

現場溶接継手計算書

H 2 5 0 × 1 2 5 × 6 × 9

土木仕様

(S I 単位)

ヒロセ株式会社

現場溶接継手 (H 250 × 125) 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%)	

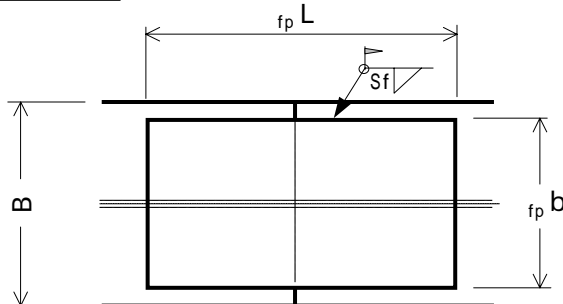
注) 現場溶接の許容応力度は、母材の 80% とする。

(2) 設計母材 コト: H250-2
H形鋼: H 250 × 125 × 6 × 9

(3) 添接板

フランジ: 2・P L -	$\langle_p t \rangle$	6	x	$\langle_p b \rangle$	90	x	$\langle_{fp} L,_{wp} b \rangle$	200
ウェブ: 2・P L -		6	x		100	x		100

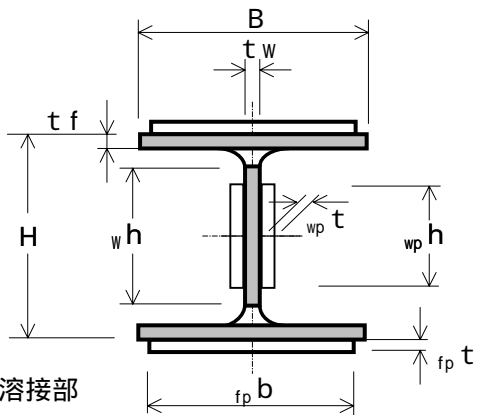
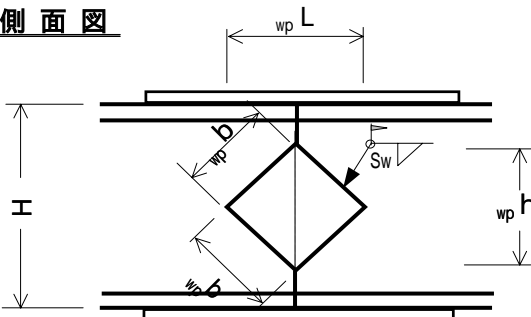
平面図



ウェブ添接板高さ
 $_{wp} h = 14.14$ cm
突合せ溶接高さ
 $_W h = 21.60$ cm
フランジ隅肉サイズ
 $S_f = 0.40$ cm
ウェブ隅肉サイズ
 $S_w = 0.40$ cm

断面図

側面図



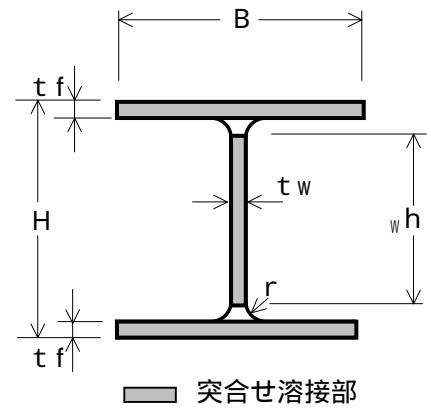
■ 突合せ溶接部

2. 継手部の設計

(1) 突合せ溶接部の断面性能

1) 母材 H 250 × 125 × 6 × 9

H 形 鋼 の 高 さ	H =	25	cm
H 形 鋼 の 幅	B =	12.5	cm
ウ エ ブ 厚	t _w =	0.6	cm
フ ラ ン ジ 厚	t _f =	0.9	cm
フ イ レ ッ ト	r =	0.8	cm
断 面 積	A =	37.0	cm ²
断 面 係 数	Z =	317	cm ³
断 面 二 次 モ - メ ン ト	I =	3960	cm ⁴



