

関西大学工学部 正会員 三上市 蔵
舞鶴工業高等専門学校 〇正会員 武田 入郎

1. まえがき 現行の道路橋示方書¹⁾のプレートガーダー腹板設計法は、板パネルの座屈強度を基本とし、座屈安全率の評価により復座屈強度を考慮している。最近のBS5400²⁾が限界状態設計法に基づいて定められているように、各国とも次第にその方向に改められつつある。ここでは、プレートガーダー多補剛腹板の限界状態設計法の一試案を示す。この試案において、現行示方書の規定が断面決定の上から好ましい手順を有していることを考え、この手順を基本的に残す。また、現行示方書は水平補剛材が2段までの場合について規定しているが、現実には多数の補剛材を有する腹板が使用されていることを考え、多補剛の場合に一般的に適用できる形にする。すなわち、補剛材には限界状態においても変形しないような充分な剛度を与え、限界状態の板パネルの強度を照査する。

2. 設計手順 現行示方書と試案の設計手順の概略を示す。ただし、変更点には水印をつけてある。



1) 垂直補剛材を有する腹板の幅厚比 現行示方書の間隔で補剛された腹板を直交異方性板としてとらえることができるので³⁾、垂直補剛材間を直交異方性板(水平・垂直方向曲げ剛度 D_x, D_y)とみなし⁴⁾、 $a/b = (2/3)\sqrt{D_x/D_y}$ 、 $n = 30(a/b)$ 、 $n = 1, 2, 7$ の場合の標準的な水平補剛材配置に対して D_x/D_y を求め、近似式を作ると $D_x/D_y = 157n$ となる。ただし、 n = 水平補剛材本数、 D = 主板剛度である。一方、直交異方性板の曲げ座屈応力は $\sigma_{cr}^e = K_{cr}\pi^2\sqrt{D_x \cdot D_y}/b^2t$ (ただし、 $K_{cr} = 23.9$) であるから、 $n = 2$ 、降伏応力 $\sigma_Y = 2400 \text{ kg/cm}^2$ 、 $b/t = 310$ に対して σ_{cr}^e/σ_Y の値を求め、一般式を誘導すると

$$\frac{b}{t} = 8.8\sqrt{n}\sqrt{\frac{E}{\sigma_Y}}$$

となる。ただし、 E = ヤング係数である。

なお、 $n = 0$ に対してはつぎの式を用いる。

$$\frac{b}{t} = 5.1\sqrt{\frac{E}{\sigma_Y}}$$

2) 水平補剛材間隔 b_1 弾性有限変位解析に基づき文献5)の式を採用し、各パネルにおける終局強度 σ_{uet} が作用応力に対して1.7の安全率をもつようにする。

$$\sigma_0 \leq \sigma_{uet}/1.7$$

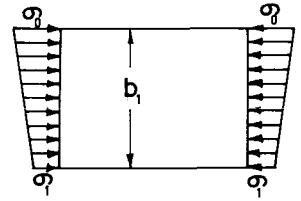
ただし、 $\sigma_{uet} = \sqrt{\sigma_{cr} \cdot \sigma_Y} \left[(1+0.1\varphi) - (0.22+0.05\varphi) \sqrt{\sigma_{cr}/\sigma_Y} \right]$

$$\sigma_{cr} = k_{\sigma} \pi^2 E t^2 / 12(1-\nu^2) b_1^2$$

$$0 \leq \varphi \leq 1.0 \text{ のとき } k_{\sigma} = 8.4 / (2.1 - \varphi)$$

$$1 < \varphi \leq 2.0 \text{ のとき } k_{\sigma} = 10\varphi^2 - 13.736\varphi + 11.372$$

