

# 現場溶接継手計算書

H 2 5 0 × 2 5 0 × 9 × 1 4

土木仕様

( S I 単位 )

ヒロセ株式会社

# 現場溶接継手 ( H 2 5 0 × 2 5 0 ) の設計

## 1. 設計条件

溶接の許容応力度が低減されるため、突合せ溶接だけでは母材強度に達しないので、その不足分に対し、添接板を隅肉溶接して補うものとする。

添接板の設計は、突合せ溶接による抵抗力を控除した母材の抵抗力に対し、添接板の断面性能に応じて、フランジとウェブに応力を分配する。

(1) 許容応力度 (母材と添接板の材質は同一とする。)

	(鋼材コト)	SS400-D	(溶接効率)	80%
「道路土工 仮設構造物指針 (日本道路協会)」に準拠する。				
仮設鋼材の許容応力度の割増	係数	=	1.50	
H形鋼の許容曲げ・引張応力度	$ba =_H$	$ta =$	210	N/mm <sup>2</sup> (SS400)
H形鋼の許容せん断応力度	$_H a =$		120	N/mm <sup>2</sup>
添接板の許容曲げ・引張応力度	$ba =_P$	$ta =$	210	N/mm <sup>2</sup> (SS400)
添接板の許容せん断応力度	$_P a =$		120	N/mm <sup>2</sup>
突合せ溶接部の許容曲げ・引張応力度	$ba =_W$	$ta =$	168	N/mm <sup>2</sup> (80%)
突合せ溶接部の許容せん断応力度	$_W a =$		96	N/mm <sup>2</sup> (80%)
隅肉溶接部の許容せん断応力度	$_S a =$		96	N/mm <sup>2</sup> (80%)

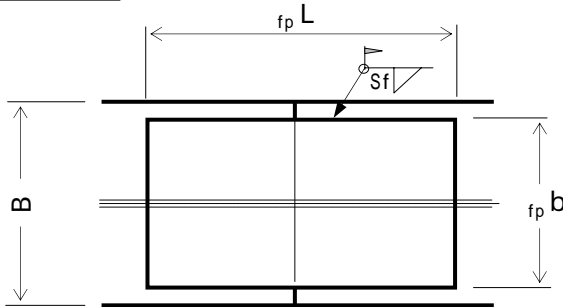
注) 現場溶接の許容応力度は、母材の 80% とする。

(2) 設計母材 コト: H250  
H形鋼: H 2 5 0 × 2 5 0 × 9 × 1 4

(3) 添接板

フランジ: 2・PL -	$<_P t >$	9	×	$<_P b >$	200	×	$<_{fP} L,_{WP} b >$	300
ウェブ: 2・PL -		9	×		100	×		100

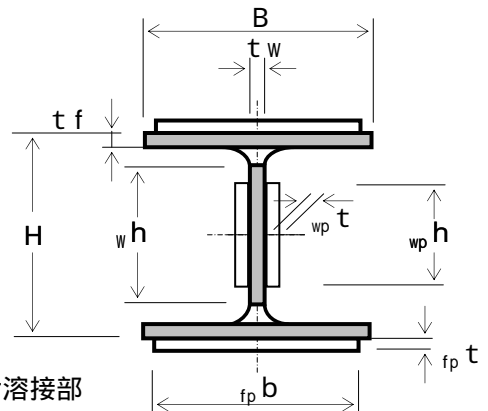
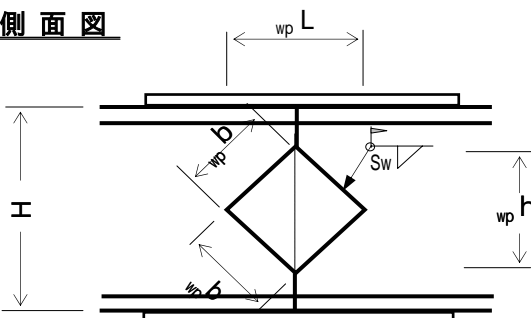
平面図



