

I-491 ホットスポット応力の考え方を利用した 実橋測定におけるゲージ位置

鉄道総研 ○正会員 小芝明弘 (株)BMC 正会員 堀口哲夫
 鉄道総研 正会員 杉本一朗 鉄道総研 正会員 阿部 允
 JR東日本 正会員 贅田秀世 東京工業大学 正会員 館石和雄

1. はじめに

鋼橋の維持管理において疲労による疲労き裂発生時期を予測したり、局部応力の挙動を調べるために実測応力を用いる場合、ゲージの貼り付け位置の違いで検出される応力に大きな差が生じ、客観的な評価が出来なくなることがある。特に、疲労き裂が多く見られる継手部では、局部的な応力集中が生じているため、若干の位置の違いが結果に大きく影響を与えることになる。そこで、鋼鉄道橋では局部的な応力を実測する場合のゲージの貼付位置を当面、暫定的にパターン化し、標準化を図ることとした。

2. 標準化の検討

2. 1 公称応力として測定する場合

一般に、実測した応力を評価に用いる場合、応力形式として次の2つを考えることにする。

- (1) 公称応力として用いる場合
- (2) ホットスポット応力として用いる場合

前者は継手部に生じる公称応力を測定し、評価に用いる疲労強度の $\Delta\sigma-N$ 線図は各継手の疲労強度に応じて選定して用いるものであり、後者は複数のゲージをある間隔で貼付しそこで得られた応力勾配から着目する箇所の局部応力（ホットスポット応力）を検出するものである。評価に用いる $\Delta\sigma-N$ 線図はどの継手に対しても一本のものを共通して用いることができる。すなわち、前者の場合は常に評価に用いる継手の等級区分を考えなければならないが、後者の場合この選定は不要となる反面、貼付するゲージ位置をその都度、板厚等に併せて考えなければならない。

鉄道橋では現場での判断作業をできるだけ軽減し、また、迷いを少なくするため局部応力を問題とする継手については、特別な場合以外は出来るだけ公称応力と考えられる位置の応力を測定し、それを評価に用いることにした。この場合、ゲージは局所的な応力集中や2次応力の生じない位置まで継手から離して貼らなければならないので、これをどの位置にするか標準化しておく必要がある。その方法として八木や的場⁽¹⁾らの示すホットスポット応力の考え方を利用することにした。

すなわち、ホットスポット応力を求める時に必要となる2点の応力検出箇所のうち、継手から遠い位置に設定されるゲージに着目し、それよりさらに遠ざかる位置を公称応力として考えゲージを貼付することにした。

この位置は次の点を考慮して決めた。

- ①ホットスポット応力でいう2点は的場らの示すF法を用いた。F法を用いることにした理由は特にないが、他に示された方法に比べ比較的バラツキが小さく、また、やや安全側になるとされていることを考慮した。
- ②これらの位置はゲージを貼付する部材の板厚によって異なってくるが、適用範囲を絞り、ここでは鉄道橋として標準的に用いられる板厚を想定しそれに基づいて計算した。また、計算値の端数は、評価結果がやや安全側となるように切り捨てて、ゲージ貼付位置が継手に近づききみになるように設定することにした。

2. 2 局部応力としての測定が必要な場合

鉄道橋で応力を実測する場合、測定者の迷いを少なくするため出来るだけ公称応力と考えられる位置で測るようにしているが、どうしても局部応力を必要とする場合もある。これらについてはいくつかの研究がなされている²⁾がここでは面外曲げ応力の測定について考えてみた。補剛材や連結板が取付く腹板の端部や、同様に腹板に取付く面外ガセットやブラケット端等、板材に面外力を生じさせる箇所の局部曲げ応力が問題となる箇所では、必ずしも応力の検出位置を明確に示しているものはないように思われる。従って、ここでは、今まで鉄道橋で行ってきた実績を重視し³⁾、10 mmとした。この理由として、この寸法がゲージを貼付けるのに（標準的には5 mmゲージを用いている）最も作業がし易いため、貼付によるバラツキが出にくい実務面を考慮したこと、また、局部応力を対象とした疲労試験ではほとんどがビード止端から10 mmの位置にゲージを貼ってデータを取ってきたことなどから10 mmを標準に考えることにした。そして、基本的にはこの位置の表裏にゲージを貼付し、面内応力 ($\Delta\sigma_m$) と面外曲げ応力 ($\Delta\sigma_b$) を下式⁴⁾で加え合わせたものを照査に用いる $\Delta\sigma$ として用いることにした。

