

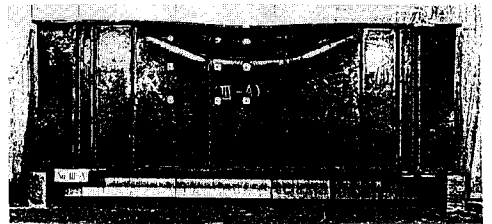
I-109

補剛材付腹板を有する桁の局所荷重下での耐荷力算定法

神戸製鋼所 正員 滝 本 哲四郎
 岐阜大学 正員 森 脇 良 一

1. まえがき 著者らはこれまで、桁が局所的な荷重をうける場合の座屈強度および耐荷力に関し、実験と解析を実施し、その都度報告^{1)~3)}してきた。昨年の年次学術講演会においては、補剛材付腹板を有する桁の局所荷重載荷実験の結果について報告⁴⁾した。本報告では、補剛材付腹板を有する桁の局所荷重下における耐荷力の算定法について著者らが考案した方法を紹介するとともに、本算定法をもちいた計算値と実験値とを比較した結果の概要について述べる。

2. 算定法 Phot.1は昨年報告した実験桁のうち代表的なものを示している。このような補剛材付腹板を有する桁の局所荷重下における腹板の座屈強度および桁の耐荷力（以下、補剛材付腹板は腹板と表現し、「局所荷重下の」という表現は省略する）を算定する方法として以下のように考えた。



Phot.1 Collapse View of III-A

2. 1 腹板の座屈強度 腹板の座屈強度は、①腹板

全体パネルの座屈強度、②補剛材で囲まれる部分パネルの座屈強度のうちの小さい方の値で与えられるものとする。①と②の複合した座屈強度も想定可能であるが、単純化の為に本報告では扱わない。

①に関しての具体的な算定法は、補剛材付腹板を、面外曲げ剛性が等価な無補剛腹板に置換する方法でおこなう。このときの板厚の換算は、腹板の縦断面と横断面について個別に換算板厚を算出し、それらの相乗平均をもって最終の換算板厚 t_e とする。無補剛板に置換されると、従来の方法¹⁾で座屈係数 K_p が求められる。

$$\text{腹板弾性座屈応力度 } \sigma_{pcr} \text{ は } \sigma_{pcr} = K_p \cdot \frac{E \pi^2}{12(1-\nu^2)} \left(\frac{t_e}{d} \right)^2 \cdot \frac{t_e \cdot C_o}{A_c} \quad (1)$$

で求められる。ここに、 E は縦弾性定数、 ν はポアソン比、 d は腹板高さ、 C_o は腹板上縁の局所荷重の受圧幅、 A_c は受圧幅に含まれる垂直補剛材と腹板母材の断面積でいわれる実際の受圧面積である。

σ_{pcr} が、腹板材料の降伏点 σ_{yw} の0.8倍を超える場合は、文献1)の方法で弾塑性座屈応力度 $\bar{\sigma}_{pcr}$ を求める。最終的に全体パネルの座屈強度 P_w は $P_w = A_c \cdot \text{Min} \{ \sigma_{pcr}, \bar{\sigma}_{pcr} \}$ で、求められる。

②に関しての具体的な算定法は、補剛材で分割される各パネル毎に座屈荷重を求める。この時、応力の分布は、Fig.1の例に示すごとく、45°の拡がりを持つように分散していくと仮定し、各パネル毎の上縁載荷幅を決定する。個々のパネルの座屈荷重は文献1)に従って求められる。ただし、Fig.1の上部パネルの様に下縁の応力が零でないものについては、零としての座屈係数 K_{po} を次式で補正する。

$$K_p = K_{po} / (1 + \phi) \quad (2)$$

ただし、 K_{po} を算出するための文献1)の中の式(6)中の A は次式に変更するものとする。

$$A = 4 - 0.52 \left(\frac{1-\phi}{1+\phi} \right)^2 \quad (3)$$

ここに、 ϕ は下縁応力の上縁応力に対する比である。

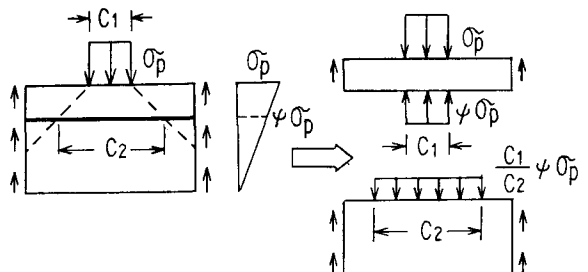


Fig.1 Idea of Sub Panel Buckling

2. 2 桁の耐荷力 桁の耐荷力についても Fig.2 (a)に示すように、①垂直補剛材を越えて腹板の塑性関節線が形成される場合の耐荷力と、Fig.2 (b)に示すように②垂直補剛材を越えることなく腹板の塑性関節線が形成される場合の耐荷力の2つのを求めて、その小さい方の値を計算上の耐荷力とする。

