

腐食したプレートガーダーの曲げ強度評価に関する一考察

(株) 浅沼組 正会員 ○宮下 雅史 広島大学大学院 正会員 藤井 堅
 高知工業高等専門学校 正会員 海田 辰将 福山大学 正会員 上野谷 実

1. はじめに

鋼橋の維持管理において、腐食は疲労とともに大きな問題であるが、腐食したプレートガーダーの残存強度評価法はまだ確立されていない。そこで、フランジの腐食が激しいプレートガーダーを用いて2体の供試体を作成し、ウェブおよびフランジの腐食状況を計測後、曲げ載荷実験を行って終局挙動と残存曲げ耐力を調べた。また、すでに提案されている曲げ強度評価式¹⁾の妥当性を検証した。

2. 供試体

実験供試体は、約100年間供用されたりベットプレートガーダーの一部を切り出し、腐食損傷の大きい上フランジを新しい鋼板に交換し、垂直補剛材を追加して作成した。このとき再接合にはリベット孔を利用してHTボルトを用いた。載荷に先立ってフランジおよびウェブの腐食表面を計測し、2mm間隔の格子状データに加工して各格子点の板厚を求めた。表-1に測定結果を示す。この表より、フランジの減肉はウェブよりもかなり大きいのがわかる。また、図-1に供試体の寸法を示す。

表-1 板厚計測結果

	健全時板厚 t_{max} (mm)	平均板厚 t_{avg} (mm)	平均腐食量 Z (mm)	最小板厚 t_{min} (mm)	標準偏差 σ_t
供試体 A	ウェブ	10.50	9.89	0.61	0.16
	フランジ(陸・下)	10.50	8.60	1.90	0.96
	フランジ(海・下)	10.50	8.52	1.98	1.73
供試体 B	ウェブ	10.50	9.75	0.76	0.16
	フランジ(陸・上)	10.00	8.12	1.88	0.68
	フランジ(海・上)	10.00	8.81	1.19	0.28

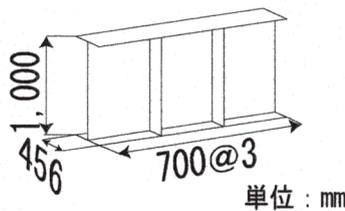
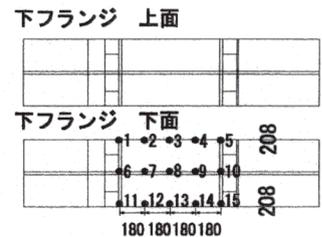
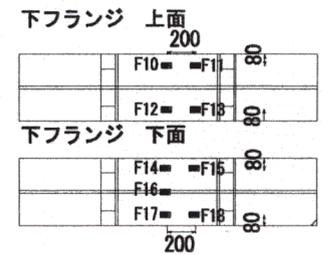


図-1 供試体寸法



●変位計



■単軸ゲージ

unit:mm

図-3 測定位置概略 (上:変位計, 下:ひずみゲージ)

3. 実験概要

載荷は図-2に示すように、2点載荷4点支持で、供試体区間に曲げモーメントを作用させた²⁾。桁のたわみと圧縮フランジ板の面外たわみ、軸ひずみを測定した。図-3に測定位置の概略を示す。

4. 実験結果

実験では、供試体が崩壊し荷重が増加しなくなるまで載荷した。図-4に荷重-たわみ曲線を示す。両供試体とも、800kN付近から剛性が低下してたわみが増加し始め、最高荷重は、供試体A:1160kN、供試体B:1390kNで、ともに圧縮フランジのねじれ座屈により崩壊した。図-5に載荷後のフランジ面

