

## 荷重分散効果を考慮した載荷条件が鋼床版モデルの応力性状に及ぼす影響

九州大学大学院 学生会員 三浦 健一 九州大学大学院 正会員 貝沼 重信  
 日本橋梁建設協会 正会員 内田 大介 日本橋梁建設協会 正会員 清水 弘

**1. はじめに** これまで鋼床版を対象とした載荷試験では均等な荷重を試験体に伝達する方法として載荷ゴムが一般的に使用されてきた。実際の鋼床版の応力性状に近い状態で試験を行うためには、アスファルトなどの影響によるデッキプレート上面の荷重分散を考慮する必要がある。しかし、その載荷条件については、これまで十分な検討がなされていない。そこで、本研究では載荷ゴムを用いることで、荷重分散効果を考慮した場合の載荷条件が鋼床版モデルの応力性状に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。そのために、寸法が異なる5種類の載荷ゴムを用いた鋼床版モデルの静的載荷試験およびその有限要素応力解析を行った。

**2. 静的載荷試験の方法** 載荷試験に用いる載荷鋼板の形状・寸法は、大型車両における後輪のダブルタイヤを想定することで図-1に示すように模擬した。その寸法は実タイヤを用いた鋼床版(舗装無し)の静的載荷試験により得た感圧紙による面圧分布から求めた。タイヤの空気圧は標準的な $7.5 \text{ kgf/cm}^2$ とした。載荷ゴムは厚さ5, 20, 40, 80, 120 mmの5種類とし、その載荷面積はゴム厚による荷重分散効果に配慮して $45^\circ$ とした。

鋼床版モデル試験体のデッキプレート厚は12 mmであり、Uリブ厚は8 mmである。なお、デッキプレートとUリブが交差する溶接部の溶込み深さは、Uリブ厚の $2/3$ とした。試験体の形状・寸法を図-1に示す。静的載荷試験は、図-2に示すように、載荷鋼板、載荷ゴム板を試験体に設置することで行った。荷重の載荷位置は、橋軸方向のスパン中央部でUリブウェブを跨ぐ位置とした。載荷荷重の大きさは60 kNとし、0, 20, 40, 60 kNと段階的に載荷した。なお、載荷ゴム板直下のデッキプレートの面圧分布は、載荷ゴムとデッキプレート間に感圧紙(発色性能: $0.2 \sim 0.6 \text{ N/mm}^2$ )を設置することで求めた。

**3. 有限要素応力解析の方法** 解析モデルは鋼床版試験体と試験に用いた載荷ゴムを対象にして5種類作成した。解析モデルの要素分割例を図-3に示す。このモデルの鋼床版の要素には、薄肉シェル要素を用いた。また、載荷鋼板と載荷ゴムについては、8節点ソリッド要素を用いた。着目部となる載荷位置直下における溶接部近傍の要素サイズは、約 $5 \text{ mm} \times 5 \text{ mm}$ とした。拘束条件としては、横リブ下フランジ中央に位置するウェブ直下を拘束した。その片方は鉛直方向のみ、もう片方のウェブ直下は、鉛直方向、橋軸方向と中央部について橋軸直角方向に拘束した。なお、本解析では載荷ゴムを弾性係数 $3.576 \text{ N/mm}^2$ の線形弾性体として仮定した。その弾性係数は、公称せん断弾性係数を $1.2 \text{ N/mm}^2$  (G12)、ポアソン比を0.49と仮定することで算出した。

**4. 試験結果および解析結果** 図-4に載荷試験と応力解析から得られた載荷点直下における溶接部近傍の発生応力を示す。載荷ゴム厚が薄いほど試験結果と実験結果には差異が生じている。しかし、載荷ゴム厚が着目部の発生応力に及ぼす影響に関しては、これらの結果の傾向は良く一致している。なお、試験結果については、ゴム厚が40 mm以下の場合、発生応力が増加しており、40mm

