

# 腐食した T 型圧縮部材の圧縮残存耐荷力実験

首都大学東京 園部裕也, 片倉健太郎, 野上邦栄  
 鹿島建設(株) 山沢哲也  
 (株)東京鐵骨橋梁 柳沼安俊, 田中慶治, 細見直史

## 1. 背景と目的

現在,高度経済成長期に建設された多くの鋼構造物が建設後約 40 年経過している. 橋梁分野においても維持管理が重要な課題となっている. 既設橋の適切な維持管理には, 構成部材の残存耐荷力評価, 特に座屈などの破壊に関わる種々の評価検討が必要となり, 部材の残存耐荷性能が鋼板の腐食減厚によってどの程度低下するのかを把握することか重要になる. そこで本研究では, 実際に約 40 年間腐食環境下におかれた実橋梁を構成する T 型断面部材を入手し, 圧縮耐荷力実験を行うことにより, 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. **表-1** 断面諸元

## 2. 対象部材

実験に用いた供試体は, 溶接 T 型断面圧縮部材 2 体 (T1B,T2B) と新規に作成した N 部材 (T0) の計 3 体であり, 一般寸法図を **図-1** に示す. 断面諸元と座屈強度は **表-1, 2** に示す通りで, T1B, T2B は SM400 クラスの鋼材であり, T0 は SS400 の鋼材を使用した.

## 3. 部材腐食形状計測

腐食形状計測には, レーザー式変位計を取り付けた表面粗さ自動計測装置 (**図-2, 3**) を用いた. この自動計測装置は, 1000mm(X)×1000mm(Y)×30mm(Z) の立体空間の表面形状を自動計測可能である. 腐食部材 2 体 (T1B,T2B) の腐食形状計測は, 長さ 2100mm の供試体を 700mm ずつ 3 分割し計測を行い, 計測間隔は X, Y 軸方向ともに 1mm とした. 測定点は 1 部材あたり約 150 万点になった. 計測結果の一例として T2B のフランジの残存板厚をコンター図に示したものが **図-4** である. 全体的にフランジ両縁端部の腐食が激しく, とろとろに孔食があり,  $x = 800 \sim 900\text{mm}$  辺りに大きく断面欠損している様子が見て取れる. また,



**図-2** レーザー変位計



**図-3** 表面粗さ計測機

**表-3** 平均 T 断面積  $A_s$  と最小 T 断面積  $A_{min}$

	T1B	T2B
平均T断面積 $A_s$ [mm <sup>2</sup> ]	2902	3003
標準偏差 $s$ [mm <sup>2</sup> ]	75.34	128.5
最小T断面積 $A_{min}$ [mm <sup>2</sup> ]	2627	2609
最小T断面位置 $x$ [mm]	1959	891
$A_{min} / A_0$ [%]	69	68

また, **表-3** には計測結果を整理したものとして T1B,T2B の平均 T 断面積  $A_s$  と最小 T 断面積  $A_{min}$  を示す. 最も断面欠損の激しい断面 (最小 T 断面位置の断面) では健全時断面積  $A_0$  と比較して T1B, T2B とともに約 70% まで断面積が減少している.

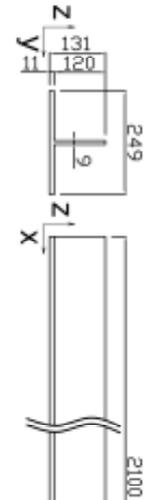
**表-1** 断面諸元

断面積	$A_0$ [mm <sup>2</sup> ]	3819
部材長	$L$ [mm]	2100
有効座屈長	$L_k$ [mm]	2724
細長比	$L_k / r_y$	24.69
	$L_k / r_z$	14.50

