

3. 限界強度の観点からみた鋼桁垂直補剛材の必要剛度

3.1 垂直補剛材の剛度，鋼種および板厚

(1) 垂直補剛材 1 本の断面二次モーメント I_v は式(3.1)を満足しなければならない。

$$I_v \geq \frac{b \cdot t^3}{11} \cdot \gamma_{v,req} \quad (3.1)$$

ここに，

t : 腹板の板厚 (cm)

b : 腹板の板幅 (cm)

$\gamma_{v,req}$: 垂直補剛材の必要剛比， $\gamma_{v,req} = \frac{(2.15R^2 + 0.327R - 0.762)}{(a/b)^{1.7}}$; (0.2 ≤ α ≤ 1.0)

a : 垂直補剛材の間隔 (cm)

α : 垂直補剛材間パネルの縦横比， a/b

R : 腹板の幅厚比パラメータ， $R = \frac{b}{t} \sqrt{\frac{\sigma_Y \cdot 12(1-\nu^2)}{E \cdot k \cdot \pi^2}}$

σ_Y : 鋼材の降伏応力

E : 鋼材の弾性係数

ν : 鋼材のポアソン比

k : 純せん断を受ける周辺単純支持板の座屈係数，

$$\left. \begin{aligned} k &= 5.34 + 4/(a/b)^2 && ; (a/b \geq 1) \\ k &= 4.0 + 5.34/(a/b)^2 && ; (a/b < 1) \end{aligned} \right\}$$

(2) 垂直補剛材の板厚は，その幅の 1/13 以上としなければならない。

3.2 必要剛度に関する解説

垂直補剛材の剛比は，図 3.1 の解析モデルの純せん断応力状態での終局強度が，図 3.2 の周辺単純支持板の純せん断応力状態での終局強度の 98%を満たすような剛比を求めた。図 3.1 の解析モデルは，プレートガーダーの腹板 2 パネルと垂直補剛材 3 枚を解析領域にとっており，中央の垂直補剛材は腹板のせん断座屈後，左右の腹板の張力場から軸方向の圧縮力を受ける。また，境界条件は垂直補剛材の効果をより明確にするため，垂直補剛材と腹板の接合辺はたわみに対して自由とした。

腹板，垂直補剛材の鋼種として SS400 級を想定した時の解析結果を図 3.3 に示す。凡例の R は腹板の幅厚比パラメータである。この解析結果から，垂直補剛材の必要剛比 $\gamma_{v,req}$ を次式で近似した。

$$\gamma_{v,req} = \frac{(1.43R^2 + 0.218R - 0.508)}{(a/b)^{1.7}} \quad ; (0.2 \leq \alpha \leq 1.0) \quad (3.2)$$

$a/b=0.5$, $a/b=1.0$ における垂直補剛材剛比 γ と解析モデルの終局強度 V_u の関係を図 3.4 に示す. 縦軸は V_u を周辺単純支持板の終局強度 V_{ss} で除して表した. 周辺単純支持板では, 垂直補剛材の断面を考慮していないため, 図 3.1 の解析モデルに比べ斜め張力場が発達しにくく, 垂直補剛材剛比 γ の増加にともなって V_u が V_{ss} を超えて上昇する結果となっている. しかし, 斜め張力によって腹板が降伏する垂直補剛材剛比以上では, 剛比を上げることによる終局強度の増加は起こらないので, ある剛比以上で終局強度は一定値に収斂する. 垂直補剛材の必要剛比はこれを考慮して, 腹板の終局せん断強度が最大値付近になるように与えるものとし, 式(3.2)の値の 1.5 倍の値をとることにした.

垂直補剛材の板厚は, 垂直補剛材の座屈によって桁が崩壊しないために, 垂直補剛材の幅の 1/13 以上とした.

