

プレートガーダ補剛材の配置と剛度の検討

関西大学工学部 正会員 三上市藏
 関西大学大学院 学生員 ○木村泰三
 (株)池田銀行 正会員 藤原嘉彦

1. まえがき 現在、プレートガーダ補剛材の配置および剛度に関しては、道路橋示方書¹⁾ (以下、道示と称す) がその規準を定めているが、近年、鋼構造物の限界状態設計法のための研究^{2) 3)} がなされている。しかし、その情報は少ないようである。ここでは、文献 4) に基づいて補剛材の配置と剛度について検討した結果について報告する。

2. 補剛材の配置 水平補剛材の配置は、図-1 に示す腹板の単一パネルが曲げ・圧縮 (引張り) ・せん断の組み合わせ応力を受ける場合の終局強度に基づいて決定することができる。単一パネルの終局強度は図-2 に示す曲げ・圧縮・せん断を受ける場合は圧縮強度式 (2)⁴⁾、曲げ強度式 (3)⁴⁾ を用いて、相関式 (1)⁵⁾ より求める。また、曲げ・引張りを受ける場合は応力分配 ϕ_i に対する座屈係数 k_i を使って、相関式 (1) において $\phi_i = -1$ を用いて終局強度を求める。

$$\frac{1+\phi_i}{2} \frac{\sigma_i}{\sigma_{ult.c}} + \left(\frac{1-\phi_i}{2} \frac{\sigma_i}{\sigma_{ult.b}} \right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_{ult}} \right)^2 = 1 \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \sigma_{ult.c} / \sigma_{yw} &= 1 & : \lambda \leq 0.526 \\ &= (0.526 / \lambda)^{0.7} & : 0.526 < \lambda \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \sigma_{ult.b} / \sigma_{yw} &= 1 & : \lambda \leq 1.21 \\ &= (1.21 / \lambda)^{0.42} & : 1.21 < \lambda \end{aligned} \quad (3)$$

ここに、

$$\lambda = \frac{b_i}{t_w} \left(\frac{\sigma_{yw}}{E} \frac{12(1-\nu)}{\pi^2 k_i} \right)^{1/2}$$

$$\begin{aligned} k_i &= 4 & : \phi_i = 1 \\ &= 23.9 & : \phi_i = -1 \\ &= 23.9 \{ (1-\phi_i) / 2 \}^2 & : -7 \leq \phi_i \leq -1 \end{aligned}$$

E: ヤング率, ν : ポアソン比, σ_i : 最大圧縮縁応力, τ : せん断応力, $\sigma_{ult.c}$: 終局圧縮強度, $\sigma_{ult.b}$: 終局曲げ強度, τ_{ult} : 終局せん断強度, σ_{yw} : 腹板の降伏応力, B: 腹板高さ, t_w : 腹板厚さ, b_i : 単一パネル i の高さである。

相関式 (1) より $\tau = 0$ の場合、単一パネルの終局強度が圧縮縁において、 $\sigma = \sigma_{yw}$ に達するような取り付け位置 η の限界値をプレートガーダの応力分配 $\phi = -1.4, -1.0, -0.8$ の場合について求めた。このうち、 $\phi = -1.0$ についての限界取り付け位置 η と限界幅厚比 $\zeta = (B/t_w) (\sigma_{yw}/E)^{1/2}$ との関係を図-3、表-1 に示す。また、

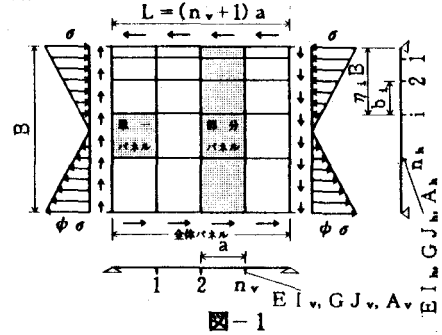


図-1

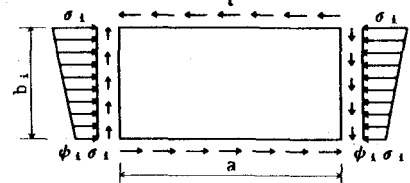


図-2

表-1

本数	0	1	2	3	4
限界幅厚比 ζ	5.61	10.96	16.14	21.23	26.14
取り付け位置 η	—	0.105	0.069	0.051	0.041
	—	—	0.156	0.112	0.088
	—	—	—	0.190	0.142
	—	—	—	—	0.213

