

鋼床版トラフリブ突合せ溶接に発生した疲労損傷部の補強前後の応力性状

(財)首都高速道路技術センター 正会員○斎藤 豪

首都高速道路 株式会社 正会員 下里 哲弘

(財)首都高速道路技術センター 正会員 仲野 孝洋

1. はじめに

近年、重交通下で供用する鋼床版トラフリブ形式の橋において多くの疲労損傷が発見されている。本論文では、デッキプレート下面に設置されたトラフリブ（以下リブ）の突合せ溶接部の疲労き裂対策と補強効果について述べる。き裂が進展している箇所は、まず、き裂の進展防止及びき裂発生原因の調査を目的としたストップホールを施工する。次にリブ破断部の断面欠損を補うための当て板設置工事を行った。本論文では、当て板設置による補強効果を確認することを目的として、補強前後の応力計測結果について報告する。

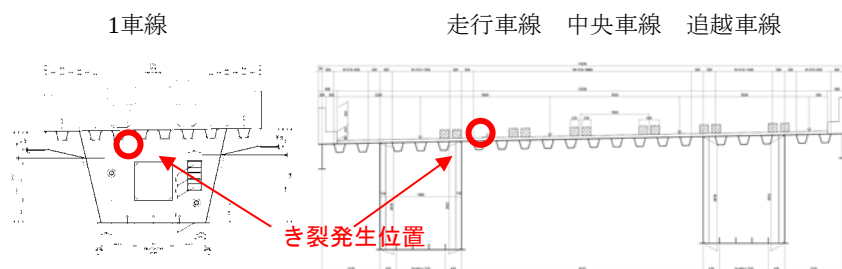


図-1 A橋断面図(補強済)

図-2 B橋断面図(未補強)

写真-1 当て板設置状況 (A橋)



2. 計測概要

応力計測は、電気抵抗ひずみゲージ法により、24時間連続の動波形を計測し、デジタルデータとして記録した。計測箇所は突合せ溶接上端に疲労き裂除去および進展防止のため設けたスカラップから10mmの位置をA断面、当て板端部（B橋は設置予定部）から設置範囲4分の1をB断面、当て板端部から200mm離れた位置をC断面として、それぞれのラインのリブ左右の溶接ビード止端部（デッキプレート側およびリブ側）に対して、IIW推奨のHOTSPOT応力を計測した。HOTSPOT応力は、止端から0.4t、1.0t（t：板厚）の測定点の波形データより、式 $\sigma_{hs} = 1.67 \sigma(0.4t) - 0.67 \sigma(1.0t)$ を用いて算出した。

表-1 橋梁諸元

	A橋	B橋
構造	5径間連続鋼床版箱桁	3径間連続鋼床版箱桁
支間長	45m+72m+86.8m+72m (測定スパン)+51.5m	77m+77m(測定スパン)+77m
しゅん功年月	平成元年 10月	昭和52年 8月

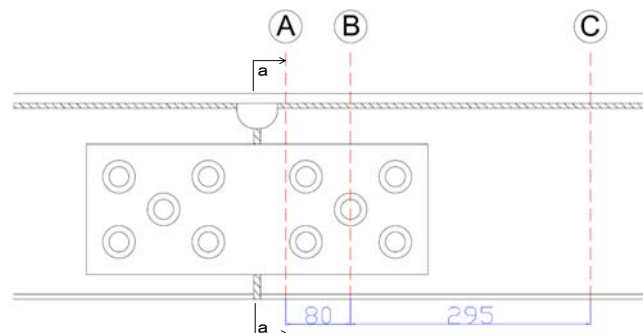


図-3 A橋側面図

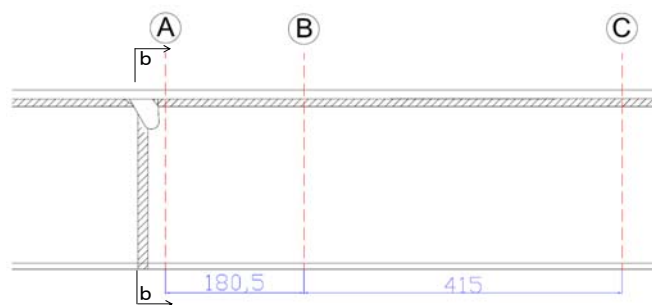


図-4 B橋側面図

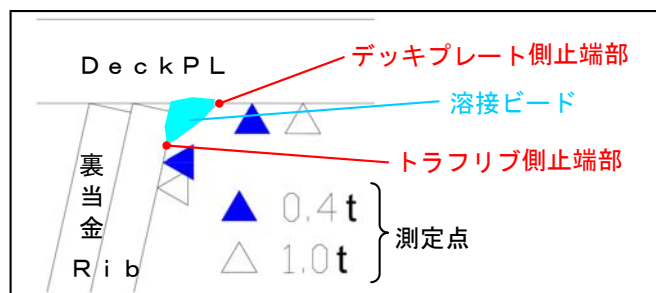


図-5 溶接部拡大

キーワード 鋼床版, トラフリブ, 突合せ溶接, 疲労き裂, 応力計測

連絡先 〒105-0001 東京都港区虎ノ門 3-10-11 (財)首都高速道路技術センター TEL 03-3578-5757

3. 計測結果

測定した波形データをレインフロー法により頻度解析し、HOT SPOTの等価応力 σ_e を算出した。等価応力とC断面に対するその比率を表-2、3に示す。

当て板未補強のB橋では破断した突合せ溶接部近傍のAラインは、一般部Cラインの1.3～4.8倍であり、デッキプレート、リブともにC断面より大きく、特にR側は破断したことにより剛性が低下しているため、反対側のL側において高い値であった。このA断面のL側の疲労寿命を、疲労強度等級をE等級（HOT SPOT、非仕上げ）と仮定して算出したところ、リブ止端で16年、デッキ側止端で37年であった。

