

現場溶接継手計算書

H 6 0 0 × 2 0 0 × 1 1 × 1 7

土木仕様

(S I 単位)

ヒロセ株式会社

現場溶接継手 (H600×200) 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 _H	$ba =_H$	$ta =$	210	N/mm ² (SS400)
H形鋼の許容せん断応力度	$_H a =$		120	N/mm ²
添接板の許容曲げ・引張応力度 _P	$ba =_P$	$ta =$	210	N/mm ² (SS400)
添接板の許容せん断応力度	$_P a =$		120	N/mm ²
突合せ溶接部の許容曲げ・引張応力度 _W	$ba =_W$	$ta =$	168	N/mm ² (80%)
突合せ溶接部の許容せん断応力度	$_W a =$		96	N/mm ² (80%)
隅肉溶接部の許容せん断応力度 _S	$a =$		96	N/mm ² (80%)

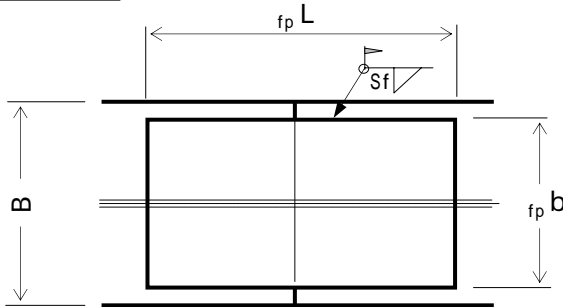
注) 現場溶接の許容応力度は、母材の 80% とする。

(2) 設計母材 コト: H600-2
H形鋼: H600×200×11×17

(3) 添接板

フランジ: 2・PL -	$\langle_p t \rangle$	12	×	$\langle_p b \rangle$	160	×	$\langle_{fp} L,_{wp} b \rangle$	300
ウェブ: 2・PL -		9	×		250	×		250

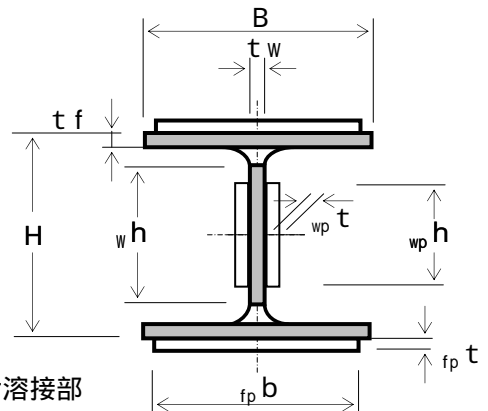
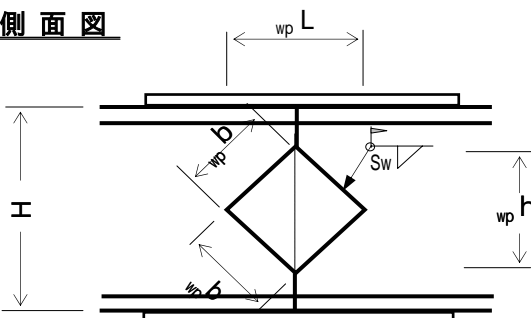
平面図



ウェブ添接板高さ
 $_{wp} h = 35.36$ cm
突合せ溶接高さ
 $_W h = 54.00$ 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

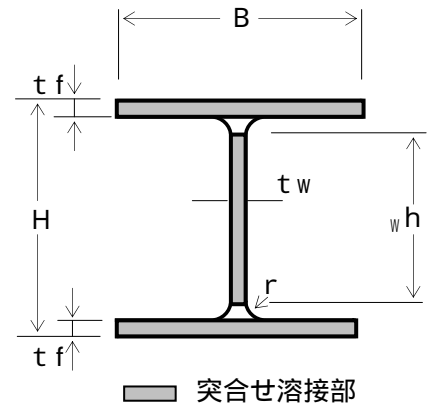


■ 突合せ溶接部

2. 継手部の設計

(1) 突合せ溶接部の断面性能

1) 母材	H 600 × 200 × 11 × 17			
H 形 鋼 の 高 さ	H =	60	cm	
H 形 鋼 の 幅	B =	20	cm	
ウ エ ブ 厚	t _w =	1.1	cm	
フ ラ ン ジ 厚	t _f =	1.7	cm	
フ イ レ ッ ト	r =	1.3	cm	
断 面 積	A =	131.7	cm ²	
断 面 係 数	Z =	2520	cm ³	
断 面 二 次 モ - メ ン ト	I =	75600	cm ⁴	



