

曲げとせん断を受ける曲線桁腹板の耐力に関する相関曲線について

大阪市立大学 工学部 正員 中井 博 (株)川崎重工 技研 正員 大南 亮一
 大阪市立大学 工学部 正員 北田 俊行 大阪市立大学 工学部 学生員 高橋 達郎

1. まえがき

本研究は、曲げとせん断を同時に受ける4体の曲線桁模型による耐力実験を行い、アスペクト比と水平補剛材剛度を变化させた場合の腹板の座屈、あるいは桁の終局強度特性について考察した。つぎに、これまでに得られた一連の実験的研究成果(曲げ、せん断、および曲げとせん断の組合せ耐力実験)を総合し、終局強度に対する曲げとせん断の相関曲線を求めた。

2. 実験結果と考察

今回は、とくに腹板のアスペクト比が $\alpha=1.0$ の場合と、水平補剛材剛比 γ_H が $\gamma_H/\gamma_H^*=1.0$ (γ_H^* は示方書の必要最小剛比)の場合に着目し、実験を行った。実験に用いた供試体の諸元などを表1に示す。この表中、実験パネルに作用する曲げモーメント M とせん断力 V との比、 $C^*=(V/V_p)/(M/M_p)$ は、後述する曲げとせん断の相関曲線が求め易いように、0.85あるいは1.65とした。ここに、 V_p 、 M_p はそれぞれ全塑性せん断力、全塑性モーメントである。実験結果については、前回の実験結果¹⁾($\alpha=0.5$,あるいは、 $\gamma_H/\gamma_H^*=5.0$ の実験桁)と対比して示す。図1は、 $\alpha=1.0$ と5.0の腹板の面外たわみと荷重の関係を示したものである。

表1. 実験桁の諸元と曲げとせん断の比

実験桁 No.	曲半径 R(m)	腹板高 h _w (mm)	補剛材 間隔 a(mm)	アスペクト比 a/h _w	腹板厚 t _w (mm)	剛比 h _w /t _w	曲げとせん断の比 C [*]	水平補剛材剛比 γ_H/γ_H^*
1	10	800	800	1.0	4.5	178	0.85	—
2	10	800	800	1.0	4.5	178	1.65	—
3	10	800	400	0.5	3.2	250	0.85	1.0
4	10	800	400	0.5	3.2	250	1.65	1.0

$\alpha=1.0$ の桁では、終局強度 V_u/V_p が、 $\alpha=0.5$ の桁と比べ、約13%低下している。したがって、腹板の座荷重が低い桁では、終局強度も低下することがわかる。 $\gamma_H/\gamma_H^*=1.0$ と5.0の剛比を有する水平補剛材の中央におけるひずみ履歴を図2に示す。いずれの場合も水平補剛材は、腹板の面外方向に変形しているが、桁の終局強度に達するまで座屈することにはなかった。したがって、両者の終局強度にもほとんど差異が見られなかった。

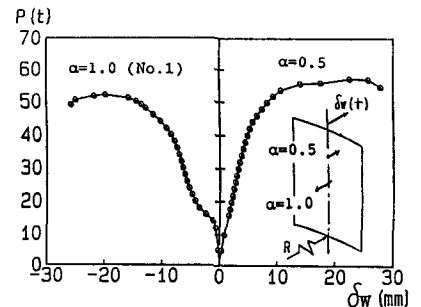


図1. 腹板の面外たわみと荷重の関係

3. 終局強度の実験式

1) 終局せん断力 V_u の実験式 図3は、本研究で行ったせん断耐力実験結果とCulver²⁾らによる同様な実験結果を無次元化表示するため、縦・横軸をそれぞれ V_u/V_p 、 $\sqrt{t_{yw}/t_{cr}}$ にとってプロットしたものである。ここに t_{yw} は腹板の降伏せん断応力、 t_{cr} はそのせん断座屈応力である。

これらの実験結果から最小自乗法により求めた終局せん断力 V_u/V_p の実験式は、次式によって表わすことができる。

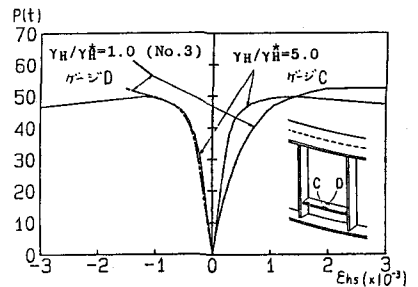


図2. 水平補剛材の荷重ひずみ曲線

Hiroshi NAKAI, Toshiyuki KITADA, Ryōichi OHMINAMI, Tatsuro TAKAHASHI

$$\left. \begin{aligned} V_E/V_p &= 0.55/\sqrt{t_{gu}/t_{cr}} + 0.34, \text{ (水平補剛材なし)} \\ V_E/V_p &= 0.27/\sqrt{t_{gu}/t_{cr}} + 0.68, \text{ (水平補剛材あり)} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