道示の限界値 ζ との比較を表-2に示す。

3. 補剛材の剛度 水平補剛材1本の場合、その剛度は単一パネルと部分パネルの終局曲げ・圧縮強度が等しくなる値 γ_h を必要剛度とし、道示の必要剛度 $\gamma_{h,n}$ との比 γ_h^* を用いて求める。

$$\gamma_h^* = \gamma_h / \gamma_{h,n}, \quad \gamma_{h,n} = 30\alpha \quad (4)$$

ただし、 $\alpha = a/B$ 、 a ：垂直補剛材間隔である。

表-2より、道示の $\zeta = 8.65$ における $\alpha = 0.5, 0.75, 1.0$ の場合による剛比 γ_h^* を求めた。この剛比 γ_h^* と取り付け位置 η との関係を図-4に示す。また、 η の変化による腹板の終局曲げ・圧縮強度 $\sigma_{ult,w} / \sigma_{yw}$ も図示する。

垂直補剛材の剛度は水平、垂直補剛材をそれぞれ1本有する場合、部分パネルと全体パネルの終局曲げ・圧縮強度が等しくなる値 γ_v を必要剛度とし、道示の必要剛度 $\gamma_{v,n}$ との比 γ_v^* を用いて求める。

$$\gamma_v^* = \gamma_v / \gamma_{v,n}, \quad \gamma_{v,n} = 8(1/\alpha)^2 \quad (5)$$

道示の $\zeta = 8.65$ における $\gamma_h^* = 0.5, 1.0, 3.0, 5.0$ の場合による剛比 γ_v^* を求めた。取り付け位置 $\eta = 0.1$ の場合、剛比 γ_v^* と縦横比 α との関係を図-5に示す。また、 α の変化による腹板の終局曲げ・圧縮強度 $\sigma_{ult,w} / \sigma_{yw}$ も図示した。

4. 検討 補剛材の配置については、道示の限界幅厚比 $\zeta = 5.05$ より薄い腹板でも水平補剛材が省略できる。剛度については、 $\zeta = 8.65$ の場合、水平補剛材剛比 γ_h^* は道示の必要剛度 $\gamma_{h,n}$ では小さすぎると思われ、 $5\gamma_{h,n}$ 以上必要であるとする。また、垂直補剛材剛比 γ_v^* は道示の必要剛度 $\gamma_{v,n}$ 以上あれば十分であると思われる。これは、垂直補剛材剛比 γ_v^* が水平補剛材剛比 γ_h^* の影響を受けているためと思われる。

文献 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説、Ⅱ鋼橋編丸善、昭和55年2月。2) 三上：座屈設計ガイドライン、9章、土木学会編、1987。3) 三上・出口：土木学会論文集、土木学会、No.398/1-10、1988.10。4) 三上・木村・山里：構造工学論文集、土木学会、Vol.35A、1989.3。5) Dudas, P., and Gehri, E.: Behaviour and Design of Steel Plated Structures, 1986。

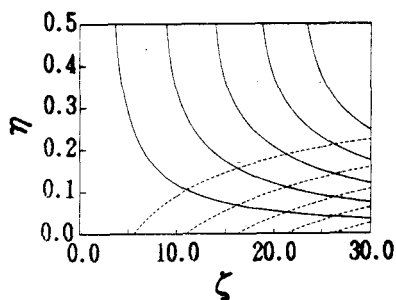


図-3

表-2

水平補剛材本数	限界幅厚比 ζ の上限値	
	道示の値	検討値
0	5.05	5.61
1	8.65	10.96
2	12.10	16.14
3	—	21.23
4	—	26.14

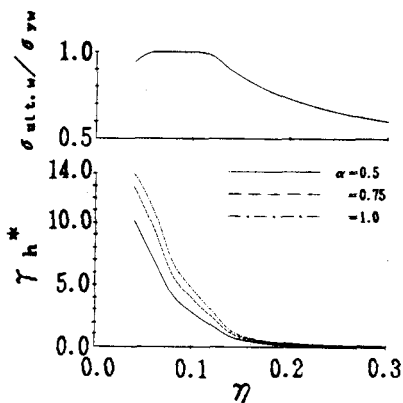


図-4

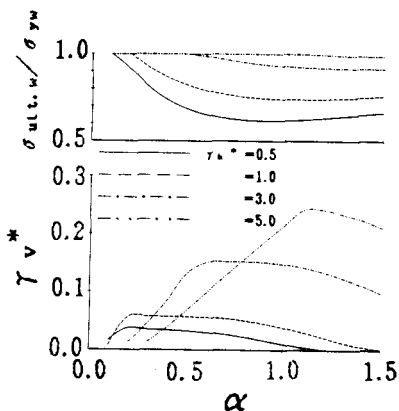


図-5