

現行道路橋示方書に準拠した非対称プレートガーダー腹板の設計法

関西大学工学部 正会員 三上 市蔵
 関西大学大学院 学生員 〇松村 一保

1. まえがき 現行道路橋示方書¹⁾(以下、道示と呼ぶ)のプレートガーダー腹板の設計法は、2軸対称断面を対象としている。実際には、上下フランジの断面が異なるなど、いわゆる非対称プレートガーダーが多く用いられる。ここでは、道示の考え方に準拠しながら、鉛直軸に関して対称であるが、水平中立軸に関して非対称な断面を有するプレートガーダーの腹板幅厚比、水平・垂直補剛材の配置と剛度を決定する方法を提案する。

2. 設計法 図-1 (a) に示す非対称プレートガーダーのかわりに、図-1 (b) に示す純曲げを受ける仮想腹板を考える。

(1) 腹板の幅厚比 道示 8.4 に腹板の最小厚が規定されているが、この規定を準用するものとし、上下両フランジの純間隔 B の値として次のものを用いる。

$$b_c \leq B/2 \text{ のとき } B$$

$$b_c > B/2 \text{ のとき } 2b_c$$

ここに、 b_c は中立軸と圧縮フランジの距離 $= B/(1-\psi)$ 、 $\psi = \sigma_2/\sigma_1$ 、 σ_1 σ_2 とも圧縮を正にとる。

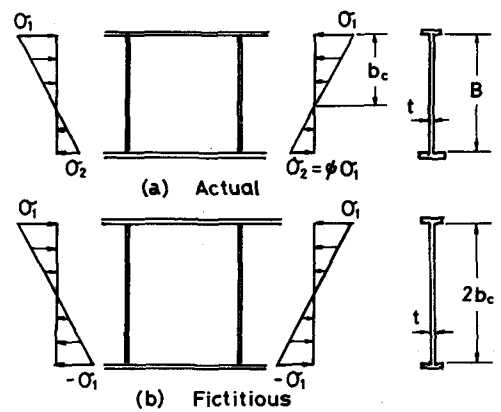


図-1

腹板の圧縮領域が引張領域より広い場合は、圧縮領域の2倍の腹板幅を考え、逆の場合は安全側を取って腹板幅そのままを用いるものとした。この考えは、AASHTO示方書²⁾と同一である。

道示では、腹板最小幅厚比は主として曲げ座屈に基づいて定められているが、 $b_c \geq B/2$ の場合について上記の案を検討する。図-1 (a) に示す曲げと圧縮を受ける腹板の座屈応力 σ_{cr} と図-1 (b) に示す曲げを受ける仮想腹板の座屈応力 σ'_{cr} とは、次のように表わされる。

$$\sigma_{cr} = k_1 \frac{\pi^2 E}{12(1-\mu^2)} \left(\frac{t}{B}\right)^2 \quad (1)$$

$$\sigma'_{cr} = k'_1 \frac{\pi^2 E}{12(1-\mu^2)} \left(\frac{t}{2b_c}\right)^2 = \bar{k}_1 \frac{\pi^2 E}{12(1-\mu^2)} \left(\frac{t}{B}\right)^2 \quad (2)$$

ここに、 $\bar{k}_1 = k'_1(1-\psi)^2/4$ 、 E はヤング率、 μ はポアソン比、 t は腹板厚である。

式(1)の代りに式(2)を用いて座屈応力を計算するのであるが、

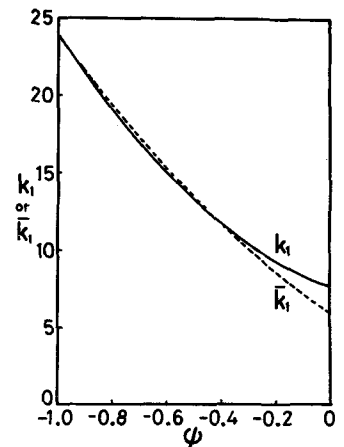


図-2

Ichizou MIKAMI and Kazuyasu MATSUMURA

その場合 $\sigma_{cr} \geq \sigma_{cr}$, すなわち $k_1 \geq \bar{k}_1$ であれば安全側になる。図-2は、水平補剛材がない場合について $k_1 = 10\phi^2 - 6.264\phi + 7.636$ と $\bar{k}_1 = 23.9(1-\phi)^2/4$ を比較したものである。図-3は、水平補剛材1段を圧縮縁から b_1 の位置に設けた場合の k_1 と $\bar{k}_1$ を種々の b_1 と ϕ の値に対して文献3)4)から求めて比較したものである。図中の縦線は(4)で定める水平補剛材位置である。 k_1 と $\bar{k}_1$ の比較の詳細は発表当日にゆずる。

