

鋼床版のデッキプレートと U リブの溶接ルート部における疲労き裂の発生・進展メカニズム

九州大学 学生会員 ○ヴウ ダット ヴァン 九州大学 正会員 貝沼 重信
九州大学 学生会員 尾上 聡史 (社) 日本橋梁建設協会 正会員 井口 進
(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 川畑 篤敬

1. はじめに 鋼床版のデッキプレート (以下、デッキと呼ぶ。) と U リブの溶接ルート部から疲労き裂が発生・進展し、デッキを貫通する損傷が報告されている。このき裂がデッキを貫通すると路面が陥没し、車両事故の原因となる恐れがある。しかし、このき裂の発生・進展メカニズムについては、これまで十分な検討されていない。本研究では、独自の試験システムを用いて疲労試験を行い、ルート部のき裂 (以下、ルートき裂と呼ぶ。) の発生および進展初期をシミュレートすることで、ルートき裂の発生・進展のメカニズムの詳細について実験的に検討した。

2. 試験方法 試験体はデッキ厚, U リブ厚, 溶接方法, 溶接溶込み深さ, およびデッキのプレス成形の有無をパラメータとし, 表 1 に示すように 2 本の U リブを有する鋼床版モデルとして, 7 体作製した。疲労試験はこの試験体を用いて, 独自に構築した試験システム¹⁾ により行った。試験体の形状・寸法および試験システムを図 1 に示す。試験に用いた載荷荷重は, 図 1(a) に示すように, 試験体のスパン中央におけるデッキと U リブの溶接止端から U リブ外側に 5mm 離れた位置の橋直方向の発生応力が所定の大きさになるように制御した。

3. 試験結果 試験結果を表 1 に示す。No.1 および No.6 の試験体では, ルートき裂が発生し, デッキ表面に向かって進展した。この結果から, デッキ厚および溶接溶込み深さによらず, ルートき裂が発生・進展すると考えられる。No.1 の試験体に対して, 引張応力を 46 N/mm^2 に増加し, 応力範囲を 124 N/mm^2 に減少させた No.6 の試験体については, き裂の最大進展長さおよび橋軸方向の発生範囲が大きくなっている。一方, 圧縮応力のみを繰り返して作用させた No.3 については, ルートき裂が発生しなかった。以上の結果から, ルートき裂の発生要因の 1 つとして, 車両走行によりルート部に発生する引張応力が考えられる。しかし, 応力範囲を減少させた No.2, ルート部に引張応力のみを作用させた No.7 については, ルートき裂はほとんど発生していない。このことから, ルートき裂の発生には引張応力だけでなく, 圧縮側の応力範囲の影響もあると考えられる。これは, ルート部の先端近傍に存在する高い引張残留応力²⁾の影響によるものと考えられる。

No.5 の試験体については, ルートき裂が発生せず, 止端き裂が発生した。止端き裂の発生原因としては, 手溶接で U リブを溶接したことで, 他の試験体 (半自動溶接) に比べ止端部の応力集中が高くなったことが考えられる。また, 止端き裂の発生により, ルート部近傍の発生応力が低減された結果, ルートき裂が発生しなかったもの