ウェブ添接板高さ  
 $_{WP} h = 14.14$  cm  
突合せ溶接高さ  
 $_W h = 19.60$  cm  
フランジ隅肉サイズ  
 $S_f = 0.60$  cm  
ウェブ隅肉サイズ  
 $S_w = 0.60$  cm

断面図

側面図

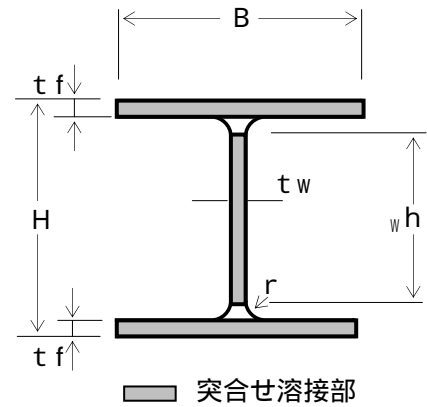


■ 突合せ溶接部

## 2. 継手部の設計

### (1) 突合せ溶接部の断面性能

1) 母材	H 250 × 250 × 9 × 14			
H 形 鋼 の 高 さ	H =	25	cm	
H 形 鋼 の 幅	B =	25	cm	
ウ エ ブ 厚	t <sub>w</sub> =	0.9	cm	
フ ラ ン ジ 厚	t <sub>f</sub> =	1.4	cm	
フ イ レ ッ ト	r =	1.3	cm	
断 面 積	A =	91.4	cm <sup>2</sup>	
断 面 係 数	Z =	860	cm <sup>3</sup>	
断 面 二 次 モ - メ ン ト	I =	10700	cm <sup>4</sup>	



### 2) 突合せ溶接部

(フランジ断面積)

$${}_w A_f = B \cdot t_f = 25.0 \times 1.4 = 35.00 \text{ cm}^2$$

(母材強度に換算)

$${}_w A_f' = {}_w A_f \times \frac{w}{H} \frac{t_a}{t_f} = 35.00 \times \frac{168}{210} = 28.00 \text{ cm}^2$$

(ウェブ断面積)

$${}_w A_w = {}_w h \cdot t_w = 19.6 \times 0.9 = 17.64 \text{ cm}^2$$

(母材強度に換算)

$${}_w A_w' = {}_w A_w \times \frac{w}{H} \frac{t_a}{t_f} = 17.64 \times \frac{168}{210} = 14.11 \text{ cm}^2$$

(断面積の合計)

$${}_w A = 2 \cdot {}_w A_f + {}_w A_w = 2 \times 35.00 + 17.64 = 87.64 \text{ cm}^2$$

(母材強度に換算)

$${}_w A' = {}_w A \times \frac{w}{H} \frac{t_a}{t_f} = 87.64 \times \frac{168}{210} = 70.11 \text{ cm}^2$$

(フランジ断面二次モ - メ ン ト)

$${}_w I_f = {}_w A_f \cdot (H/2 - t_f/2)^2 + 1/12 \cdot B \cdot t_f^3$$

$$= 35.00 \times 11.800^2 + \frac{25.00 \times 1.40^3}{12} = 4879 \text{ cm}^4$$

(母材強度に換算)

$${}_w I_f' = {}_w I_f \times \frac{w}{H} \frac{b_a}{b_f} = 4879 \times \frac{168}{210} = 3903 \text{ cm}^4$$

(ウェブ断面二次モ - メ ン ト)

$${}_w I_w = \frac{t_w \cdot {}_w h^3}{12} = \frac{0.90 \times 19.60^3}{12} = 565 \text{ cm}^4$$

(母材強度に換算)

$${}_w I_w' = {}_w I_w \times \frac{w}{H} \frac{b_a}{b_f} = 565 \times \frac{168}{210} = 452 \text{ cm}^4$$