2) 突合せ溶接部

(フランジ断面積)

$${}_w A_f = B \cdot t_f = 20.0 \times 1.7 = 34.00 \text{ cm}^2$$

(母材強度に換算)

$${}_w A_f' = {}_w A_f \times \frac{w}{H} \frac{t_a}{t_a} = 34.00 \times \frac{168}{210} = 27.20 \text{ cm}^2$$

(ウェブ断面積)

$${}_w A_w = {}_w h \cdot t_w = 54.0 \times 1.1 = 59.40 \text{ cm}^2$$

(母材強度に換算)

$${}_w A_w' = {}_w A_w \times \frac{w}{H} \frac{t_a}{t_a} = 59.40 \times \frac{168}{210} = 47.52 \text{ cm}^2$$

(断面積の合計)

$${}_w A = 2 \cdot {}_w A_f + {}_w A_w = 2 \times 34.00 + 59.40 = 127.40 \text{ cm}^2$$

(母材強度に換算)

$${}_w A' = {}_w A \times \frac{w}{H} \frac{t_a}{t_a} = 127.40 \times \frac{168}{210} = 101.92 \text{ cm}^2$$

(フランジ断面二次モ - メ ン ト)

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

$$= 34.00 \times 29.150^2 + \frac{20.00}{12} \times \frac{1.70^3}{12} = 28899 \text{ cm}^4$$

(母材強度に換算)

$${}_w I_f' = {}_w I_f \times \frac{w}{H} \frac{b_a}{b_a} = 28899 \times \frac{168}{210} = 23119 \text{ cm}^4$$

(ウェブ断面二次モ - メ ン ト)

$${}_w I_w = \frac{t_w \cdot {}_w h^3}{12} = \frac{1.10}{12} \times \frac{54.00^3}{12} = 14434 \text{ cm}^4$$

(母材強度に換算)

$${}_w I_w' = {}_w I_w \times \frac{w}{H} \frac{b_a}{b_a} = 14434 \times \frac{168}{210} = 11547 \text{ cm}^4$$

(断面二次モ - メ ン トの合計)

$${}_w I = 2 \cdot {}_w I_f + {}_w I_w = 2 \times 28899 + 14434 = 72232 \text{ cm}^4$$

(母材強度に換算)

$${}_w I' = {}_w I \times \frac{w}{H} \frac{b_a}{b_a} = 72232 \times \frac{168}{210} = 57786 \text{ cm}^4$$

(2) 添接板の断面積の計算

フランジ板幅	b	=	16.0	cm
フランジ板厚	t	=	1.20	cm
ウェブ板高	h	=	35.4	cm
ウェブ板厚	t	=	0.90	cm

1) フランジ添接板

$${}_p A f' = f_p b \cdot f_p t = 16.00 \times 1.20 = 19.20 \text{ cm}^2$$

$${}_p A f = 2 \cdot {}_p A f' = 2 \times 19.20 = 38.40 \text{ cm}^2$$

2) ウェブ添接板

$${}_p A W' = w_p h \cdot w_p t = 35.36 \times 0.90 = 31.82 \text{ cm}^2$$

$${}_p A W = 2 \cdot {}_p A W' = 2 \times 31.82 = 63.64 \text{ cm}^2$$

3) 断面積

$${}_p A = {}_p A f + {}_p A W = 38.40 + 63.64 = 102.04 \text{ cm}^2$$

$$A = {}_p A + {}_w A = 102.04 + 127.40 = 229.44 \text{ cm}^2$$

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

$$= 102.04 + 101.92 = 203.96 \text{ cm}^2 > 131.70 \text{ cm}^2$$

-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

$${}_p I f' = {}_p A f' \cdot (H/2 + f_p t/2)^2 + 1/12 \cdot f_p b \cdot f_p t^3$$
$$= 19.20 \times 30.60^2 + \frac{16.00 \times 1.20^3}{12} = 17980 \text{ cm}^4$$

