荷点と支点の中間断面において64点、端面および端面近傍の断面において66点でひずみを計測した。図-2にひずみの計測位置を示す。

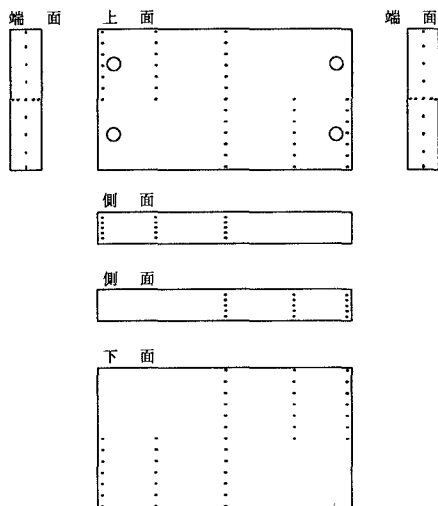


図-2 ひずみ測定位置

表-1 試験ケース

|              | CASE-1 | CASE-2 | CASE-3 | CASE-4 |
|--------------|--------|--------|--------|--------|
| スキンプレート厚(mm) | 4.5    | 4.5    | 3.2    | 4.5    |
| 主桁プレート厚(mm)  | 4.5    | 4.5    | 6.0    | 4.5    |
| 継手プレート厚(mm)  | 4.5    | 4.5    | 6.0    | 4.5    |
| セグメント高さ(mm)  | 109.0  | 109.0  | 106.4  | 109.0  |
| セグメント幅(mm)   | 500.0  | 500.0  | 500.0  | 500.0  |
| 中埋めコンクリートの有無 | 無      | 有      | 有      | 有      |
| ジベルの有無       | 無      | 無      | 無      | 有      |

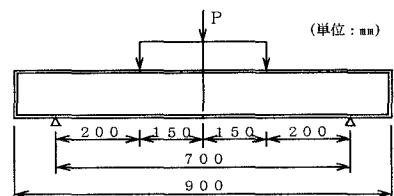


図-1 載荷状況図

## 3. 実験結果

図-3、図-4は、計測されたひずみの分布を示した1例である。図-3は-span中央の断面を圧縮側スキンプレートを中心とした鋼殻上のひずみ分布図であり、図-4は載荷点と支点の中間断面におけるひずみ分布図である。なお、ひび割れ発生前の代表荷重値は10tf、ひび割れ発生後は30tfとした。

図-3、図-4から、圧縮側スキンプレートの中央部はひずみが発生していないことがわかる。このことから、密閉式合成セグメントのスキンプレートは曲げによる圧縮応力をほとんど受け持たず、中埋めコンクリートと主桁プレートがこ

れを負担しているものと考えられる。この現象は載荷点と支点の中間断面でもみられることから、全スパンにわたって同様な状態にあるものと思われる。このような現象が生じるのは、鋼殻と中埋めコンクリートとがRC部材のように一体となった挙動を示さないためと考えられ、これが密閉式合成セグメントにおける剛性低下の要因の1つであると思われる。

図-5はスキンプレートに圧縮側には20mm、引張側には30mmの長さの直径4mmのボルトを溶接し、ジベルとしたCASE-4のスパン中央の断面におけるひずみ分布を示したものである。図-3および図-4と比較し、圧縮側スキンプレートが有効に働いていることがわかる。ジベルによって、鋼殻と中埋めコンクリートの付着力が増加し両者の一体化が図られ、鋼殻と中埋めコンクリートとが一体として挙動するためと考えられる。しかし、このようなジベルは中埋めコンクリートにひび割れを誘発することと考えられ、必ずしも力学的に有効であるとは限らない。

図-6は継手プレート近傍におけるひずみ分布を示した1例である。この断面は支点の外側に位置し、理論上は断面力が発生しない部分である。ひび割れ発生前は、理論どおりの挙動を示しているが、ひび割れ発生後は引張側スキンプレートに引張力が生じている。これはひび割れ発生により中埋めコンクリートの引張側の断面が継手プレートを押したそうとするため、これを継手プレートが押さえ込むいわゆる密閉効果が生じていることを示している。

#### 4. おわりに

本研究において、密閉式合成セグメントのスキンプレートの挙動が、これまでより詳細に把握することができた。このスキンプレートの挙動を正しく評価することにより、密閉式合成セグメントの剛性の低さを表現することができると考えられ、今後、密閉式合成セグメントの剛性を正確に評価した構造解析モデルを提案することとともに、本研究における一連の実験データをもとに、その合理的な設計法を検討していく予定である。

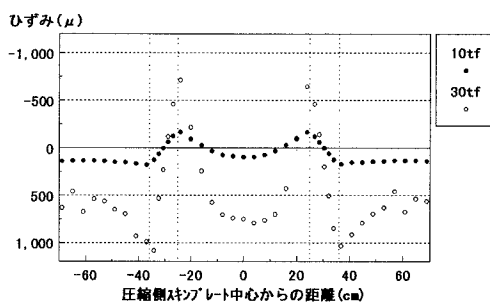


図-3 ひずみ分布図  
(スパン中央断面)

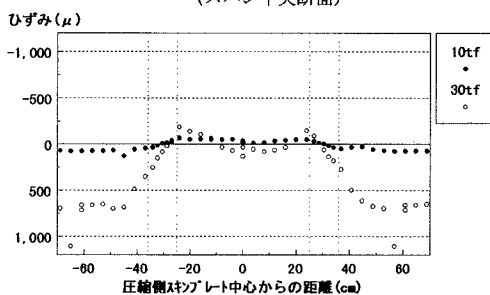


図-4 ひずみ分布図  
(載荷点と支点の中間断面)

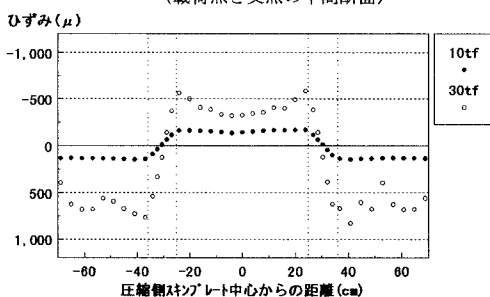


図-5 ひずみ分布図  
(スパン中央断面)

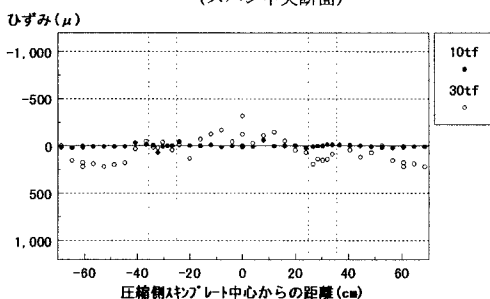


図-6 ひずみ分布図  
(継手プレート近傍)

【参考文献】<sup>1)~7)</sup>：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45回年講（Ⅲ-20），第46回年講（Ⅲ-51），第47回年講（Ⅲ-4）

第48回年講（Ⅲ-5），第49回年講（Ⅲ-632，Ⅲ-633），第50回年講（Ⅲ-598）