(断面二次モ - メ ン トの合計)

$${}_w I = 2 \cdot {}_w I_f + {}_w I_w = 2 \times 4879 + 565 = 10323 \text{ cm}^4$$

(母材強度に換算)

$${}_w I' = {}_w I \times \frac{w}{H} \frac{b_a}{b_f} = 10323 \times \frac{168}{210} = 8258 \text{ cm}^4$$

## (2) 添接板の断面積の計算

フランジ板幅	$b$	=	20.0	cm
フランジ板厚	$t$	=	0.90	cm
ウェブ板高	$h$	=	14.1	cm
ウェブ板厚	$t$	=	0.90	cm

### 1) フランジ添接板

$${}_p A f' = {}_{fp} b \cdot {}_{fp} t = 20.00 \times 0.90 = 18.00 \text{ cm}^2$$

$${}_p A f = 2 \cdot {}_p A f' = 2 \times 18.00 = 36.00 \text{ cm}^2$$

### 2) ウェブ添接板

$${}_p A W' = {}_{wp} h \cdot {}_{wp} t = 14.14 \times 0.90 = 12.73 \text{ cm}^2$$

$${}_p A W = 2 \cdot {}_p A W' = 2 \times 12.73 = 25.46 \text{ cm}^2$$

### 3) 断面積

$${}_p A = {}_p A f + {}_p A W = 36.00 + 25.46 = 61.46 \text{ cm}^2$$

$$A = {}_p A + {}_w A = 61.46 + 87.64 = 149.10 \text{ cm}^2$$

$$A' = {}_p A + {}_w A' \quad A$$

$$= 61.46 + 70.11 = 131.57 \text{ cm}^2 > 91.43 \text{ cm}^2$$

-OK-

## (3) 添接板の断面二次モーメントの計算

### 1) フランジ添接板

$${}_p I f' = {}_p A f' \cdot (H/2 + {}_{fp} t/2)^2 + 1/12 \cdot {}_{fp} b \cdot {}_{fp} t^3$$

$$= 18.00 \times 12.95^2 + \frac{20.00 \times 0.90^3}{12} = 3020 \text{ cm}^4$$

$${}_p I f = 2 \cdot {}_p I f' = 2 \times 3020 = 6040 \text{ cm}^4$$

### 2) ウェブ添接板

$${}_p I W' = \frac{{}_{wp} t \cdot {}_{wp} h^3}{12} = \frac{0.90 \times 14.14^3}{12} = 212 \text{ cm}^4$$