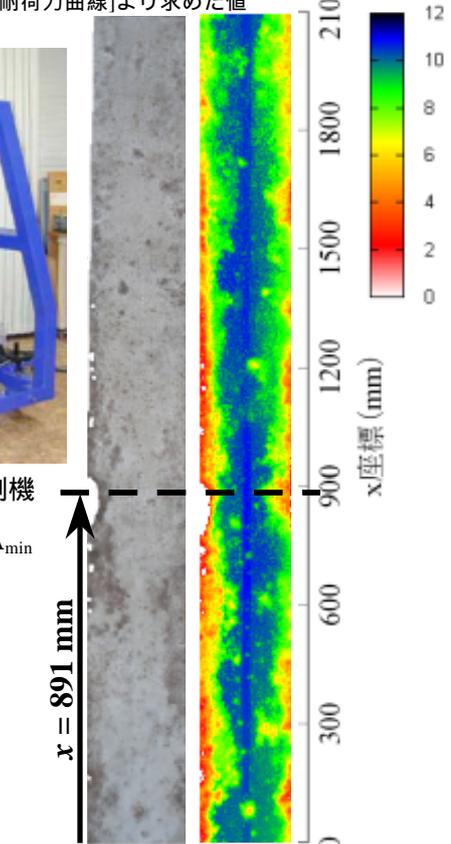
**表-2** 座屈強度

	T0	T1B,T2B
鋼材の材質	SS400	SM400
弾性係数	$E$ [N/mm <sup>2</sup> ]	181818 / 172555
降伏荷重	$P_y$ [kN]	1146 / 1046
弾性座屈荷重	$P_{ey}$ [kN]	1124 / 1067
	$P_{ez}$ [kN]	3424 / 3250
座屈耐荷力*	$P_{cr}$ [kN]	1065 / 877

\* 道路橋示方書[鋼柱の基耐荷力曲線]より求めた値



**図-1** 一般寸法図



**図-4** T2B フランジ板厚コンター図

キーワード 腐食, T 型, 残存耐荷力, レーザー変位計, 最小断面積

連絡先 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1 丁目 1 番地 TEL 0426-77-1111(代表)

4. 圧縮残存耐荷力実験

図-5のように両端単純支持された3部材の圧縮耐荷力実験を行った。圧縮実験の全体系は図-6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。荷重載荷は変位制御(1mm 間隔)で行った。また、荷重載荷時の部材の応力・変位を測定するため、ひずみゲージを5断面に基本7箇所(腐食が激しい箇所は例外)、計36枚貼り、変位計をフランジに15箇所、ウェブに5箇所、上下ベースプレートに取り付け、計22箇所に設置した。また、初期不整はトランシットで計測した【初期撓み( $y_{max} = 0.5\text{mm}$ ,  $z_{max} = 0.5\text{mm}$ )・初期倒れ( $y_{max} = 2.5\text{mm}$ ,  $z_{max} = 2.0\text{mm}$ )・初期捩れ(x軸周り  $\phi_{max} = 1.85^\circ$ )・残留応力( $\sigma_{ry} = 1.0$ ,  $\sigma_{rz} = 0.4$ )】。

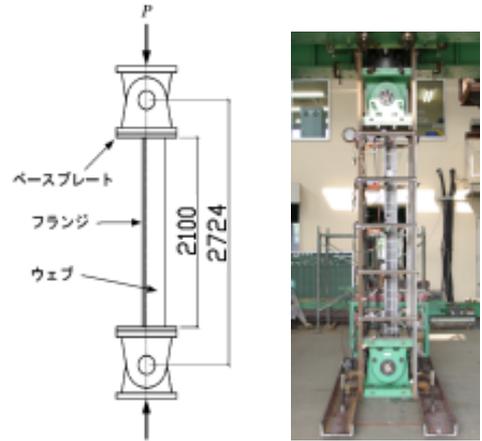


図-5 実験部材設置図 図-6 圧縮実験

5. 実験結果

図-7は各部材の載荷荷重Pと鉛直変位(x軸方向変位)の関係を示している。腐食部材 T1B,T2B は腐食形状の違いに関わらず、同程度の耐荷力を示し、健全な T0 と比較し、約 51%まで耐荷力が低下していた。図-8は、終局時の変形モード図を示している。T0 は弱軸まわりの変位が支配的であるが、T1B, T2B は強軸まわりの変位が支配的である。図-9 は今回の実験体 3 体 (T0,T1B,T2B) と以前に行った H 型圧縮実験 (A5152u,A55sd,C1718u,C5655d,N) の計 8 体の残存耐荷力  $P_u$  と最大断面欠損率  $R_A$  ( $R_A = 1 - \text{最小断面積 } A_{min} / \text{元断面積 } A_0$ ) との関係を示している。残存耐荷力  $P_u$  と最大断面欠損率  $R_A$  との間には、破線のように線形関係が成り立つ(全データの平均:  $P_u / P_y = -1.22R_A + 1.02$ )。

