

鋼床版デッキプレート・トラフリブ・横リブ交差部の 疲労耐久性に対するスカラップとデッキ板厚の影響

法政大学大学院 学生会員 ○原田 英明 川崎 靖子

法政大学 正会員 森 猛

日本橋梁建設協会 正会員 内田 大介 川畑 篤敬

1. はじめに

鋼床版デッキプレート・トラフリブ・横リブ交差部には、溶接線の交差を避けるためにスカラップを設けることが標準とされていた。しかし、スカラップの回し溶接部を起点とした疲労き裂が懸念され、2002年にスカラップを省略したタイプが標準とされた。その後、スカラップを有する横リブ交差部近傍で、デッキプレート・トラフリブ溶接部のルートを起点としてデッキプレートを貫通するき裂が報告された。このき裂は、デッキプレートを貫通したとしても、デッキプレート上面に舗装があるため検出することが難しく、過度に進展すれば、デッキプレートの陥没が危惧される。しかし、デッキプレートを貫通する疲労き裂に対するスカラップの有無の影響は、十分に明らかとはされていない。このような疲労き裂に対する耐久性を高めるために、これまで12mmが標準であったデッキプレートを厚くすることが検討され、2009年末に国土交通省より「大型車の輪荷重が常時載荷される位置直下においては、デッキプレートの板厚は16mm以上とすることを標準とする」という事務連絡が行われた。

本研究では、溶接ルート部を起点としてデッキプレートを貫通する疲労き裂を対象とした耐久性に対する鋼床版デッキプレート・トラフリブ・横リブ交差部のスカラップの有無とデッキプレート厚の影響を明らかにすることを目的とし、交差部を模擬した実物大試験体を対象とした疲労試験と超音波探傷試験、3次元FEM解析を行う。

2. 試験体

供試鋼材は、SM490YAである。試験体は、幅1700mm、長さ300mm、高さ612mmであり、トラフリブ2つ(トラフリブ間隔320mm)、横リブ1つで構成されている。その形状と寸法を図1に示す。板厚はトラフリブが6mm、横リブが12mmである。試験体は、交差部のスカラップの有無とデッキプレートの板厚(12mm、16mm)を組み合わせた4タイプである。これらの試験体を、S12、N12、S16、N16(S:スカラップあり、N:スカラップなし、数値:デッキプレートの板厚)と呼ぶ。なお、N12試験体とS16試験体は2体ずつあるため、N12-1、N12-2、S16-1、S16-2と区別し、疲労試験は計6体を用いて行った。溶接溶込み深さは、トラフリブの75%程度である。

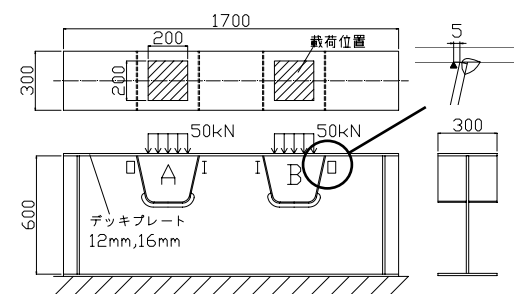


図1 試験体の形状と寸法

3. 疲労試験と応力解析

疲労試験は、繰返し荷重を10kN～110kNとして行った。載荷位置は図1に示すとおりであり、載荷面積は200mm×200mmである。ルート部から生じたき裂はデッキプレートを貫通しない限り目視で確認できないため、デッキプレート下面(板幅中央のトラフリブ内側から5mm位置)にゲージ長3mmのひずみゲージを橋軸直角方向に貼付し、荷重繰返しに伴うひずみの変化を調べた。1つの試験体で4箇所にゲージを貼付した。疲労試験終了後、疲労破面を観察する目的で、試験体を切断し、その試験片を液体窒素で冷却後、ハンマーを用いて脆性破壊させた。

疲労試験結果を表1に示す。全ての試験体において半楕円形の疲労き裂が生じていた。また、それぞれの試験体でのき裂深さはデッキプレート厚の80%程度まで達しており、S12試験体とN12試験体ではデッキプレートを貫通したき裂も観察された。その疲労破面と上面で観察されたき裂の例を写真1に示す。

貫通したき裂が確認された際の荷重繰返し回数は、S12試験体で225万回、N12-1試験体で200万回、N12-2試験

キーワード 鋼床版、デッキプレート貫通型疲労き裂、横リブ交差部、スカラップ、デッキプレート厚

連絡先 〒184-8584 小金井市梶野町3-7-2 法政大学大学院工学研究科 TEL 042-387-6287

体で 173.5 万回である．なお，S16 試験体と N16 試験体では 2000 万回の荷重繰返しによっても貫通き裂は生じなかった．疲労試験時のひずみ測定結果を図 2 と図 3 に示す．図中の縦軸は初期ひずみ範囲で除することで無次元化している．いずれの場合も荷重繰返し数とともにひずみ範囲が減少し，初期ひずみ範囲の 20～25% 程度となると，ひずみはほぼ一定となっている．また，貫通き裂が観察された試験体では，S12 試験体で 253 万回，N12-1 試験体で 184 万回，N12-2 試験体で 138 万回時に急激なひずみの変化があり，その後初期ひずみ範囲の 10% 程度まで減少している．このひずみの変化は，疲労き裂がデッキプレートを通し応力の伝達が行われなことになるものと考えられ，N12 試験体よりも S12 試験体で疲労寿命が長くなっていることから，スカラップを省略した構造よりもスカラップを有する構造の方がデッキプレートを通し難い構造であると考えられる．

