

超音波衝撃処理を施した橋梁の施工時発生応力の測定

新日本製鉄(株)	正会員	○富永	知徳
新日本製鉄(株)	正会員	西海	健二
日鉄トピーブリッジ(株)	正会員	高田	賢一
中国地方整備局	非会員	木山	春美

1. はじめに

疲労寿命の向上工法として近年適用が広がってきている超音波衝撃処理（以下、UIT と表記）¹⁾は、処理部に塑性変形を与えることによって、応力集中の少ない形状に改良するとともに、圧縮残留応力を付与する手法である。従来はこの手法は既設の構造物を中心に適用が進められてきた²⁻³⁾。これは、既設の構造物であれば処理後の適用箇所には確実に-100MPa を超える大きな圧縮残留応力が付与され、その後に車両等による繰り返しの活荷重が作用してもその適用箇所には引張が生じることはなく、そのために確実な疲労き裂発生を防止する効果が得られるためである。一方、新設の構造に適用する場合には、適用箇所には処理後に、施工時の発生応力、死荷重による応力が作用した上で、繰り返しの活荷重が作用する。そのため、活荷重時の応力状態は非適用時よりは確実に疲労的には有利な方に改善されるとは言え、具体的にどのような応力状態にあるのかを推定する手法は現在のところ確立していない。特に施工時の発生荷重はこれまでデータが無かったため、今回、実構造で測定を行った。

2. 対象橋梁と計測計画

計測を行ったのは鋼床版箱桁橋梁である阿賀マリノ大橋の一部区間、約 96m 長のブロックである。そのブロックの中央部のダイアフラムと下フランジの溶接部（図 1 参照）を UIT の適用対象とした。工場製作で溶接終了後、UIT 施工を行ったうえで、フローティングクレーンとバージによる出荷、輸送および現地据付を行った。なお、設計検討における下フランジでの最大（絶対値で）発生応力は、吊り上げ施工時に-84MPa、架設時に 76MPa、完成時は 119MPa である。

計測は、UIT 施工前後に X 線応力測定装置を用いて非破壊的に絶対応力を計測後、その箇所にゲージを貼付し、その後の応力の変化を現地据付の終了するまでの約 3 ヶ月間継続的な計測を行った。この方法によって、UIT 施工を行った箇所の応力状態を絶対値で把握することができる。UIT 施工箇所と X 線応力測定箇所、ゲージ貼付箇所の詳細を図 2 に示す。

3. 計測結果

UIT 施工前後の X 線応力測定の結果を表 1 に示す。UIT 施工によって、大きな引張残留応力が存在していた適用部の応力が大きな圧縮残留応力に変化したことが確認できた。また、ひずみゲージによる計測結果を図 3 に示す。これより、吊り時の発生応力、架設時の発生応力は共に、設計値より少し小さかったことがわかる。この図 3 に、無処理箇所の応力も同時に示しているが、発生応力（相対値）は少し引張側に大きくなっている。これは、無処理部には大きな引張残留応力がもともと残留しているため、外力による引張の大きい時点で応力の再配分が生じた可能性がある。表 1 に残留応力計測結果とその後のひずみ計測の結果から推定した UIT 処理箇所の各段階ごとの応力状態を示すが、施工終了した最終的な状態で、-100MPa より大きな圧縮残留応力が残存していることがわかる。

4. おわりに

阿賀マリノ大橋の場合について、工場で処理した UIT により導入された圧縮残留応力は、架設施工後にも-100MPa 以下が残留しており、活荷重が作用した時点でも処理部は圧縮の状態を保持していることが推定される。すなわち、本橋梁については UIT の効果が十分に期待できる。

キーワード 疲労, 残留応力, 現場測定, 鋼床版箱桁橋梁, 施工, フローティングクレーン

連絡先 〒293-8511 富津市新富 20-1 新日本製鉄(株) 鋼構造研究開発センター TEL0439-80-2198

参考文献

1) 野瀬哲郎：疲労強度向上向け超音波ピーニング法，溶接学会誌，Vol77, No3, pp4-7, 2008.4.
2) 富永知徳，松岡和巳，佐藤嘉昭：補修溶接を施した既設クレーンランウェイガーダーの超音波衝撃処理による疲労寿命向上，鋼構造論文集，Vo.14, No.55, pp.47-58, 2007.9.
3) 富永知徳，高田佳彦，中島隆，松岡和巳：超音波衝撃処理された鋼床版鉛直スティフナーに関する局部応力を考慮した疲労性能評価，土木学会論文集 A, Vol.66 No.2, 273-285, 2010.6.