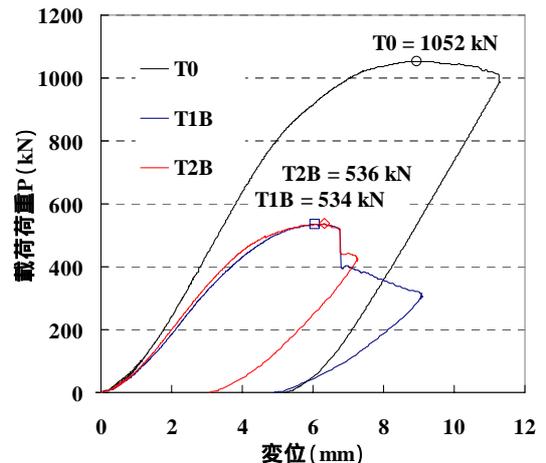


図-7 x軸方向-荷重変位曲線

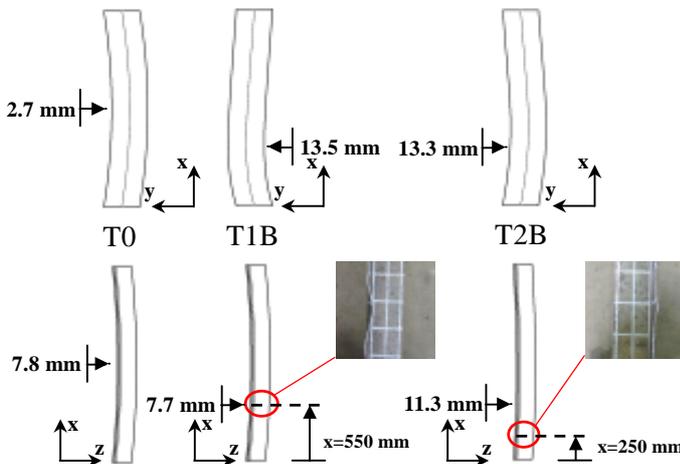


図-8 終局時の変形モード図

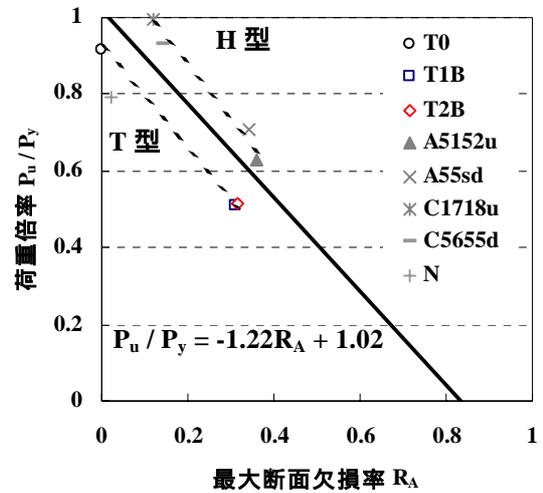


図-9 最大耐荷力  $P_u$  と最大断面欠損率  $R_A$  との関係

6. まとめ

- 1) レーザー変位計を用いて腐食形状計測から精度の良い腐食形状を再現することができた。
- 2) 今回の耐荷力実験では、3体(T0,T1B,T2B)とも局所的な変形を伴いながら、最後は全体的な座屈で終局に至った。
- 3) 腐食は圧縮部材の支配要因パラメータとして、最小断面積  $A_{min}$  が有力であり、耐荷力との間に線形関係を示す。

最後に、日本橋梁建設協会および日本鉄鋼連盟には、本研究を実施するにあたり研究助成のご支援を頂いたことに深く感謝します。

参考文献

1)若林・野上・山沢・中野・森：腐食した圧縮部材の弾塑性挙動と残存耐荷力評価,第62回土木学会年次学術講演会,2007  
 2)園部・野上・山沢・若林：腐食したT型圧縮部材の残存耐荷力に関する研究,第62回土木学会年次学術講演会,2007