2) 突合せ溶接部

(フランジ断面積)

$${}_w A_f = B \cdot t_f = 12.5 \times 0.9 = 11.25 \text{ cm}^2$$

(母材強度に換算)

$${}_w A_f' = {}_w A_f \times \frac{w}{H} \frac{t_a}{t_a} = 11.25 \times \frac{168}{210} = 9.00 \text{ cm}^2$$

(ウェブ断面積)

$${}_w A_w = {}_w h \cdot t_w = 21.6 \times 0.6 = 12.96 \text{ cm}^2$$

(母材強度に換算)

$${}_w A_w' = {}_w A_w \times \frac{w}{H} \frac{t_a}{t_a} = 12.96 \times \frac{168}{210} = 10.37 \text{ cm}^2$$

(断面積の合計)

$${}_w A = 2 \cdot {}_w A_f + {}_w A_w = 2 \times 11.25 + 12.96 = 35.46 \text{ cm}^2$$

(母材強度に換算)

$${}_w A' = {}_w A \times \frac{w}{H} \frac{t_a}{t_a} = 35.46 \times \frac{168}{210} = 28.37 \text{ cm}^2$$

(フランジ断面二次モ - メ ン ト)

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

$$= 11.25 \times 12.050^2 + \frac{12.50 \times 0.90^3}{12} = 1634 \text{ cm}^4$$

(母材強度に換算)

$${}_w I_f' = {}_w I_f \times \frac{w}{H} \frac{b_a}{b_a} = 1634 \times \frac{168}{210} = 1307 \text{ cm}^4$$

(ウェブ断面二次モ - メ ン ト)

$${}_w I_w = \frac{t_w \cdot {}_w h^3}{12} = \frac{0.60 \times 21.60^3}{12} = 504 \text{ cm}^4$$

(母材強度に換算)

$${}_w I_w' = {}_w I_w \times \frac{w}{H} \frac{b_a}{b_a} = 504 \times \frac{168}{210} = 403 \text{ cm}^4$$

(断面二次モ - メ ン トの合計)

$${}_w I = 2 \cdot {}_w I_f + {}_w I_w = 2 \times 1634 + 504 = 3772 \text{ cm}^4$$

(母材強度に換算)

$${}_w I' = {}_w I \times \frac{w}{H} \frac{b_a}{b_a} = 3772 \times \frac{168}{210} = 3018 \text{ cm}^4$$

(2) 添接板の断面積の計算

フランジ板幅	$f_p b$	=	9.0	cm
フランジ板厚	$f_p t$	=	0.60	cm
ウェブ板高	$w_p h$	=	14.1	cm
ウェブ板厚	$w_p t$	=	0.60	cm

1) フランジ添接板

$${}_p A f' = f_p b \cdot f_p t = 9.00 \times 0.60 = 5.40 \text{ cm}^2$$

$${}_p A f = 2 \cdot {}_p A f' = 2 \times 5.40 = 10.80 \text{ cm}^2$$

2) ウェブ添接板

$${}_p A W' = w_p h \cdot w_p t = 14.14 \times 0.60 = 8.48 \text{ cm}^2$$

$${}_p A W = 2 \cdot {}_p A W' = 2 \times 8.48 = 16.96 \text{ cm}^2$$

3) 断面積

$${}_p A = {}_p A f + {}_p A W = 10.80 + 16.96 = 27.76 \text{ cm}^2$$

$$A = {}_p A + {}_w A = 27.76 + 35.46 = 63.22 \text{ cm}^2$$

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

$$= 27.76 + 28.37 = 56.13 \text{ cm}^2 > 36.97 \text{ cm}^2$$

-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

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

$$= 5.40 \times 12.80^2 + \frac{9.00 \times 0.60^3}{12} = 885 \text{ cm}^4$$

$${}_p I f = 2 \cdot {}_p I f' = 2 \times 885 = 1770 \text{ cm}^4$$

2) ウェブ添接板

$${}_p I W' = \frac{w_p t \cdot w_p h^3}{12} = \frac{0.60 \times 14.14^3}{12} = 141 \text{ cm}^4$$