2) 終局曲げモーメント M_u の実験式 図4は、縦軸に M_u/M_a (フランジのそり応力と横倒れ座屈の安定性から得られる抵抗モーメント) で無次元化した終局曲げモーメント M_u/M_a 、横軸に $\alpha L/bf$ (ここに、 α は中心角 $(=L/R)$ 、 L は供試体長、 R は曲率半径、 bf はフランジ幅) をとり、本実験結果のほか、曲線工桁の横倒れ座屈に関する中井、事口の実験結果をプロットしたものである。同図から、供試体の諸元が異なるにもかかわらず、 M_u/M_a はほぼ直線上にあることがわかる。同様に、最小自乗法によってこの終局曲げモーメント M_u/M_a の実験式を求めれば、次式が得られる。

$$M_u/M_a = 1.92 + 0.36 \alpha L/bf \quad (2)$$

4. 相関曲線

これまでに行ったすべての曲線桁の耐荷力実験結果(31体)を $V_u/V_p - M_u/M_a$ 図上にプロットしたものを図5に示す。同図から、 $\alpha=0.5$ に比べ、 $\alpha=1.0$ の桁では、終局強度が大きく低下することがわかる。つぎに、式(1)、(2)に示した実験式から得られる終局強度 V_E 、 M_E で無次元化した $V_u/V_E - M_u/M_E$ 相関曲線図に実験結果を整理すると、すべての実験データのバラツキを小さく表わすことができた(図6参照)。同図には、実験値から最小自乗法により求めた曲線桁の曲げとせん断に関する相関曲線を示す。すなわち、

$$\left. \begin{aligned} V_u/V_E &= 1.0, & (C > 1.46) \\ V_u/V_E &= 1.44 - 0.62 M_u/M_E, & (0.80 \leq C \leq 1.46) \\ M_u/M_E &= 1.0, & (0.80 < C) \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

この相関曲線による耐荷力の推定値と実験値との誤差は、危険側で5%、安全側で15%以内であり、比較的精度の良い結果が得られた。

5. まとめ

本研究は、曲線桁の終局強度に関する曲げとせん断の実験式に基づいた相関曲線を提案したものである。このような提案によれば、曲線桁橋の耐荷力に基づいたより合理的な設計が可能になると考える。

参考文献 1) 中井也, 昭和58年度関西支部年講 I-35

2) Mozer, J and C. Culver, Carnegie-Mellon Univ. NOPI, September 1970

3) H. Nakai and H. Kotoguchi, PROCEEDINGS OF JSCE No. 339, November 1983

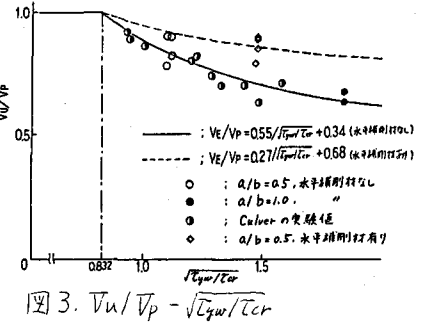


図3. $V_u/V_p - \sqrt{t_{gu}/t_{cr}}$

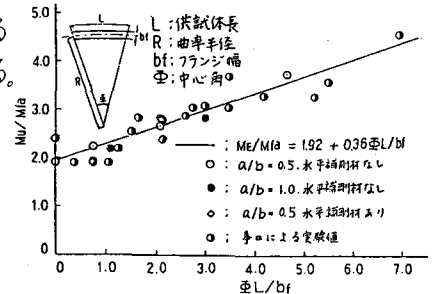


図4. $M_u/M_a - \alpha L/bf$

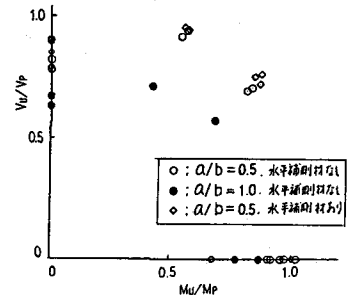


図5. $V_u/V_p - M_u/M_p$ 相関図

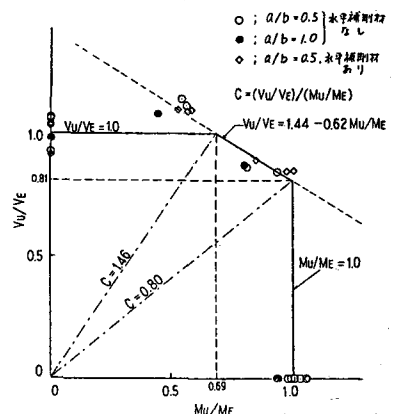


図6. 相関曲線