これに対し、補強したA橋での等価応力は、AラインはCラインに対して、デッキプレートで1.1倍、トラフリブでR側1.3倍、L側1.8倍であった。

4. 結果の考察

当て板未補強のB橋と比較すると補強したA橋では、デッキプレートの応力が低減されていることが確認された。しかし、リブ側止端では補強後においても、当て板設置範囲A断面、B断面ともにC断面に比して高い値であった。これは、当て板の板厚が22mmであるのに対しデッキプレートと当て板設置部の間50mmは、リブの板厚6mmと断面が薄く、局部的に応力が高くなったためと考えられる。

また、仮に無補強のまま放置した場合、これまでのき裂損傷の記録から、リブ溶接を破断したき裂は、デッキプレートとリブの溶接に進展することが確認されている。今回の応力計測の結果では、リブの破断により、このき裂を冗長させる応力状態になることが確認された。以上をまとめると、

- ①鋼床版リブ突合せ溶接部が破断すると、次にデッキプレートとリブ溶接に疲労き裂が発生する可能性がある。
- ②当て板によりリブ破断部を閉じ込むことで、デッキプレート側止端部に作用する応力を低減させることができる。
- ③当て板設置範囲ではリブの剛性が部分的に高くなり、リブ側止端部の補強による応力低減効果は小さい。

5. 終わりに

補強設計の方針としては、リブ全断面を当て板で受け変えるものであり、リブの局部変形を防ぐため、当て板の設置位置は、可能な限りデッキプレートから離し、当て板の板厚は薄くなるように、L型鋼をリブとして設置する方針で計画検討中である。

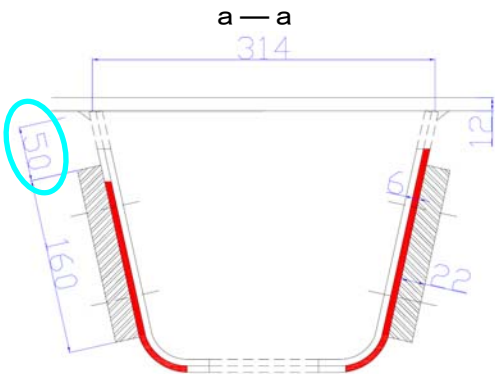


図-6 A橋トラフリブ断面（補強後）

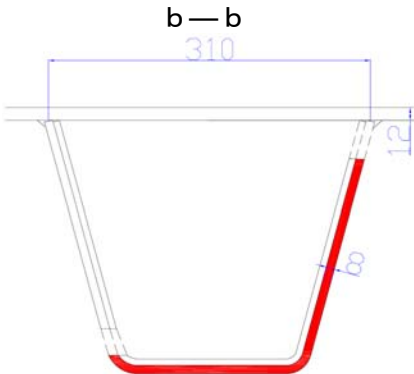


図-7 B橋トラフリブ断面（補強前）

破断部 : 破断部 当て板 : 当て板

表-2 A橋 等価応力範囲（補強有）

断面	溶接	止端	等価応力(MPa)	C断面比
A断面	R側	デッキプレート	9.2	0.9
		トラフリブ	11.9	1.3
	L側	デッキプレート	8.5	1.0
		トラフリブ	13.9	1.8
B断面	R側	デッキプレート	8.3	0.8
		トラフリブ	11.8	1.2
	L側	デッキプレート	7.7	0.9
		トラフリブ	12.0	1.6
C断面	R側	デッキプレート	9.7	1.0
		トラフリブ	9.5	1.0
	L側	デッキプレート	8.2	1.0
		トラフリブ	7.7	1.0

表-3 B橋 等価応力範囲（補強前）

断面	溶接	止端	等価応力(MPa)	C断面比
A断面	R側	デッキプレート	2.2	2.0
		トラフリブ	2.5	1.3
	L側	デッキプレート	6.5	4.8
		トラフリブ	8.0	3.2
B断面	R側	デッキプレート	1.8	1.7
		トラフリブ	2.2	1.1
	L側	デッキプレート	1.8	1.3
		トラフリブ	2.4	1.0
C断面	R側	デッキプレート	1.1	1.0
		トラフリブ	2.0	1.0
	L側	デッキプレート	1.4	1.0
		トラフリブ	2.5	1.0

参考文献：1)RECOMMENDATIONS FOR FATIGUE DESIGN OF WELDED JOINTS AND COMPONENTS

IIW document XIII-1965-03/XV-1127-03