

ピーニング処理によるデッキプレート貫通き裂の疲労強度向上に関する研究

京都大学大学院 学生会員 ○山下 寛俊, 正会員 松本 理佐, 服部 篤史, 河野 広隆
関西大学 正会員 石川 敏之

1. はじめに

近年、鋼床版の溶接部から多数の疲労き裂が報告されている。中でも、Uリブとデッキプレートの溶接部から発生し、デッキプレートに進展するき裂(デッキ貫通き裂)は、鋼床版下面からの目視点検での発見が困難であるに関わらず、そのまま進展すると、最終的に路面を陥没させるおそれのある危険なき裂である。したがって、デッキ貫通き裂の発生を防止することが望まれている。このような背景の中で、Uリブの内側またはデッキプレートの上面からピーニング処理によってデッキき裂の疲労強度を向上させる方法が検討されている。しかし既往の研究では、Uリブ内側からのピーニング処理は溶接溶込み量が小さいと、疲労強度向上効果が小さくなる¹⁾。そこで本研究では、デッキプレートとUリブの溶込み量をUリブの板厚の90%とし、かつUリブの内側からのピーニング処理を施すことによって、疲労き裂の発生を完全に防止できるかを確認する。

一方、アスファルトの舗装でデッキプレート上面は200℃程度の熱を受けるため、ピーニングによる圧縮残留応力が低減し、疲労強度向上効果が小さくなる可能性がある。そこで、ピーニング処理後に加熱を受けた場合の疲労強度向上効果も確認する。

2. 疲労試験概要

デッキプレートとUリブと横リブの交差部を模擬した試験体(SM490Y 材)を図1に示す。デッキプレートとUリブの溶接の溶込み量はUリブの板厚の75%と90%とした。表1に試験体の種類を示す。ピーニング処理位置は、Uリブ内側からのピーニング処理(PI)とデッキプレート上面からのピーニング処理(PL)とした(図2)。本論文では、Uリブが溶接されている面を表面、その反対の面を裏面とする。

アスファルトの舗装による加熱を模擬した温度変化を試験体を与えた。加熱時は、図3(a)に示すよう

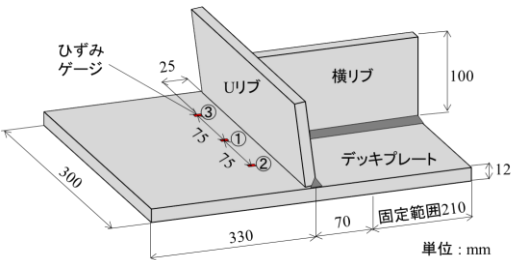


図1 試験体

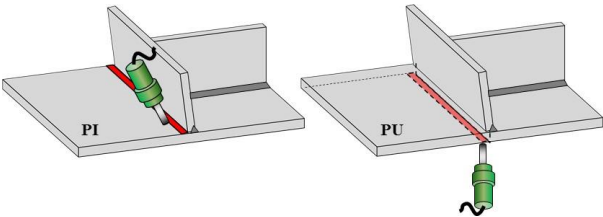


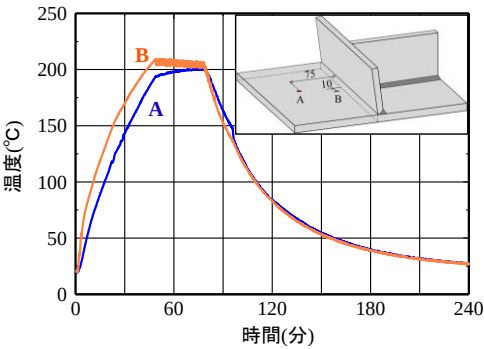
図2 ピーニング処理位置

表1 試験体の種類

試験体	処理方法
AW	溶接まま
PI	Uリブ内側からのピーニング
PI+H	Uリブ内側からのピーニング+加熱処理
PL	デッキ上面からのピーニング
PL+H	デッキ上面からのピーニング+加熱処理



(a) 加熱時の試験体の様子



(c) 試験体の温度変化

図3 加熱処理

キーワード 鋼床版, デッキプレート貫通き裂, ピーニング, アスファルト舗装

連絡先 〒615-8540 京都市西京区京都大学桂 C1-2-227 TEL 075-383-3321

に、鋼床版裏側にヒーターを設置し、断熱材によって試験体の全面を覆った(図 3(b)). 試験体の温度変化を図 3(c)に示す. 試験体表面(A)の最高温度は 201°C, 裏面(B)の最高温度は 208°Cであった.

疲労試験には、板曲げ振動疲労試験機(図 4)を用い、試験体の自由端側に設置したコイルばねによって、交差部の応力比が $-∞$ となるように調整した. 応力範囲は、ひずみゲージ②と③で測定された初期ひずみの平均値に弾性係数を乗じた値とした.