$${}_p I W = 2 \cdot {}_p I W' = 2 \times 212 = 424 \text{ cm}^4$$

### 3) 断面二次モーメント

$${}_p I = {}_p I f + {}_p I W = 6040 + 424 = 6464 \text{ cm}^4$$

$$I = {}_p I + {}_w I = 6464 + 10323 = 16787 \text{ cm}^4$$

$$I' = {}_p I + {}_w I' \quad I$$

$$= 6464 + 8258 = 14722 \text{ cm}^4 > 10700 \text{ cm}^4$$

-OK-

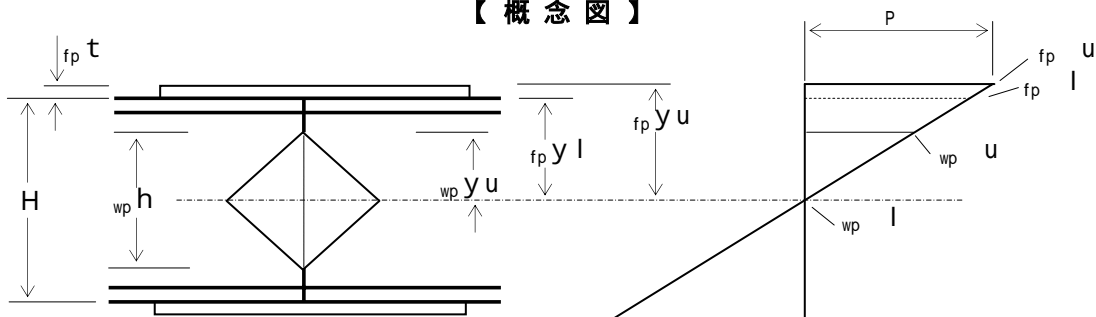
#### (4) 曲げモ - メントの計算

##### 1) H形鋼 1 本当たりの抵抗曲げモ - メント

許容曲げ応力度  $H \text{ ba} = 210 \text{ N/mm}^2$   
 断面係数  $Z = 860 \text{ cm}^3$

$$\begin{aligned} M_r &= H \text{ ba} \cdot Z \\ &= 210 \times 860 \times 10^3 = 180600000 \text{ N}\cdot\text{mm} \end{aligned}$$

【概念図】



##### 2) 突合せ溶接部の抵抗力

$w \text{ ba} = 168 \text{ N/mm}^2$   
 $w \text{ I} = 10323 \text{ cm}^4$

$$w Z = \frac{w \text{ I}}{H / 2} = \frac{10323}{25.0 / 2} = 826 \text{ cm}^3$$

$$\begin{aligned} w M_r &= w \text{ ba} \cdot w Z \\ &= 168 \times 826 \times 10^3 = 138768000 \text{ N}\cdot\text{mm} \end{aligned}$$

##### 3) フランジ添接板の応力度

$p \text{ I} = 6464 \text{ cm}^4$   
 $p \text{ I f} = 6040 \text{ cm}^4$

$$\begin{aligned} p M_f &= (M_r - w M_r) \cdot \frac{p \text{ I f}}{p \text{ I}} \\ &= (180600000 - 138768000) \times \frac{6040}{6464} \\ &= 39088069 \text{ N}\cdot\text{mm} \end{aligned}$$

$$f_p y_u = 1/2 \cdot H + f_p t = 1/2 \times 25.0 + 0.90 = 13.40 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} f_p u &= \frac{p M_f}{p \text{ I f}} \cdot f_p y_u \cdot p \text{ ba} \\ &= \frac{39088069}{6040} \times \frac{13.40}{1000} = 87 \text{ N/mm}^2 < 210 \text{ N/mm}^2 \\ &\text{-OK-} \end{aligned}$$

$$f_p y_l = 1/2 \cdot H = 1/2 \times 25.0 = 12.50 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} f_p l &= \frac{p M_f}{p \text{ I f}} \cdot f_p y_l \cdot p \text{ ba} \\ &= \frac{39088069}{6040} \times \frac{12.50}{1000} = 81 \text{ N/mm}^2 < 210 \text{ N/mm}^2 \\ &\text{-OK-} \end{aligned}$$

隅肉溶接の許容せん断応力度  
 $\sigma_w a = 96 \text{ N/mm}^2$

脚長  $S_f = 0.60 \text{ cm}$   
 板長  $f_p L = 30.0 \text{ cm}$   
 板幅  $f_p b = 20.0 \text{ cm}$   
 断面積  $P A f' = 18.00 \text{ cm}^2$   
 $= 1800 \text{ mm}^2$

$$P T f = \frac{f_p u + f_p l}{2} \cdot P A f'$$

$$= \frac{87 + 81}{2} \times 1800 = 151200 \text{ N}$$

(のど厚)

$$a f = 1 / 2 \cdot S_f = 0.707 \times 0.60 = 0.424 \text{ cm} \quad 4.24 \text{ mm}$$