$${}_p I f = 2 \cdot {}_p I f' = 2 \times 17980 = 35960 \text{ cm}^4$$

2) ウェブ添接板

$${}_p I W' = \frac{w_p t \cdot w_p h^3}{12} = \frac{0.90 \times 35.36^3}{12} = 3316 \text{ cm}^4$$

$${}_p I W = 2 \cdot {}_p I W' = 2 \times 3316 = 6632 \text{ cm}^4$$

3) 断面二次モーメント

$${}_p I = {}_p I f + {}_p I W = 35960 + 6632 = 42592 \text{ cm}^4$$

$$I = {}_p I + {}_w I = 42592 + 72232 = 114824 \text{ cm}^4$$

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

$$= 42592 + 57786 = 100378 \text{ cm}^4 > 75600 \text{ cm}^4$$

-OK-

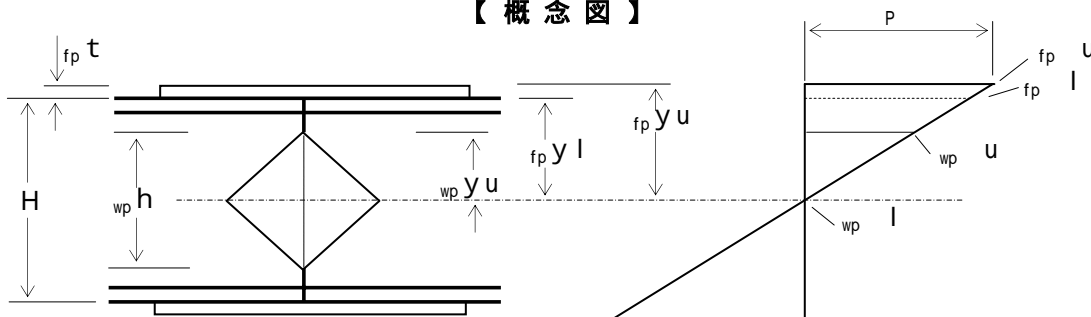
(4) 曲げモ - メントの計算

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 $Z = 2520 \text{ cm}^3$

$$\begin{aligned} M_r &= H \text{ ba} \cdot Z \\ &= 210 \times 2520 \times 10^3 = 529200000 \text{ N}\cdot\text{mm} \end{aligned}$$

【概念図】



2) 突合せ溶接部の抵抗力

$w \text{ ba} = 168 \text{ N/mm}^2$
 $w \text{ I} = 72232 \text{ cm}^4$

$$w Z = \frac{w \text{ I}}{H / 2} = \frac{72232}{60.0 / 2} = 2408 \text{ cm}^3$$

$$\begin{aligned} w M_r &= w \text{ ba} \cdot w Z \\ &= 168 \times 2408 \times 10^3 = 404544000 \text{ N}\cdot\text{mm} \end{aligned}$$

3) フランジ添接板の応力度

$p \text{ I} = 42592 \text{ cm}^4$
 $p \text{ I f} = 35960 \text{ cm}^4$

$$\begin{aligned} p M_f &= (M_r - w M_r) \cdot \frac{p \text{ I f}}{p \text{ I}} \\ &= (529200000 - 404544000) \times \frac{35960}{42592} \\ &= 105245815 \text{ N}\cdot\text{mm} \end{aligned}$$

$$f_p y_u = 1/2 \cdot H + f_p t = 1/2 \times 60.0 + 1.20 = 31.20 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} f_p u &= \frac{p M_f}{p \text{ I f}} \cdot f_p y_u \cdot p \text{ ba} \\ &= \frac{105245815}{35960} \times \frac{31.20}{1000} = 91 \text{ N/mm}^2 < 210 \text{ N/mm}^2 \\ &\text{-OK-} \end{aligned}$$

$$f_p y_l = 1/2 \cdot H = 1/2 \times 60.0 = 30.00 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} f_p l &= \frac{p M_f}{p \text{ I f}} \cdot f_p y_l \cdot p \text{ ba} \\ &= \frac{105245815}{35960} \times \frac{30.00}{1000} = 88 \text{ N/mm}^2 < 210 \text{ N/mm}^2 \\ &\text{-OK-} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \sigma_{Tf} &= \frac{f_p u + f_p l}{2} \cdot \sigma_{Af'} \\ &= \frac{91 + 88}{2} \times 1920 = 171840 \text{ N} \end{aligned}$$