関節線が垂直補剛材を越えて形成すると仮定した場合の耐荷力は、補剛材付腹板を塑性モーメントが等価な無補剛板に置換する方法でおこなう。換算は、垂直補剛材を横ぎる断面についておこなうものとし、換算板厚が求まれば、従来の方法³⁾によって、耐荷力 P_u は下式で求められる。

$$P_u = P_{cr} + P_w + P_f \quad (4)$$

ここに、 P_{cr} は腹板の座屈強度で、前節で求められるものである。 P_w は腹板の座屈後強度 P_f はフランジの塑性強度である。

3. 計算値と実験値との比較および考察

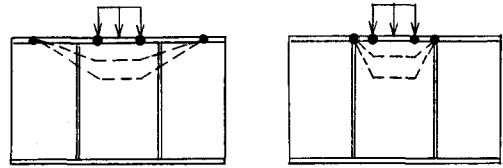
2. で説明した算定法を昨年報告した実験桁に適用して求めた座屈強度と座屈形態、耐荷力と崩壊形態を、実験結果のそれと比較したものをまとめて、Table 1 に示す。

腹板の座屈に関しては、座屈形態は実験のそれにはば一致するものの強度については、実験値 ($P - \delta^2$ 法) のそれに対し、ⅢとⅣのシリーズが相当低目の値となっている。耐荷力に関しては、崩壊の形態と耐荷力値の両方で、複雑な構造の割には比較的良く一致しているのではないかと思う。

ただし、本表の計算は曲げとせん断の影響は考慮していないものである。

4. あとがき 補剛材付腹板を有する桁の耐荷力に関するひとつの算定法を紹介し、実験値と算定値との比較の概要を述べた。座屈強度の算定では隣接パネルの影響を考慮する必要があるし、耐荷力が大の時は曲げモーメントとせん断力の影響を無視しえないものと考えられ、今後さらにこの方面での検討を重ねていきたい。

● : Plastic hinge ---- : Plastic hinge line



(a) Over Stiffeners (b) Between Stiffeners

Fig.2 Models of Collapse

Table 1 Comparison of Calculation Values with Experimental ones

T.P.No		I - A	II - A	II - B	III - A	III - B	IV - A	IV - B
Experiment	Pu* (ton)	55.0	59.0	59.0	78.0	101.0	76.0	90.0
	Mode	ALL	U.P	U.P	ALL	ALL	U.ALL	U.ALL
Experiment	Pcr* (ton)	10.0	6.0	12.0	38.0	47.0	44.0	63.0
	Mode	ALL	ALL	L.P	ALL	C.P	ALL	C.U.P
Calculation	Pu ^c (ton)	46.4	55.3	58.3	64.9	112.6	69.7	107.3
	Mode	ALL	U.P	U.P	ALL	ALL	U.ALL	U.ALL
Calculation	Pcr ^c (ton)	7.3	16.4	19.4	19.0	26.3	24.0	24.0
	Mode	ALL	ALL	L.P	ALL	C.P	C.U.P	C.U.P
Calculation	Pw ^c (ton)	23.4	23.2	23.2	21.7	41.2	21.5	43.0
	Pf ^c (ton)	15.7	15.7	15.7	24.2	45.1	24.2	42.3
Pu*/Pu ^c		1.185	1.067	1.012	1.202	0.897	1.090	0.839
Pcr*/Pcr ^c		1.370	0.366	0.619	2.000	1.787	1.833	2.625
Statistic Value of Pu*/Pu ^c								
Mean: X=1.042 Deviation: σ=0.127								
Mode Remarks : ALL=ALL Panel								
U.P=Upper Panel L.P=Lower Panel								
C.P=Center Panel C.U.P.=Center Upper Panel								

〈参考文献〉

- 1) 森脇・滝本・三村；「局所荷重を受ける桁の耐荷力」土木学会論文報告集第339号、P69～P77、1983
- 2) 三村・滝本・森脇；「局所荷重を受ける桁の載荷実験」土木学会年次学術講演会概要集、1982
- 3) 滝本・森脇；「局所荷重を受ける耐荷力—載荷幅が広い場合—」、同上、1984
- 4) 滝本・今川・森脇；「補剛材付腹板を有する桁の局所荷重載荷実験」、同上、1987