

ホットスポットセンサの開発と鋼床版への試適用

(株)共和電業	正会員	上杉 太郎
(株)ニューテック	正会員	藤田 成敏
(株)ニューテック	正会員	神野藤保夫
阪神高速技術(株)	正会員	塚本 成昭
阪神高速技術(株)	正会員	山上 哲示
関西大学	正会員	坂野 昌弘

1. まえがき

鋼溶接構造物の疲労寿命は、一般に公称応力と該当継手等級の S-N 線図により評価されるが、公称応力が測定あるいは定義できないような場合には、ホットスポット応力を用いて評価することができる。その場合、定義に基づく 2 点の応力値とそれらを用いた外挿処理が必要となり、2 枚のゲージを溶接近傍に正確に貼付する作業が煩わしい。そこで今般、溶接部近傍 2 点の応力の外挿値で定義されるホットスポット応力を 1 枚のゲージで計測可能とするホットスポットセンサを開発し、鋼床版に試適用してその実用性を検証した。

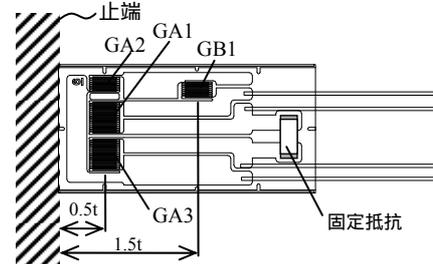


図 1. HsS のパターン図

2. ホットスポットセンサ (HsS) の概要

今般開発したホットスポットセンサ (以下 HsS と称する) は、一枚のゲージベース上の 2 断面にひずみ検出部を設け、その 2 点のひずみを内部処理し、ホットスポット応力を直接出力する仕組みを持たせたものである。図 1 に HsS のひずみ検出部の配置を、図 2 にブリッジ回路構成を示す。図 3 に示すように、HsS の端部を溶接止端に合わせて取り付けるだけで、ホットスポット応力の検出が可能となる。ひずみ検出部の配置は、溶接止端から 0.5t、1.5t (t: 板厚) を採用、各種板厚に対応する HsS を取り揃えることとした。

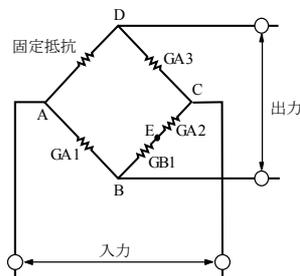


図 2. ブリッジ回路の構成

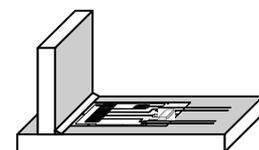


図 3. HsS 取付要領

3. 鋼床版 U リブへの試適用

近年、鋼床版橋梁では重交通の通行により高応力の繰り返しを受ける厳しい部位が存在し、特に U リブ溶接部においてその影響が顕著に現れつつある。そこで、今回上記開発 HsS を阪神高速湾岸線鋼床版 U リブ (t=6mm)、デッキ (t=12mm) に適用、実働応力頻度計測を実施した。図 4 に示すように、横リブ間の 2 段面、横リブ間中央と、横リブから 200mm の断面に HsS を取り付けた。なお、計測対象には亀裂発生が顕在化している U リブを選定した。

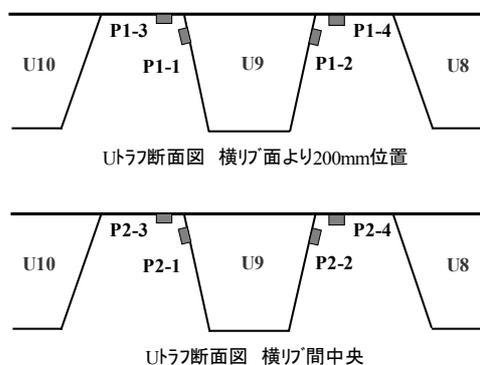


図 4. HsS 取付位置

キーワード ホットスポット センサ 疲労 鋼床版

連絡先 〒182-8520 東京都調布市調布ヶ丘 3 の 5 の 1 株式会社 共和電業

TEL:042-488-1111 FAX:042-481-3258 E-mail:uesugi-t@kyowa-ei.co.jp

4. 計測結果

(1) 代表的応力波形

図5に発生応力が大きい代表的な応力波形を示す。後輪ダブルタイヤの大型車と思われ、横リブ間中央のUリブ側では最大70MPaのホットスポット応力が発生しているが、横リブ近傍のUリブでは50MPaに減少しており、横リブによる拘束の影響と考えられる。

