

I - A187

荷重の移動性を考慮した鋼桁ウェブの応力範囲

大阪大学工学部 正会員 大倉 一郎
 駒井鉄工株式会社 正会員 石川 敏之

1. はじめに

プレートガーダー橋の主桁ウェブには、曲げ応力とせん断応力が同時に生じる。着目位置を荷重が通過すると、せん断応力の生じる方向が逆転する。したがって着目位置を荷重が通過すると、最大応力の発生方向が変化する。本研究では、曲げ応力の引張領域の主桁ウェブの任意点および、疲労亀裂に対してストップホールを設けた場合、ストップホール縁の応力範囲の算定方法を示す。

2. 最大応力

図-1 に示すように、主桁ウェブの任意点に曲げ応力とせん断応力が作用する場合、最大主応力とそれが生じる方向はそれぞれ次式で与えられる。

$$\sigma_{\max} = (\sigma + \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2})/2 \quad (1), \quad \theta_0 = \{\tan^{-1}(2\tau/\sigma)\}/2 \quad (2)$$

図-2 に示すように、曲げ応力とせん断応力が作用する円孔の縁に生じる円周方向の応力 σ_θ は次式で与えられる。

$$\sigma_\theta = (1 - 2\cos 2\theta)\sigma - (4\sin 2\theta)\tau \quad (3)$$

この式の最大値とこれを与える角度がそれぞれ次式で与えられる。

$$\sigma_{\max} = \sigma + 2\sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} \quad (4), \quad \theta_0 = \{\tan^{-1}(2\tau/\sigma) - \pi\}/2 \quad (5)$$

亀裂の存在を等価楕円の概念で近似すると、ストップホール縁に生じる最大応力が次式で与えられる。

$$\sigma_{\max} = \frac{1 + 2\sqrt{a/\rho}}{3} (\sigma + 2\sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2}) \quad (6)$$

3. 応力範囲

図-3 に示すような、移動荷重 P を受ける単純桁について考える。着目位置は $0 \leq c \leq l/2$ にある。桁の中立軸から任意点までの距離を y とする。ストップホールについては中立軸から下のストップホールの下端までの距離を y とする。

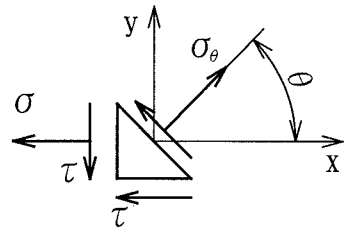


図-1 任意点の応力状態

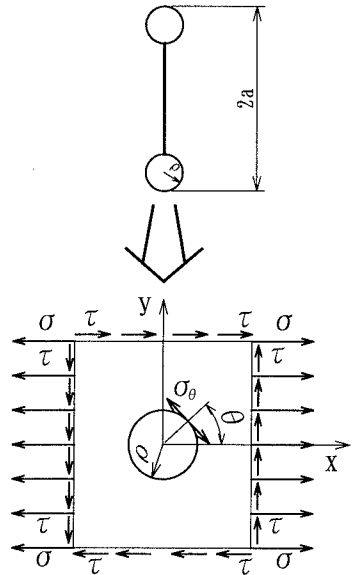


図-2 ストップホール

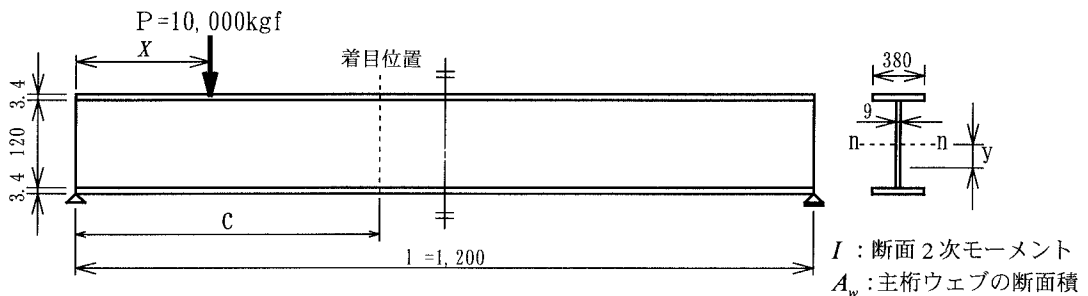


図-3 移動荷重を受ける単純桁

疲労、鋼桁、移動荷重、ストップホール、応力範囲

〒565-0871 吹田市山田丘 2-1 TEL 06-879-7620 FAX 06-879-7621

荷重が $0 \leq x \leq c$ にある場合、着目位置で、曲げ応力の引張領域の任意点に生じる最大応力の方向は次式で与えられる。

$$\theta_{0,1} = \frac{1}{2} \tan^{-1} \left\{ \frac{2I}{A_w y(l-c)} \right\} \quad (7)$$

