

I形断面プレートガーダーの腹板腐食とせん断耐力低下

神戸市役所 正員 瀬川典康 大阪府庁 正員○山下奉文
 鋼梁本鉄工所 正員 串田守可 神戸大学工学部 正員 小林秀恵

1. まえがき

鋼橋のせん断耐力に及ぼす腐食の影響に関するKayserらの研究¹⁾によると、比較的支間長の短いプレートガーダー橋の耐力は、設計・架設当初では曲げ耐力に支配されるものの、供用年数の経過につれて生じる腐食発生箇所などを考慮すると、耐力の低下は、曲げ耐力よりもせん断耐力の方がより顕著となり、特に、桁端部の腐食によってせん断耐力が予想外に速く低下することが示されている。そこで、本研究ではこの点に注目し、桁端部を想定した局所的な腐食がプレートガーダーのせん断耐力に及ぼす影響を明確にするための基礎研究として実験を行ったものであり、本文ではその結果について報告する。

2. 実験概要

本実験においては、せん断力が最も支配的に作用する支点近傍のウェブパネルを想定した試験体パネルに腐食液によるエッチング処理を行い、それを用いて載荷試験を実施することによりせん断耐力を求めるものとした。試験体パネルは、表-1及び図-1に示すように、各種の局所的な人工腐食パターンをのものをそれぞれ3体以上ずつ用意し、試験体パネルの両端に箱型フレームでボルト(M12)を用いて固定し、図-2に示すような載荷方法によってせん断力が卓越するように荷重を加えた。なお、載荷は、200 t f 万能試験機によって行い、1 t f ピッチの漸増載荷とし、試験体パネルには面外倒れなどを拘束する補助フレームを設置して試験を行うものとした。

3. 実験結果

せん断座屈荷重は、載荷荷重(P)と試験体パネル中央の面外変形(δ)の関係に対して、 $P-\delta^2$ 法²⁾を適用して求め、その結果を表-2に示す。次に、本実験で仮定した腐食パターンを有する試験体パネルのせん断耐力が無腐食試験体(t:板厚=3.2mm)を基準に、各腐食パターンでどの程度低下しているかを求めた結果を図-3に実線

で示す。この図で、縦軸は無腐食試験体のせん断座屈強度に対する各腐食面積のせん断座屈強度の比率Rcr

Noriyasu SEGAWA, Tomoyuki YAMASHITA, Moriyoshi KUSHIDA, Hidee KOBAYASHI

表-1 供試体名称と腐食パターン

腐食パターン	名称	板厚(mm)	腐食加工幅(mm)	腐食深さ(mm)
無腐食	I	3.2	—	—
	IV	2.4	—	—
片面全面腐食	II	3.2	640	0.8
両面全面腐食	III	3.2	640	0.4×2
局部片面腐食	VI	3.2	40	0.8
	V-1	3.2	80	0.8
	V-2	3.2	160	0.8
	V-3	3.2	320	0.8
	V-1A	3.2	80	1.6
	V-3A	3.2	320	0.4

* 板厚、腐食深さは加工時の目標値を示している。

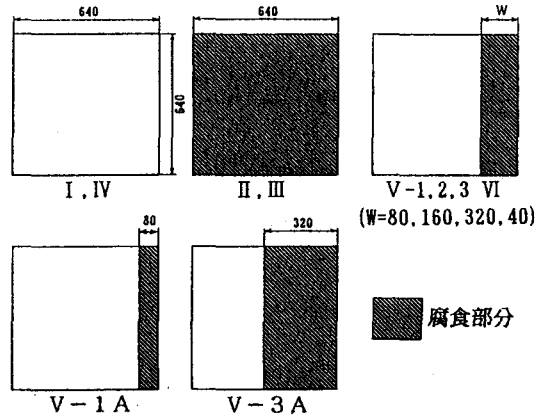


図-1 試験体パネルの腐食パターン (単位:mm)

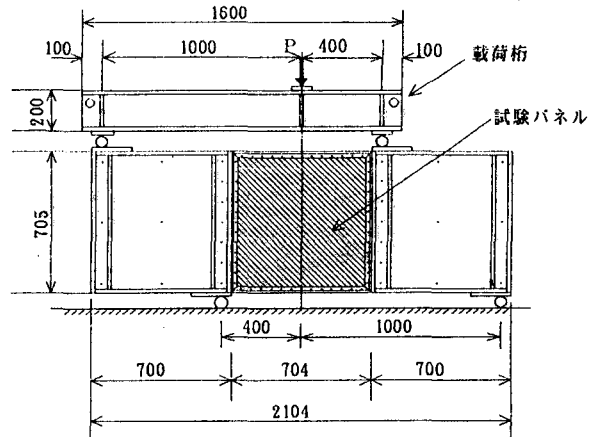


図-2 載荷状態図 (単位:mm)

