

鋼箱桁ウェブと横桁接合部の応力計測結果

首都高速道路技術センター 正会員 ○仲野 孝洋

首都高速道路株式会社 正会員 木ノ本 剛

1. はじめに

鋼 I 桁橋では、主桁ウェブと横桁接合部において疲労損傷が数多くみられており、主桁と横桁フランジの接合構造は、主桁ウェブ貫通タイプ、本橋梁のように面外ガセットタイプ等いくつかのタイプがある。これらの疲労損傷については多くの調査研究がなされており、疲労損傷の原因として、主桁の曲げ変形による面内応力と、主桁間のせん断変形による横桁からの面外応力の 2 方向の応力が作用し、溶接部に大きな局部応力が発生することが主な原因とされている。本稿では R C 床版を有する鋼箱桁ウェブと横桁接合部について、き裂発生原因として考えられる箱桁ウェブと横桁の応力状態について、計測を行った結果を報告する。

2. 対象橋梁の概要とき裂発生状況

対象橋梁は、首都高速道路の中でも大型車交通量の多い湾岸線に位置し、平成 5 年に供用された 4 径間連続非合成鋼 2 箱桁である。図-1 に一般図、き裂発生位置を示す。き裂は箱桁ウェブと横桁下フランジ接合部の溶接止端部に発生している(写真-1)。確認されたき裂は主に走行車線直下の G2 桁に発生し、き裂発生箇所直上は走行車線車両の左車輪が通過していると推定できる。き裂は 4 径間中 3 径間について支間中央部（曲げモーメント最大位置）に発生している。P1～P2 については支間中央部だけでなく、端支点近傍にも発生している。なお、主桁ウェブを貫通しているき裂については、すでにストップホール施工および、高力ボルト締め付けによる補修が行われている。(写真-2)。

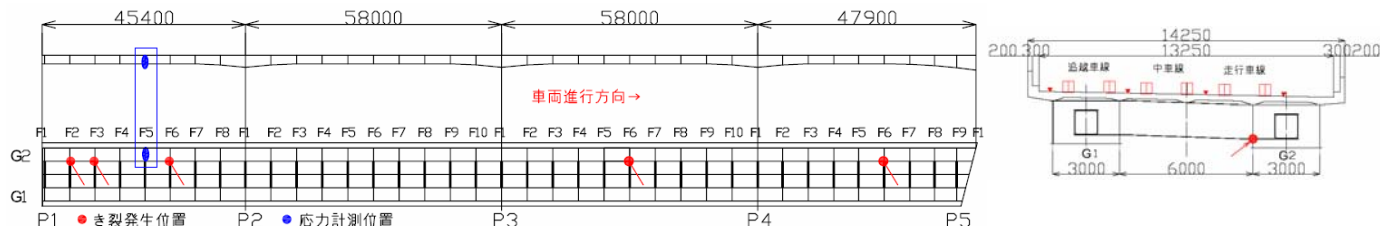


図-1 対象橋梁一般図とき裂発生位置

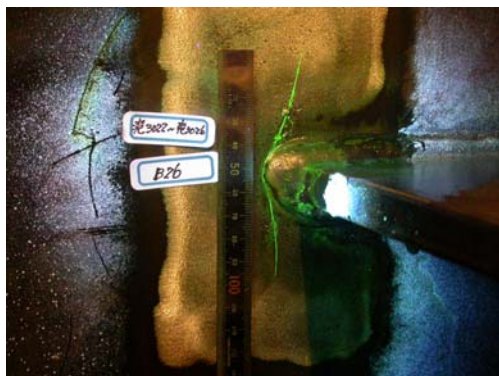


写真-1 き裂写真



写真-2 ストップホール施工

3. 応力計測概要

計測は、総重量 25tf の荷重車を用いた荷重車走行計測と、24 時間の一般車両走行による動波形収録を行い、動波形分析および、レインフロー法による頻度解析を行った。計測箇所は、G2 桁のき裂が発生していない P1-P2 間の F5 断面（曲げ卓越区間）にて行った。また、応力計測位置は、き裂発生原因を探るため主桁ウェブ、横桁、横桁下フランジ溶接止端部近傍を対象とした。

キーワード 疲労き裂、応力計測

連絡先 〒105-0001 東京都港区虎ノ門三丁目 10 番 11 号 (財) 首都高速道路技術センター TEL 03-3578-5757

4. 荷重車計測結果

荷重車が走行車線を通過した時の主桁ウェブ側溶接止端部近傍の動波形図を図-2(a), 波形の一部拡大図を図-2(b)に示す. また, 面外応力成分と面内応力成分に分解した動波形図を図-2(c)に示す. 荷重車は, 面内応力最大となる 74msec 付近で対象横桁を通過したと考えられる.

