

I-102 プレートガーダーの腹板の終局強度算定簡易式について

—— 水平補剛材配置と終局強度実用算定式 ——

㈱栗本鐵工所 正会員 青木 武生
日本橋梁㈱ 正会員 遠藤 港
駒井鉄工㈱ 正会員 秋山 寿行

1. まえがき プレートガーダーの限界状態設計の基本となる終局強度の算定法が提案され^{1)~5)}、水平補剛材の最適配置と剛度に関する研究も進められてきている⁶⁾。さらに、水平補剛材1段の場合の配置と剛度について強度特性を検討したが⁷⁾、ここではさらに、水平補剛材なし、1段使用および2段使用の場合について、補剛材の位置と剛度および実用的な腹板の終局強度算定簡易式について提案する。

2. 水平補剛材の位置と剛度 腹板の単一パネルの強度を上げるためには、水平補剛材の位置は現行道路橋示方書（以下道示という）の規定よりもかなり圧縮フランジ側に寄せる必要がある。しかし、そうした場合には部分パネルの強度低下が大きいために、水平補剛材の剛度が道示の規定の5倍程度必要となることがある。

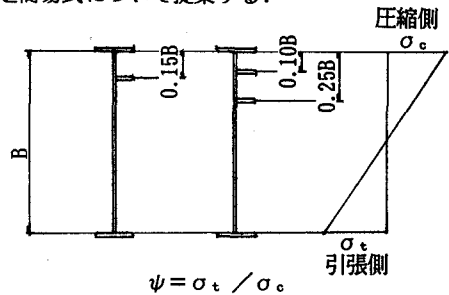


図-1 水平補剛材の位置と応力勾配 ψ

よって、次の条件から水平補剛材の位置を図-1のように決めた。①応力勾配 $\psi = -1$ の場合で、道示の B/t_w の使用範囲において、単一パネルの曲げと圧縮を考慮した強度相関式による値が $0.85\sigma_{yw}$ を下回らない。②水平補剛材の断面が道示の場合よりも極端に大きくなることを避けるため、道示の規定の2倍の剛度とすることとし、 $\psi = -1$ の場合に、その剛度で部分パネルの強度を σ_{yw} 程度までとれる。③1段使用で $\psi = -0.8$ のときでも部分パネルの強度が単一パネルの強度を下回らない（これら部分パネルの強度の検討には垂直補剛材間隔 $a \leq 2.0\text{m}$ の制限を設けた）。④施工性から、水平補剛材が極端に圧縮フランジに近づかない。

この結果、曲げ、圧縮およびせん断を考慮した相関式でも、 $\psi = -1$ で、道示の B/t_w の範囲において、せん断応力が $0.3\tau_{yw}$ までは強度が $0.85\sigma_{yw}$ を下回らない配置となった。

ここに、 B ：腹板高(cm)、 t_w ：腹板厚(cm)、 σ_{yw} ：腹板の降伏強度(kgf/cm²) および τ_{yw} ：腹板の降伏せん断強度(kgf/cm²)である。

3. 腹板の終局曲げ強度算定簡易式 一般のプレートガーダーの断面はほとんど $\psi \leq -0.8$ の範囲にある³⁾。この範囲で単一パネルの座屈が部分パネルの座屈に先行するように水平補剛材配置と剛度を定めたのは、強

表-1 プレートガーダーの腹板の終局曲げ強度算定簡易式

水平補剛材がない場合	水平補剛材1段の場合	水平補剛材2段の場合
$\eta \leq 8150$ のとき $\sigma_{ult} = \sigma_{yw}$	$\eta \leq 9660$ のとき $\sigma_{ult} = \sigma_{yw}$	$\eta \leq 14200$ のとき $\sigma_{ult} = \sigma_{yw}$
$8150 < \eta$ のとき $\sigma_{ult} = 36.6 \cdot \eta^{-0.4} \cdot \sigma_{yw}$	$9660 < \eta$ のとき $\sigma_{ult} = 246 \cdot \eta^{-0.6} \cdot \sigma_{yw}$	$14200 < \eta$ のとき $\sigma_{ult} = 309 \cdot \eta^{-0.6} \cdot \sigma_{yw}$
ここに、 σ_{ult} ：腹板の終局曲げ強度(kgf/cm ²)、 $\eta = (B/t_w) \cdot \sqrt{\sigma_{yw}}$		

度算定式を単一パネルの強度のみに着目した簡単なものにするためである。強度が $\sigma_{yw} \sim 0.80 \sigma_{yw}$ の範囲において基本式³⁾との誤差が少なくなるように係数を求め、 $\psi = -1$ の場合について表-1に示すような簡易式を決めた。この式と基本式との差の例を表-2に示す。

