

腐食した鋼部材の圧縮耐荷力実験

(株)横河ブリッジ ○正会員 中野 克俊

首都大学東京 正会員 野上 邦栄, 山沢 哲也

(株)横河工事 正会員 射越 潤一, 笹嶋 純司, 三浦 敬

1. 背景と目的

現在、土木構造物の多くが共用年数 40～50 年経っており、経年劣化が問題視されている。橋梁においても、腐食・疲労現象が進んでおり、自動車の大型化、交通量の増大など社会環境の変化により、今後構造物に多大な影響を与えることが予想される。そのような環境において、老朽橋の維持管理をする上では、疲労とともに腐食による劣化・損傷評価が重要になる。鋼部材が腐食し、部材の厚さが減少すると強度や剛性が低下し、構造物の保有性能が低下する。したがって、腐食した構造物の健全度を判断するには、その保有性能、つまり残存耐荷性能が要求性能を上回っているかを評価する必要がある。そこで、実トラス橋梁の上横構・横支材を対象にして圧縮残存耐荷力実験を実施し、部材の腐食量・腐食形状と圧縮残存耐荷力との関係について明らかにする。

2. 圧縮部材

実験に用いた供試体は、図-1 に示す位置の板厚 9.2mm の腐食部材 4 体と新規に作成した板厚 9mm 部材（N 部材）である。腐食部材は図-2 に示すような一般寸法（H200.4×B180×9.2/9.2×L2400[mm]）をもち、その断面諸元と座屈強度を表-1 に示す。また、腐食部材の腐食程度は表-2 のように分類でき、腐食計測による各部材の平均残存板厚と標準偏差を表-3 に示す。A 部材の上下フランジは平均 3mm 腐食しているが、ウェブは 1mm 程度であり、本供試体の場合フランジが特に腐食している。

表-1 断面諸元と座屈強度

断面積	$A = 4986 \text{ mm}^2$
弾性係数	$E = 1.726 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$
降伏応力	$\sigma_Y = 274 \text{ N/mm}^2$
有効座屈長	$l_k = 2440 \text{ mm}$
弾性座屈荷重	$P_e = 2647 \text{ kN}$
細長比	$l_k/r = 57.58$

3. 圧縮実験

図-3 のように両端単純支持された 5 部材の圧縮耐荷力実験を行った。圧縮実験の全体系は写真-1 である。部材両端部は荷重を部材に均等に加えるようにベースプレートを取り付けた。ひずみゲージを 5 断面に 7 箇所、計 35 枚貼り、変位計をフランジとウェブに 5 箇所ずつ、上下ベースプレートに取り付け、計 12 箇所を設置した。また、表-4 に初期撓み・初期倒れを示す。荷重載荷は変位制御で行った。

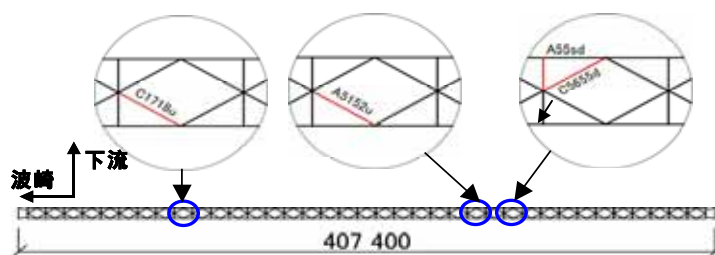


図-1 部材位置図

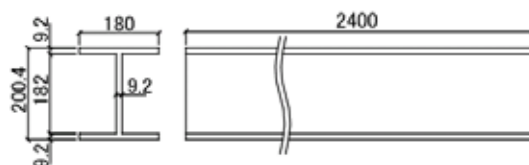


図-2 部材一般寸法図

表-2 部材の分類

腐食程度	部材名
Aランク 著しい腐食	A5152u A55sd
Cランク ほとんど腐食なし	C1718u C5655d

表-3 平均残存板厚と標準偏差

	平均残存板厚 t_a (標準偏差 s) [mm]			全体 $\bar{t}_a$ ($\bar{s}$)
	上フランジ	下フランジ	ウェブ	
A5152u	7.035(2.227)	5.341(2.265)	8.708(0.371)	7.028(2.259)
A55sd	6.688(2.465)	6.810(2.466)	8.181(0.714)	7.226(2.115)
C1718u	9.030(0.249)	8.933(0.574)	8.769(0.649)	8.911(0.540)
C5655d	8.780(0.641)	8.565(1.083)	8.803(0.290)	8.716(0.731)

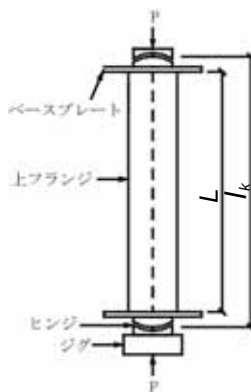


図-3 実験部材設置図



写真-1 圧縮実験

キーワード：腐食部材、耐荷力実験

連絡先：〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 首都大学東京 TEL：0426-77-1111

