

局所荷重を受ける腹板の崩壊機構と最終強度

長野県 正員 ○矢花久則
 信州大学工学部 正員 清水茂
 信州大学工学部 正員 吉田俊彌

1. まえがき

局所荷重を受ける桁の耐荷力については、いくつかの研究がなされている。Roberts, Rockeyらは、いくつかの実験結果をもとに、局所荷重を受ける腹板の理想化された崩壊形式を提案した。

一方著者らは、局所荷重を受ける桁についての一連の実験を行った。その実験においては、Rockeyらによって提案されている崩壊形式とは異なる腹板の残留面外変形が観察された(2,3)。

そこで本報告では、著者らが先に行った実験結果にもとづいて、新たに局所荷重を受ける腹板パネルの崩壊形式を提案する。また、この新たな崩壊形式を用いた、桁の耐荷力算定の手順を示す。ついで、この手順を用いて算定された耐荷力と、実験結果との比較を行い、若干の考察を述べる。

2. 崩壊形式の提示

図-1は、文献(2,3)で行われた実験において観察された、局所荷重を受ける腹板の典型的な面外変形を示したものである。この実験結果から崩壊形式は図-2のように理想化される。この崩壊機構は、腹板に互い平行な2本の塑性線を想定している。また、上側の塑性線と上フランジに囲まれた腹板パネルは、腹板に対して直角であると想定されている。上フランジ上には、4つの塑性ヒンジがある。

Rockeyらにより提案されている崩壊形式と、今回提案した崩壊形式とでは、腹板上塑性線の数及び塑性線と上フランジとの交わる位置、上フランジ上の塑性ヒンジの位置等が異なっている。

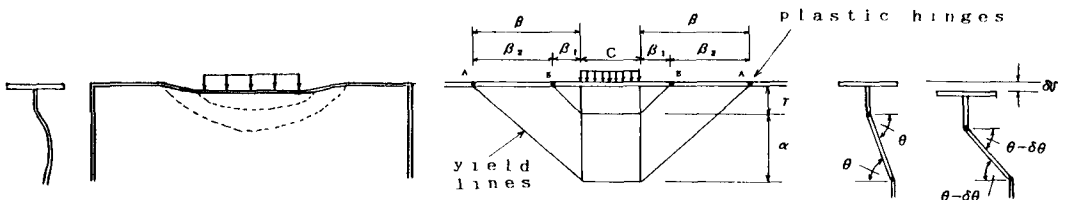


図-1 観察された崩壊後の残留変形

図-2 提案された崩壊機構

3. 耐荷力推定式

局所荷重を受ける桁の耐荷力 P_u は、Rockeyらによって示されている手順を修正して求めることができる。

図-2で示した崩壊機構において、仮想仕事の原理を用いて、耐荷力 P_u は、

$$P_u = \frac{4 M_f}{\beta_2} + \frac{2 M_w (c + 2 \beta_1 + 2 \beta_2 - \eta)}{\alpha \cos \theta}$$

と表せる。 β_2 は、 P_u を最小にする値として

$$\beta_2 = \{M_f \alpha \cos \theta / M_w\}^{\frac{1}{2}}$$

で与えられる。また、 β_1 は図-2より $\beta_1 / \beta_2 = r / \alpha$ なる関係から求めることができる。 η は、腹板の面内降伏に伴う塑性線の補正長で、

$$\eta = \frac{2 (2 \beta_1 + 2 \beta_2 + c)}{2 M_w t_w \alpha \cos \theta}$$

である。耐荷力 P_u は、 α 、 r を与えることで以上の式を用いて推定することができる。なお、 α 、 r は文献

(2,3)に示されている実験結果から経験的に求められる。ここで、 M_f , M_{wp} は、それぞれフランジ、ウェブの全塑性モーメントを、 α_w はウェブの降伏応力を、 c は荷重の作用幅を表している。

4. 適用例と考察

本算定式を、文献(2,3)で用いられている実験モデルのいくつかについて、適用する。

表-1は、それぞれ本算定式、及びRockeyらにより提案された推定式を用いて得られた耐荷力 P_u 、及び実験結果をまとめたものである。なお、耐荷力 P_u を求めるうえで必要なデータ等は、各実験モデルごとに表-2にまとめている。なお表-1、表-2で用いられているモデル名は、文献(2)で用いられたものと同様である。表-1より以下のことがわかる。

- I) 本算定式と実験結果 P_{ex} との比 P_u/P_{ex} は、一般に0.96から1.03の間にある。しかし一部のモデルでは、他のモデルより小さめの比を持っている。
- II) Rockyらの式を用いて得られる耐荷力は、文献(2)の実験結果に対して、一部のモデルを除いて一般的に小さい。

以上の事柄より、本算定式もまたRockeyらの式とともに実際への適用が可能であるといえる。一方Rockeyらの式により得られた結果は、実験結果との差がやや大きいようである。

表-1 提案された算定式の適用例との比較

モデル名	本算定式 (kN)	Rockey (kN)	実験値 (kN)
AL-1	(0.986) 328.0	(1.079) 359.2	332.8
AL-2	(0.880) 313.0	(0.995) 354.1	355.6
AS-1	(1.034) 365.0	(0.784) 276.8	353.0
AS-2	(0.747) 358.7	(0.784) 359.2	480.0
BL-1	(0.962) 264.0	(1.066) 292.6	274.4
BL-2	(1.008) 355.0	(0.760) 267.6	352.0
BL-2C	(1.000) 326.0	(0.853) 278.3	326.0

表-2 実験モデルの諸元

	α (mm)	r (mm)	Young's Modulus (GPa)	σ (GPa)	Web Panel (mm)			Flange (mm)		Horizontal Stiffener		Vertical Stiffener	
					a	h	t	$2b_f$	t_f	b	t	b	t
AL-1	100	80	202.5	319.0	1000	1000	6	300	9	80	6	100	6
AL-2	140	70	204.5	320.5	1000	1000	6	300	9	80	6	100	6
AS-1	90	80	215.0	320.0	1000	1000	6	300	9	80	6	100	6
AS-2	125	80	209.0	325.5	1000	1000	6	300	9	80	6	100	6
BL-1	90	20	205.0	340.0	600	1000	6	300	9	80	6	100	6
BL-2	100	45	221.0	405.0	600	1000	6	300	9	80	6	100	6
BL-2C	120	30	218.0	365.0	600	1000	6	300	9	80	6	100	6

5. まとめ

著者らは、局所荷重を受ける桁の新たな崩壊機構を提案し、その崩壊機構を用いて耐荷力推定式を誘導した。本算定式は、従来研究、実験がなされていた荷重幅より広い幅で荷重を受ける桁について有効であるといえよう。

最後に本研究に際しては、横河工事(株)の関係各位に多大なる協力を頂いた。ここに謝意を表します。

参考文献

- 1) Roberts T.M.,Rockey K.C., "A Mechanism Solutions for Predicting the Collapse loads of Slender Plate Girders when subjected to In-plane Patch Loading .," Proc.ICE.Parts2,1979
- 2) S.Shimizu,S.Yoshida,H.Okuhara., "An Experimental Study on Patch-Loaded Web Plates.", pp85~pp94 ECCS colloquium on Stability of Plate and Shell Structures.,Ghent University, April 1987
- 3) 顯川一之, 奥原秀敏, 吉田俊弥, 清水茂., "鋼桁送り出し架設における送り出し装置上の腹板の強度について" 横河橋梁技報 No.16 pp61~73 1987/1