荷重が $c \leq x \leq l$ にある場合、着目点に生じる最大応力の方向は次式で与えられる。

$$\theta_{0,2} = -\frac{1}{2} \tan^{-1} \left(\frac{2I}{A_w y c} \right) \quad (8)$$

着目点の $\theta_{0,1}$ の方向の応力を $\sigma_{x,1}$ 、 $\theta_{0,2}$ の方向の応力を $\sigma_{x,2}$ で表す。両者の影響線を図-4 に示す。これは $y = 40 \text{ cm}$ に対するものである。有限要素解析の結果も同図に示してある。荷重が着目位置の付近に存在するとき、構造力学による値が有限要素解析値を上回っている。 $\sigma_{x,2}$ の最大値は $\sigma_{x,1}$ の最大値より大きい。したがって移動荷重を受ける鋼桁ウェブの応力範囲は次式で与えられる。

$$\Delta \sigma_{bs} = \frac{1}{2} \left\{ 1 + \sqrt{1 + 4 \left(\frac{I}{A_w y c} \right)^2} \right\} \Delta \sigma \quad (9)$$

ここに、 $\Delta \sigma$ ：着目位置の曲げ応力範囲

同様にして得られるストップホール縁の $\sigma_{x,1}$ と $\sigma_{x,2}$ の影響線を図-5、6 に示す。ここで、 $y = 50 \text{ cm}$ 、 $\rho = 1.25 \text{ cm}$ である。図-5 は $a = 1.25 \text{ cm}$ （円孔のみ）に対し、図-6 は $a = 10 \text{ cm}$ に対する。ストップホール縁の応力範囲は次式で与えられる。

$$\Delta \sigma_{bs} = \frac{1 + 2\sqrt{a/\rho}}{3} \left\{ 1 + 2 \sqrt{1 + 4 \left(\frac{I}{A_w y c} \right)^2} \right\} \Delta \sigma \quad (10)$$

ここに、 $\Delta \sigma$ ：下のストップホールの下端の曲げ応力範囲

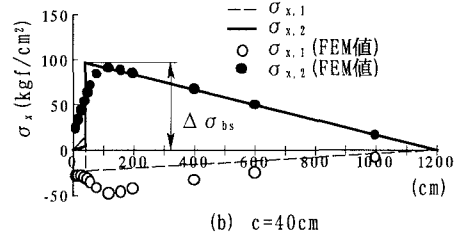
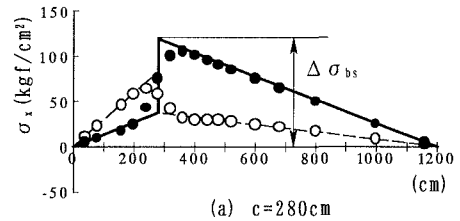


図-4 着目点の $\sigma_{x,1}$ と $\sigma_{x,2}$ の影響線

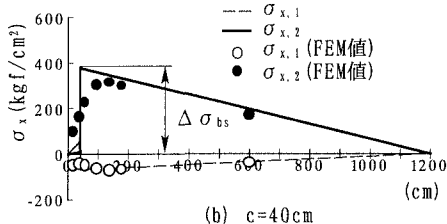
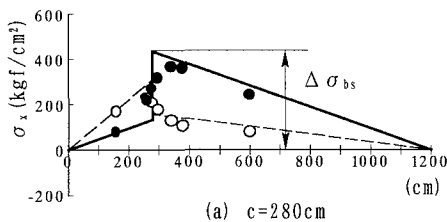


図-5 ストップホール縁の $\sigma_{x,1}$ と $\sigma_{x,2}$ の影響線 ($a = 1.25 \text{ cm}$)

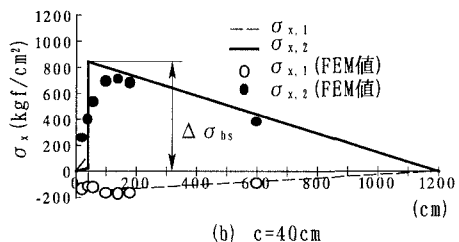
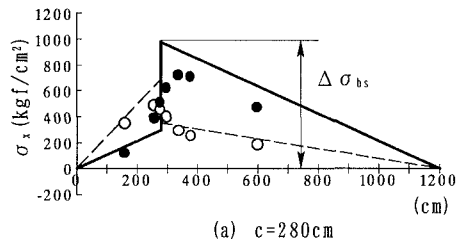


図-6 ストップホール縁の $\sigma_{x,1}$ と $\sigma_{x,2}$ の影響線 ($a = 10 \text{ cm}$)