# 模擬腐食を導入したトラス橋斜材の残存耐荷力

首都大学東京	学生会員	○小峰翔一	(独)土木研究所	正会員	村越	潤
首都大学東京 フ	'ェロー会員	野上邦栄	(独)土木研究所	正会員	遠山直	重樹
鹿島建設(株)	正会員	山沢哲也	(独)土木研究所	正会員	澤田	守
早稲田大学 フ	「エロー会員	依田照彦	(独)土木研究所	正会員	有村領	としち しちちょう しんしょう しんしん しんしん しんしん しんしん しんしん しんしん し
早稻田大学	正会員	笠野英行	(独)土木研究所		郭路	<b></b> 古

### 1. はじめに

現在,高度経済成長期に建設された橋梁が供用開始から40年近く経ち,急速な高齢化に加えて,重大損傷の発生が懸念されている.そのような中,特に鋼橋において,海外では鋼トラス橋の崩落事故<sup>1)</sup>や,国内では腐食による主構造部材の破断事故が相次いで発生した.今後,このような致命的な事故に至る危険性の高い橋が増えてくることが想定されるが,腐食損傷した主構造部材の耐荷性能を評価する手法は確立されていないのが現状である.

本研究では、約50年経過し、地震による被害のため撤去さ れた鋼トラス橋の箱断面を有する斜材を対象にして、載荷試 験の予備解析として圧縮部材の残存耐荷力特性に関する解析 的検討を行う.撤去部材は、50年経過しても腐食がほとんど ないため、擬似的に腐食を導入した圧縮部材の弾塑性挙動お よび耐荷力特性を明らかにする.

### 2. トラス橋斜材

対象とした部材は、図1に示すような圧縮力を受ける無補 剛箱型断面斜材である.表1には、その断面諸元、座屈強度 P<sub>e</sub>、道示<sup>2)</sup>の柱の基準耐荷力曲線から算出した耐荷力 P<sub>u</sub>およ び降伏軸力 P<sub>v</sub>を示す.

#### 3. 疑似腐食と解析モデル

擬似腐食形態は,局部腐食として図2に示す3箇所に橋 軸方向 dx=50,150,300mmの領域に導入する.また,断面内 の腐食は,図3のようにi全断面,ii上フランジのみ,iii 腹板 のみに発生させた3パターンを仮定する.

いま,腐食パラメータとして,最大板厚欠損率 $\mathbf{R}_t$ および最大断面欠損率 $\mathbf{R}_A$ を 次式のように定義する<sup>3)</sup>.

 $R_t = (t-t_{min})/t \times 100$ (%),  $R_A = (A-A_{min})/A \times 100$ (%) (1) ここに, t, A は各々健全時板厚, 断面積,  $t_{min}$ ,  $A_{min}$  は各々最小板厚, 最小断面 積である. 解析では, 板厚を減肉した  $R_t = 0$ , 10, 20, 30, 40, 50 の 6 腐食 ケースについて検討する.  $R_A \ge R_t \ge 0$  対応は, 表 2 に示すとおりである.

部材は、Solid 要素でモデル化した.構成則は、E/100 の 2 次勾配を有するバイ リニア型を仮定する.境界条件は、図 2 のように両端単純支持で、集中荷重 P を断面重心位置に載荷する.非線形数値解析には弧長増分法を適用した.なお、 両端部には荷重載荷時の応力集中による局所的な変形を防ぐため、板厚 1mm の剛体を配置した.初期不整として、残留応力は圧縮側が 0.4 σ<sub>y</sub>となるような 三角形分布を、さらに正弦波の初期たわみ v<sub>0</sub>=L/10000 を図 1 の y 軸方向に導入した.



図2:側面図



■:腐食領域

図3:断面腐食領域

表 2: 断面腐食領域による R<sub>A</sub>の変化

板厚欠損率(%)	最大断面欠損率(%)			
P	R <sub>A</sub>			
ι τ <sub>t</sub>	i	ii	iii	
10	10.51	2.48	2.94	
20	20.83	4.87	5.79	
30	31.06	7.26	8.63	
40	41.19	9.64	11.47	
50	51.23	12.03	14.32	

キーワード	腐食, トラ	ス橋斜材,	残存耐荷力,	FEM	解析
連絡先	〒192-0397	東京都八	王子市南大沢	1-1	首都大学東京

## 4. 耐荷力特性

図4は、スパン中央部における全断面腐食タイプの終局時の崩壊モードを 表している.図中の疑似腐食領域(薄い灰色の部分)が降伏し、塑性変形し ている.全てのモデルに関して、模擬腐食領域から降伏に達していた.さら に、腐食範囲が短くなるにつれて、モデル全体に降伏領域が進展している.

図 5~7 は,それぞれ(a)柱端部,(b)スパン中央部,(c)L/4 部における腐食 範囲 300mmm を有する全断面腐食タイプの荷重一変位曲線を示している. 図中の横軸は,x軸方向変位,縦軸は荷重である.なお,図中のプロット点

は各ケースにおける最大荷重 点を示している.図から最大断 面欠損率  $R_A$ が増大するにつれ て耐荷力が同じような割合で 低下している.他の腐食範囲パ ターンのケースも同様の傾向 を示した.

全ケースの Rt と耐荷力の関 係を示したのが図8である.横 軸は R<sub>t</sub>を,縦軸は耐荷力を道 示の耐荷力で無次元化した値 を示す. 各ケースにおいて R. の増大に伴って耐荷力が線形 的に低下している.また, R<sub>t</sub>の値 が同じでも腐食範囲, 断面腐食領 域によって低下の度合いに差が 生じており,特に上フランジの腐 食ケースの耐力低下が小さい.ま た,下限値は,以下の線形式で表 すことができる.この式は,最大 板厚欠損率 R,が判れば、道示に よる健全部材の耐荷力から残存 耐荷力を推定できることを意味 する.

 $P/P_u = 1.074 - 0.011R_t (R_t < 50\%)$  (2)

5. まとめ

今回の解析の結果,最大でスパン中央部全断面腐食タイプの腐食範囲 300mm のケースにおいて健全時から半分 以下まで耐荷力が低下した.また,腐食範囲が 50mm のケースにおいて,柱端腐食タイプは断面内の腐食タイプ に関わらず耐荷力の低下があまり見られなかった.

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) 笠野, 依田: 米国ミネアポリス I-35W 橋の崩壊メカニズムと格点部の損傷評価, 土木学会論文集 A, Vol.66, No.2, pp.312-323, 2010, 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: 厳しい腐食環境課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7:c-iタイプ, dx=300mm

