

# 現場溶接継手計算書

H 3 5 0 × 3 5 0 × 1 2 × 1 9

土木仕様

( S I 単位 )

ヒロセ株式会社

# 現場溶接継手 (H350 × 350) 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 <sub>H</sub>	$ba =_H$	$ta =$	210	N/mm <sup>2</sup> (SS400)
H形鋼の許容せん断応力度 <sub>H</sub>	$a =$		120	N/mm <sup>2</sup>
添接板の許容曲げ・引張応力度 <sub>P</sub>	$ba =_P$	$ta =$	210	N/mm <sup>2</sup> (SS400)
添接板の許容せん断応力度 <sub>P</sub>	$a =$		120	N/mm <sup>2</sup>
突合せ溶接部の許容曲げ・引張応力度 <sub>W</sub>	$ba =_W$	$ta =$	168	N/mm <sup>2</sup> (80%)
突合せ溶接部の許容せん断応力度 <sub>W</sub>	$a =$		96	N/mm <sup>2</sup> (80%)
隅肉溶接部の許容せん断応力度 <sub>S</sub>	$a =$		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

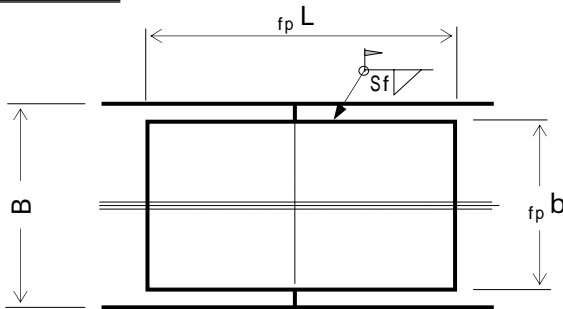
コト: H350

H形鋼: H350 × 350 × 12 × 19

(3) 添接板

	フランジ: 2・PL -	$\langle_p t \rangle$	×	$\langle_p b \rangle$	×	$\langle_{fp} L,_{wp} b \rangle$
	ウェブ: 2・PL -	9	×	300	×	400
		9	×	150	×	150

平面図



ウェブ添接板高さ

$$_{wp} h = 21.21 \text{ cm}$$

突合せ溶接高さ

$$_W h = 28.60 \text{ cm}$$

フランジ隅肉サイズ

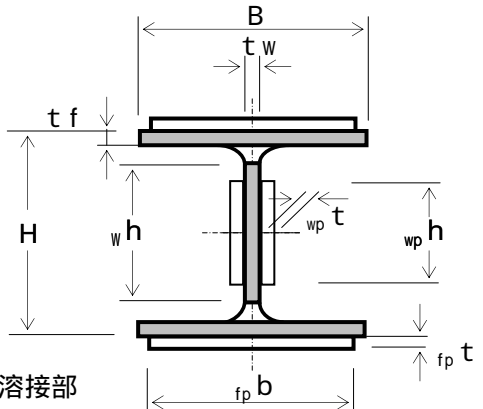
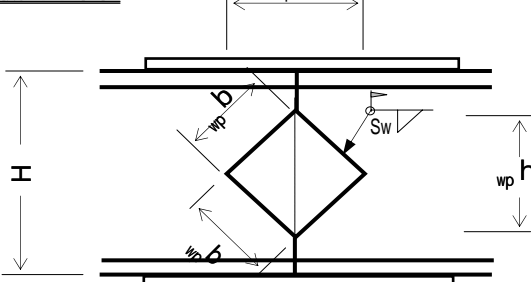
$$S_f = 0.70 \text{ cm}$$