$$\varphi = (\sigma_0 - \sigma_1) / \sigma_0, \quad \nu = \text{ポアソン比である。}$$



3) 垂直補剛材間隔 a 各パネルのせん断強度 τ_{uet} は文献6)に基づいて、次式で求める。

$$\frac{\tau_{cr}}{\tau_Y} < 1: \quad \tau_{uet} = \tau_{cr} + \frac{\sigma_0}{2\sqrt{1+(a/b_1)^2}}$$

$$\frac{\tau_{cr}}{\tau_Y} \geq 1: \quad \tau_{uet} = \tau_Y$$

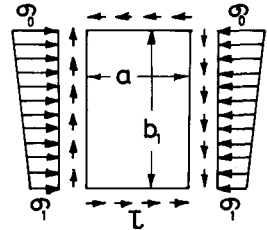
ただし、 $\tau_Y = \sigma_Y / \sqrt{3}$,

$$\sigma_0 = \left[\sqrt{1 + (C-1) \left(\frac{\tau_{cr}}{\tau_Y} \right)^2} - C \frac{\tau_{cr}}{\tau_Y} \right] \sigma_Y, \quad C = \frac{\sqrt{3}(a/b_1)}{1 + (a/b_1)^2}$$

$$\tau_{cr} = k_{\tau} \pi^2 E t^2 / 12(1-\nu^2) b_1^2$$

$$a/b_1 \geq 1 \text{ のとき } k_{\tau} = 5.34 + 4.00(b_1/a)^2$$

$$a/b_1 < 1 \text{ のとき } k_{\tau} = 4.00 + 5.34(b_1/a)^2$$



垂直補剛材間隔 a は、次式を満足するように定める。

$$\frac{2-\varphi}{2} \left(\frac{\sigma_0}{\sigma_{uet}} \right) + \frac{\varphi}{2} \left(\frac{\sigma_0}{\sigma_{uet}} \right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_{uet}} \right)^2 \leq \left(\frac{1}{1.7} \right)^2$$

4) 水平補剛材所要剛度 板パネルの終局強度を確保するため、文献7),8)などの結果を参考にし、水平補剛材所要剛度を現行示方書の4倍にする。

$$I = b h^3 \delta_n / 11, \quad \delta_n = 120(a/b)$$

5) 垂直補剛材所要剛度 水平補剛材と同様に、文献9)などを参考にし、垂直補剛材所要剛度を現行の4倍にする。

$$I = b h^3 \delta_n / 11, \quad \delta_n = 32(b/a)^2$$

3. おまけ 詳細な数値的検討は講演会当日にゆずる。なお、本研究には、昭和57年度文部省科研費総合研究A(代表者 西野文雄)の補助を受けた。

- 1) 道路橋示方書・同解説：日本道路協会，(昭55)
- 2) Draft BS5400: Steel, Concrete and Composite Bridges, Part 3: Code of Practice for Design of Steel Bridges, British Standard Institution, London, (1979)
- 3) Mikami, I. et al.: A test on ultimate strength of multi-stiffened plate girders in bending, Technology Reports of Kansai Univ., No. 22, pp. 149~161, (1981)
- 4) 三上・武田・大谷：多数の補剛材を有するプレートガダーの曲げ強度算定法，橋梁と基礎，Vol. 17, No. 1, (1983)
- 5) Usami, T.: Post-buckling of plates in compression and bending, Journal of the Structural Division, ASCE, Vol. 108, No. ST3, (1982)
- 6) Cooper, P.B.: Strength of longitudinally stiffened plate girders, Journal of the Structural Division, ASCE, Vol. 93, No. ST2, (1967)
- 7) Massonet, Ch.: Stability Considerations in the Design of Plate Girders, Proc. ASCE, Vol. 86 (1960)
- 8) 長谷川・西野・奥村：水平補剛材を有するプレートガダーの曲げ耐力実験，土木学会論文報告集，第234号，(1975)
- 9) 長谷川・西野・奥村：水平補剛材を有するプレートガダーのせん断耐力実験，土木学会論文報告集，第235号，(1975)