（ただし、回し溶接部については、主応力を考慮する必要のあるものもある。）

$$\Delta\sigma = \Delta\sigma_m + (4/5) \cdot \Delta\sigma_b$$

但し、 $t = 25$ mmを超える厚板の場合は

$$\Delta\sigma = \Delta\sigma_m + \Delta\sigma_b$$

しかし、疲労限の照査に用いる応力測定等、一次判定として面外曲げ応力を測定しようとする時は応力範囲の大きくなる側（片面）にのみゲージを貼って応力を検出しこれを用いてもよいものとした。

表1 算定に用いた板厚（単位：mm）

スパン	フランジ	腹板
$L \leq 20$ m	15~25	9~12
$L > 20$ m	$25 < t$ は別途	

表2 ゲージ貼付位置（単位：mm）

継手名	応力名	寸法
腹板ガセット ($t=12$)	公称応力	$g=30$
	ホットスポット応力	$a=10$ $b=30$
枕木受け ($t=25$)	公称応力	$g=50$
	ホットスポット応力	$a=10$ $b=50$
桁端切欠き ($t=13$)	公称応力	$g=30$
	ホットスポット応力	$a=10$ $b=30$
縦リブ・横リブ交点 ($t=13\sim15$)	公称応力	$g=30$
	ホットスポット応力	$a=10$ $b=30$
フランジガセット ($t=25$)	公称応力	$g=50$
	ホットスポット応力	$a=10$ $b=50$
補剛材下端 ($t=12$)	公称応力	$g=30$
	ホットスポット応力	$a=10$ $b=30$
トラス橋点 切欠きガセット ($t=25$)	公称応力	$g=50$
	ホットスポット応力	$a=10$ $b=50$

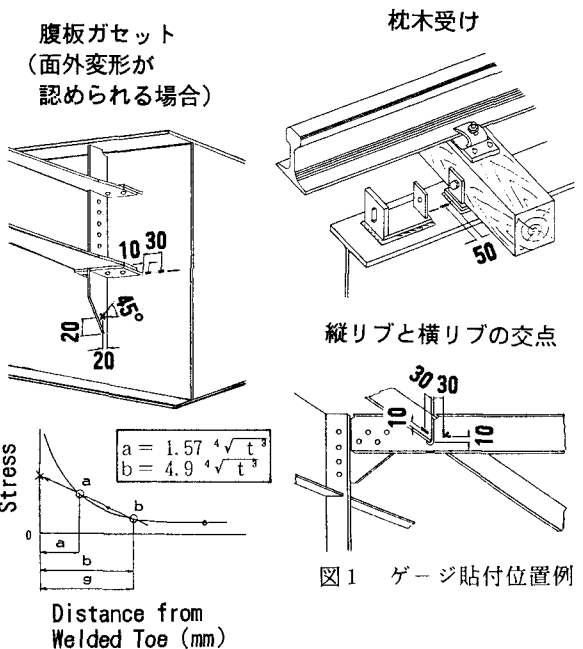


図1 ゲージ貼付位置例

【参考文献】

- 1) 八木、町田、富岡、的場、川崎：ホットスポット応力基準による平板構造の疲労強度評価（第一報），日本造船学会論文集，第169号，1991.5.
- 2) 三木、鎗石、山本、宮内：局部応力を基準とした疲労評価手法に関する一考察，構造工学論文集，Vol138A，pp1055-1062，1992.4.
- 3) 阪本、阿部、三木：鋼鉄道橋の疲労損傷とその補修，第一回 構造物の安全性および信頼性に関する国内シンポジウム，Vol1，pp351-356，1987.
- 4) 日本鋼構造協会：疲労設計指針（案）JSSCレポート No.14，1989.