ウェブ隅肉サイズ

$$S_w = 0.70 \text{ cm}$$

断面図

側面図

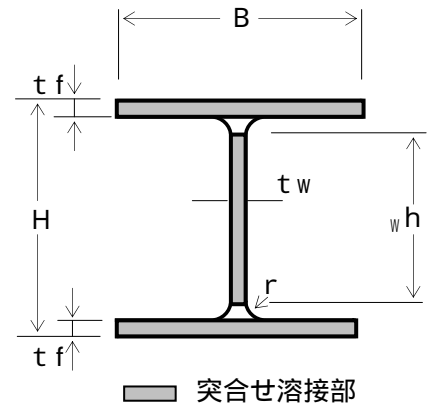


■ 突合せ溶接部

## 2. 継手部の設計

### (1) 突合せ溶接部の断面性能

1) 母材	H 3 5 0 × 3 5 0 × 1 2 × 1 9			
H 形 鋼 の 高 さ	H =	35	cm	
H 形 鋼 の 幅	B =	35	cm	
ウ エ ブ 厚	t <sub>w</sub> =	1.2	cm	
フ ラ ン ジ 厚	t <sub>f</sub> =	1.9	cm	
フ イ レ ッ ト	r =	1.3	cm	
断 面 積	A =	171.9	cm <sup>2</sup>	
断 面 係 数	Z =	2280	cm <sup>3</sup>	
断 面 二 次 モ - メ ン ト	I =	39800	cm <sup>4</sup>	



### 2) 突合せ溶接部

(フランジ断面積)

$${}_w A_f = B \cdot t_f = 35.0 \times 1.9 = 66.50 \text{ cm}^2$$

(母材強度に換算)

$${}_w A_f' = {}_w A_f \times \frac{w}{H} \frac{t_a}{t_a} = 66.50 \times \frac{168}{210} = 53.20 \text{ cm}^2$$

(ウェブ断面積)

$${}_w A_w = {}_w h \cdot t_w = 28.6 \times 1.2 = 34.32 \text{ cm}^2$$

(母材強度に換算)

$${}_w A_w' = {}_w A_w \times \frac{w}{H} \frac{t_a}{t_a} = 34.32 \times \frac{168}{210} = 27.46 \text{ cm}^2$$

(断面積の合計)

$${}_w A = 2 \cdot {}_w A_f + {}_w A_w = 2 \times 66.50 + 34.32 = 167.32 \text{ cm}^2$$

(母材強度に換算)

$${}_w A' = {}_w A \times \frac{w}{H} \frac{t_a}{t_a} = 167.32 \times \frac{168}{210} = 133.86 \text{ cm}^2$$

(フランジ断面二次モ - メ ン ト)

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

$$= 66.50 \times 16.550^2 + \frac{35.00 \times 1.90^3}{12} = 18235 \text{ cm}^4$$

(母材強度に換算)

$${}_w I_f' = {}_w I_f \times \frac{w}{H} \frac{b_a}{b_a} = 18235 \times \frac{168}{210} = 14588 \text{ cm}^4$$

(ウェブ断面二次モ - メ ン ト)

$${}_w I_w = \frac{t_w \cdot {}_w h^3}{12} = \frac{1.20 \times 28.60^3}{12} = 2339 \text{ cm}^4$$

(母材強度に換算)

$${}_w I_w' = {}_w I_w \times \frac{w}{H} \frac{b_a}{b_a} = 2339 \times \frac{168}{210} = 1871 \text{ cm}^4$$

(断面二次モ - メ ン トの合計)

$${}_w I = 2 \cdot {}_w I_f + {}_w I_w = 2 \times 18235 + 2339 = 38809 \text{ cm}^4$$

(母材強度に換算)

$${}_w I' = {}_w I \times \frac{w}{H} \frac{b_a}{b_a} = 38809 \times \frac{168}{210} = 31047 \text{ cm}^4$$

## (2) 添接板の断面積の計算

フランジ板幅	$b$	=	30.0	cm
フランジ板厚	$t$	=	0.90	cm
ウェブ板高	$h$	=	21.2	cm
ウェブ板厚	$t$	=	0.90	cm

