

模擬腐食を導入した既設トラス橋圧縮斜材の耐力実験

鹿島建設(株) 正会員 ○山沢哲也 (独)土木研究所 正会員 村越 潤
 首都大学東京 フェロー会員 野上邦榮 (独)土木研究所 正会員 遠山直樹
 首都大学東京 学生会員 小峰翔一 (独)土木研究所 正会員 澤田 守
 早稲田大学 フェロー会員 依田照彦 (独)土木研究所 正会員 有村健太郎
 早稲田大学 正会員 笠野英行 (独)土木研究所 郭 路

1. はじめに

老朽橋梁の増大に伴い、効率的な維持管理施策が求められている。老朽橋梁の残存耐力の精度よい評価のためには、まず個々の腐食を生じた部材の残存耐力を把握することが不可欠である。そこで本研究では、建設後約 50 年を経過したトラス橋梁の箱断面を有する斜材を対象とし、圧縮実験を実施した。

2. 対象圧縮斜材

対象とする圧縮部材は、実橋梁の斜材から切り出して製作した。これらの斜材には建設後 50 年を経過するものの有意な腐食が認められなかったため、図 1・図 2 に示すように、斜材の一部を切削加工によって模擬腐食を導入した。模擬腐食は、材端から 500mm の位置を中心とする矩形範囲とし、a 面～d 面の 4 面について、それぞれ幅方向は端面から 40mm 内側の範囲を、高さ方向は 300mm の範囲を減肉させた。尚、応力集中を避けるため、減肉部のコーナー部は $R=12.5\text{mm}$ の仕上げとした。表 1 に減肉量が異なる 4 体の試験体の諸元を示す。

表 1 試験体名と減肉量

試験体名	板厚欠損率 R_t	最大断面欠損率 R_A
Case-1	0.00 (減肉なし)	0.000
Case-2	0.10	0.078
Case-3	0.30	0.233
Case-4	0.50	0.388

$$R_t = (t_0 - t_{\min}) / t_0$$

$$R_A = (A_0 - A_{\min}) / A_0$$

t_0 : 健全時板厚
 $t_{\min}$: 最小板厚
 A_0 : 健全時断面積
 $A_{\min}$: 最小断面積

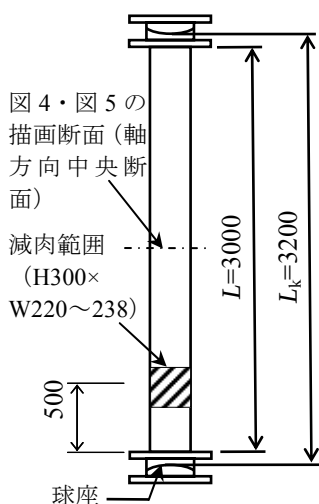


図 1 試験体形状 単位 mm

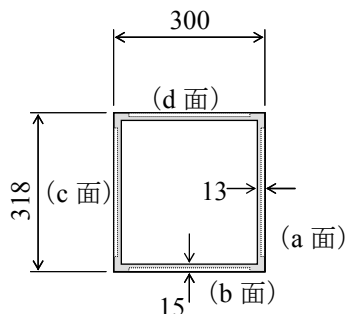


図 2 試験体断面 単位[mm]



写真 1 試験体設置状況

3. 実験概要

(1)引張試験：試験体と同一部材から、JIS Z2241 の 1A 号試験片(評価部の幅 40mm、長さ 200mm)を切り出し、引張試験を実施した。試験体は、a 面・d 面から採取し、いずれの試験体の降伏点・引張強さ・伸びともに建設当時の JIS 規格 SM41A の規格値を上回った。表 2 に結果の詳細を示す。

(2)残留応力計測：残留応力は、切断法によって計測した。a 面・d 面の外面にひずみゲージを貼り付け、帯鋸切断機で輪切り後、小切り切断した。圧縮残留応力は最大で 100MPa 程度で、d 面の計測結果を平均すると圧縮側残留応力は降伏応力の 0.13 倍程度であった。

(3)初期撓み計測：初期撓みは、道糸を張って直尺を用いて計測した。表 3 に最大荷重と共に計測結果を示す。

(4)圧縮載荷装置と載荷方法・計測方法：圧縮部材の試験は、10MN 大型構造物試験機(東京衡機製作所)を用い、変位制御(載荷速度 0.01mm/s)の漸増載荷で行った。写真 1 に試験体の設置状況を示す。各試験体にはひずみゲージを各 88 枚貼付したほか、軸方向変位・面外変位は 38 台の変位計にて計測した。

キーワード 腐食, トラス橋斜材, 残存耐力, 残留応力, 圧縮実験

連絡先 〒107-8502 東京都港区赤坂 6-5-30 鹿島建設(株) 土木設計本部

表 2 材料試験結果

試験片	上降伏 [MPa]	下降伏 [MPa]	引張強さ [MPa]	伸び [%]
a 面平均	288	273	435	32
d 面平均	267	257	420	30
JIS(1959) SM41A	225	—	400~490	21 以上

