

鋼床版デッキプレート・トラフリブ溶接ルート部の疲労耐久性に対する舗装の効果

法政大学 フェロー ○森 猛
法政大学 正会員 内田 大介

1. はじめに

鋼床版デッキプレート・トラフリブ溶接部のルート部からデッキプレートに進展する疲労き裂（デッキ進展き裂）と溶接ビードに進展する疲労き裂（ビード進展き裂）が問題となっている。これらのき裂は横リブとの交差部で生じることが多いが、縦リブ支間部で生じることもある。10年ほど前から、き裂の発生と進展を抑止する目的で、鋼床版上面のアスファルト舗装を SFRC（Steel Fiber Reinforced Concrete）舗装に置き換える工事が行われている。これは、き裂発生・進展の原因がデッキプレートの面外曲げ変形にあり、SFRC 舗装によってデッキプレートの剛性を高くし、変形を緩和することを狙ったものである。

SFRC 舗装が交差部のデッキ進展き裂に対して、高い効果を有することはこれまでの研究により確かめられているが、ビード進展き裂に対する効果は明らかにされていない。

本研究では、交差部だけでなく、支間部の鋼床版デッキプレート・トラフリブ溶接部のデッキ進展き裂とビード進展き裂に対する SFRC 舗装の効果を明らかにする。すなわち、交差部と支間部の各き裂発生位置のき裂進展方向と垂直な方向の応力の影響面を FE 解析から求め、その上をタイヤが走行するときの応力変動、そして疲労損傷度を求め、疲労耐久性に対する舗装の効果について検討する。

2. 応力変動と疲労損傷度の解析

解析対象は図 1 に示す鋼床版部分モデルである。図中には着目する溶接部を○で示している。この溶接ルート部から図 2 に示すようなデッキ進展き裂とビード進展き裂が生じている。このモデルを対象として FE 解析を行い、応力の影響面を求める。ここで着目する要素を図 3 に示す。要素の大きさは 0.1mm である。対象とした舗装は、75mm 厚のアスファルト舗装と 50mm 厚と 75mm 厚の SFRC 舗装である。アスファルト舗装については、季節によるヤング率の変化も考慮している。アスファルトのヤング率は、夏期で 500、春秋期で 1500、冬期で 5000N/mm²とした。

SFRC のヤング率は 40000 N/mm²である。さらに、アスファルト舗装が劣化して剛性が期待できない状態を想定して、舗装なしでの解析も行っている。

求めた影響面の例を図 4 に示す。このような影響面の上でシングルタイヤを図 5 に示すように移動させ、応力変動波形を求める。タイヤの橋軸直角方向の位置を変えると応力変動波形は図 6 に示すように変化する。こ

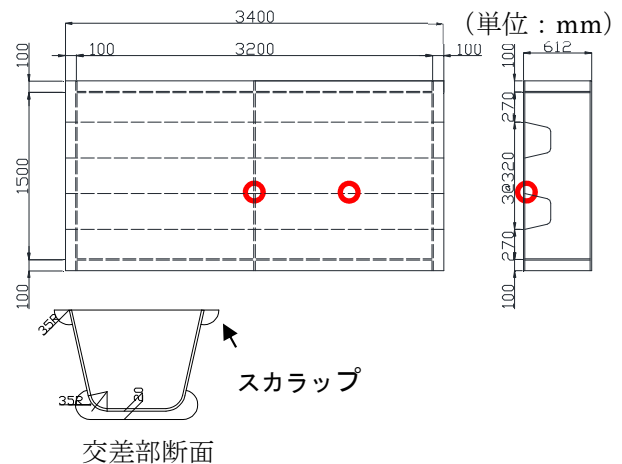


図1 解析対象

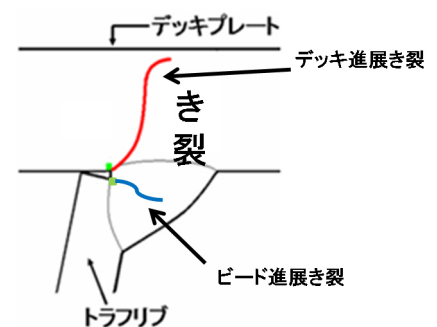


図2 溶接部の疲労き裂

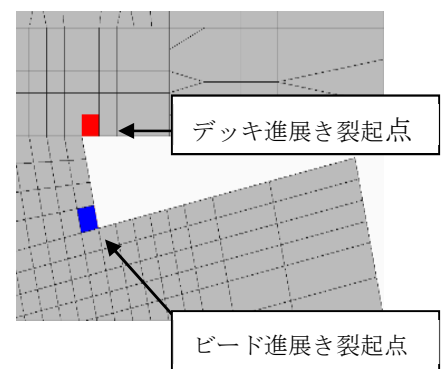


図3 着目要素

キーワード 鋼床版, デッキ進展き裂, ビード進展き裂, SFRC 舗装, 応力影響面, 疲労損傷度

連絡先 〒616-8143 京都市右京区太秦川所町 7-50 TEL 075-201-4839

のような応力変動波形にレインフロー法を適用し、この波形が構成する応力範囲 $\Delta\sigma_i$ を求める。そして、タイヤが1回移動した際の疲労損傷度 D ($\Sigma\Delta\sigma_i^3$) を求める。 D は疲労耐久性(疲労寿命)に反比例するパラメータである。