$${}_p I W = 2 \cdot {}_p I W' = 2 \times 141 = 282 \text{ cm}^4$$

3) 断面二次モーメント

$${}_p I = {}_p I f + {}_p I W = 1770 + 282 = 2052 \text{ cm}^4$$

$$I = {}_p I + {}_w I = 2052 + 3772 = 5824 \text{ cm}^4$$

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

$$= 2052 + 3018 = 5070 \text{ cm}^4 > 3960 \text{ cm}^4$$

-OK-

(4) 曲げモ - メントの計算

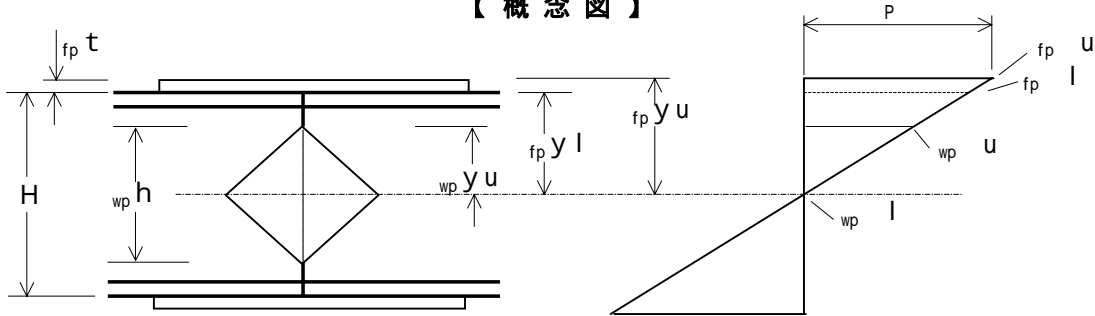
1) H形鋼1本当たりの抵抗曲げモ - メント

許容曲げ応力度 $H \text{ ba} = 210 \text{ N/mm}^2$

断面係数 $Z = 317 \text{ cm}^3$

$$\begin{aligned} M_r &= H \text{ ba} \cdot Z \\ &= 210 \times 317 \times 10^3 = 66570000 \text{ N}\cdot\text{mm} \end{aligned}$$

【概念図】



2) 突合せ溶接部の抵抗力

$w \text{ ba} = 168 \text{ N/mm}^2$

$w \text{ I} = 3772 \text{ cm}^4$

$$w Z = \frac{w \text{ I}}{H / 2} = \frac{3772}{25.0 / 2} = 302 \text{ cm}^3$$

$$\begin{aligned} w M_r &= w \text{ ba} \cdot w Z \\ &= 168 \times 302 \times 10^3 = 50736000 \text{ N}\cdot\text{mm} \end{aligned}$$

3) フランジ添接板の応力度

$p \text{ I} = 2052 \text{ cm}^4$

$p \text{ I f} = 1770 \text{ cm}^4$

$$\begin{aligned} p M_f &= (M_r - w M_r) \cdot \frac{p \text{ I f}}{p \text{ I}} \\ &= (66570000 - 50736000) \times \frac{1770}{2052} \\ &= 13657982 \text{ N}\cdot\text{mm} \end{aligned}$$

$$f_p y_u = 1/2 \cdot H + f_p t = 1/2 \times 25.0 + 0.60 = 13.10 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} f_p u &= \frac{p M_f}{p \text{ I f}} \cdot f_p y_u \cdot p \text{ ba} \\ &= \frac{13657982}{1770} \times \frac{13.10}{1000} = 101 \text{ N/mm}^2 < 210 \text{ N/mm}^2 \\ &\text{-OK-} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} f_p l &= \frac{p M_f}{p \text{ I f}} \cdot f_p y_l \cdot p \text{ ba} \\ &= \frac{13657982}{1770} \times \frac{12.50}{1000} = 96 \text{ N/mm}^2 < 210 \text{ N/mm}^2 \\ &\text{-OK-} \end{aligned}$$