(溶接長)

$$L f = f_p L + f_p b = 30.0 + 20.0 = 50.00 \text{ cm} \quad 500.0 \text{ mm}$$

$$\sigma_s = \frac{P T f}{a f \cdot L f} \sigma_a$$

$$= \frac{151200}{4.24 \times 500} = 71 \text{ N/mm}^2 < 96 \text{ N/mm}^2$$

-OK-

### 3) ウェブ添接板の応力度

$P I = 6464 \text{ cm}^4$   
 $P I W = 424 \text{ cm}^4$

$$P M W = (M_r - W M_r) \cdot \frac{P I W}{P I}$$

$$= (180600000 - 138768000) \times \frac{424}{6464}$$

$$= 2743931 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

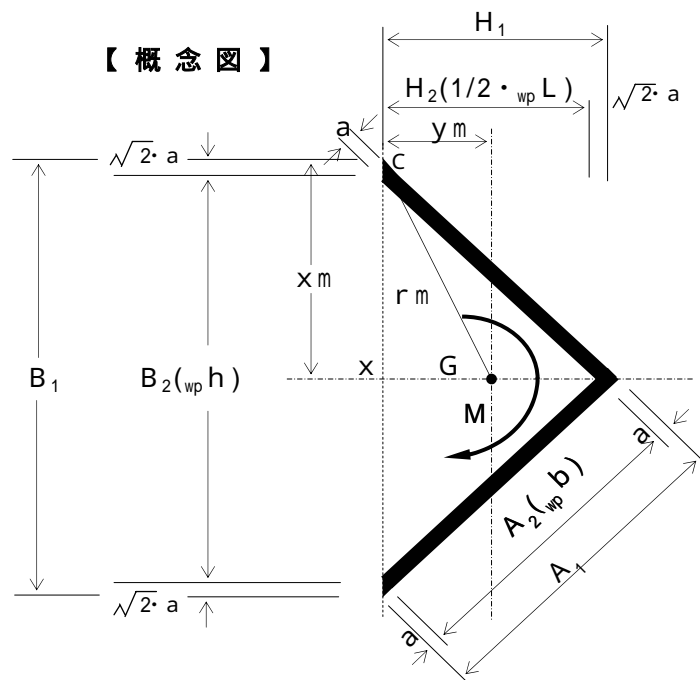
$$w_p y_u = 1/2 \cdot w_p h = 1/2 \times 14.14 = 7.07 \text{ cm}$$

$$\sigma_{p u} = \frac{P M W}{P I W} \cdot w_p y_u \quad P b a$$

$$= \frac{2743931}{424} \times \frac{7.07}{1000} = 46 \text{ N/mm}^2 < 210 \text{ N/mm}^2$$

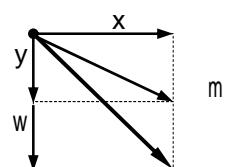
-OK-

【概念図】



$a$	$= 0.424 \text{ cm}$
$\sqrt{2} \cdot a$	$= 0.60 \text{ cm}$
$A_1$	$= 10.85 \text{ cm}$
$A_2$	$= 10.00 \text{ cm}$
$B_1$	$= 15.34 \text{ cm}$
$B_2$	$= 14.14 \text{ cm}$
$H_1$	$= 7.67 \text{ cm}$
$H_2$	$= 7.07 \text{ cm}$

C点の応力度



(溶接部の回転中心Gから最外端までの距離)

$$x_m = \frac{B_1}{2} = \frac{15.34}{2} = 7.67 \text{ cm}$$

$$y_m = \frac{A_2 + a}{2 \cdot 2} = \frac{10.00}{2} \times \frac{0.424}{1.414} = 3.69 \text{ cm}$$

$$r_m = \sqrt{7.67^2 + 3.69^2} = 8.51 \text{ cm}$$

(溶接部の断面極二次モーメント)