4. 腹板の終局せん断強度算定簡易式 腹板の部分パネルの終局せん断強度は、単一パネルのせん断座屈強度と部分パネルの斜張力強度の和となる³⁾。そこで、部分パネルの強度を約250ケースのプレートガーダー断面について計算をした。計算は、 $B=75 \sim 425 \text{ cm}$ 、 $t_w=0.9 \sim 1.3 \text{ cm}$ 、 $a/B=0.4 \sim 1.4$ の範囲を対象に行った。水平補剛材は、ない場合と図-1に示す1段および2段の配置について計算した。その結果を図-2に示す。

これらの結果に対してすべての値を安全側に評価するような終局せん断強度算定簡易式を次のように決めた。

$$\begin{aligned} \tau_{ult} &= \tau_{yw} & \xi &\leq 1800 \\ &= \{1 - (\xi - 1800)/6250\} \cdot \tau_{yw} & 1800 < \xi \leq 4200 \\ &= (13700/\xi^{1.2}) \cdot \tau_{yw} & 4200 < \xi \end{aligned}$$

ここに、

$\xi = (c/t_w) \cdot \tau_{yw}$, $c = 1 / (1/a)^2 + (1/b)^2$,
bは水平補剛材がないときB, 1段のとき0.85B, 2段のとき0.75Bをとる。この簡易式を図-2に併せて示す。

なお、一般的なプレートガーダーの腹板は、全体パネルの終局せん断強度が部分パネルのそれより下回ることはない。したがって、通常は部分パネルのせん断強度を照査するのみでよい。

5. あとがき プレートガーダーの終局強度算定式を検討し、その実用的な簡易式について述べた。今後はさらに、① B/t_w の制限、②応力勾配 ψ の影響、③ $-0.8 < \psi$ の場合に部分パネルの強度が低下するので、どのような形で対応するか、などについて検討を進める予定である。最後に、ご指導をいただいた三上市蔵関西大学教授をはじめ、関係各位に感謝いたします。

表-2 腹板の強度の基本式と簡易式の差

	腹板高 B (cm)	$\frac{B}{t_w}$	η	σ_{ult} (kgf/cm ²)		
				基本式	簡易式	差
① 水平補剛材なし 材質：SS400 $\sigma_{yw}=2400 \text{ kgf/cm}^2$ $t_w=0.9 \text{ cm}$	140	155.6	7621	2400	2400	0
	160	177.8	8709	2334	2332	2
	180	200.0	9798	2221	2224	-3
② 水平補剛材1段 材質：SM490Y $\sigma_{yw}=3600 \text{ kgf/cm}^2$ $t_w=0.9 \text{ cm}$	140	155.6	9333	3600	3600	0
	170	188.9	11333	3271	3271	0
	200	222.2	13333	2963	2967	-4
③ 水平補剛材2段 材質：SM570 $\sigma_{yw}=4600 \text{ kgf/cm}^2$ $t_w=1.1 \text{ cm}$	220	200.0	13565	4600	4600	0
	270	245.5	16647	4177	4168	9
	320	290.9	19730	3766	3764	2

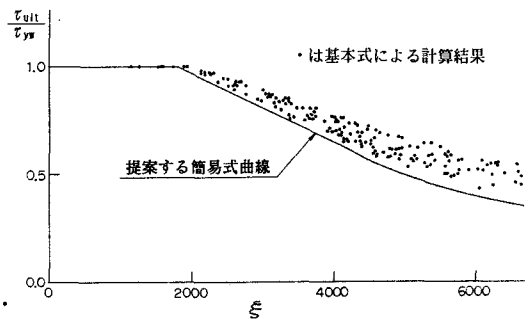


図-2 腹板の終局せん断強度

参考文献 1)座屈設計ガイドライン，第9章，土木学会，1987。 2)三上・他：設計のためのプレートガーダーの終局強度の算定法，構造工学論文集，Vol.35A,1989。 3)三上市蔵：プレートガーダーの終局強度の設計法，土木学会関西支部共同研究グループ最終報告書「薄板構造物の強度と設計に関する調査研究」，1989。 4)青木・秋山：プレートガーダーの終局強度設計について一現行設計法に基づく断面の強度一，土木学会年次学術講演会，第I部，1989.10。 5)遠藤・赤松・山下：プレートガーダーの終局強度設計について一設計断面と強度特性一，土木学会年次学術講演会，第I部，1989.10。 6)三上・木村：プレートガーダーの補剛材の配置と剛度，構造工学論文集，Vol.36A,1990。 7)山下・青木・赤松・秋山・遠藤：プレートガーダーの終局強度設計について一水平補剛材の位置，剛度による腹板の強度特性一，土木学会年次学術講演会，第I部，1990.9。