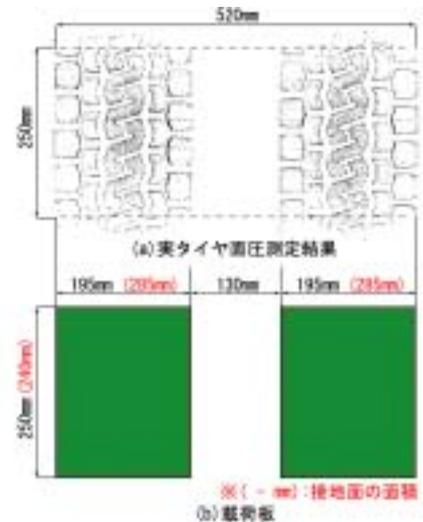


図-1 載荷板の形状・寸法

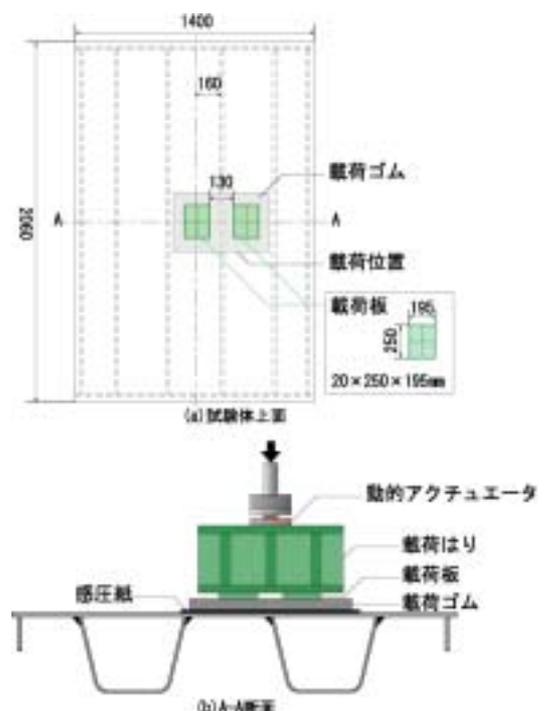


図-2 試験体の形状・寸法および載荷状況

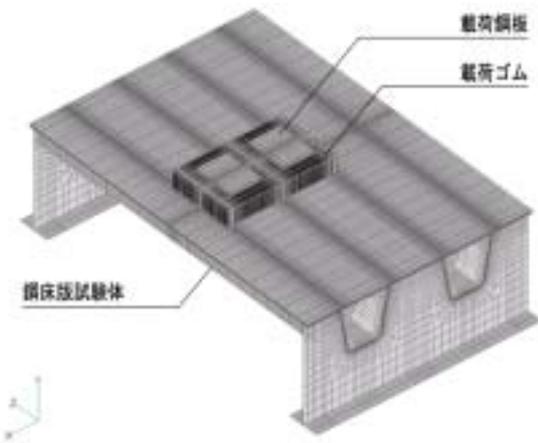


図-3 鋼床版試験体解析モデル要素分割図

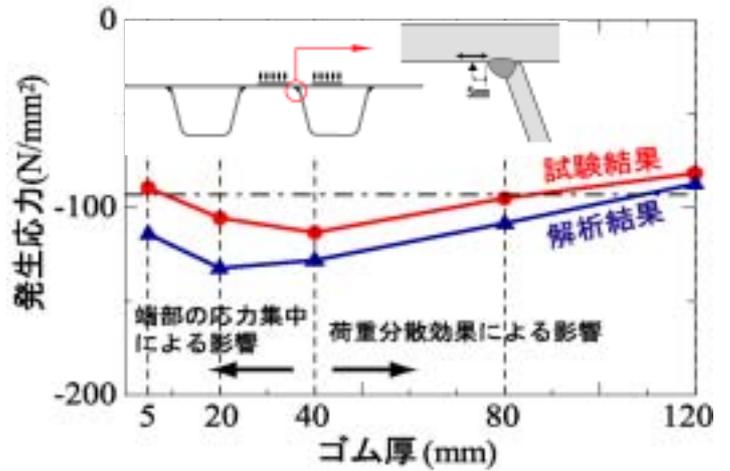


図-4 載荷点直下の溶接部近傍の発生応力

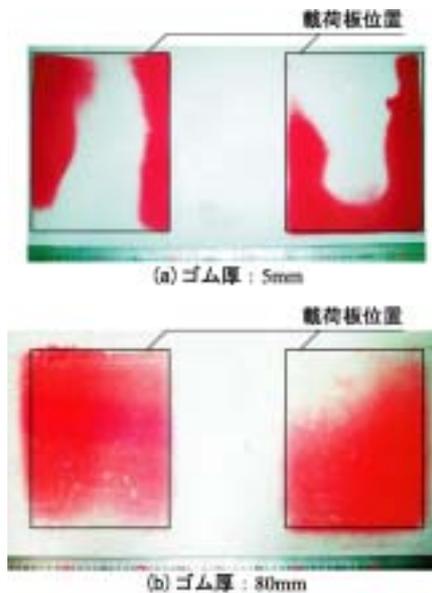


図-5 面圧分布の計測結果

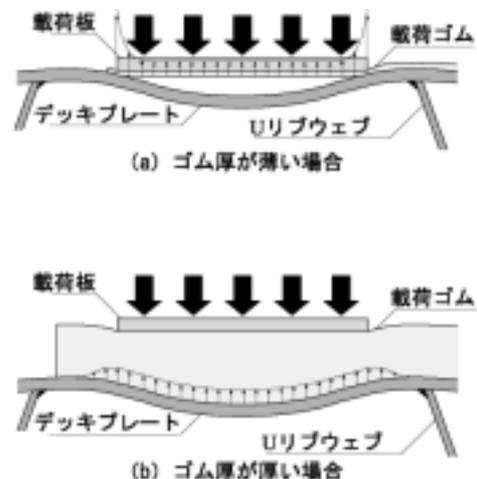


図-6 載荷ゴム厚が応力性状に及ぼす影響

以上になると減少している。一方、解析結果については、この傾向がゴム厚が 20mm を起点として生じている。このようにゴム厚が 20～40 mm で応力性状の傾向が変化したことがわかる。しかし、載荷ゴム厚が 5 mm の場合の試験結果と解析結果は、80 mm の場合と同程度である。これは、ゴム厚が 5 mm と 80 mm の場合では、デッキプレートと U リブの応力の発生メカニズムは大きく異なるためであると考えられる。