### 1) フランジ添接板

$${}_p A f' = f_p b \cdot f_p t = 30.00 \times 0.90 = 27.00 \text{ cm}^2$$

$${}_p A f = 2 \cdot {}_p A f' = 2 \times 27.00 = 54.00 \text{ cm}^2$$

### 2) ウェブ添接板

$${}_p A W' = w_p h \cdot w_p t = 21.21 \times 0.90 = 19.09 \text{ cm}^2$$

$${}_p A W = 2 \cdot {}_p A W' = 2 \times 19.09 = 38.18 \text{ cm}^2$$

### 3) 断面積

$${}_p A = {}_p A f + {}_p A W = 54.00 + 38.18 = 92.18 \text{ cm}^2$$

$$A = {}_p A + {}_w A = 92.18 + 167.32 = 259.50 \text{ cm}^2$$

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

$$= 92.18 + 133.86 = 226.04 \text{ cm}^2 > 171.90 \text{ cm}^2$$

-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

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

$$= 27.00 \times 17.95^2 + \frac{30.00 \times 0.90^3}{12} = 8701 \text{ cm}^4$$

$${}_p I f = 2 \cdot {}_p I f' = 2 \times 8701 = 17402 \text{ cm}^4$$

### 2) ウェブ添接板

$${}_p I W' = \frac{w_p t \cdot w_p h^3}{12} = \frac{0.90 \times 21.21^3}{12} = 716 \text{ cm}^4$$

$${}_p I W = 2 \cdot {}_p I W' = 2 \times 716 = 1432 \text{ cm}^4$$

### 3) 断面二次モーメント

$${}_p I = {}_p I f + {}_p I W = 17402 + 1432 = 18834 \text{ cm}^4$$

$$I = {}_p I + {}_w I = 18834 + 38809 = 57643 \text{ cm}^4$$

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

$$= 18834 + 31047 = 49881 \text{ cm}^4 > 39800 \text{ cm}^4$$

-OK-

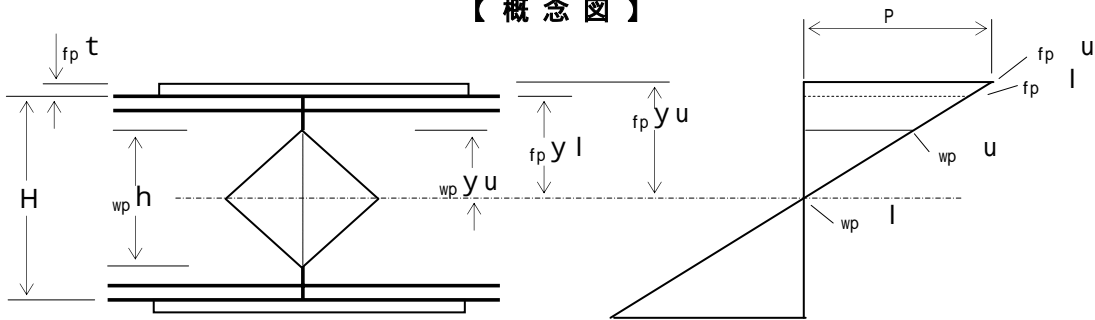
(4) 曲げモ - メントの計算

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  $Z = 2280 \text{ cm}^3$

$$\begin{aligned} M_r &= H \text{ ba} \cdot Z \\ &= 210 \times 2280 \times 10^3 = 478800000 \text{ N}\cdot\text{mm} \end{aligned}$$

【 概念図 】



2) 突合せ溶接部の抵抗力

$w \text{ ba} = 168 \text{ N/mm}^2$   
 $w \text{ I} = 38809 \text{ cm}^4$

$$w Z = \frac{w \text{ I}}{H / 2} = \frac{38809}{35.0 / 2} = 2218 \text{ cm}^3$$

$$\begin{aligned} w M_r &= w \text{ ba} \cdot w Z \\ &= 168 \times 2218 \times 10^3 = 372624000 \text{ N}\cdot\text{mm} \end{aligned}$$

3) フランジ添接板の応力度

$p \text{ I} = 18834 \text{ cm}^4$   
 $p \text{ I f} = 17402 \text{ cm}^4$

$$\begin{aligned} p M_f &= (M_r - w M_r) \cdot \frac{p \text{ I f}}{p \text{ I}} \\ &= (478800000 - 372624000) \times \frac{17402}{18834} \\ &= 98103151 \text{ N}\cdot\text{mm} \end{aligned}$$

$$f_p y_u = 1/2 \cdot H + f_p t = 1/2 \times 35.0 + 0.90 = 18.40 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} f_p u &= \frac{p M_f}{p \text{ I f}} \cdot f_p y_u \cdot p \text{ ba} \\ &= \frac{98103151}{17402} \times \frac{18.40}{1000} = 104 \text{ N/mm}^2 < 210 \text{ N/mm}^2 \\ &\text{-OK-} \end{aligned}$$

$$f_p y_l = 1/2 \cdot H = 1/2 \times 35.0 = 17.50 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} f_p l &= \frac{p M_f}{p \text{ I f}} \cdot f_p y_l \cdot p \text{ ba} \\ &= \frac{98103151}{17402} \times \frac{17.50}{1000} = 99 \text{ N/mm}^2 < 210 \text{ N/mm}^2 \\ &\text{-OK-} \end{aligned}$$