脚長 $S_f = 0.60 \text{ cm}$
 板長 $f_p L = 30.0 \text{ cm}$
 板幅 $f_p b = 16.0 \text{ cm}$
 断面積 $\sigma_{Af'} = 19.20 \text{ cm}^2$
 $= 1920 \text{ mm}^2$

(のど厚)

$$a_f = 1 / (2 \cdot S_f) = 0.707 \times 0.60 = 0.424 \text{ cm} = 4.24 \text{ mm}$$

(溶接長)

$$L_f = f_p L + f_p b = 30.0 + 16.0 = 46.00 \text{ cm} = 460.0 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \sigma_s &= \frac{\sigma_{Tf}}{a_f \cdot L_f} \cdot \sigma_a \\ &= \frac{171840}{4.24 \times 460} = 88 \text{ N/mm}^2 < 96 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

-OK-

3) ウェブ添接板の応力度

$$\begin{aligned} \sigma_{MW} &= (M_r - {}_w M_r) \cdot \frac{\sigma_{Iw}}{\sigma_I} \\ &= (529200000 - 404544000) \times \frac{6632}{42592} \\ &= 19410185 \text{ N}\cdot\text{mm} \end{aligned}$$

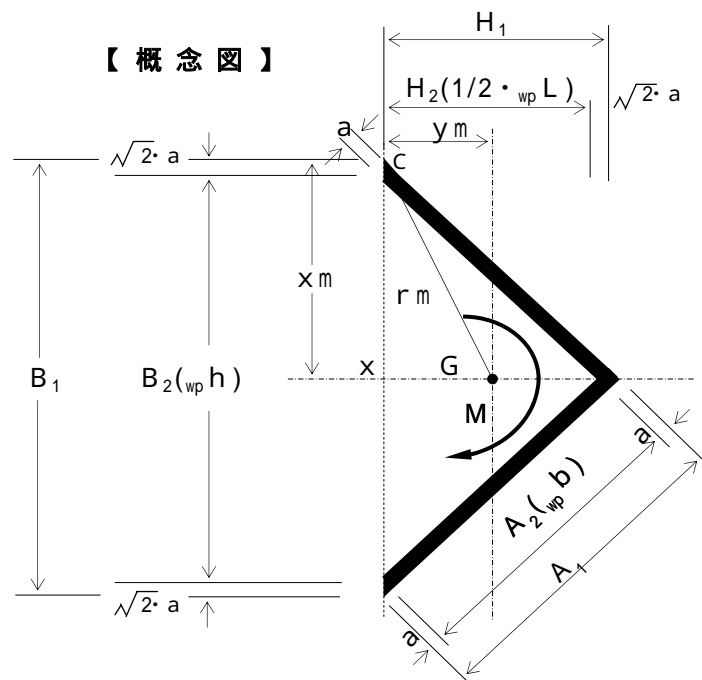
$\sigma_I = 42592 \text{ cm}^4$
 $\sigma_{Iw} = 6632 \text{ cm}^4$

$$y_u = 1/2 \cdot {}_w h = 1/2 \times 35.36 = 17.68 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \sigma_u &= \frac{\sigma_{MW}}{\sigma_{Iw}} \cdot y_u \cdot \sigma_{ba} \\ &= \frac{19410185}{6632} \times \frac{17.68}{1000} = 52 \text{ N/mm}^2 < 210 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

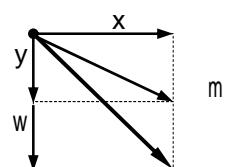
-OK-

【概念図】



a	$= 0.424 \text{ cm}$
$\sqrt{2} \cdot a$	$= 0.60 \text{ cm}$
A_1	$= 25.85 \text{ cm}$
A_2	$= 25.00 \text{ cm}$
B_1	$= 36.56 \text{ cm}$
B_2	$= 35.36 \text{ cm}$
H_1	$= 18.28 \text{ cm}$
H_2	$= 17.68 \text{ cm}$