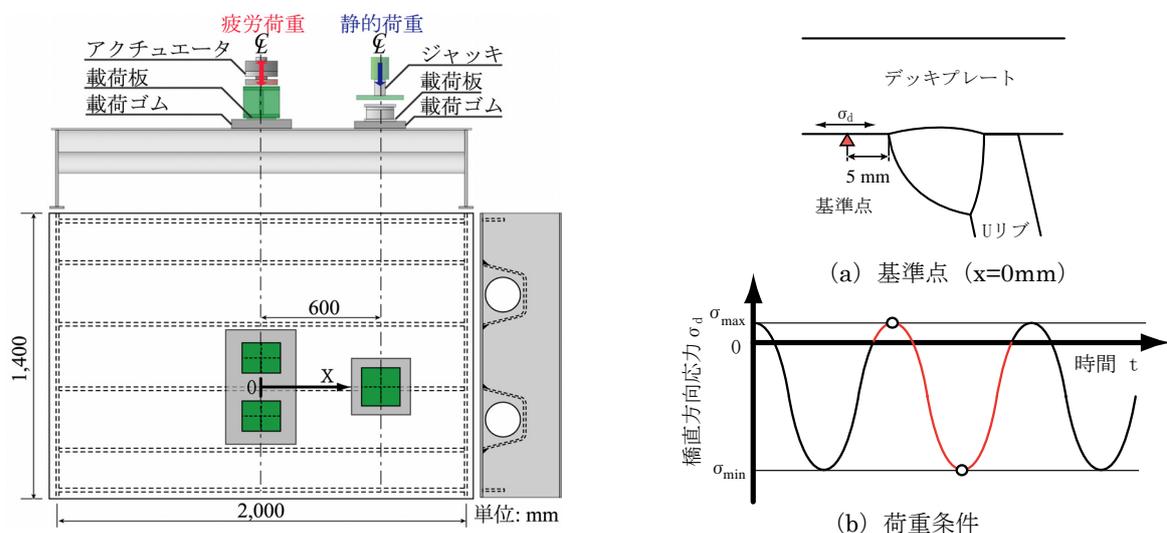


図-1 試験体の形状・寸法および疲労試験システム

表-1 作用応力および試験結果

No.	試験名	载荷回数 (万回)	作用応力 (N/mm ²)		き裂の発生状況		き裂進展図 (mm) (縦) 進展長さ, (横) x 軸
			σ_{max}	σ_{min}	模式図	マクロ写真	
1	D12U6SP0	300	20	-160			
2	D12U6SP0	300	20	-70			き裂未発生
3	D12U8SP50	450	-10	-180			き裂未発生
4	D12U8SP50 (プレス成型)	300	20	-160			
5	D12U8MP50	650	20	-160			
6	D14U6SP75	300	46	-78			
7	D14U6SP75	300	46	0			ルートき裂がビードに 1mm 程度進展

D : デッキプレート厚 (mm), U : U リブ厚 (mm), S : 半自動 CO₂ 溶接, M : 手溶接,
P : U リブ厚に対する溶接溶込み深さの比率

と推測される。No.4 の試験体については、デッキ表面およびルート部からき裂が発生した。これらのき裂が発生した橋軸方向の領域はほぼ等しくなっている。また、デッキ表面からのき裂進展長さが長い断面では、ルートき裂の進展長さも長くなっている。この結果から、デッキ表面からのき裂がルートき裂よりも先行して発生・進展し、残存断面が減少することで、応力集中が増加した結果、ルートき裂が発生したものと考えられる。

4. まとめ 本研究では、独自に構築した試験システムを用いて疲労試験を行うことで、車両走行により溶接ルート部から発生する疲労き裂の発生と進展初期をシミュレートした。本試験条件で得られた主な結果を以下に示す。

- 1) デッキプレートと U リブの溶接ルート部で疲労き裂を発生させる主要因として、車両走行時に溶接ルート部に発生する橋直方向の引張応力が考えられる。また、ルート部に発生する引張残留応力もルートき裂の発生・進展の原因として考えられる。
- 2) U リブ厚や溶接溶込み深さによらず、ルート部から疲労き裂は発生・進展する。

今後は、本研究で対象とした車両の走行位置以外の载荷位置についても検討することで、ルートき裂の発生から貫通に至るまでの詳細なメカニズムを検討する予定である。

参考文献 1) 貝沼重信, 尾上聡史, 三浦健一, 井口進, 川畑篤敬, 内田大介: 鋼床版のデッキと U 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, 土木学会論文集, 2008 (投稿中). 2) 貝沼重信, 尾上聡史, ヴゥヴァンダット, 井口進, 内田大介, 川畑篤敬: 鋼床版のデッキプレートと U リブの溶接ルート部における残留応力, 土木学会 平成 19 年度 西部支部研究発表会.