$$\begin{aligned} I_x &= \frac{H_1 \cdot (B_1/2)^3 - H_2 \cdot (B_2/2)^3}{12} \times 2 \\ &= \frac{7.67 \times (15.34/2)^3 - 7.07 \times (14.14/2)^3}{12} \times 2 \\ &= 160 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_y &= \left\{ \frac{B_1 \cdot H_1^3}{36} + 1/2 \cdot B_1 \cdot H_1 \cdot (y_m - H_1/3)^2 \right\} \\ &\quad - \left\{ \frac{B_2 \cdot H_2^3}{36} + 1/2 \cdot B_2 \cdot H_2 \cdot (y_m - H_2/3)^2 \right\} \\ &= \left\{ \frac{15.34}{36} \times \frac{7.67^3}{36} + 1/2 \times 15.34 \times 7.67 \right. \\ &\quad \left. \times \left( 3.69 - \frac{7.67}{3} \right)^2 \right\} \\ &\quad - \left\{ \frac{14.14}{36} \times \frac{7.07^3}{36} + 1/2 \times 14.14 \times 7.07 \right. \\ &\quad \left. \times \left( 3.69 - \frac{7.07}{3} \right)^2 \right\} = 40 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$I_p = 2 \cdot I_x + 2 \cdot I_y$$

$$= 2 \times 160 + 2 \times 40 = 400 \text{ cm}^4$$

$$x = \frac{\rho M_w}{I_p} \cdot x_m = \frac{2743931}{400} \times \frac{7.67}{1000} = 53 \text{ N/mm}^2$$

$$y = \frac{\rho M_w}{I_p} \cdot y_m = \frac{2743931}{400} \times \frac{3.69}{1000} = 25 \text{ N/mm}^2$$

$$m = \frac{\rho M_w}{I_p} \cdot r_m \quad \text{s a}$$

$$= \frac{2743931}{400} \times \frac{8.51}{1000} = 58 \text{ N/mm}^2 < 96 \text{ N/mm}^2$$

-OK-

### (5) せん断力の計算

#### 1) H形鋼 1 本当たりの抵抗せん断力

$$\begin{aligned} \text{許容せん断応力度 } \sigma_H &= 120 \text{ N/mm}^2 \\ \text{H形鋼のウェブ断面積 } A_w &= 1998 \text{ mm}^2 \\ A_w &= t_w ( H - 2 \cdot t_f ) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_r &= \sigma_H \cdot A_w \\ &= 120 \times 1998 = 239760 \text{ N} \end{aligned}$$

#### 2) 突合せ溶接部の抵抗力

$$\begin{aligned} \sigma_w &= 96 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_w A_w &= 17.64 \text{ cm}^2 \\ &= 1764 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} {}_w S_r &= \sigma_w \cdot A_w \\ &= 96 \times 1764 = 169344 \text{ N} \end{aligned}$$

#### 3) ウェブ添接板の応力度

$$\begin{aligned} \sigma_p A_w &= 25.46 \text{ cm}^2 \\ &= 2546 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} {}_p S_r &= S_r - {}_w S_r \\ &= 239760 - 169344 = 70416 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_p &= \frac{{}_p S_r}{{}_p A_w} \\ &= \frac{70416}{2546} = 28 \text{ N/mm}^2 < 120 \text{ N/mm}^2 \quad \text{-OK-} \end{aligned}$$

#### 4) 隅肉溶接部の応力度

$$\begin{aligned} \text{隅肉溶接の許容せん断応力度 } \sigma_s &= 96 \text{ N/mm}^2 \\ \text{脚長 } S_w &= 0.60 \text{ cm} \\ \text{板幅 } w_p b &= 10.0 \text{ cm} \end{aligned}$$

( のど厚 )

$$a_w = 1 / 2 \cdot S_w = 0.707 \times 0.60 = 0.424 \text{ cm} \quad 4.24 \text{ mm}$$

( 溶接長 )

$$L_w = 4 \cdot w_p b = 4 \times 10.00 = 40.00 \text{ cm} \quad 400.0 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \sigma_s &= \frac{{}_p S_r}{a_w \cdot L_w} \\ &= \frac{70416}{4.24 \times 400.0} = 42 \text{ N/mm}^2 < 96 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