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)

$$x_m = \frac{B_1}{2} = \frac{36.56}{2} = 18.28 \text{ cm}$$

$$y_m = \frac{A_2 + a}{2 \cdot 2} = \frac{25.00}{2} \times \frac{0.424}{1.414} = 8.99 \text{ cm}$$

$$r_m = \sqrt{18.28^2 + 8.99^2} = 20.37 \text{ cm}$$

(溶接部の断面極二次モーメント)

$$\begin{aligned} I_x &= \frac{H_1 \cdot (B_1/2)^3 - H_2 \cdot (B_2/2)^3}{12} \times 2 \\ &= \frac{18.28 \times (36.56/2)^3 - 17.68 \times (35.36/2)^3}{12} \times 2 \\ &= 2326 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_y &= \left\{ \frac{B_1 \cdot H_1^3}{36} + 1/2 \cdot B_1 \cdot H_1 \cdot (y_m - H_1/3)^2 \right\} \\ &\quad - \left\{ \frac{B_2 \cdot H_2^3}{36} + 1/2 \cdot B_2 \cdot H_2 \cdot (y_m - H_2/3)^2 \right\} \\ &= \left\{ \frac{36.56}{36} \times \frac{18.28^3}{18.28} + 1/2 \times 36.56 \times 18.28 \right. \\ &\quad \left. \times \left(8.99 - \frac{18.28}{3} \right)^2 \right\} \\ &\quad - \left\{ \frac{35.36}{36} \times \frac{17.68^3}{17.68} + 1/2 \times 35.36 \times 17.68 \right. \\ &\quad \left. \times \left(8.99 - \frac{17.68}{3} \right)^2 \right\} = 582 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

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

$$= 2 \times 2326 + 2 \times 582 = 5816 \text{ cm}^4$$

$$x = \frac{\rho M_w}{I_p} \cdot x_m = \frac{19410185}{5816} \times \frac{18.28}{1000} = 61 \text{ N/mm}^2$$

$$y = \frac{\rho M_w}{I_p} \cdot y_m = \frac{19410185}{5816} \times \frac{8.99}{1000} = 30 \text{ N/mm}^2$$

$$\begin{aligned} m &= \frac{\rho M_w}{I_p} \cdot r_m \quad s \quad a \\ &= \frac{19410185}{5816} \times \frac{20.37}{1000} = 68 \text{ N/mm}^2 < 96 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

-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 $\sigma_a = 120 \text{ N/mm}^2$
 H形鋼のウェブ断面積 $A_w = 6226 \text{ mm}^2$
 $A_w = t_w (H - 2 \cdot t_f)$

$$\begin{aligned} S_r &= \sigma_a \cdot A_w \\ &= 120 \times 6226 = 747120 \text{ N} \end{aligned}$$

2) 突合せ溶接部の抵抗力

$\sigma_w = 96 \text{ N/mm}^2$
 $A_w = 59.40 \text{ cm}^2$
 $= 5940 \text{ mm}^2$

$$\begin{aligned} {}_w S_r &= \sigma_w \cdot A_w \\ &= 96 \times 5940 = 570240 \text{ N} \end{aligned}$$

3) ウェブ添接板の応力度

$\rho A_w = 63.64 \text{ cm}^2$
 $= 6364 \text{ mm}^2$

$$\begin{aligned} {}_p S_r &= S_r - {}_w S_r \\ &= 747120 - 570240 = 176880 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{{}_p S_r}{{}_p A_w} \\ &= \frac{176880}{6364} = 28 \text{ N/mm}^2 < 120 \text{ N/mm}^2 \quad \text{-OK-} \end{aligned}$$

4) 隅肉溶接部の応力度

隅肉溶接の許容せん断応力度 $\sigma_s = 96 \text{ N/mm}^2$
 脚長 $S_w = 0.60 \text{ cm}$
 板幅 ${}_w b = 25.0 \text{ cm}$