隅肉溶接の許容せん断応力度

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

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

$$= \frac{101}{2} + \frac{96}{2} \times 540 = 53190 \text{ N}$$

脚長 $S f = 0.40 \text{ cm}$

板長 $f_p L = 20.0 \text{ cm}$

板幅 $f_p b = 9.0 \text{ cm}$

断面積 $P A f' = 5.40 \text{ cm}^2$

$= 540 \text{ mm}^2$

(のど厚)

$$a f = 1 / 2 \cdot S f = 0.707 \times 0.40 = 0.283 \text{ cm} \quad 2.83 \text{ mm}$$

(溶接長)

$$L f = f_p L + f_p b = 20.0 + 9.0 = 29.00 \text{ cm} \quad 290.0 \text{ mm}$$

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

$$= \frac{53190}{2.83 \times 290} = 65 \text{ N/mm}^2 < 96 \text{ N/mm}^2$$

-OK-

3) ウェブ添接板の応力度

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

$$= (66570000 - 50736000) \times \frac{282}{2052}$$

$$= 2176018 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

$P I = 2052 \text{ cm}^4$

$P I W = 282 \text{ cm}^4$

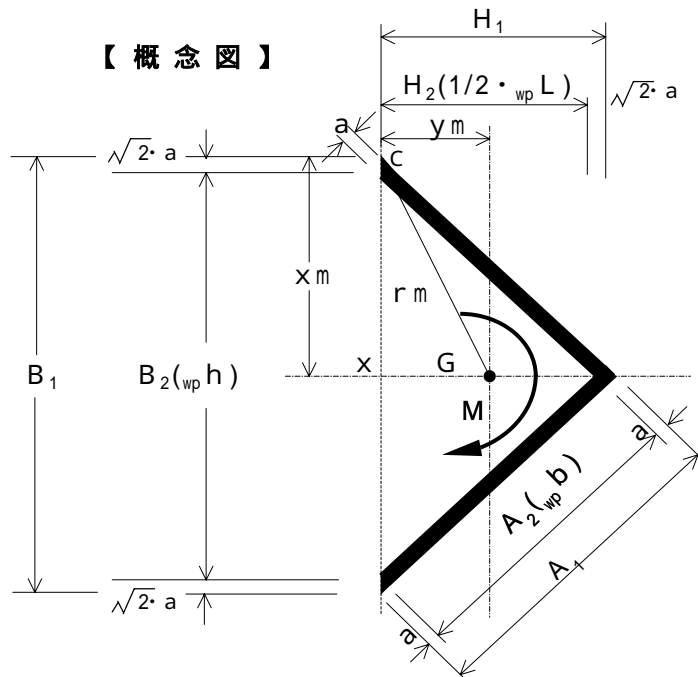
$$w_p y_u = 1/2 \cdot w_p h = 1/2 \times 14.14 = 7.07 \text{ cm}$$

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

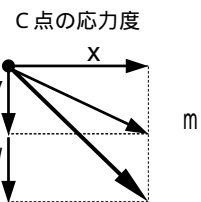
$$= \frac{2176018}{282} \times \frac{7.07}{1000} = 55 \text{ N/mm}^2 < 210 \text{ N/mm}^2$$

-OK-

【概念図】



$$\left(\begin{array}{l} a = 0.283 \text{ cm} \\ \sqrt{2} \cdot a = 0.40 \text{ cm} \\ A_1 = 10.57 \text{ cm} \\ A_2 = 10.00 \text{ cm} \\ B_1 = 14.94 \text{ cm} \\ B_2 = 14.14 \text{ cm} \\ H_1 = 7.47 \text{ cm} \\ H_2 = 7.07 \text{ cm} \end{array} \right)$$