-OK-

#### (6) ウェブ隅肉溶接の合成応力度

$$\begin{aligned} \text{X方向成分(曲げ)} \quad x &= 53 \text{ N/mm}^2 \\ \text{Y方向成分(曲げ)} \quad y &= 25 \text{ N/mm}^2 \\ \text{Y方向成分(せん断)} \quad s &= 42 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

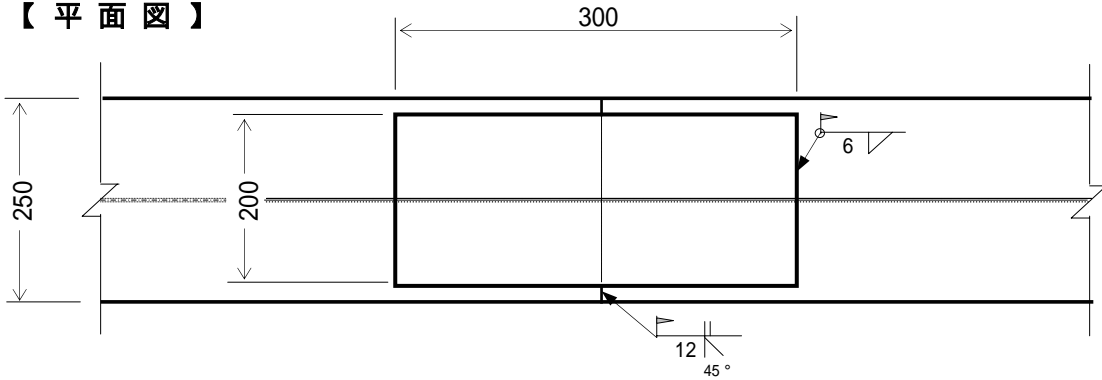
$$\begin{aligned} &= \sqrt{x^2 + (y + s)^2} \\ &= \sqrt{53^2 + (25 + 42)^2} \\ &= 85 \text{ N/mm}^2 < 96 \text{ N/mm}^2 \quad \text{-OK-} \end{aligned}$$



### 3. 計算結果

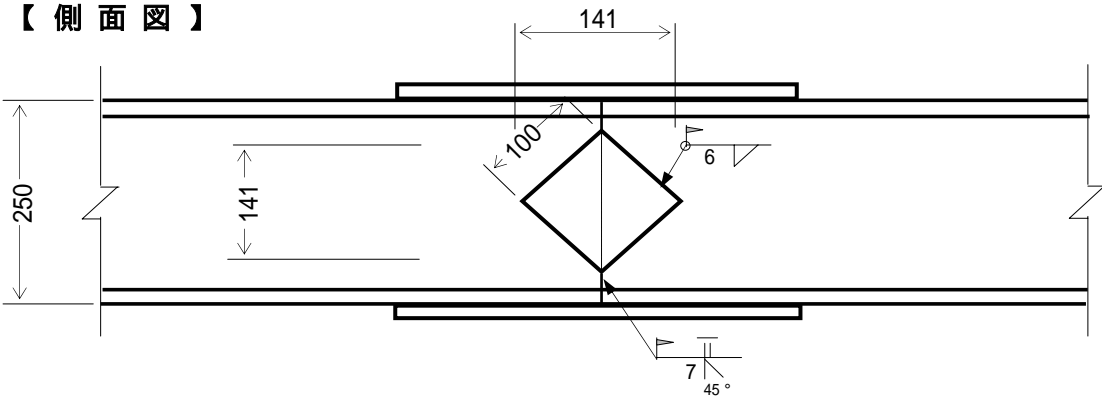
母材	<u>H 2 5 0 × 2 5 0 × 9 × 1 4</u>	
フランジ部	添接板仕様	2枚: <u>P L 9 × 200 × 300</u>
ウェブ部	添接板仕様	2枚: <u>P L 9 × 100 × 100</u>

【 平面図 】



注) 添接板取付部は、グラインダなどにより平らに仕上げる。

【 側面図 】



注) 添接板取付部は、グラインダなどにより平らに仕上げる。

【 断面図 】