図-5 に載荷ゴム厚が 5mm および 80mm の場合のデッキプレートにおける面圧分布を示す。載荷ゴム厚が 5 mm の場合、載荷板の中央部には面圧がほとんど生じていないが、端部に集中的に生じている。反対に載荷ゴム厚が 80 mm の場合では、載荷板の中央部に高い応力が発生し外側に向かうに従い荷重が分散する傾向がある。これは図-6 に示すようにゴム厚が薄い場合、載荷によるデッキプレートの変形に載荷ゴムが追従できないが、載荷ゴムを増厚することでその変形に追従できるためと考えられる。したがって、前述したようにゴム厚が 5 mm と 80 mm の場合の発生応力が同等となる原因は、その発生メカニズムが異なるためであると言える。

**5.まとめ** 本研究では荷重分散効果を考慮した載荷条件が鋼床版の応力性状に及ぼす影響について検討した。その結果、ゴム厚が薄い場合と厚い場合において発生応力が同等の場合でも接地面の面厚分布が異なることが明らかになった。これはデッキプレートの面外変形に対する載荷ゴムの追従の可否によるものと考えられる。

**参考文献** 1)川上順子, 伊藤進一郎, 川畑篤敬, 松下裕明: 鋼床版デッキプレートと U リブ溶接部の疲労試験, 土木学会第 60 回年次学術講演会論文集, pp.791-792, 2005. 2)三木千壽, 菅沼久忠, 富澤雅幸, 町田文孝: 鋼床版箱桁橋のデッキプレート近傍に発生した疲労損傷の原因, 土木学会論文集, No.780, pp.57-69, 2005. 3)貝沼重信, 山田健太郎, 上仙靖, 岩崎雅紀, 西川武宏: 縦リブの疲労き裂が鋼床版に及ぼす影響の実測と解析, 土木学会構造工学論文集, Vol.42A, pp.927-936, 1996.