トラス橋の格点部を含めたパネルの終局強度に関する研究

日本車輌製造㈱	正会員	田山〇	忠信	名古屋工業大学	フェロー会員	後藤	芳顯
日本車輌製造㈱		王	慶云	名古屋工業大学	正会員	海老澤	健正
岐阜工業高等専門学校	正会員	水野	剛規	愛知工業大学	正会員	嶋口	儀之

1.はじめに:米国ミネソタ州のI-35W橋の崩壊は, 格点部ガセットプレートの板厚が不足していたこ とが主原因であったと報告されている.現在のトラ ス橋の格点部は,ガセットプレートを用いて部材を 高力ボルトで接合する構造が一般的である.この場 合,部材の両端には曲げモーメントによる二次応力 が生じる.さらに,下弦材や斜材等の部材が破断す ると破断部材近傍の部材端曲げモーメントが大き

くなり,格点における設計での許容値をはるかに超える部材力が格点部 に作用し,格点部が損傷する可能性もある.したがって,部材破断後の トラス橋全体のリダンダンシーを評価する場合は¹⁾,部材のみならず格 点部の降伏や局部座屈を適切に考慮し解析に反映する必要がある.過去 には,実物大のトラス格点部の供試体を用いてガセットプレートの局部 座屈強度および終局強度に関する貴重な実験も行われている²⁾が,格点 部の損傷挙動は格点に接合された部材の挙動に影響されるため,格点部 に連結した部材も含めた供試体による実験を行うことが望ましい.

本研究では、実在する橋梁格点部を含む部分パネルの 1/5 の縮小供試 体の載荷実験を行い、終局状態でのトラス橋格点部と接合部材の相互作 用ついて考察した.また、部分パネルの載荷実験結果とシェル要素を用

いた FE 解析結果とを比較することでリダンダンシー解析に用いる適切な格点部と部材のモデル化について検討 した.

2. 実験概要:供試体は図1に示す実在する支間60mの単純上路トラス橋の上弦材,下弦材,斜材および鉛直材からなる部分1パネル(S=1/5)を組み込んだ単純はりであり,これに鉛直荷重を1点載荷することで,実際のパネルに作用する曲げモーメントとせん断力を再現する(図2).部分パネルのトラス部材について,箱断面部材については角パイプ,H断面部材については溶接集成材とし,各部材の断面諸元は相似比S=1/5に基づき断面積比がほぼ同じになるように設定した(表1).ただし,部材には既成品の形鋼を用いたため,板厚は相似比を完全には満足していない.供試体の橋軸方向の支点条件は南側を可動,北側を固定とした.橋軸直角方向の供試体の横倒れ防



キーワード:トラス橋,リダンダンシー,ガセットプレート,局部座屈 連絡先:〒456-8691 名古屋市熱田区三本松町1番1号 日本車輌製造(株)TEL 052-882-3314

図1対象実物大橋梁諸元
部の
格去
高
点
部
点
前側:可動支点

写真1 実験状況



止は,荷重載荷点近傍 での拘束治具と,南側 支点の支持架台を橋軸 直角方向に幅を広げる ことにより行った. 3.実験結果:荷重載荷 点の荷重と鉛直変位の

点の荷重と鉛直変位の 関係を図 5 に示す.荷 重が 200kN を超えたあ たりで,引張部材とな る左側の斜材と右側の 下弦材のボルト摩擦接 合面の滑りにより荷重

					衣「	11以則による試験	平町 田 市	又上			
実橋				試験体(※:ミルシート記載数値)							
		断面(mm)		Ao (mm²)	断面:A		降伏※	引張※	伸びッ		
					角パイプ	(mm²)	縮尺率	σ y (N/mm ²)	σ N (N/mm ²	14 O % (%)	
上弦材	Box	600 450 370	×	16 28 25	41050	□ 150×80×4.5	1937	0. 0472	427	486	30
下弦材	Box	370 370 450	×	19 22 19	30750	□ 80×80×4.5	1307	0. 0425	416	485	31
斜材 R	Box	338 368	×	14 11	17560	□ 80×80×2.3	701	0. 0400	357	439	33
斜材L	Η	360 324	×	16 12	15408	H 80×80×2.3	541	0. 0351	332	457	39
鉛直	Н	320 340	×	14 9	10600	H 80×80×2.3	541	0.0510	332	457	39
ガセット	PL	t	o=19)		t=3.2		0. 168	303	449	41

下面

上面

平均

0.3

が低下したが、ボルトの支圧により荷重が増加した.その後、図 3に示すように、ガセット縁から面外方向に変形が進展し、ガセ ットの局部座屈と圧縮斜材両端の局部座屈で170kN程度に低下 した.最終的には下弦材南側端部のボルト接合部のひずみ集中 で破断した.このときの接合部を除いた下弦材の伸びは最大で 0.3%(軸ひずみ:0.15%)と非常に小さな値であった(図4).な お、材料としての角パイプの伸びは31%である.

4. 解析: 実験の解析には非線形汎用ソフト ABAQUS を用いる. 解析モデルは,実験を再現させるために図2に示した供試体を 忠実にシェル要素 (SR4) で離散化する. 材料構成則は,実際の 供試体の降伏強度を基にバイリニア移動硬化則(2次勾配 E /100)とする. ガセットと各部材の結合はボルト位置で剛結合 とし,部材とガセットの接合面には接触バネ要素を導入した.

250

200

50

0.1

0.2

^{ひずみ(%)} 図4 下弦材着目点:荷重-ひずみ関係

(N

框 100

-0.1

解析結果として図5には載荷 荷重と供試体の鉛直変位の関 係を,図6には下弦材破断時 のガッセット部分の変形状態 を実験結果と比較して示す. いずれも,解析と実験はほぼ 一致していることを確認でき る.

5. まとめ: 終局状態でのトラ ス橋格点部と接合部材の相互

作用を検討するため約 1/5 のトラス橋の部分パネルを組み込んだはりの載 荷実験を行った.実験では格点部では引張材が降伏するとボルト接合部に すべりが生じ部分パネルは最大荷重に到達した.最大荷重到達後,最終的 には下弦材がボルトの支圧によるひずみ集中で引張り破断した.このため, 接合部を除く下弦材の破断までの伸びは非常に小さく,エネルギーの吸収 は期待できない.また,シェル要素による FE 解析で格点を含むトラスパ ネルの終局挙動が比較的精度よく解析できることを確認した.

参考文献:1)後藤他,トラスの部材破断時の衝撃と非弾性挙動を考慮したエネルギーに よるリダンダンシー評価,土木学会論文集 A1, Vol.71, No.3, 367-386, 2015.2)Kazuyoshi Yamamoto, et.al.: Buckling Strengths of Gusseted Truss Joints, Journal of Structural Engineering ASCE, Vol.114, No.3, March, 1988.

なお,研究の一部は科学研究費(基盤研究(A)16H02359代表:後藤芳顯)援助を受けた.



図3 パネルの変形状況



図5 載荷位置の荷重-変位関係



図6ガセットの変形比較(実験・解析)

-1058-