荷重車の通過により, 主桁ウェブは常に振動しているが, 横桁通過後にウェブの振動による面外応力が大きくなり, 2〜3 秒間大きな応力範囲が継続している. 面内成分による最大応力範囲は 17MPa 程度であるが, 面外成分による最大応力範囲は 30MPa 程度であるとともに繰り返し回数が多く, ウェブの面外振動による発生応力が疲労損傷度に対して影響を与えていることが確認できた.

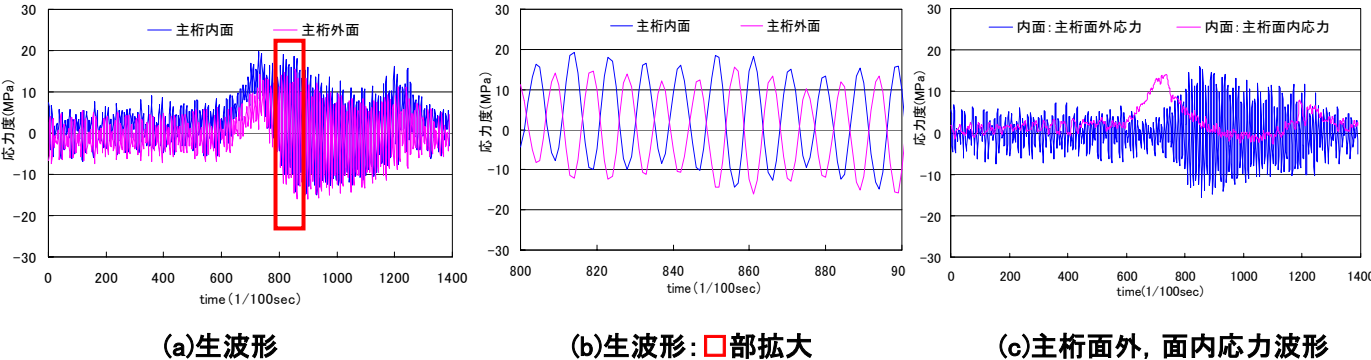


図-2 溶接止端近傍の動波形図(荷重車走行時)

5. 24 時間動波形収録結果

24 時間収録した動波形から, レインフロー解析を行った. 頻度解析結果からの最大応力範囲を表-1 に示す. 一般車両走行時の最大応力範囲は荷重車による計測結果に比べ, 主桁ウェブ面で約 3.6 倍, 溶接止端部近傍では約 3 倍大きい最大応力範囲となった. 走行位置のずれなどの影響も考えられるが, 実態として荷重車よりも大きい重量の車両が走行しているものと推定できる. 24 時間収録した動波形の中から応力範囲の大きい箇所を抽出し, 応力成分を面外, 面内応力に分解した動波形図を図-3 に示す. 面内応力が大きいことから荷重車よりも大きな荷重車両が通過したと想定されるが, ウェブの振動による面外応力は面内応力ほど大きくないことが確認できた.

表-1 最大応力範囲

計測位置	最大応力範囲	
	24 時間計測	荷重車計測
主桁ウェブ(下フランジ側)	32MPa	9MPa
溶接止端部近傍(箱内面)	96MPa	35MPa
溶接止端部近傍(箱外面)	89MPa	32MPa

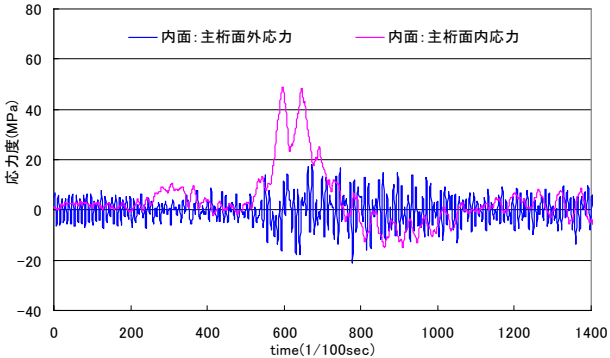


図-3 主桁面外, 面内応力波形図(一般車両)

6. まとめ

横桁と主桁接合部の溶接止端近傍には, 車両の通過により面内応力と面外応力が発生していることが確認できた. 面外応力はウェブの振動によるものと考えられ, 車両通過後 2〜3 秒間継続し, 応力範囲が 20〜30 回繰り返し作用している. 面内応力は桁のたわみにより発生し, 車両重量に比例すると考えられるが, 面外応力は車両重量によらず大型車通過時に 30〜40MPa の応力範囲を示している.

以上より, 主桁ウェブ面の面外振動が横桁接合部の疲労損傷に影響を与えている可能性があり, 今後は実橋での振動計測等を行い, その影響度について検討をしていく予定である.

なお, 補強については, 疲労損傷要因である面内, 面外変形を抑制するあて板による補強が望ましいと考えられる.