3. 疲労損傷度に対する舗装の効果

ここでは、シングルタイヤの各走行位置の中で求められた最も大きい疲労損傷度を用いて、舗装の効果について検討する。ここで求めた疲労損傷度を表1に示す。春秋期アスファルト舗装を対象として計算した疲労損傷度を基準とした各舗装での損傷度の比(損傷度比)も表中に示している。交差部のデッキ進展き裂については、舗装を施さない場合に損傷度比は114となっている。夏季アスファルトでの損傷度比は2.8、冬季アスファルトでの損傷度比は0.4程度となっている。50mm厚SFRC舗装では0.041である。これは50mm厚舗装を施すことによって疲労寿命が24.4倍になることを意味している。支間部のデッキ進展き裂の50mm厚SFRC舗装の損傷度比は0.11であり、その効果は横リブ交差部に比べて低い。横リブ交差部のビード進展き裂を対象とした場合、50mm厚SFRC舗装の損傷度比は0.71であり、支間部では1.17となっている。交差部、支間部ともにデッキ進展き裂に比べて、き裂ビード進展き裂に対するSFRC舗装の効果は低い。

4. まとめ

SFRC舗装を施した場合、デッキ進展き裂に対して高い補修効果がある。ビード進展き裂に対しては、デッキ進展き裂ほど高い効果はなく、春秋期アスファルト舗装から50mm厚SFRC舗装に変更しても高い疲労耐久性の向上は期待できない。

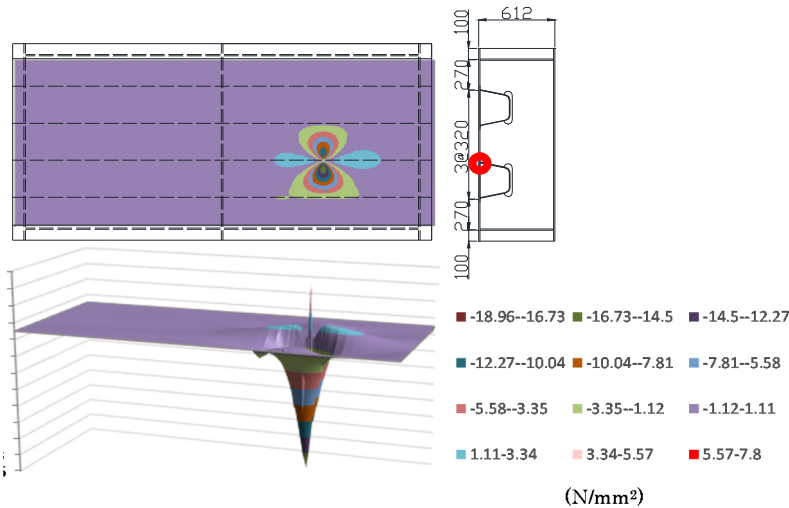


図4 影響面の例(支間部・デッキ進展き裂, 橋軸直角方向応力, 舗装なし)

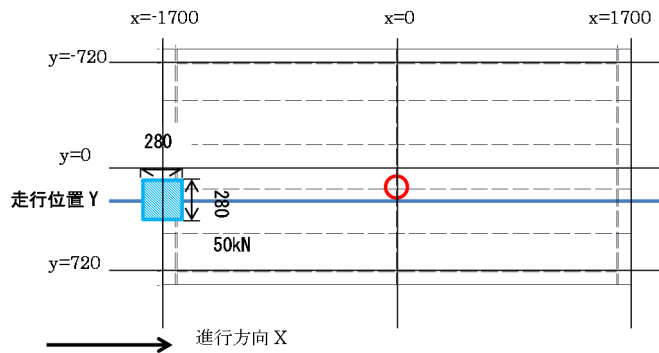


図5 タイヤ走行位置の定義

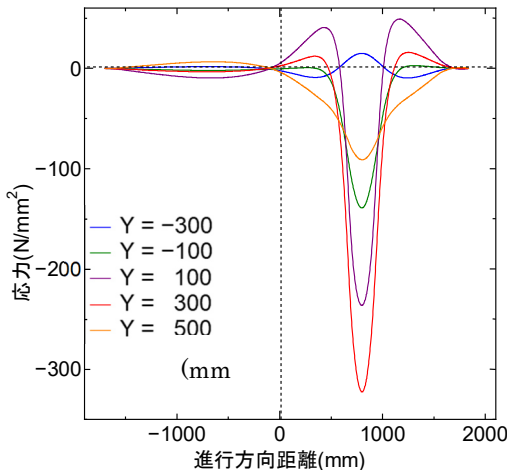


図6 応力の変動波形(支間部・デッキ進展き裂)

表1 疲労損傷度

着目き裂起点	舗装	シングルタイヤ	
		疲労損傷度 [(N/mm ²) ³]	損傷度比
交差部・ デッキ進展き裂	舗装なし	3.19×10 ⁸	114
	夏期アスファルト	7.79×10 ⁶	2.78
	春秋期アスファルト	2.80×10 ⁶	1
	冬期アスファルト	6.80×10 ⁵	0.24
	SFRC50mm	1.14×10 ⁵	0.041
	SFRC75mm	1.74×10 ⁴	0.0062
交差部・ ビード進展き裂	舗装なし	1.49×10 ⁸	50.8
	春秋期アスファルト	2.94×10 ⁶	1
	SFRC50mm	2.10×10 ⁶	0.71
支間部・ デッキ進展き裂	舗装なし	3.93×10 ⁷	106
	春秋期アスファルト	3.71×10 ⁵	1
	SFRC50mm	4.24×10 ⁴	0.11
支間部・ ビード進展き裂	舗装なし	6.55×10 ⁶	57.8
	春秋期アスファルト	1.13×10 ⁵	1
	SFRC50mm	1.66×10 ⁵	1.47