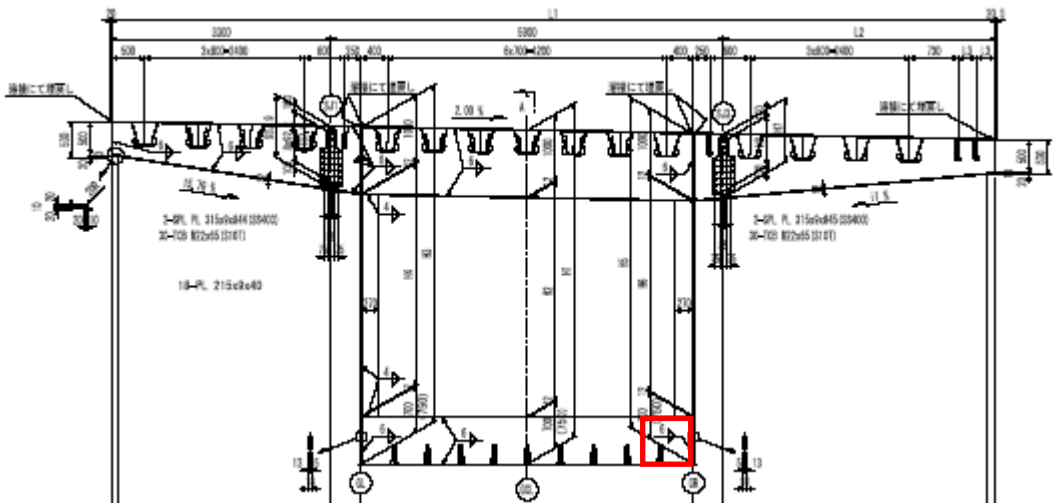
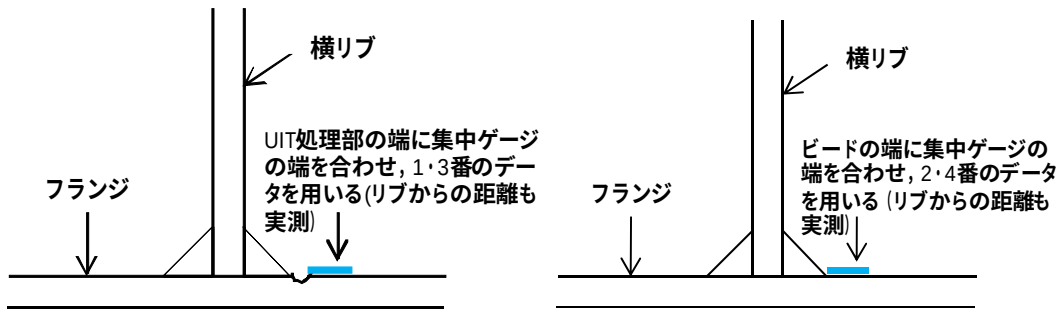


図 1 計測対象橋梁



(a) UIT 処理部 (b) UIT 未処理部

図 2 計測位置詳細図

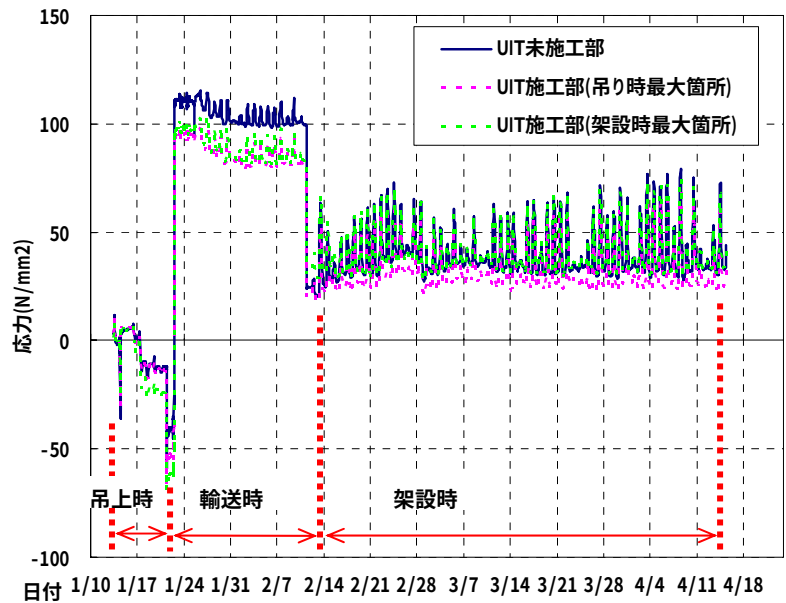


図 3 ひずみゲージ計測結果

表 1 UIT 処理部応力状態

step	発生応力(MPa)	
	吊時最大箇所	架設時最大箇所
UIT施工前	229	301.9
UIT施工後	-232.2	-175.5
吊上時	-287.2	-237.5
輸送時	-134.2	-74.5
架設時(max)	-164	-101
架設時(min)	-214	-148