を示しており、また横軸は各腐食面積率 R_A を示している。また、図中の2本の実線は腐食深さ (d_c) がそれぞれ0.4mm, 0.8mmにおける実験値に対する回帰曲線で、点線は腐食深さ0.4mm, 0.8mmの理論値を示している。

表-2 セン断座屈荷重 (tf)

供試体 No.	供試体ゲージ									
	I	II	III	IV	VI	V-1	V-2	V-3	V-1A	V-3A
1	8.85	3.24	3.10	3.24	7.13	7.20	6.41	4.09	6.67	6.21
2	8.94	3.28	3.96	3.28	7.11	7.55	6.46	4.60	6.94	6.00
3	8.37	3.00	3.51	2.99	7.27	7.00	—	4.91	7.00	6.21
4	7.30	—	—	—	—	—	—	4.35	—	—

また、図-3より平均板厚によって求められるせん断座屈強度の理論値の低下率に比較して、実験値のせん断座屈荷重の低下率が大きいことがわかる。このことは、せん断座屈荷重の低下に及ぼす局部腐食の影響を平均板厚のみでは考慮されないことを示しているものと考えられ、ここでは、理論値 (点線) から実験値 (実線) を差し引いたせん断座屈強度の低下率を局部腐食影響率 R_{cr}^e として、図-4に示す。なお、 R_{cr}^e は次式のように実験式として求めることができる。

$$R_{cr}^e (\%) = 2.73 \times 10^{-5} R_A^3 - 1.03 \times 10^{-2} R_A^2 + 0.755 R_A \quad (d_c = 0.8 \text{ mm に対する実験式}) \quad \text{----- (1a)}$$

$$R_{cr}^e (\%) = -1.95 \times 10^{-7} R_A^3 - 1.80 \times 10^{-3} R_A^2 + 0.187 R_A \quad (d_c = 0.4 \text{ mm に対する実験式}) \quad \text{----- (1b)}$$

図-4における実験式 (1a), (1b) から明らかに、 R_{cr}^e は腐食面積により大きな影響を受け、 $R_A = 0\%$, $R_A = 100\%$ をとするとほぼ R_A の3次の回帰式で示され、最大値は腐食深さ0.8mmにおいて、理論値に対して約1/6程度危険側の評価をすることになる。また、腐食深さの影響を見るため、腐食深さ0.8mmと0.4mmの場合を比較すると、腐食面積率に比べ腐食深さの要因の方がより顕著な影響を与えることがわかる。

4. まとめ

本実験により次のような結果を得た。①現在、平均腐食厚として評価される腐食現象がその腐食形態の違いによって、せん断座屈強度に与える影響が種々異なることより、腐食面積率、腐食深さなどの影響を考慮する必要がある。②腐食によるせん断座屈強度は、面積比率に比べ深さの要因がより顕著に影響を及ぼす傾向を有する。

今後さらに、実験を追加することによってせん断座屈強度と腐食深さと腐食面積の関係を統計的に取り扱うことにより、限界状態設計法への基礎資料としたい。

【参考文献】1) Kayser, J.R. and Nowak, A.S. :

Capacity Loss Due to Corrosion in Steelgirder Bridges, Journal of Structural Engineering, Vol.115, NO.6 June 1989. 2) 吉識雅夫: 圧縮を受ける矩形平板の座屈限界の決定法の一試案, 応用力学, 第1巻第6号, P.P. 193~199 1980.11.

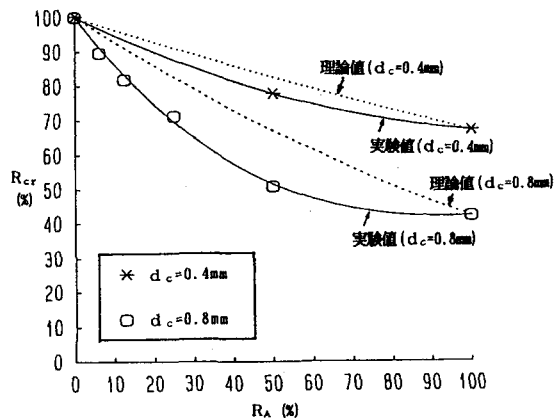


図-3 セン断座屈強度に及ぼす腐食面積率の影響

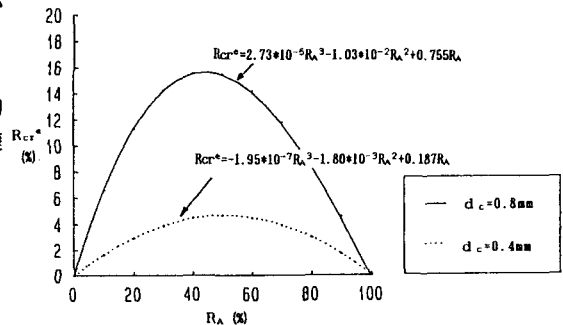


図-4 セン断座屈強度低下率に及ぼす局部腐食の影響