また、同一断面でもUリブの左右で応力は大きく異なっており、橋軸直交方向の輪載荷位置により、Uリブに発生する応力が敏感に変化する様子が示されている。

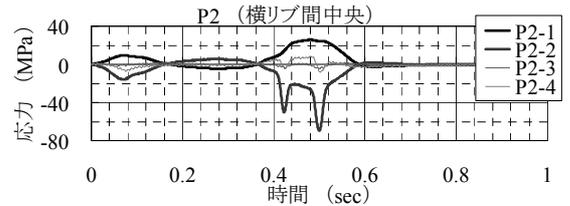
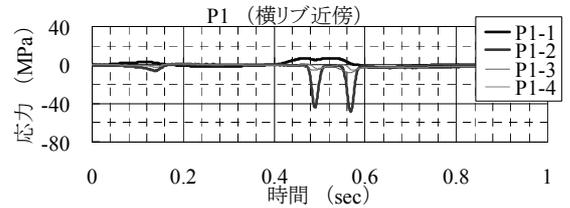
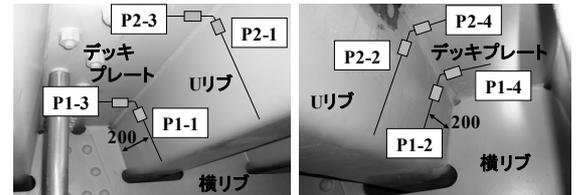


図5. ホットスポット応力代表波形

(2) HsS 応力と通常ゲージ外挿応力との比較

図6に、Uリブウェブに併設した通常ゲージ2点からの外挿応力値とHsS 応力の比を示す。本図に示されるように、HsS 応力は通常ゲージの外挿値に対して、横リブ中央で1.25~1.5倍、横リブ近傍で1.2~1.3倍程度大きくなっている。

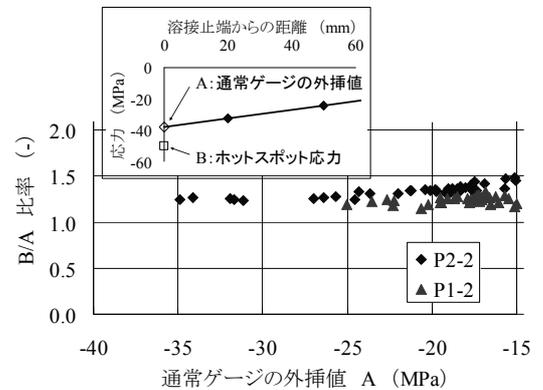


図6. 通常ゲージ出力との比較例

(3) ホットスポット応力頻度解析結果

HsS による87.6Hrの応力頻度計測を行い、頻度解析を行うとともに、止端亀裂を想定した継手ランクE,Fを用いて計測期間内の累積損傷度を試算した。図7に計測期間におけるP2-2の応力頻度分布を、継手等級のS-N線図と併記する。P2-2において累積損傷度D=1となる期間(疲労寿命)を求めると、Eで74年、Fで19年となった。表1に、HsS計測全点のD=1到達期間を一覧に示す。表1より、疲労寿命算定結果も代表的応力波形の場合と同様に、Uリブの左右で顕著な差異があること、また横リブ近傍に比べ、横リブ中間が短寿命となる傾向がうかがえる。

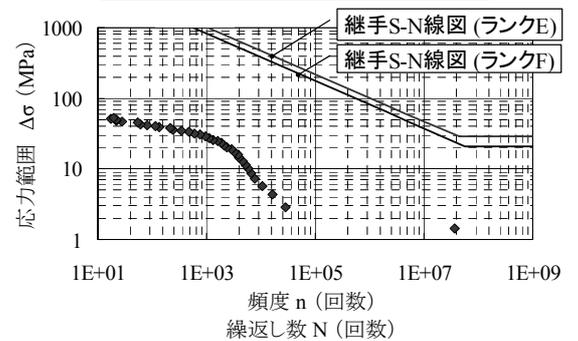


図7. ホットスポット応力頻度分布 (P2-2)

5. あとがき

ホットスポット応力の効率的計測を目的に、ホットスポットセンサを開発し、鋼床版の実橋計測に適用してその実用性を確認した。実橋においては作業が困難な部位が多々存在するが、今般開発のHsSを適用することで容易に計測できることを確認した。ホットスポット応力による評価は、溶接継手部等、公称応力による評価が困難な部位に有効であり、HsSはそのための有用なツールとなり得るものと考えられる。今後、現状手法と併用しつつ、鋼床版他、各種部位への適用展開等でデータの充実を図っていきたい。

参考文献

- 1) 〔社〕日本鋼構造協会編：鋼構造物の疲労設計指針・同解説，技報堂出版(1993.)

表1. D=1到達期間(年)

位置	継手ランク	E	F
P1-1 (Uリブ南・横リブ近傍)			
P1-2 (Uリブ北・横リブ近傍)		291	34
P1-3 (デッキ南・横リブ近傍)			
P1-4 (デッキ北・横リブ近傍)			
P2-1 (Uリブ南・中央断面)		460	99
P2-2 (Uリブ北・中央断面)		74	19
P2-3 (デッキ南・中央断面)			
P2-4 (デッキ北・中央断面)			