隅肉溶接の許容せん断応力度

$$f_w a = 96 \text{ N/mm}^2$$

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

$$= \frac{104 + 99}{2} \times 2700 = 274050 \text{ N}$$

脚長  $S f = 0.70 \text{ cm}$

板長  $f_p L = 40.0 \text{ cm}$

板幅  $f_p b = 30.0 \text{ cm}$

断面積  $P A f' = 27.00 \text{ cm}^2$   
 $= 2700 \text{ mm}^2$

(のど厚)

$$a f = 1 / 2 \cdot S f = 0.707 \times 0.70 = 0.495 \text{ cm} \quad 4.95 \text{ mm}$$

(溶接長)

$$L f = f_p L + f_p b = 40.0 + 30.0 = 70.00 \text{ cm} \quad 700.0 \text{ mm}$$

$$s = \frac{P T f}{a f \cdot L f} \quad s a$$

$$= \frac{274050}{4.95 \times 700} = 79 \text{ N/mm}^2 < 96 \text{ N/mm}^2$$

-OK-

### 3) ウェブ添接板の応力度

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

$$= (478800000 - 372624000) \times \frac{1432}{18834}$$

$$= 8072849 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

$P I = 18834 \text{ cm}^4$

$P I W = 1432 \text{ cm}^4$

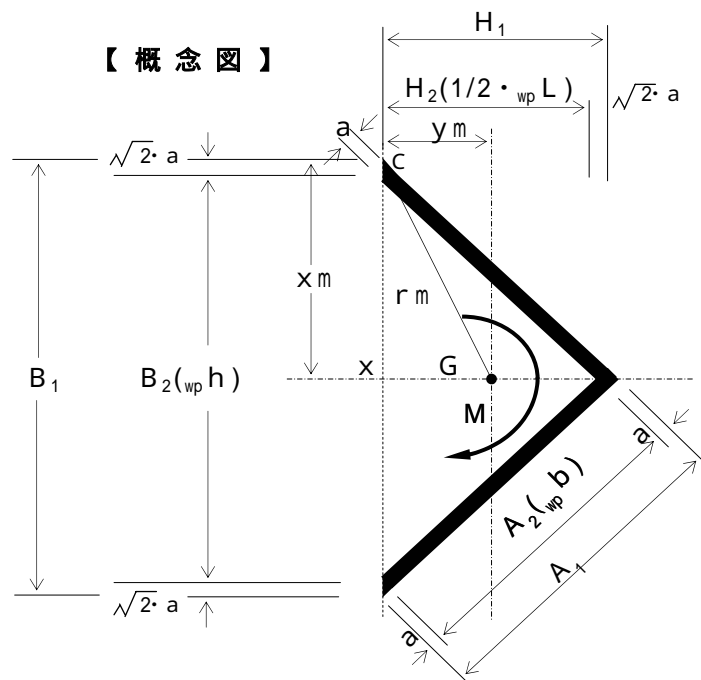
$$w_p y u = 1/2 \cdot w_p h = 1/2 \times 21.21 = 10.61 \text{ cm}$$

$$v_p u = \frac{P M W}{P I W} \cdot w_p y u \quad P b a$$

$$= \frac{8072849}{1432} \times \frac{10.61}{1000} = 60 \text{ N/mm}^2 < 210 \text{ N/mm}^2$$

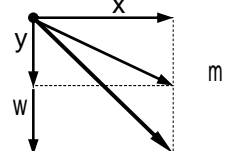
-OK-

#### 【概念図】



$a$	$= 0.495 \text{ cm}$
$\sqrt{2} \cdot a$	$= 0.70 \text{ cm}$
$A_1$	$= 15.99 \text{ cm}$
$A_2$	$= 15.00 \text{ cm}$
$B_1$	$= 22.61 \text{ cm}$
$B_2$	$= 21.21 \text{ cm}$
$H_1$	$= 11.31 \text{ cm}$
$H_2$	$= 10.61 \text{ cm}$