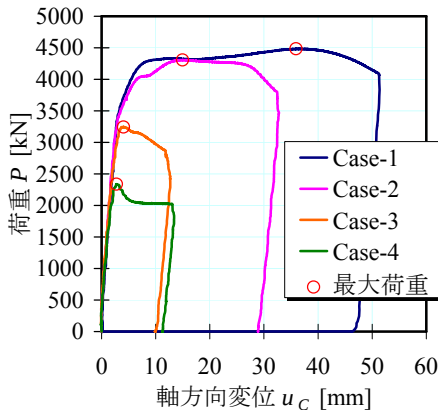


図 4 荷重—軸方向変位関係

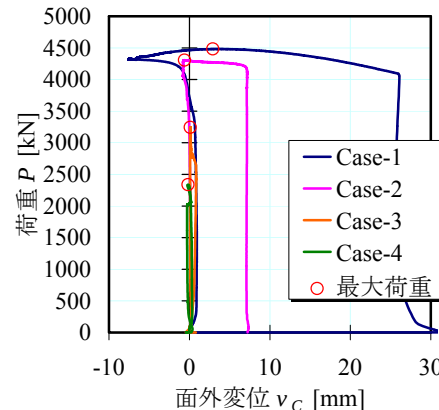


図 5 荷重—面外変位関係 (a 面)

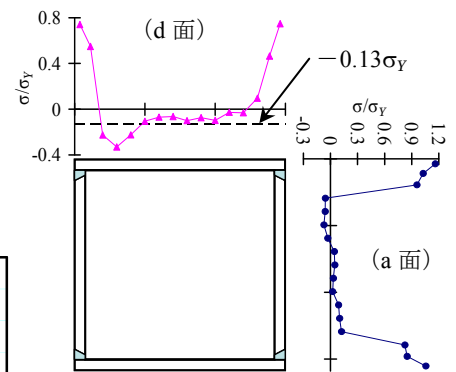


図 3 残留応力の計測結果

写真 2 試験体の全体変形
(b 面側から撮影)表 3 圧縮実験結果 道示耐荷力 ${}^2P_{U0}=4258[\text{kN}]$

試験体名	最大初期撓み δ_{MAX} [mm] (δ_{MAX} / 変形範囲長 Le)	最大荷重 P [kN] (変位 u, v, w [mm])	終局時 状態
Case-1	1 (1/1000)	4484 ($P/P_{U0}=1.053$) (35.93, 2.9, -9.6)	全体座屈
Case-2	2 (1/500)	4306 ($P/P_{U0}=1.014$) (14.98, -0.6, -2.9)	連成座屈
Case-3	4 (1/250)	3245 ($P/P_{U0}=0.764$) (4.05, 0.1, 0.3)	局部座屈
Case-4	8 (1/125)	2338 ($P/P_{U0}=0.549$) (2.75, 0.2, 0.4)	局部座屈

4. 耐荷力特性

図 4・図 5 に軸方向中央断面位置における荷重—変位関係を示す。面外変位は外側にはらみだす方向を正符号とした。Case-1・Case-2 は軸方向変位 u_c が急増した後も、最大荷重を迎えるまでに荷重を維持しながら軸方向・面外方向とも変位が増加し、粘りのある挙動を見せた。図 6 は最大荷重時における面外変形の分布を示している。Case-1 は b 面側からみて S 字状の全体座屈モードとなった。

一方、Case-3・Case-4 は、最大荷重に達した後、すぐに荷重が低下した。軸方向中央断面位置における面外変形はほとんど見られず(図 5)、減肉部の局部座屈が支配的であったことが図 6 からわかる。減肉部の変形は、4 面とも一波形の変形モードを示した。

Case-2 は、全体座屈と局部座屈との連成座屈モードであった。

5. まとめ

表 3 に実験結果をまとめた。健全時断面における道示耐荷力 P_{U0} (耐荷力低下要因を考慮した下限値相当) と比較すると、箱断面であり、残留応力も小さかったため、板厚欠損率 $R_t=0.10$ の Case-2 においても $P/P_{U0}>1.0$ となった。

謝辞：本研究は、(独)土木研究所、早稲田大学、首都大学東京の 3 者による、腐食劣化の生じた橋梁部材の耐荷性能の評価手法に関する共同研究の一環として行っており、建設技術研究開発助成を受けて実施されたものである。

参考文献：1) 小峰, 野上, 山沢他：模擬腐食を導入したトラス橋斜材の残存耐荷力, 土木学会全国大会概要集, 2011, 2) 日本道路協会：道路橋示方書 I 共通編, II 鋼橋編, 2002, 3) 山沢, 野上, 園部, 片倉：厳しい腐食環境下にあった鋼圧縮部材の残存耐荷力実験, 構造工学論文集, Vol. 55A, pp. 711-720, 2009

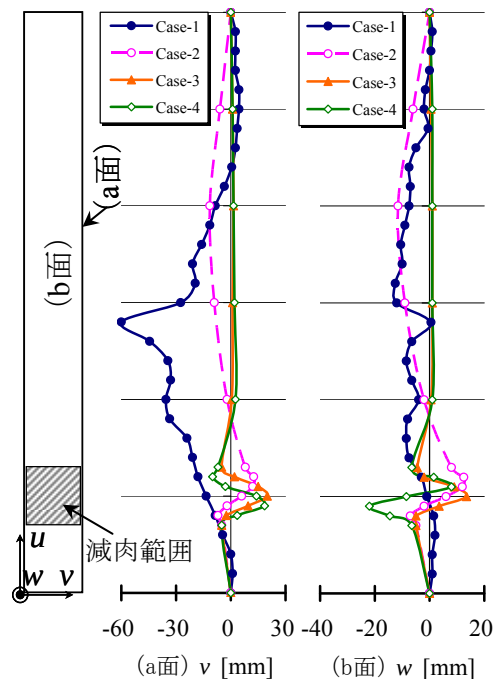


図 6 最大荷重時における面外変形