

I-85 局所荷重を受ける桁の耐荷力

— 曲げモーメントおよびせん断力を含めた複合荷重下でのパラメータ的考察 —

(株) 神戸製鋼所 正員 滝本哲郎
岐阜大学 正員 森脇 良一

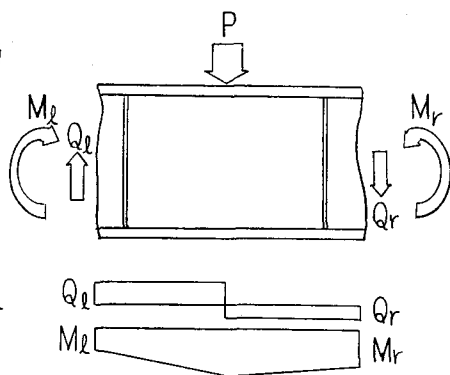
1. まえがき 桁に局所荷重が作用する場合、現実には局所荷重そのものの以外に 曲げモーメントやせん断力が複合的に作用する。著者らはこれまで、局所荷重下の座屈強度や耐荷力に関していくつかの報告^{1)~3)}を行ってきた。局所荷重と曲げモーメントとせん断力が複合的に作用する場合の耐荷力については、昨年報告したが、評価の方法についていくつかの議論の余地を残していた。今回の報告は この実をさらに追究した結果について報告するとともに、桁の寸法パラメータを種々変化させて 複合荷重下での耐荷力特性を検討した結果について報告するものである。

2. 複合荷重下における耐荷力 複合荷重下の桁の耐荷力評価式として 著者らは次式を提案した。

$$\left(\frac{P}{P_u}\right)^l + \left(\frac{M}{M_u}\right)^m + \left(\frac{Q}{Q_u}\right)^n = 1 \quad \text{----- (1)}$$

ここに、 P_u, M_u, Q_u は局所荷重、曲げモーメント、せん断力が、それぞれ単独に作用するときの桁の耐荷力である。

P, M, Q は 右図・1 に示すような 対象パネルに関する最大の作用力を示すものと考え、この作用力が 式(1) を満足する時に桁が崩壊するとした。



式(1)の左辺分母の M_u, Q_u および指数 l, m, n について、総 図・1 複合荷重下の桁の作用力
数 102 体の実験結果と解析結果との比 P_u^E/P_u^C を標本としての統

計量を比較した結果を下表・1 に示す。表・1 において $l=m=n=2$ かつ M_u を桁のフランジ降伏モーメント ($=Z \cdot \sigma_f$)、 Q_u を腹板の塑性せん断力 ($=A_w \sigma_w / \sqrt{3}$) のケースは、局所荷重が支配的であることを前提として昨年提案したものである。しかしながら、局所荷重が支配的とは限らないより一般的な作用力の組合せを考える目的で、今回は M_u, Q_u に関し 比較的簡明な Basler の理論式を用いた。ただし、 $M_u \leq Z \cdot \sigma_f, Q_u \leq A_w \sigma_w / \sqrt{3}$ とした。実験桁の寸法および載荷条件は 局所荷重が支配的となるべく選ばれているものが多い。これは、他の外力の影響をなるべく排除して、局所荷重による崩壊現象を捉える目的で行なわれたものが殆んどであるからしかたがない。その意味で 複合荷重下の耐荷力計算値と比較検討するには 若干いびつな実験結果群と比較していることになるかも知れないが、表・1 の結果をみる限りにおいては、 M_u, Q_u として Basler 理論値を採用した場合 $l=2, m=$

表・1 実験結果との比較統計量

$n=4$ と仮定した計算結果が、標準偏差・変動とも最も小さく実験結果をよく推定している。 $l=m=n=2$ の場合は平均値の点で、 $l=m=n=4$ の場合は標準偏差・変動の点で 推定精度が若干劣る結果となっている。

	$(l, m, n) =$ $(M_u, Q_u) =$	(2, 2, 2)			
		(Z·σ _f , A _w σ _w /√3)			
ref. 1) N = 11	$\bar{X}$	1.085	1.172	1.013	1.053
	σ_n	0.072	0.071	0.079	0.063
	$\sigma_n / \bar{X}$	0.066	0.061	0.078	0.060
ref. 1), 2) N = 102	$\bar{X}$	1.046	1.088	1.008	1.018
	σ_n	0.097	0.109	0.093	0.092
	$\sigma_n / \bar{X}$	0.093	0.100	0.092	0.091