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)

$$x_m = \frac{B_1}{2} = \frac{22.61}{2} = 11.31 \text{ cm}$$

$$y_m = \frac{A_2 + a}{2 \cdot 2} = \frac{15.00}{2} \times \frac{0.495}{1.414} = 5.48 \text{ cm}$$

$$r_m = \sqrt{11.31^2 + 5.48^2} = 12.57 \text{ cm}$$

(溶接部の断面極二次モーメント)

$$\begin{aligned} I_x &= \frac{H_1 \cdot (B_1/2)^3 - H_2 \cdot (B_2/2)^3}{12} \times 2 \\ &= \frac{11.31 \times (22.61/2)^3 - 10.61 \times (21.21/2)^3}{12} \times 2 \\ &= 614 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_y &= \left\{ \frac{B_1 \cdot H_1^3}{36} + 1/2 \cdot B_1 \cdot H_1 \cdot (y_m - H_1/3)^2 \right\} \\ &\quad - \left\{ \frac{B_2 \cdot H_2^3}{36} + 1/2 \cdot B_2 \cdot H_2 \cdot (y_m - H_2/3)^2 \right\} \\ &= \left\{ \frac{22.61}{36} \times \frac{11.31^3}{11.31} + 1/2 \times 22.61 \times 11.31 \right. \\ &\quad \left. \times \left( 5.48 - \frac{11.31}{3} \right)^2 \right\} \\ &\quad - \left\{ \frac{21.21}{36} \times \frac{10.61^3}{10.61} + 1/2 \times 21.21 \times 10.61 \right. \\ &\quad \left. \times \left( 5.48 - \frac{10.61}{3} \right)^2 \right\} = 154 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

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

$$= 2 \times 614 + 2 \times 154 = 1536 \text{ cm}^4$$

$$x = \frac{\rho M_w}{I_p} \cdot x_m = \frac{8072849}{1536} \times \frac{11.31}{1000} = 59 \text{ N/mm}^2$$

$$y = \frac{\rho M_w}{I_p} \cdot y_m = \frac{8072849}{1536} \times \frac{5.48}{1000} = 29 \text{ N/mm}^2$$

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

$$= \frac{8072849}{1536} \times \frac{12.57}{1000} = 66 \text{ N/mm}^2 < 96 \text{ N/mm}^2$$

-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

許容せん断応力度  $\sigma_s = 120 \text{ N/mm}^2$   
 H形鋼のウェブ断面積  $A_w = 3744 \text{ mm}^2$   
 $A_w = t_w ( H - 2 \cdot t_f )$

$$\begin{aligned} S_r &= \sigma_s \cdot A_w \\ &= 120 \times 3744 = 449280 \text{ N} \end{aligned}$$

2) 突合せ溶接部の抵抗力

$\sigma_w = 96 \text{ N/mm}^2$   
 $A_w = 34.32 \text{ cm}^2$   
 $= 3432 \text{ mm}^2$

$$\begin{aligned} {}_w S_r &= \sigma_w \cdot A_w \\ &= 96 \times 3432 = 329472 \text{ N} \end{aligned}$$

3) ウェブ添接板の応力度

$\rho A_w = 38.18 \text{ cm}^2$   
 $= 3818 \text{ mm}^2$

$$\begin{aligned} {}_p S_r &= S_r - {}_w S_r \\ &= 449280 - 329472 = 119808 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{{}_p S_r}{{}_p A_w} \\ &= \frac{119808}{3818} = 31 \text{ N/mm}^2 < 120 \text{ N/mm}^2 \quad \text{-OK-} \end{aligned}$$

4) 隅肉溶接部の応力度

隅肉溶接の許容せん断応力度  $\sigma_s = 96 \text{ N/mm}^2$   
 脚長  $S_w = 0.70 \text{ cm}$   
 板幅  $w_p b = 15.0 \text{ cm}$

( のど 厚 )  
 $a_w = 1 / 2 \cdot S_w = 0.707 \times 0.70 = 0.495 \text{ cm} \quad 4.95 \text{ mm}$