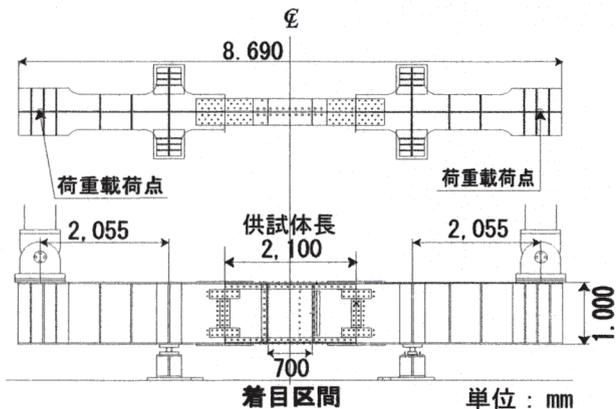


図-2 載荷装置概略

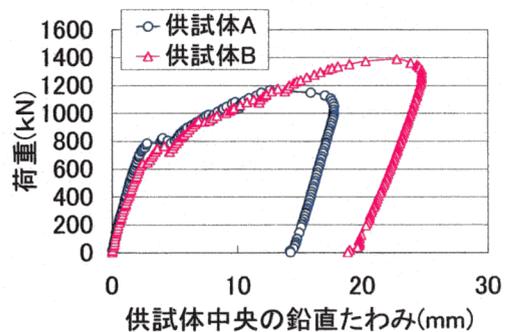


図-4 荷重-たわみ関係

キーワード 腐食, 曲げ強度, プレートガーダー, フランジ

連絡先 〒739-8527 東広島市鏡山1-4-1 Phone & Fax 0824-24-7790

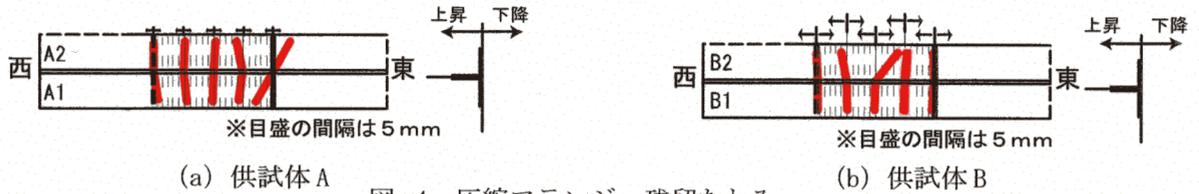
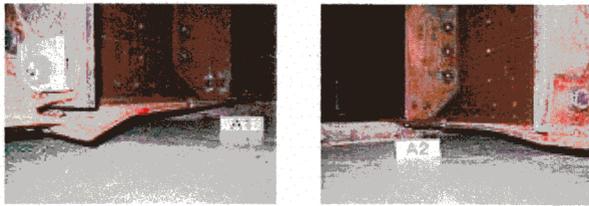
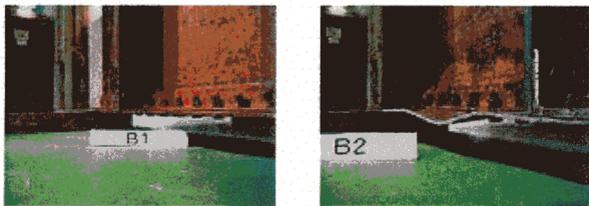


図-4 圧縮フランジ 残留たわみ



(a-1) 供試体 A (A1) (a-2) 供試体 A (A2)



(b-1) 供試体 B (B1) (b-2) 供試体 B (B2)

写真-1 残留たわみ

表-2 曲げ強度の推定値（座屈係数 $k = 0.425$ ）

	代表板厚 t_R [mm]	e_{avg}/t_{avg}	R	σ_u/σ_y	Mu(推定値) [kN·m]	Mu(実験値) [kN·m]
A1	11.98	2.08	1.19	0.7	1887.9	2392
A2	10.52	1.17	1.36	0.62	1670.0	
B1	9.37	0.06	1.53	0.65	1888.0	2855
B2	9.46	0.40	1.52	0.6	1742.8	

表-3 曲げ強度の推定値（座屈係数 $k = 1.28$ ）

	代表板厚 t_R [mm]	R	σ_u/σ_y	Mu(推定値) [kN·m]	Mu(実験値) [kN·m]
A1	11.98	0.69	1.0	2697.8	2392
A2	10.52	0.79	1.0	2687.0	
B1	9.37	0.88	1.0	2907.7	2855
B2	9.46	0.87	1.0	2907.7	

外たわみを測定位置に対応して示す。供試体Aは、垂直補剛材近傍(図-5で右側)の腐食が特に激しくこの付近のフランジが大きくねじれている(写真-1(a)参照)。供試体Bはほぼ一様な腐食で、補剛材間中央のねじれが大きい、フランジの片側のみが大きくねじれているのがわかる(写真-1(b)参照)。

5. 曲げ強度推定

海田らが提案した腐食フランジの圧縮強度評価法を用いて、本プレートガーダーの曲げ強度を推定した。3辺単純支持1辺自由のフランジねじれ座屈およびフランジ・ウェブ接合辺で固定とした場合の終局曲げモーメント推定結果を表-2および3に示す。表から、実験値は二つの拘束条件で推定した値の中間的値であるが、固定の方に近い。これは、フランジとウェブの接合にL型鋼を用いており、フランジのねじれが拘束されたと考えられる。

6. まとめ

- 1) 今回の曲げ実験では、腐食したプレートガーダーは、2体の供試体ともに圧縮フランジのねじれ座屈により崩壊した。座屈後のたわみ形状は3次モードの座屈モードが得られた。
- 2) 今回の圧縮フランジのねじれ座屈は、ウェブを境目として腐食が激しい側のフランジの片側がねじれる現象であった。これは、フランジ・ウェブ接合辺にL形鋼があるために、接合辺がフランジのたわみに対して固定支持に近い状態となったと考えられる。
- 3) 3辺単純支持を仮定した腐食フランジの圧縮強度評価式に基づいて算定したプレートガーダーの耐荷力は、実験結果よりも低い値となった。これは、上記2)で述べたように、フランジとウェブを接合するL形鋼の影響と考えられる。フランジ・ウェブ接合辺を固定とした評価を行った結果、実験で得られた曲げ耐荷力は、それを単純支持とした強度評価結果と固定支持としたその中間的な値であった。

7. 謝辞

本研究で行ったプレートガーダーの実験では、(財)中国電力技術研究財団から試験研究の助成を頂き、また(株)ミットヨには腐食表面計測において惜しめない御協力を賜った。記して関係者各位に感謝の意を表します。

参考文献

1) 海田辰将, 藤井堅, 中村秀治: 腐食したフランジの簡易な圧縮強度評価法, 土木学会論文集, 2004. (掲載予定)
 2) 名取暢, 西川和廣, 村越潤, 大野崇: 腐食部材の添接板補強に関する研究, 土木学会論文集, No. 682/1-56, pp. 207-224, 2001. 7.