1 - 008

鋼床版のデッキプレートとリリブの溶接ルート部の疲労き裂に対する試験システムの構築

九州大学	学生会員	○尾上 聡史	九州大学	正会員	貝沼 重信
(株)奥村組(前九州大学)	正会員	三浦 健一	(社)日本橋梁建設協会	正会員	川畑 篤敬
(社)日本橋梁建設協会	正会員	内田 大介	(社)日本橋梁建設協会	正会員	井口 進

1. **はじめに** 鋼床版のデッキプレートとUリブの溶接ルート部から疲労き裂が発生し、デッキプレートを貫通する疲労 損傷が報告されている.このルート部から発生するき裂(以下,ルートき裂と呼ぶ)がデッキプレートを貫通すると路 面が陥没するため、車両事故の原因となる.また、デッキプレートのき裂貫通部から雨水がUリブ内に浸入・滞留する ことで、Uリブ内に腐食損傷が生じる.そこで、本研究ではルートき裂の発生・進展をシミュレート可能とし、作用応 カをパラメトリックに変化させることでルートき裂の発生要因を検討可能とする疲労試験システムを構築することとし た.そのために、交通車両の輪荷重のアスファルト舗装による荷重分散と実働応力波形に着目し、鋼床版のモデル試験 体を用いた静的載荷試験および疲労試験を行った.

2. 試験体 鋼床版のモデル試験体は、図-1 に示すようにデッキプレートとUリブ2本で構成することとした. 試験体は3種類,計5体製作し、そのデッキプレート厚を12mm、Uリブ厚を6mm あるいは8mm、Uリブ厚に対する溶込み深さを0%あるいは50%とした. デッキプレートとUリブの溶接は、水平下向きで半自動CO₂溶接により行った. 以下では、試験体をそれぞれ D12U6SP0、D12U8SP50(D:デッキプレート厚(mm)、U:Uリブ厚(mm)、S:半自動CO₂溶接、P:Uリブ厚に対する溶接の溶込み深さ(%))と呼ぶ.

3. 試験システムの構築 載荷板のサイズは大型車両の後輪ダブルタイヤを用いた静的載荷試験(載荷荷重:60 kN)の 結果に基づき図-2(a)に示す寸法とし、載荷位置は応力が最大となるデッキプレートとUリブの溶接線上とした.また、 実橋における輪荷重は、アスファルト舗装により分散されデッキプレートに伝達される.そこで、載荷ゴム(G12、公称 せん断弾性係数:1.2 N/mm²)の厚さが図-3 中のデッキプレートとUリブの溶接位置(止端から5 mm)の発生応力に及 ぼす影響を検討した.この検討の目的は、載荷板の端部にデッキプレートのたわみにより荷重が集中することなく、+ 分な荷重分散が得られるゴム厚を決定することである.そのために、載荷ゴムとデッキプレート上面の間に感圧紙(発色 感度:0.2~0.6 N/mm²)を挿入することで静的載荷試験を行った.ゴム厚は5,20,40,80,120 mmの計5 種類とした.

載荷荷重 60 kN とした場合の面圧分布の測定結果を図-2(b)~(d)に示す.ゴム厚が 5 mm の場合,載荷板の端部に荷 重が集中している.また,ゴム厚が 20 mm の場合,5 mm と同様に載荷板の端部の面圧が大きく,中央に近づくにした がって減少している.一方,ゴム厚が 80 mm では載荷板の中央の面圧が大きく,端部に近づくにしたがって減少してい る.載荷点直下における溶接部近傍の応力を図-3 に示す.図中のプロットは載荷荷重 60 kN としたときの静的載荷試験 と FEM 応力解析の結果を示している.圧縮応力はゴム厚が 40 mm の場合に最も小さくなっており,その値は 110 N/mm² である.また,ゴム厚が 5 mm から 40 mm に増加するにしたがって減少しており,40 mm から 120 mm の領域では逆に 増加している.これはゴム厚が 40 mm 以下では載荷板の端部に荷重が集中し,40 mm 以上では荷重は載荷板の端部に集 中すること無く分散しているためと考えられる.そこで,本研究では載荷荷重が十分に分散されデッキプレートに伝達 されるゴム厚として 80 mm を採用することとした.



キーワード 鋼床版,疲労試験,ルートき裂,Uリブ,溶接部,試験システム 連絡先 〒819-0395 福岡市西区元岡744 九州大学大学院工学府都市環境システム工学専攻 TEL 092-802-3392



鋼床版を対象とした実橋計測や輪荷重走行試験では、デッキプレートとU リブ交差部におけるデッキプレート側の溶 接止端部付近において、交通車両の輪荷重の移動により圧縮応力とその10%程度の引張応力が交番して発生することが 確認されている。本研究では、この交番応力がルートき裂の発生要因の一つであると考え、この交番応力を試験シス テムに導入することとした.本試験システムを図-4 に示す.本システムでは、疲労荷重の直下近傍におけるデッキプレ ートとUリブの溶接ルート部に引張応力を導入するために、試験体のスパン中央から橋軸方向に 600 mm 離れた位置の U リブのウェブ直上に静的荷重を作用させた.この静的荷重に加え、疲労荷重を作用させることにより、実働応力波形 の正負交番応力をシミュレートした.本試験に用いた図-3 中の溶接止端位置における最大応力に対する最小応力の比は、 実測された実働応力波形に基づき 0.13 とした.また、応力範囲は断面交通量 100,000 台/日(3 車線)の重交通下におけ る実橋の応力頻度の測定結果に基づき 180 N/mm²とした.

4. 試験システムの検証 疲労試験時に発生する着目部の最大応力および最小応力の橋軸方向の応力分布を図-5 に示す.スパン中央では引張応力 20 N/mm²が発生している.一方,スパン中央から 200 mm の位置では引張応力が 40 N/mm²発生している.この引張応力をき裂を発生させる主要因として考えると,スパン中央に比ベスパン中央から 200 mm の位置では,疲労き裂が発生しやすいと言える.300 万回繰返し載荷した D12U6SP0 における疲労き裂 の発生・進展状況を図-6 に示す.この図は,橋軸方向スパン中央から 150 mm の位置における断面を示している. 疲労き裂はデッキプレートとUリブの溶接ルート部の先端から発生し,デッキプレートの表面方向へ進展しており, 実橋で発見されたルートき裂と非常に良く一致している.また,Uリブ厚を6 mm から8 mm,溶接溶込み深さを0% から50 %に変化させた D12U8SP50 についてもルートき裂が発生した.一方,静的荷重を載荷せずに,疲労荷重の みで疲労試験を行った D12U8SP50 についてもルートき裂は発生しなかった.したがって,引張応力がルートき裂の発 生要因の1つであると考えられる.以上から,本試験システムにより,ルートき裂をシミュレートできると言える. 5. まとめ 本研究では,ルートき裂の発生・進展をシミュレートするために,アスファルト舗装による交通車両 の輪荷重の荷重分散に着目した.また,交通車両の実働応力波形を考慮した載荷条件を検討した.これらの結果か ら、厚さ 80 mm の載荷ゴム (G12) により載荷荷重の荷重分散に配慮し,溶接ルート部に引張応力を導入すること で,ルートき裂をシミュレート可能な試験システムを構築した.