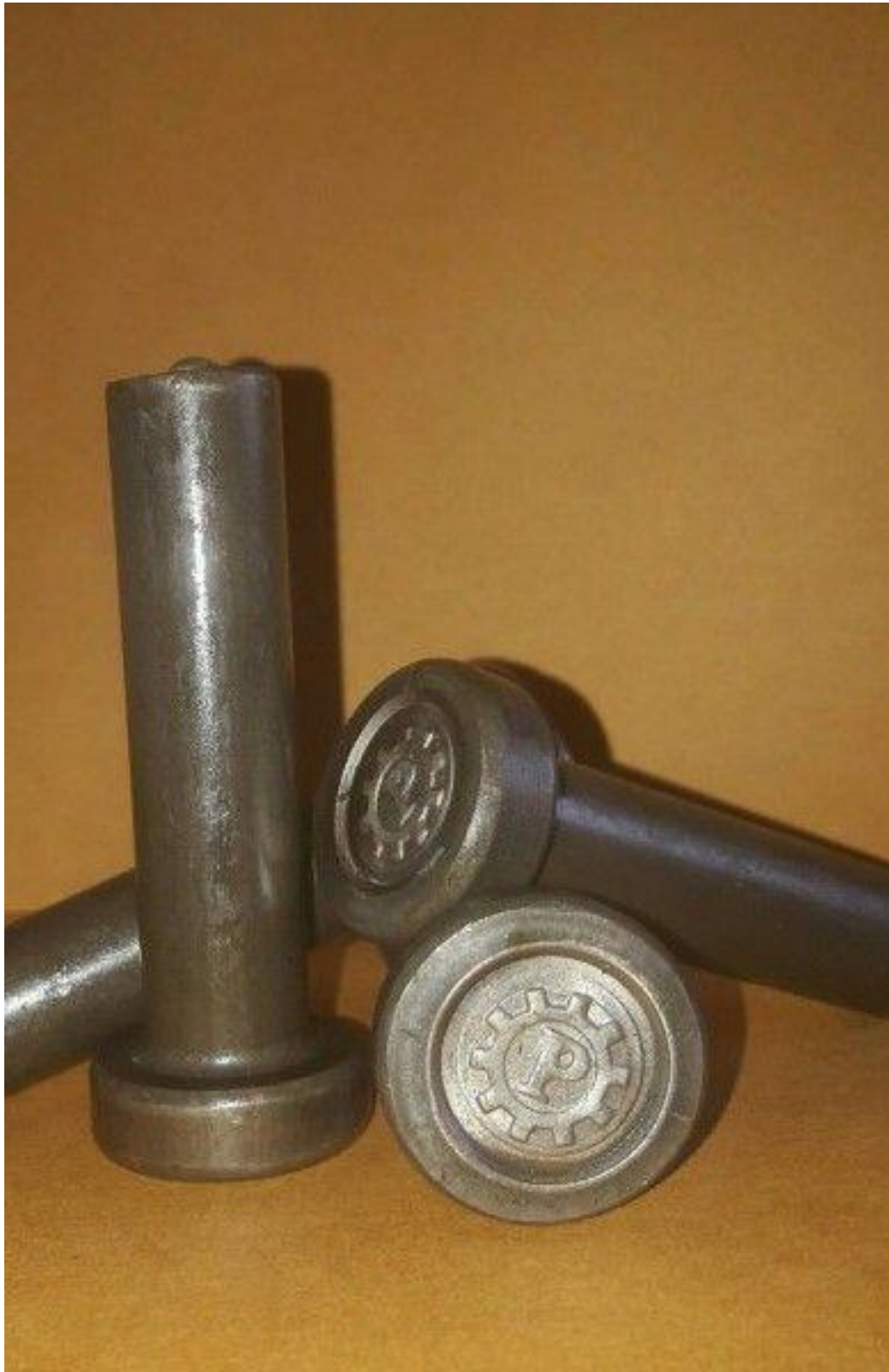


ข้อมูล **SHEAR STUD** ของบริษัท พี ชาญช่าง วิศวกรรม จำกัด



## คุณภาพของ Shear Stud



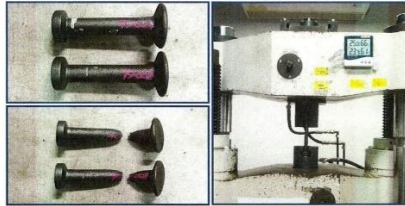
# ใบ Certificate

## TEST REPORT

Received No. : 58-06-071  
 Report No.: TGI-TS-002  
 Rev.: 00

Customer's company name: **P CHANCAHNG ENGINEERING CO.,LTD**  
 Address: **47/1 M.5 Bangphai-Hnongpraohay Rd., Bangkural Bangbuathong Nonthaburi 11110 Thailand**

Part Name :	KM CLAT0205-85	Material Characterization:	-
Part No. :	-	Standard of Test:	-
Material Specification:	20Mn2	Type of Test:	Tensile Test
Dimension:	Ø 2.5 X 85	Equipment / Serial No.:	Universal Testing Machine
Received Date:	15 / June / 2015	Equipment's Capacity:	Tension Force 100 Tons
Tested Date:	19 / June / 2015	Ambient Temp.:	23.7 °C, 61 % RH