(2) 垂直補剛材の配置 道示 8.5.1 (1)には垂直補剛材を省略できる条件が規定されているが、腹板が曲げと圧縮を受ける場合 ($-1 \leq \phi \leq 0$)、腹板の幅厚比が次式を満たせば垂直補剛材を省略できる。

$$\frac{1}{b} \sqrt{\frac{\sigma_1}{E}} \leq -0.13\phi^2 - 0.33\phi + 2.14 \quad (3)$$

垂直補剛材の間隔は、道示と同様に 中立軸に最も近い圧縮領域の水平補剛材と引張フランジで囲まれるパネルの曲げ・圧縮・せん断座屈または曲げ・せん断座屈に基づいて決定することにする。すなわち、垂直補剛材間隔 a は次式を満足するように決定する。

$$\frac{1+\phi}{2} \left(\frac{b}{100t} \right)^2 \frac{\sigma_1}{152k_g} + \left(\frac{b}{100t} \right)^4 \left\{ \frac{1-\phi}{2} \left(\frac{\sigma_1}{152k_g} \right)^2 + \left(\frac{\tau}{152k_c} \right)^2 \right\} \leq 1 \quad (4)$$

ここに、 σ_1 はパネルの圧縮縁応力、 σ_2 は腹板の引張縁応力、 τ は腹板のせん断応力、 $\phi = \sigma_2 / \sigma_1$ 、 b はパネルの幅、

$$\left. \begin{aligned} k_g &= 10\phi^2 - 6.264\phi + 7.636 & : -1 < \phi \leq 0 \\ &= 23.9 & : \phi \leq -1 \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

$$\left. \begin{aligned} k_c &= 5.34 + 4.00(b/a)^2 & : a/b > 1 \\ &= 4.00 + 5.34(b/a)^2 & : a/b \leq 1 \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

で、 $\phi \leq -1$ の場合は $\phi = -1$ とする。

(3) 垂直補剛材の剛度 変更なし。

(4) 水平補剛材の位置 取付け位置は、圧縮縁から1段の場合は $0.4 b_c$ 付近、2段の場合は $0.28 b_c$ と $0.72 b_c$ 付近とする。

(5) 水平補剛材の剛度 必要剛比を次のように定める。

$$\gamma_{H.req} = 30(a/2b_c) \quad (7)$$

図-4に水平補剛材2段、 $\phi = -0.75$ の場合の最小剛比と縦横比の関係を点線で示す。実線は式(7)の値を示す。なお、発表当日に詳細な計算結果を述べる。

3. まとめ 非対称プレートガージ-腹板に対して、圧縮領域の2倍の幅をもち、純曲げを受ける仮想腹板を考え、道示に準拠する設計法を示した。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説，1980。
- 2) AASHTO：Standard Specification for Highway Bridges, 12th ed., 1977。
- 3) Klöppel, K. und Scheer, J. : Beulwerte Ausgesteifter Rechteckplatten, Bd. 1, Wilhelm Ernst & Sohn, 1960。
- 4) Klöppel, K. und Möller, M. : Beulwerte Ausgesteifter Rechteckplatten, Bd. 2, Wilhelm Ernst & Sohn, 1968。

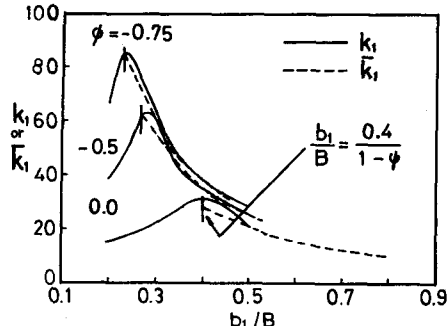


図-3

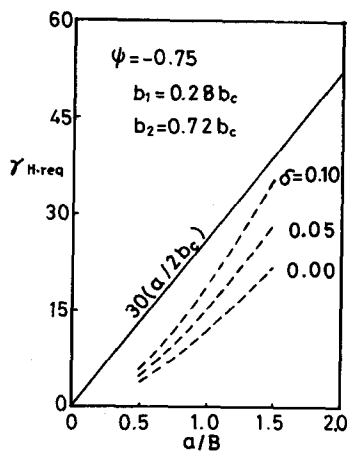


図-4