

架設用溶接治具に起因する疲労き裂の対策および疲労寿命の予測について

名古屋高速道路公社 正会員 ○林田慈大, 鷲見高典, 杉浦裕幸
 名古屋高速道路公社 高石佳宏
 株式会社横河ブリッジホールディングス 正会員 井口 進

1. はじめに

鋼床版の実橋で鋼床版と U リブに溶接継手により設置された架設用溶接治具(以下「SB」という。)があり, 点検で溶接部にき裂が確認された。この対策の1つとしてSBを撤去するものとし, 形状について FEM で局部応力の低減を検討すると, 溶接ビードを残しても有効である結果となった。このため, 対策を講じる実橋で発生応力を測定し, これによる疲労寿命の予測によって対策の効果を確認した。

2. 測定対象

溶接継手部にき裂が確認された橋梁は, 道路構造令による道路の区分が2種1級の3径間連続鋼床版箱桁橋で, 2001年に供用され, 現在, 約22,000台/日の交通量がある。

この橋梁に設置されているSBの撤去の形状としては, 施工条件を考慮して溶接ビードを残すものが考えられた。ここで, SBは架設後に撤去して溶接部は平滑に仕上げることが多い。このため, 溶接ビードを残す形状をケース1, 溶接ビードを平滑に仕上げる形状をケース2として溶接止端部の応力を測定するものとした。また, 対策効果の確認のためにSBがある現在の形状をケース0として測定するものとした。

3. 測定方法

対策工法の効果の検証を目的に, 供用下での応力頻度測定を実施して疲労寿命を予測した。測定日は2018年4月26日4:00~翌日4:00で, 24時間連続測定を実施した。気象庁の記録と文献1)から測定中の鋼床版の温度を推定すると図1のようになる。測定中の鋼床版の平均温度は17.7°Cと推定され, 当該地域の過去30年の平均気温は16°C程度であることから, 平均気温の範囲で測定されたと考えられる。また, 車両感知器による交通量は25,273台/24hrで, 全車両が2軸であったと仮定すると50,000回程度加振されていたことになる。

図2にSBの溶接継手部の局部応力測定用ひずみゲージch.1~ch.6の設置位置を, 写真1にひずみゲージの設置状況を示す。これらは溶接止端から5mmの位置に, 橋軸直角方向の応力が測定できるように設置した。

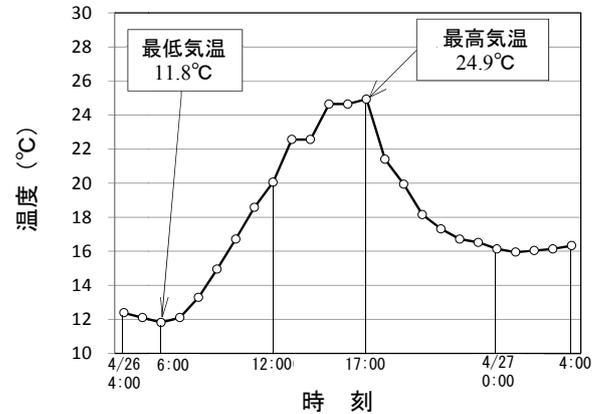


図1 測定期間の鋼床版の推定温度変化

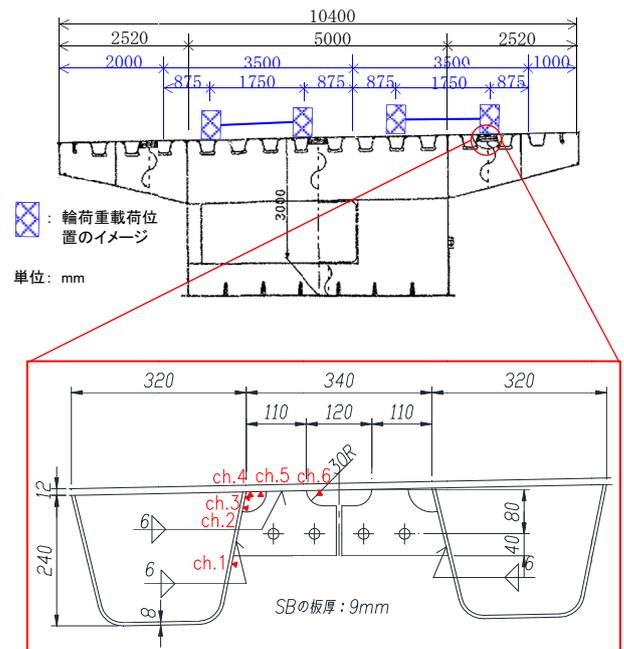


図2 構造概要

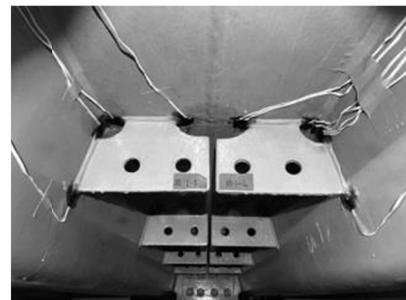


写真1 ひずみゲージ取り付け状況

キーワード 疲労寿命, 応力頻度測定, 架設用溶接治具, 疲労き裂, 鋼床版桁

連絡先 〒462-0844 名古屋市北区清水四丁目17番30号 TEL:051-919-3200

4. 測定結果

まず、応力頻度の整理方法は、 2N/mm^2 毎に階級を設けて整理した。ただし、応力範囲が 3N/mm^2 未満のものについては、ノイズの影響が大きかったため、等価応力範囲および総頻度を求める場合には無視した。