( 溶接長 )  
 $L_w = 4 \cdot w_p b = 4 \times 15.00 = 60.00 \text{ cm} \quad 600.0 \text{ mm}$

$$\begin{aligned} \sigma_s &= \frac{{}_p S_r}{a_w \cdot L_w} \\ &= \frac{119808}{4.95 \times 600.0} = 40 \text{ N/mm}^2 < 96 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

-OK-

(6) ウェブ隅肉溶接の合成応力度

X方向成分(曲げ)  $x = 59 \text{ N/mm}^2$   
 Y方向成分(曲げ)  $y = 29 \text{ N/mm}^2$   
 Y方向成分(せん断)  $s = 40 \text{ N/mm}^2$

$$\begin{aligned} &= \sqrt{x^2 + (y + s)^2} \\ &= \sqrt{59^2 + (29 + 40)^2} \\ &= 91 \text{ N/mm}^2 < 96 \text{ N/mm}^2 \quad \text{-OK-} \end{aligned}$$



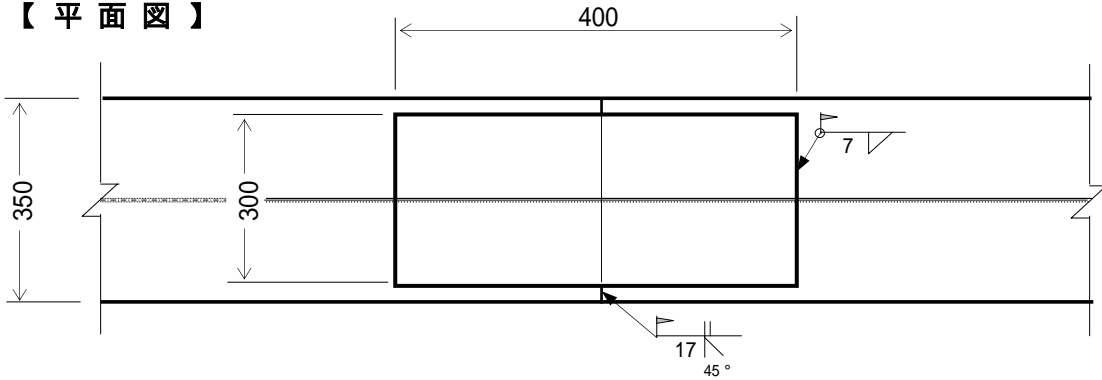
### 3. 計算結果

母 材 H 3 5 0 × 3 5 0 × 1 2 × 1 9

フランジ部 添接板仕様 2 枚 : P L 9 × 3 0 0 × 4 0 0

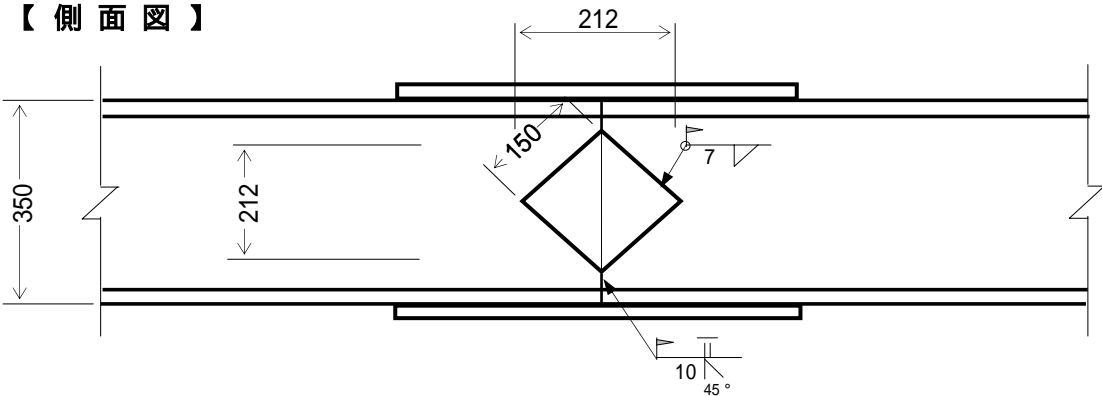
ウ ェ ブ 部 添接板仕様 2 枚 : P L 9 × 1 5 0 × 1 5 0

【 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 】