(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)
 $L_w = 4 \cdot {}_w b = 4 \times 25.00 = 100.00 \text{ cm} \quad 1000.0 \text{ mm}$

$$\begin{aligned} \sigma_s &= \frac{{}_p S_r}{a_w \cdot L_w} \\ &= \frac{176880}{4.24 \times 1000.0} = 42 \text{ N/mm}^2 < 96 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

-OK-

(6) ウェブ隅肉溶接の合成応力度

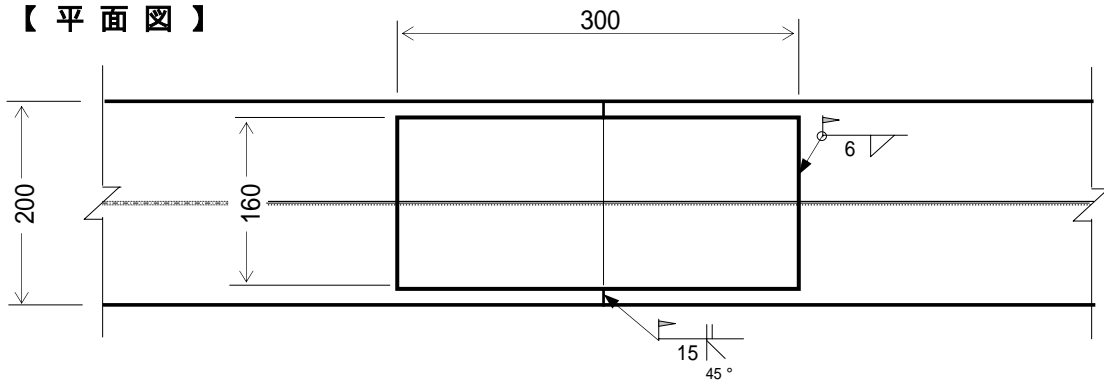
X方向成分(曲げ) $x = 61 \text{ N/mm}^2$
 Y方向成分(曲げ) $y = 30 \text{ N/mm}^2$
 Y方向成分(せん断) $s = 42 \text{ N/mm}^2$

$$\begin{aligned} &= \sqrt{x^2 + (y + s)^2} \\ &= \sqrt{61^2 + (30 + 42)^2} \\ &= 94 \text{ N/mm}^2 < 96 \text{ N/mm}^2 \quad \text{-OK-} \end{aligned}$$

3. 計算結果

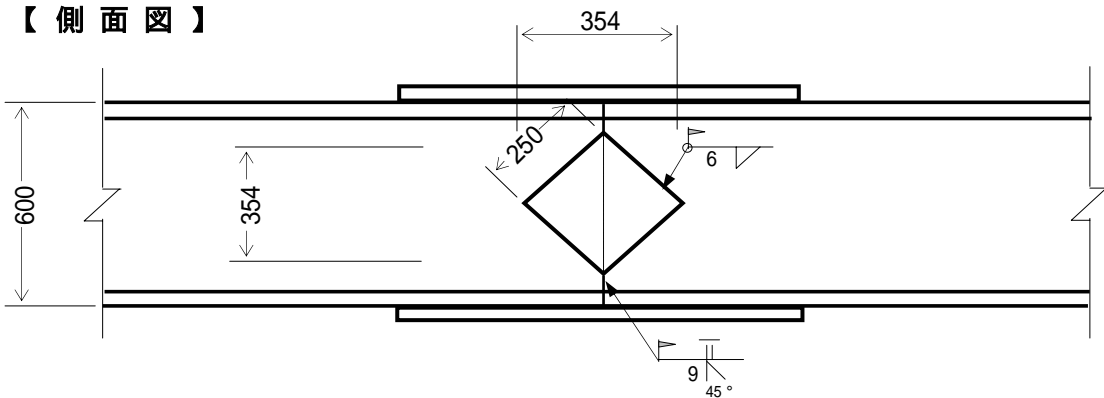
母材	<u>H 6 0 0 × 2 0 0 × 1 1 × 1 7</u>	
フランジ部	添接板仕様	2枚： P L 12 × 160 × 300
ウェブ部	添接板仕様	2枚： P L 9 × 250 × 250

【 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 】