$\bar{X}$; Mean, σ_n ; Standard deviation

3. 複合荷重下の桁耐荷力のパラメータ分析

複合荷重下の桁の耐荷力が、桁の設計寸法によってどのように変化するかを調べる目的で、数値計算を行った。図.2に示すような標準桁を考へて、この桁を基準として

- ① フランジの断面寸法 (ただし $b_f/t_f = 300/24$)
- ② 載荷幅
- ③ 垂直補剛材間隔
- ④ 腹板板厚

を変化させた種々の桁について、式(1)による耐荷力 P_u の値を計算した。式(1)に於て、 $l=m=n=4$ 、 M_u と Q_u はBaslerの理論値を採用したときの結果を図.3～図.5に示す。

図中○印は、標準桁のプロットポイントを示す。板厚寸法の影響については図示していないが、各図中に、 $t_w = 6\text{ mm}$ 、 12 mm 、 18 mm 、 24 mm の曲線を描くことで代替した。

フランジ断面の増大、載荷幅の増大、垂直補剛材間隔の減少、腹板板厚の増大により、桁の耐荷性能は増大するが、増大の傾向は必ずしも一様ではなく、支配される崩壊モードにより複雑な変動を示す結果となっている。この要因としては、理論背景となっている実験結果が載荷幅÷垂直補剛材間隔 (Ostapenko⁵⁾) や載荷幅が比較的狭小なもの (他の殆んどの実験) となっており、その中間的なものの実験がないか少ないため、崩壊モードの理論的把握が完全でないためとも考えられる。その意味から、今後このような曖昧さの残されている領域での実験的な挙動把握が重要と思われる。

4. あとがき 本報告では、局所荷重と曲げモーメントおよびせん断力が複合して作用する場合の桁耐荷力に関して、提案した相関式上の指数および、単独荷重下の強度限界について、実験結果と解析結果との数値計算上の比較結果と複

合荷重下の桁の耐荷力に与える設計パラメータの影響について計算した結果について報告した。相関式では指数は崩壊モードの類似度と深いつながりをもつが、この点についての力学的考察が今後必要と考える。なお、桁の耐荷力パラメータについては、講演当日他のパラメータである材料の降伏点・桁のスパン長さなどの影響についても報告する予定である。

$L = 6000$.	$t_f = 24$.	$\sigma_f = 24$.
$a = 1200$.	$b_f = 300$.	$\sigma_w = 24$.
$c_o = 300$.	$t_w = 12$.	
$d = 1200$.		

Unit kg-mm-sec

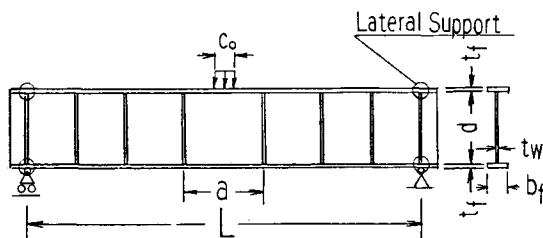


図.2 標準桁の寸法および力学的諸元

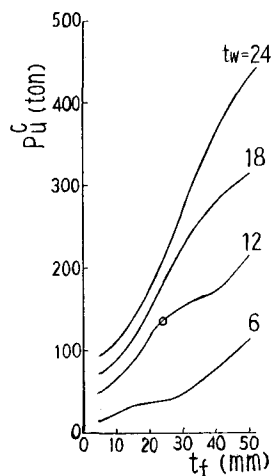


図.3 フランジ断面の影響

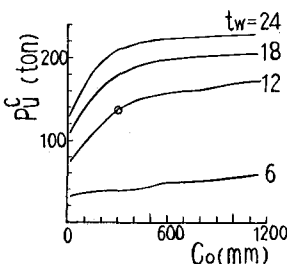


図.4 載荷幅の影響

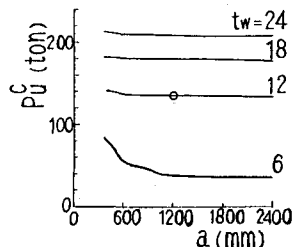


図.5 垂直補剛材間隔の影響

<文献> 1) 森脇 滝本三村; 「局所荷重を受ける桁の耐荷力」 — 載荷幅が広い場合の崩壊モデルと曲げモーメントおよびせん断力の影響 — ; 才39回年次学術講演会概集, 1984年

2) 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, 才339号, 1983年

3) 森脇 滝本三村; 「局所荷重を受ける腹板の座屈解析」, 才35回年次学術講演会概集, 1980年

4) K. Basler; "Strength of Plate Girders under Combined Bending and Shear", Proc. of ASCE, 1961

5) T.W. Bossert, A. Ostapenko; "Buckling and Ultimate Loads for Plate Girder Web Plate under Edge Loading", Fritz Eng. Lab. Report No. 319.1, 1967