4. 実験結果

図-4 及び図-5 は、圧縮実験より得られた各部材の載荷荷重と鉛直変位及び面外変位の関係を示している。A ランク材の 2 体は耐荷力が著しく低下した。A5152u 部材は図-6 から明らかなように支間中央部から 400mm 離れた上フランジ上流側の腐食が激しかったため、局部座屈を起こした後、全体座屈を連成した。A55sd 部材は上下フランジが均一腐食だったため全体座屈で終局状態となった。両 A 部材の耐荷力に違いが出ているのは、A5152u 部材は局部座屈した断面の腐食が激しいため、耐荷力が A55sd 部材よりも低下した。

C1718u 部材は局部的に激しい腐食はなかった。耐荷力は降伏荷重付近まで達していた。終局状態は支間中央部の局部座屈から全体座屈の連成であった。支間中央部下フランジの小さな腐食が影響して局部座屈で終局状態に達した。C5655d 部材は面外方向変位は発生せず、図-6 のように下フランジが局部的に腐食していたため、この部分が局部座屈を起こした。この影響により耐荷力が C1718u 部材より低下した。N 部材は、C1718 部材の耐荷力より 20.5%低下している。これは表-4 に示した N 部材の初期撓みが腐食部材と比較して 2.5～5 倍大きく、また板厚も 9mm であったためである。今、残存耐荷力についてまとめると、表-5 及び図-7 になる。A ランク材の耐荷力低下が著しい。

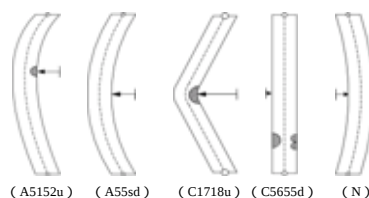


図-6 終局時の座屈形状

表-5 終局時の耐荷力・面外変位

	残存耐荷力 P_U	最大面外変位 v	座屈モード
A5152u	858kN	5.6mm	局部座屈と全体座屈の連成
A55sd	967kN	6.15mm	全体座屈
C1718u	1358kN	9.56mm	局部座屈と全体座屈の連成
C5655d	1271kN	1.1mm	局部座屈
N	1079kN	10.56mm	全体座屈

5. 結論

- (1) 腐食した圧縮部材は、腐食形状、断面欠損の状態、初期不整が終局モードに大きな影響を与える。
- (2) フランジが全面不均一に腐食している圧縮部材は、全体座屈、全面不均一腐食に大きな局部腐食が混在している場合は連成座屈、局部腐食を有していれば、局部座屈で崩壊モードとなる。
- (3) 残存耐荷力は、C ランク材では低下が小さいが、A ランク材では降伏荷重の 63%まで低下した。

参考文献

- 1) 山沢・野上・森・塚田：腐食鋼部材の腐食形状計測と曲げ耐荷力実験 構造工学論文集, Vol.52A, 2006

表-4 初期撓み・初期倒れ

	A5152u	A55sd	C1718u	C5655d	N
初期撓み(弱軸) v_o [mm]	0.5	1.0	1.0	1.1	3.0
v_o/L_k	1/5000	1/2500	1/2500	1/2300	1/1000
初期倒れ d [mm]	0.5	0.5	0.0	1.0	0.0

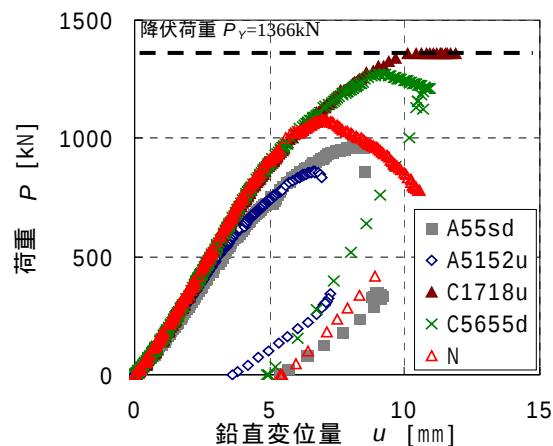


図-4 荷重変位関係

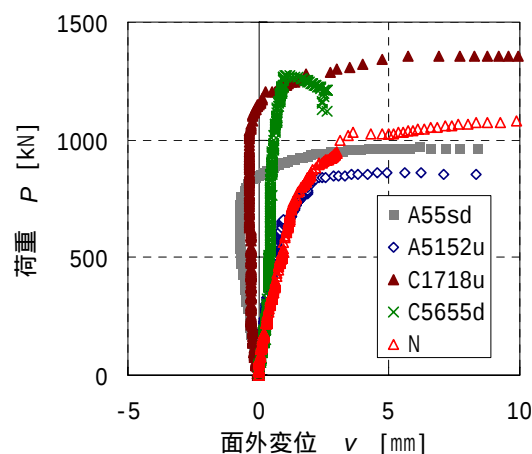


図-5 荷重面外変位曲線

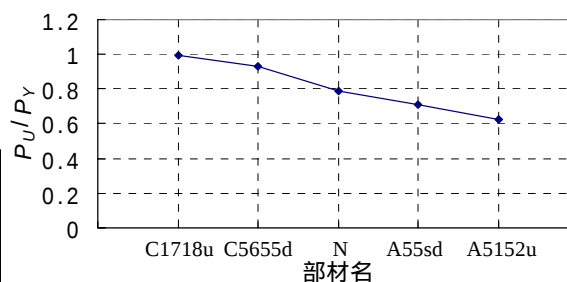


図-7 耐荷力比較図