図 2 と 3 に示したひずみ範囲の減少とき裂深さの関係性を明らかにする目的で，疲労試験に用いた 4 種類の鋼床版試験体を対

象に応力解析を行った．その際，交差部近傍はソリッド要素でその他はシェル要素でモデル化したハイブリッドモデルを用いた．き裂の形状は疲労試験中に定期的に行った超音波探傷試験の結果を利用して設定した．このような解析から求めたき裂深さとひずみ範囲減少率の関係は，試験体によって多少異なったが，き裂が深くなるにしたがって，ひずみ範囲の減少率は大きくなっていた．

図 2 と 3，そして解析より求めたき裂深さとひずみ範囲減少率の関係から，き裂深さがデッキ厚の 25%，50% となるときの荷重繰返し数を求めた．その結果を図 4 と図 5 に示す．いずれのき裂深さにおいても，疲労寿命はスカラップを設けること，さらにデッキプレートを厚くすることにより長くなっている．

表 1 疲労試験結果

試験体	デッキ板厚 (mm)	荷重繰返し回数 (万回)	き裂深さ (mm)	き裂長さ (mm)	深さ/板厚	デッキ貫通確認
S12	12	302	9.8	138.3	0.82	225万回時
N12-1		496.4	10.2	165.4	0.85	200万回時
N12-2		173.5	-	-	-	173.5万回時
S16-1	16	2000	13.6	209.4	0.85	なし
S16-2		2000	13.3	174.0	0.83	なし
N16		2000	13.4	166.5	0.84	なし



写真 1 疲労破面と上面き裂

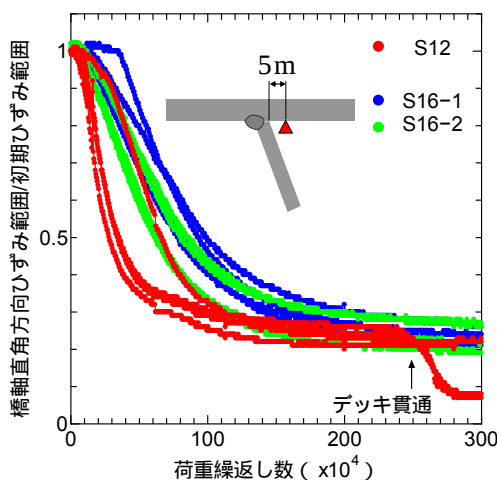


図 2 ひずみの変化（スカラップ有）

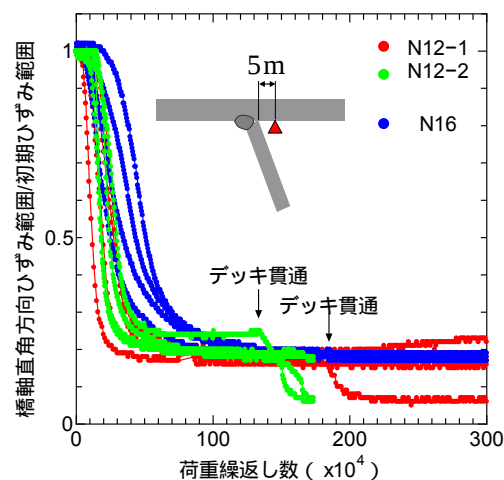


図 3 ひずみの変化（スカラップ無）

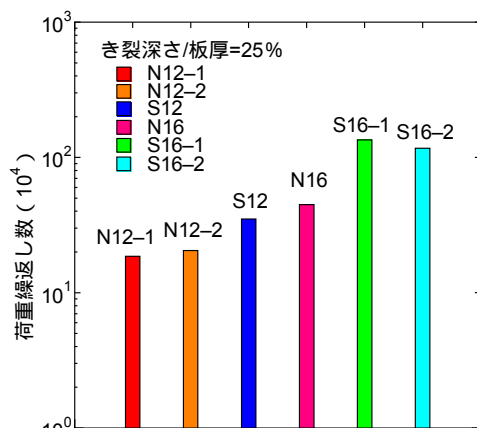


図 4 き裂深さ/板厚 25% 時の繰返し回数

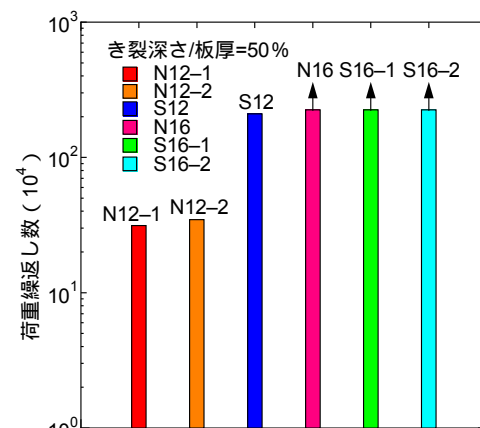


図 5 き裂深さ/板厚 50% 時の繰返し回数