(溶接部の回転中心Gから最外端までの距離)

$$x_m = \frac{B_1}{2} = \frac{14.94}{2} = 7.47 \text{ cm}$$

$$y_m = \frac{A_2 + a}{2 \cdot 2} = \frac{10.00 + 0.283}{2 \times 1.414} = 3.64 \text{ cm}$$

$$r_m = \sqrt{7.47^2 + 3.64^2} = 8.31 \text{ cm}$$

(溶接部の断面極二次モーメント)

$$\begin{aligned} I_x &= \frac{H_1 \cdot (B_1/2)^3 - H_2 \cdot (B_2/2)^3}{12} \times 2 \\ &= \frac{7.47 \times (14.94/2)^3 - 7.07 \times (14.14/2)^3}{12} \times 2 \\ &= 103 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_y &= \left\{ \frac{B_1 \cdot H_1^3}{36} + 1/2 \cdot B_1 \cdot H_1 \cdot (y_m - H_1/3)^2 \right\} \\ &\quad - \left\{ \frac{B_2 \cdot H_2^3}{36} + 1/2 \cdot B_2 \cdot H_2 \cdot (y_m - H_2/3)^2 \right\} \\ &= \left\{ \frac{14.94 \times 7.47^3}{36} + 1/2 \times 14.94 \times 7.47 \right. \\ &\quad \left. \times \left(3.64 - \frac{7.47}{3} \right)^2 \right\} \\ &\quad - \left\{ \frac{14.14 \times 7.07^3}{36} + 1/2 \times 14.14 \times 7.07 \right. \\ &\quad \left. \times \left(3.64 - \frac{7.07}{3} \right)^2 \right\} = 26 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

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

$$= 2 \times 103 + 2 \times 26 = 258 \text{ cm}^4$$

$$x = \frac{p M_w}{I_p} \cdot x_m = \frac{2176018}{258} \times \frac{7.47}{1000} = 63 \text{ N/mm}^2$$

$$y = \frac{p M_w}{I_p} \cdot y_m = \frac{2176018}{258} \times \frac{3.64}{1000} = 31 \text{ N/mm}^2$$

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

$$= \frac{2176018}{258} \times \frac{8.31}{1000} = 70 \text{ N/mm}^2 < 96 \text{ N/mm}^2$$

-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 $\sigma_a = 120 \text{ N/mm}^2$
 H形鋼のウェブ断面積 $A_w = 1392 \text{ mm}^2$
 $A_w = t_w (H - 2 \cdot t_f)$

$$\begin{aligned} S_r &= \sigma_a \cdot A_w \\ &= 120 \times 1392 = 167040 \text{ N} \end{aligned}$$

2) 突合せ溶接部の抵抗力

$\sigma_w = 96 \text{ N/mm}^2$
 $A_w = 12.96 \text{ cm}^2$
 $= 1296 \text{ mm}^2$

$$\begin{aligned} {}_w S_r &= \sigma_w \cdot A_w \\ &= 96 \times 1296 = 124416 \text{ N} \end{aligned}$$

3) ウェブ添接板の応力度

$A_p = 16.96 \text{ cm}^2$
 $= 1696 \text{ mm}^2$

$$\begin{aligned} {}_p S_r &= S_r - {}_w S_r \\ &= 167040 - 124416 = 42624 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_p &= \frac{{}_p S_r}{{}_p A_w} \\ &= \frac{42624}{1696} = 25 \text{ N/mm}^2 < 120 \text{ N/mm}^2 \quad \text{-OK-} \end{aligned}$$

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 $S_w = 0.40 \text{ cm}$
 板幅 $w_p b = 10.0 \text{ cm}$

(のど厚)
 $a_w = 1 / 2 \cdot S_w = 0.20 \times 2 = 0.40 \text{ cm} = 4.0 \text{ mm}$

(溶接長)
 $L_w = 4 \cdot w_p b = 4 \times 10.0 = 40.0 \text{ cm} = 400.0 \text{ mm}$

$$\begin{aligned} \sigma_s &= \frac{{}_p S_r}{a_w \cdot L_w} \\ &= \frac{42624}{4.0 \times 400.0} = 26.64 \text{ N/mm}^2 < 96 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