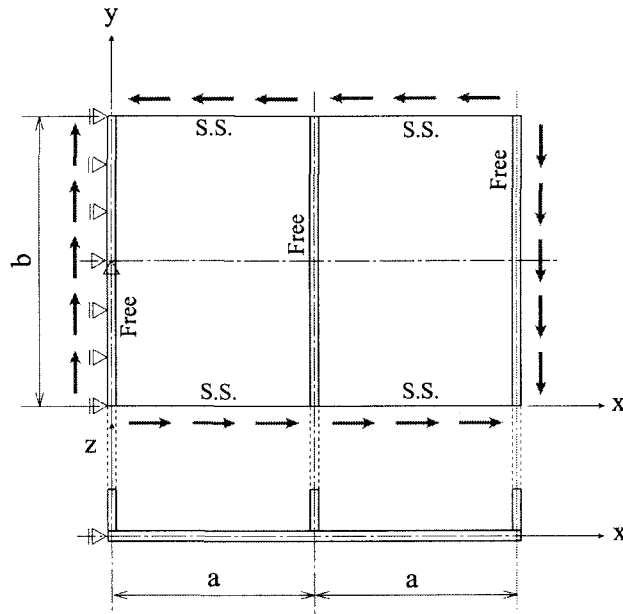


図 3.1 解析モデル

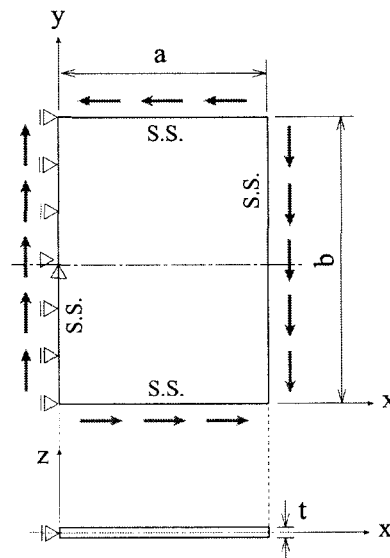


図 3.2 周辺単純支持板モデル

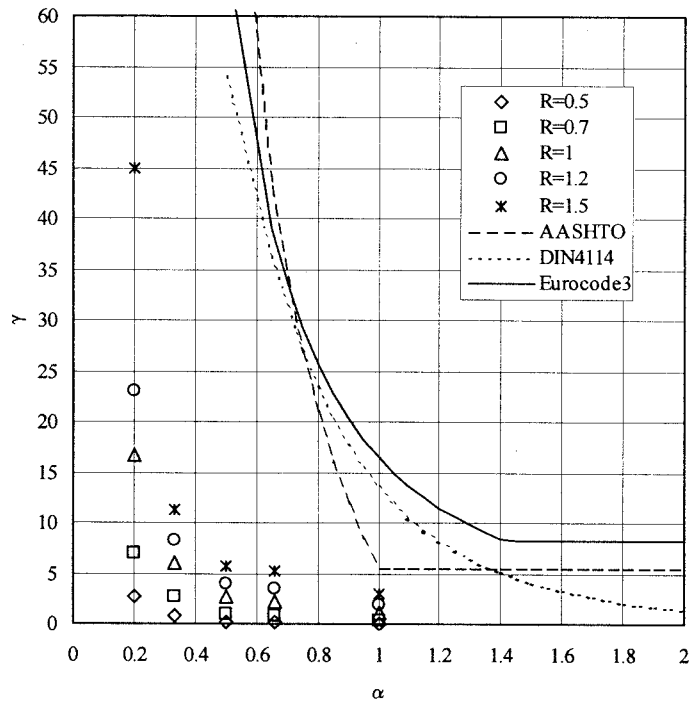


図 3.3 解析結果

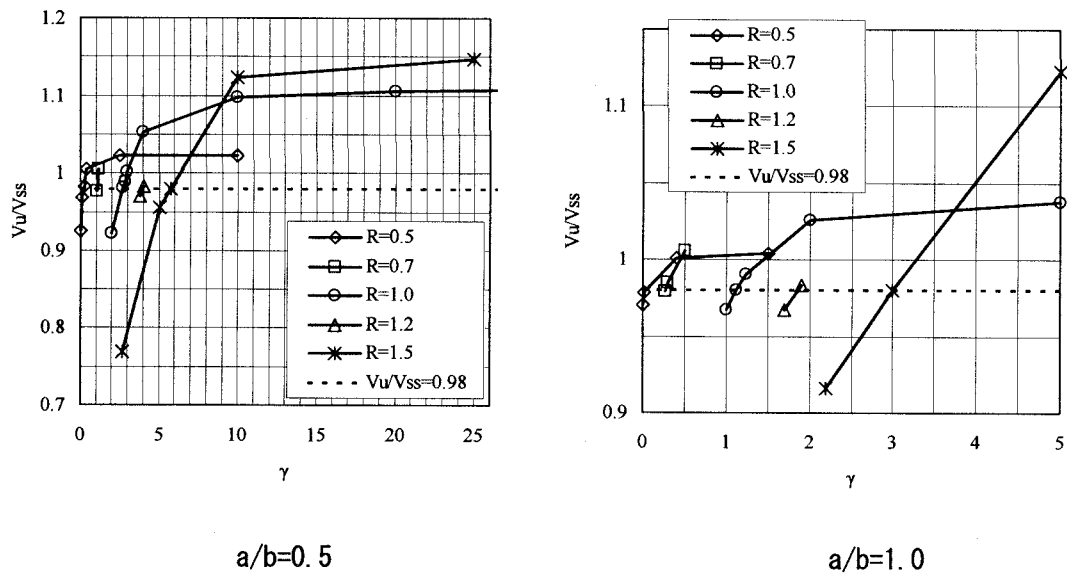


図 3.4 垂直補剛材剛比と終局強度