実橋でき裂を確認している位置になる ch.1 の応力頻度分布を図3に示す。ケース0よりも他のケースは応力範囲および総頻度が減少し、SBの撤去の効果が確認できた。

次に、SBの溶接継手は6mmのすみ肉溶接、フィレットなし、止端仕上げなしで製作されている。そこで、この継手の強度等級は道路橋示方書Ⅱ²⁾より面外ガセット溶接継手のF等級に類すると仮定し、これにより疲労寿命を予測するものとした。また、供用下での測定値を用いることから疲労限以下の応力範囲の影響も考慮した。各ケースの等価応力範囲、疲労寿命等の疲労照査の結果を表1に示す。ケース0におけるch.3の等価応力範囲は計測の不具合により算出できていない。

疲労寿命の試算結果から、き裂が確認されているケース0のch.1を基準値として疲労寿命の比率を求め、SBの撤去による効果の程度を評価する。

溶接ビードを残すケース1では、ch.2で29.2年の5.3倍、ch.3で49.5年の9.0倍のとなり、溶接ビードを平滑に仕上げるケース2ではch.2で204.8年の37.2倍、ch.3で133.8年の24.3倍となった。

SBを撤去することで疲労寿命は増加することが示された。しかしながら、溶接ビードを残す場合のch.2における疲労寿命は平滑に仕上げる場合の1/7程度であり、道路橋示方書Ⅰ³⁾に示される設計供用期間の100年には満たない。

5. まとめ

鋼床版に設置されたSBの溶接継手部でき裂確認され、SBを撤去した場合の応力頻度測定から疲労寿命を予測して次の結果が得られた。

- (1) SBを切断除去あるいは切断後に平滑仕上げを行うことで、SBのUリブ側溶接部下側のまわし溶接部の等価応力範囲と頻度が低減できることが明らかとなった。
- (2) SBを撤去することで、き裂が発生している箇所での疲労寿命は増加するが、ケース1の対策効果はケース0の5倍程度の対策効果に留まることが示された。

したがって、SBを撤去することにより疲労寿命は増加するが、溶接ビードを残す場合にはこれを平滑に仕上げる場合程度の効果を得ることは出来ず、点検により補う必要があり、場合によっては止端仕上げによって疲労寿命の増加を図ることも効果的であると考えられる。

参考文献

- 1)井口進ら: 舗装性状を考慮した鋼床版デッキプレートとUリブ溶接部の疲労耐久性の評価, 土木学会論文集, Vol.66, No.1, pp.79-91, 2010.2
- 2)(公社)日本道路協会: 道路橋示方書・同解説Ⅱ鋼橋・鋼部材編, pp.165-192, 2017.11
- 3)(公社)日本道路協会: 道路橋示方書・同解説Ⅰ共通編, pp.12-13, 2017.11

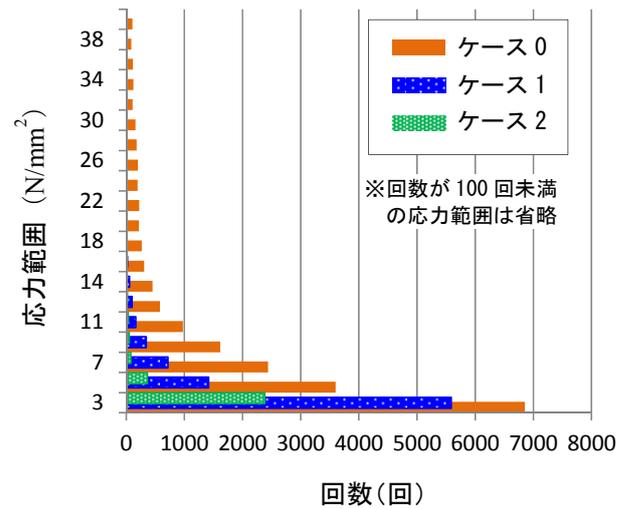


図3 各ケースの ch.1 における応力頻度分布

表1 F等級によるSBの溶接継手の疲労照査結果

	ch. ケース	1 2 3 4 5 6					
		1	2	3	4	5	6
等価応力 範囲 (N/mm^2)	ケース0	24.1	5.6	error	10.8	5.5	18.6
	ケース1	5.6	14.5	12.6	5.5	5.4	8.0
	ケース2	7.8	8.4	9.6	5.7	12.2	5.7
総回数 (回)	ケース0	19,628	9,583	error	8,322	5,909	9,783
	ケース1	8,411	16,991	15,163	8,201	7,864	9,684
	ケース2	2,980	12,291	12,893	7,123	5,857	6,877
疲労寿命 (F等級) (年)	ケース0	5.5	902.0	error	141.6	1548.8	24.0
	ケース1	1016.6	29.2	49.5	1122.2	1215.2	304.5
	ケース2	1078.0	204.8	133.8	1149.1	141.8	1155.5