3. 加熱による残留応力の変化

加熱処理を施す試験体に対して、試験体中心部から 12mm 離れた位置(図 4)のピーニング処理後と加熱処理後に測定した残留応力値の結果を表 2 に示す. 試験体 PL+H-75%, PI+H-75%共に、ヒーターでの加熱によって残留応力はほとんど変化しなかった.

4. 疲労試験結果

図 5 に疲労試験結果を示す. ひずみゲージ①で計測されるひずみ範囲が 5%変動した段階を疲労寿命 $N_{5\%}$, き裂がデッキプレートを通するまでの疲労寿命を N_t とする. AW_{ref} , PI_{ref} , PL_{ref} はそれぞれ溶込み量 75% の場合の既往の実験結果¹⁾である.

(1) 疲労寿命 $N_{5\%}$

図 5(a)より、応力範囲 150N/mm^2 のとき、試験体 PI-90%では繰り返し回数 1000 万回でもき裂が発生せず、き裂の発生を防止することができた. 応力範囲 180N/mm^2 のとき、試験体 AW と比較すると試験体 PI-90%は疲労寿命が 10 倍以上となった. 熱履歴を加えた試験体 PI+H-75%は、熱履歴を受けない試験体 PI-75%と比較すると、疲労寿命が低下したが、AW よりも高い疲労強度を示した.

(2) 疲労寿命 N_t

図 5(b)より、応力範囲 180N/mm^2 のとき、試験体 AW と比較して試験体 PI-90%は疲労寿命が 4 倍以上となった. ここで、熱履歴を加えた試験体 PL+H-75%は、試験体裏面からき裂が発生し、疲労寿命 $N_{5\%}$ よりも疲労寿命 N_t の方が小さかったので、 N_t の結果のみ示している. 熱履歴を加えた試験体 PL+H-75%は、熱履歴を受けない試験体 PL_{ref} と比較すると疲労強度が低下したが、AW と比較して高い疲労強度を示した.

5. まとめ

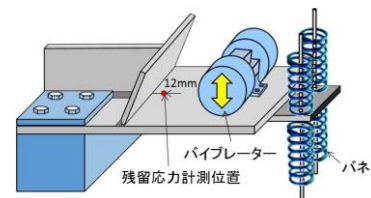
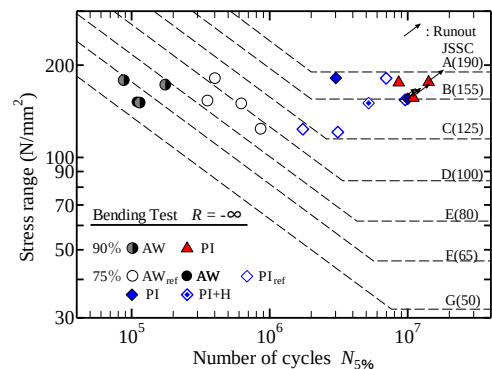


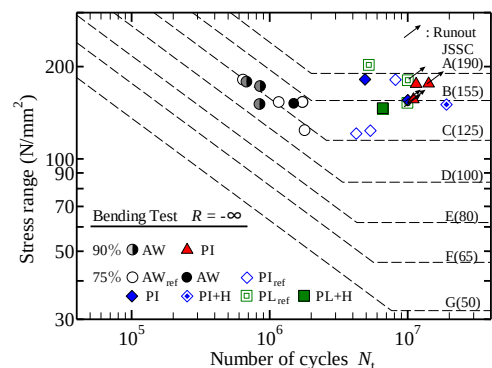
図4 板曲げ振動疲労試験機

表 2 加熱処理前後の残留応力の変化(N/mm^2)

試験体	ピーニング処理後	加熱後
PL+H-75%	-129	-106
PI+H-75%	-187	-191



(a) 疲労寿命 $N_{5\%}$



(b) 疲労寿命 N_t

図5 疲労試験結果

以下に本研究で得られた知見を示す.

- 1) デッキプレートと U リブの溶接溶込み量を U リブ板厚の 90% とし、U リブの内側からピーニング処理を施すことで、応力範囲 150N/mm^2 ではき裂の発生を完全に防ぐことができた.
- 2) アスファルトによる熱の影響を与えた試験体では、熱の影響を与えない試験体と比較して疲労強度が若干低下し、疲労き裂が発生したが、高い疲労強度向上効果があった.

参考文献

- 1) 松本ら：鋼床版デッキプレート・U リブ・横リブ交差部の疲労強度向上工法，構造工学論文集 Vol.63A，pp.668-680，2017.