

日本国土開発株 正会員 石田智朗
 NKK基盤技術研究所 正会員 長山秀昭
 早稲田大学 学生員 久保雅裕
 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、主桁、継手板、スキンプレートからなる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、その構造から密閉効果が期待できると考えられるため、特に力学的な優位性が強調されている。しかし、過去4年間の研究^{1)~4)}において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。

本報告は、密閉式合成セグメント模型として、鋼殻の内部に異なる剛性を持つ材料を充填した直線梁供試体を用い、2点曲げ載荷試験を行って、その挙動を確認するとともに結果に考察を加えたものである。

2. 実験概要

実験に用いた密閉式合成セグメントの模型寸法を表-1に、試験ケースを表-2に示す。充填材

として使用した材料のうち砂は、豊浦標準砂($\gamma_t = 1.51 \text{ g/cm}^3$)である。なお、砂は、鋼殻を振動台の上に載せ振動を与えるながら充填した。

曲げ試験の載荷方法は、図-1に示すとおりであり、250kgfピッチで破壊まで載荷した。各荷重段階毎に、スパン中央と載荷点下の6点でたわみの計測を、供試体の両端面上の2点で変位の計測を、またスパン中央、載荷点と支点の中央断面の26点、端面および主桁の端面近傍の18点でひずみの計測を行った。

図-2にひずみの計測位置を示す。

3. 実験結果

各ケースにおける荷重と供試体中央のたわみ量の関係を図-3に示す。なお、この図に充填材としてモルタルを用いた場合の実験結果¹⁾を併せて示した。この図から、荷重とたわみの関係は、今回の実験で使用した充填材間では、大きな差異はなくほぼ同様の傾向を示していた。モルタルを充填した場合は、モルタルの剛性に加えて、モルタルの付着力により鋼殻とモルタルが一体となって荷重に抵抗すると考えられるが、剛性が低く付着力のない材料を充填した場合は、鋼殻だけが曲げに対して抵抗し、有効に働いているためと考えられる。

表-1 供試体寸法

スキンプレート主桁断面	セグメント幅	セグメント高
4.5 mm	200 mm	109 mm

表-2 試験ケース

CASE-1	鋼殻のみ
CASE-2	木
CASE-3	砂(ゆる詰め)
CASE-4	砂(締詰め)

充填量 17.13kg
充填量 26.02kg
充填量 27.53kg

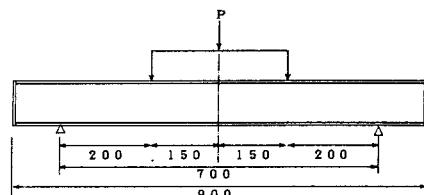


図-1 載荷状況図

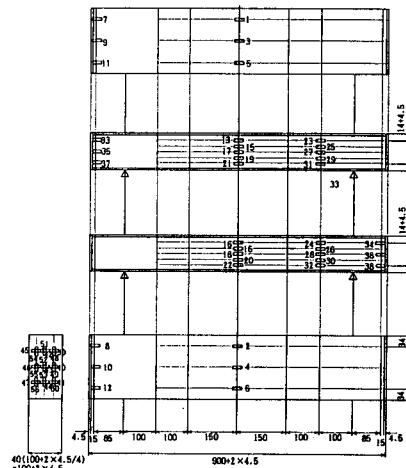


図-2 ひずみ計測位置

次に荷重と圧縮側スキンプレートのひずみとの関係について述べる。各ケースにおいて荷重と圧縮側スキンプレートのひずみとの関係は、実験で使用した充填材間では、大きな差異が見られず、ほぼ同様の傾向を示していたので、一例としてケース1の鋼殻のみの場合を図-4に示す。また、図-5に充填材としてモルタルを用いた場合の荷重と圧縮側スキンプレートのひずみの関係を示す。

これらの図から、鋼殻のみの場合、スキンプレート中央部のひずみが荷重約7tfくらいで圧縮側から引張側へと変化し破壊に至るまでほぼ直線的に増加しているが、スキンプレート端部のひずみは、荷重約15tfまでほぼ直線的に増加しており、スキンプレート中央部と端部とでは異なる挙動を示している。この傾向は、実験で使用したいずれの充填材でも、ほぼ同様であった。これは、鋼殻のみの場合、スキンプレート端部は主桁プレートによる拘束の影響を受けているが、中央部は中空となっていて、載荷点の拘束により座屈が発生しているためと考えられる。一方、モルタルを充填した場合、スキンプレート中央部と端部のひずみはほぼ同様の挙動を示している。モルタルを充填した場合は、スキンプレートが主桁とモルタルにより拘束を受けておりスキンプレート幅全体で荷重に対して抵抗しているためであると考えられる。

表-3は、各ケースの破壊荷重を示したものである。

この表から、最終耐力は鋼殻のみに対して砂(密詰め)の場合で約1.4倍、砂(ゆる詰め)の場合で約1.2倍、水の場合で約1.1倍と、充填材の違いによる影響が多少見られる。また、破壊時には、鋼殻のみの場合には、内部の空気が圧縮されていて、「プシャー」という音とともに空気が漏れ、水を充填した場合には、内水圧が最大約 2kgf/cm^2 まで上昇した。供試体の破壊形態は、すべてのケースにおいて圧縮側スキンプレートの座屈であった。

4. おわりに

今回は、剛性の異なる材料を充填材に用い、その違いによる密閉式合成セグメントの挙動を確認する実験を行ったが、実験で使用した充填材間では明確な違いは認められなかった。このことから、密閉式合成セグメントに大きな耐力と剛性を期待するためには、充填材としてある程度の剛性に加えて付着力を有し、鋼殻と一緒に荷重に抵抗できるものを使用する必要があることがわかった。

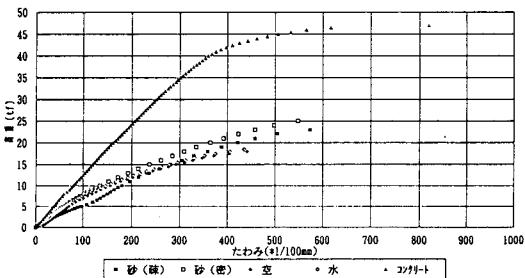


図-3 荷重とたわみの関係

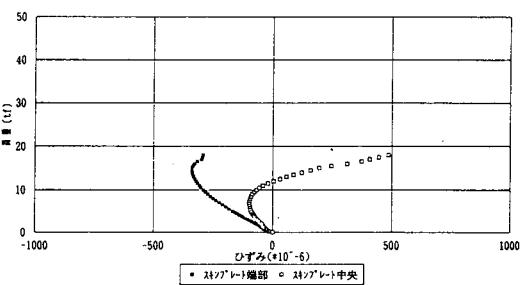
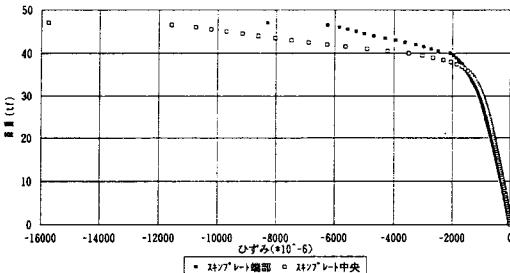


図-4 荷重とひずみの関係(鋼殻のみ)

図-5 荷重とひずみの関係(モルタル充填)
表-3 破壊荷重

鋼のみ	18.1 tf
水	19.1 tf
砂(ゆる詰め)	22.4 tf
砂(密詰め)	26.1 tf
モルタル	48.6 tf

【参考文献】1),2),3),4):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)