-OK-

(6) ウェブ隅肉溶接の合成応力度

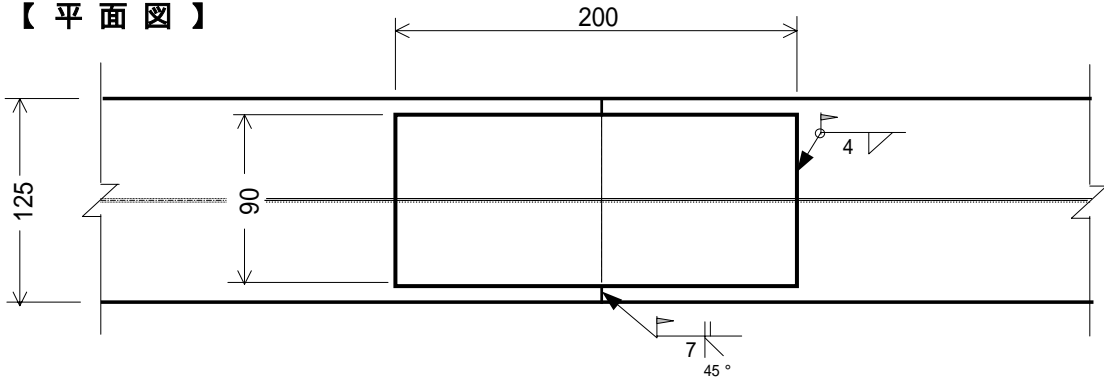
X方向成分(曲げ) $x = 63 \text{ N/mm}^2$
 Y方向成分(曲げ) $y = 31 \text{ N/mm}^2$
 Y方向成分(せん断) $s = 38 \text{ N/mm}^2$

$$\begin{aligned} &= \sqrt{x^2 + (y + s)^2} \\ &= \sqrt{63^2 + (31 + 38)^2} \\ &= 93 \text{ N/mm}^2 < 96 \text{ N/mm}^2 \quad \text{-OK-} \end{aligned}$$

3. 計算結果

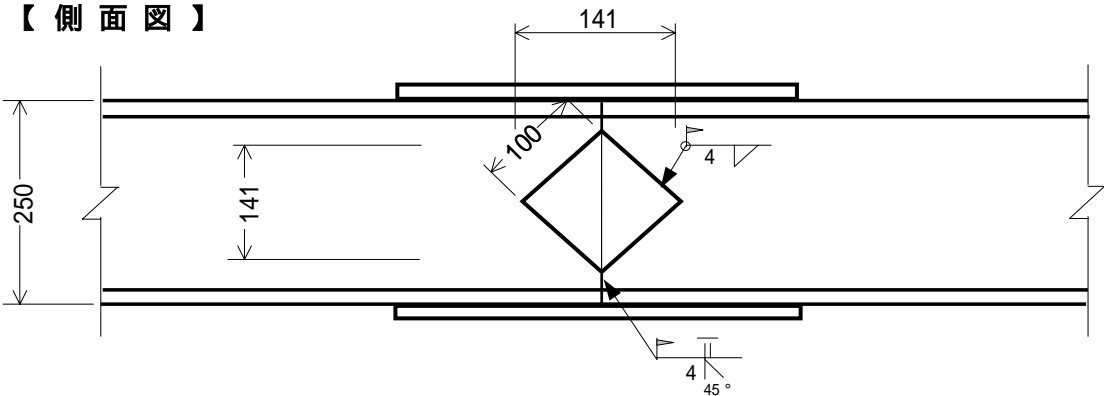
母材	<u>H 2 5 0 × 1 2 5 × 6 × 9</u>	
フランジ部	添接板仕様	2枚： <u>PL 6 × 90 × 200</u>
ウェブ部	添接板仕様	2枚： <u>PL 6 × 100 × 100</u>

【 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 】

