

I-492 実橋における最大欠陥サイズの推定方法

J R東日本 ○正員 杉館 政雄 川崎製鉄 正員 中村 聖三
 ㈱BMC 正員 堀口 哲夫 鉄道総研 正員 阿部 允

1. はじめに

鋼橋における基本的な溶接継手として縦方向すみ肉溶接がある。この溶接は主にフランジと腹板を接合する溶接継手として用いられるが、主な働きはせん断力を伝えることから、一般的には強度的に十分余裕があるため、多少ブローホールなどの欠陥があってもあまり影響がないとしてブローホールなどの内部欠陥に対して、製作時の検査は行っていないのが一般的である。

しかし、交通量の増大に伴って、応力の繰り返し数が増大してくると、疲労の影響が無視できなくなり、フランジと腹板を接合するすみ肉溶接にもフランジと同等の疲労の影響が及ぶことになる¹⁾。しかも、その継手の疲労強度はブローホールの大きさに左右され²⁾、大きくなると疲労強度が低下する傾向にある³⁾。

既に供用中にある桁でも、列車本数が非常に多く、かつ実応力が設計応力にごく近い桁では、維持管理において疲労の度合を確認してみる必要もあり、確認の結果、心配のあるものについては事前に何らかの手を打っていく必要がある。

しかし、既に供用中にある溶接桁に対し、対象となる桁をつぶさに超音波探傷で内部欠陥を調べようとすると、作業量は膨大となる。

本研究は、このことに対し、出来るだけ少数の部材についてサンプリング検査した結果から、その橋梁における全部材の中で最大の欠陥サイズを推定していく方法として、「極値統計処理」の手法を用いることを試みた。

2. 極値統計処理の適用方法

まず、対象となる橋梁に対しサンプリングする部材を抽出する。次に、それぞれの部材で探傷試験を行う区間を設定し、超音波探傷を行う。それぞれの区間から検査した最大欠陥サイズを $x(i)$ として大きい順に並べた時、 $x(i)$ の分布がGumbel分布に従うとき(すなわち、Gumbel確率紙上で直線性を持つ)、その累積分布関数 $F(x)$ は、次式に示す二重指数関数で与えられ⁴⁾、その橋梁全体における最大欠陥サイズを推定できると考えたものである。

$$F_{I(x)} = \exp \{ -e^{-(x(i) - \lambda) / \alpha} \} \dots \dots \dots (1)$$

また、基準化変数を y とすると、その累積分布関数は式 (2) で表せる。

$$F_{I(y)} = \exp \{ -e^{-y} \} \dots \dots \dots (2)$$

ここに、 $y = \{ X_{(i)} - \lambda \} / \alpha$

すなわち、このGumbel確率紙上の直線が $y = 0$ となる $F_{I(y)}$ ($= e^{-1} = 0.368$)、に対する $x_{(i)}$ の座標が位置パラメータ (λ) で、この直線の勾配 α が尺度パラメータである。

次に、最大欠陥サイズ (x_m) を推定するのに用いる再帰期間 (T) は、 $F_{I(y)}$ との間に式 (3) に示す関係にあり、

$$T = 1 / [1 - F_1(y)] = (N + 1) / (N + 1 - i) \dots (3)$$

すなわち、ここで対象となる部材に生じる最大欠陥サイズ(極値)の期待値(x_m)は式(4)で求められる。

$$x_m = \lambda + \alpha \ln(T) \dots (4)$$

図-1には最大欠陥サイズを推定する処理の流れを示す。

また、表-1および図-2には、この方法で求めた実橋の調査および推定値を示す。

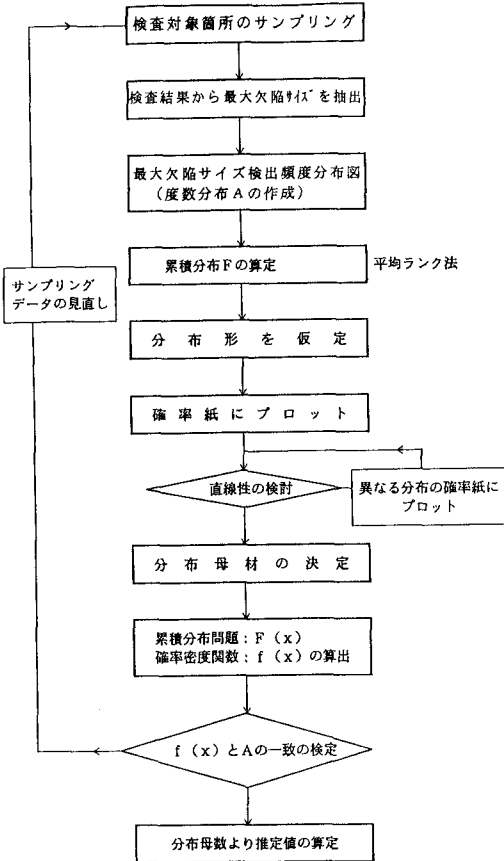


図-1 最大欠陥サイズの推定の流れ

表-1 調査方法と結果

検査対象部材、溶接ビード	主桁の縦ビード	
	上フランジ	下フランジ
溶接サイズ		
検査対象部材の寸法	上フランジ	下フランジ
	1-PL 240 x 15	1-PL 240 x 12
検査対象溶接区間総延長 (m)	上フランジ	5,508 x 8本 x 2 = 88,128
	下フランジ	5,560 x 8本 x 2 = 88,960
検査実施部材、溶接ビード長さ(m)	下フランジ	2.5 x 8本 x 2 = 40.0
実測最大溶接欠陥サイズ (mm)	ブローホール	1.4 (w) x 3.6 (H)
推定最大溶接欠陥サイズ (mm)	ブローホール	1.5 (w) x 3.9 (H)

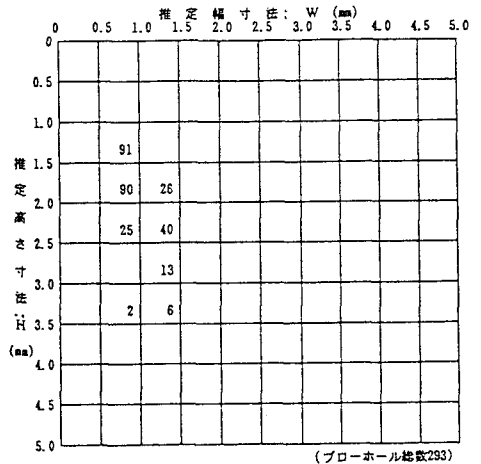


図-2 ブローホールの発生度数分布

3. おわりに

これらについての実証は、7橋梁に対する実橋調査および疲労試験体を用いた破面試験によって確認してきている所であるが、さらにデータを重ねていく予定である。

【参考文献】

- 1) 阪本、阿部、杉館：実橋荷重による鋼橋部材の疲労強度 (その1), 鉄道総研報告Vol. 3, No.10, 1990. 10
- 2) 三木、西野、平林：ブローホールを含む縦方向溶接継手部の疲れ強さ, 土木学会論文集, 322号1982. 6
- 3) 阪本、阿部、杉館：実橋荷重による鋼橋部材の疲労強度 (その2), 鉄道総研報告Vol. 4, No.5, 1991. 5
- 4) 腐食防食協会編：装置材料の寿命予測入門、丸善