### Result of Tensile Test

No.	Diameter (mm)	Area (mm <sup>2</sup> )	Proof Load (kN)	Max. Force (kN)	Proof Strength (N/mm <sup>2</sup> )	Tensile Strength (N/mm <sup>2</sup> )	Elongation (%)
1	13.75	148.49	69.256	92.581	466.402	623.489	12.52
2	13.76	148.71	67.862	92.413	456.352	621.452	12.47

Operated by: Inanapon Checked by: Smitkha Approved by: Arun Jeangrijaroen  
 Testing Operator Ms.Kamonwan Komou Mr.Arun Jeangrijaroen  
 Technical Team Technical Manager Quality Manager  
 ( 19 / June / 2015 ) ( 19 / June / 2015 ) ( 19 / June / 2015 )

#### Commentary:

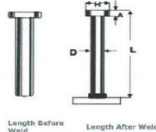
1. Our division and institute not allow to change, add or subtract anywhere on this report, except only in case of already accepted by writing from our division.
2. Our division can not confess to any direct or indirect damage that will occur after this by using data, analysis results, results or conclusion in this report to design, produce or others.
3. Experiment results are exactly true especially only on specimen that was carried to test.
4. \*Test marked \* in this report are not included in the TISI Accreditation Schedule for our Laboratory\*

## Shear Connector

For composite construction

### Product

#### Shear Connectors



Production With Standard specification :  
 1. AWS D11.3 Section 7  
 2. ISO 15918  
 3. BS 51198

#### Mechanical Property :

Standard	Tensile Strength	0.2% Yield Strength	Elongation at Break	0.2% Elongation
AWS D11.3 Section 7	Min. 65,000 psi / 450 MPa	51,000 psi	20%	N/A
ISO 15918	450 - 690 N/mm <sup>2</sup>	350 N/mm <sup>2</sup>	15%	N/A
BS 51198	450 - 650 N/mm <sup>2</sup>	335 N/mm <sup>2</sup>	20%	N/A

Stud Material : ASTM A108 Grades 1010 Trough 1020

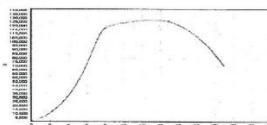
### Test Report

PART NAME : WIRE 19.00 m.m. DATE : 26-04-2012

PART NO : SWRCH18A PROCESS : TEST TENSILE

specimens	Area mm <sup>2</sup>	Max Force N	Tensile Strength N / mm <sup>2</sup>	0.2% Yield N / mm <sup>2</sup>	Elongation %
001	277.001	126700.0	457.40	410.65	41.57
002	277.001	127525.0	460.38	412.36	41.71
003	277.001	129000.0	465.70	418.77	48.06

Disp. v.s. Load



--- SWRCH18A-001  
 --- SWRCH18A-002  
 --- SWRCH18A-003

Approve: 

# ผล Test ตัวอย่างการเชื่อมและการงอ

## SHEAR STUD WELDING



# คู่มือการออกแบบ Shear Stud



บริษัท พี ชาญช่าง วิศวกรรม จำกัด

47/1 หมู่ 5 ถนนบางไผ่ - ถนนพหลโยธิน ตำบลบางคูรัด อำเภอบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี 11110

โทรศัพท์ 02-927-0145-6 โทรสาร 02-927-0147 มือถือ 086-088-6945, 092-353-4442

Email : pchanchang@hotmail.com Website : <http://www.pstud.com>

## 10.5 การออกแบบคานเหล็กเชิงประกอบแบบใช้ตัวยึดรับแรงเฉือน มาตรฐาน AISC/LRFD

ความกว้างประสิทธิผลของแผ่นพื้น มาตรฐาน AISC กำหนดความกว้างประสิทธิผลของแผ่นพื้นคอนกรีตที่แต่ละด้านของคาน ซึ่งจะนำมาคำนวณหาหน่วยแรงหรือกำลังรับโมเมนต์ดัดของคานเหล็กเชิงประกอบ ต้องไม่เกินกว่าค่าน้อยที่สุด ดังต่อไปนี้

- (ก)  $\frac{1}{8}$  ของช่วงความยาวคาน
- (ข)  $\frac{1}{2}$  ของระยะห่างระหว่างคานข้างเคียง
- (ค) ระยะจากกึ่งกลางคานถึงขอบของแผ่นพื้น (เฉพาะคานขอบ)

กำลังรับโมเมนต์ดัดประลัย :  $M_u = \phi_b M_n$

กรณีรับโมเมนต์บวก :

(ก) เมื่อ  $h/t_w \leq 3.76\sqrt{E/F_y}$  ใช้ค่า  $\phi_b = 0.85$  ส่วนค่าของ  $M_n$  ให้พิจารณาจากการกระจายของหน่วยแรงแบบพลาสติกบนคานเหล็กเชิงประกอบ

(ข) เมื่อ  $h/t_w > 3.76\sqrt{E/F_y}$  ใช้ค่า  $\phi_b = 0.90$  ส่วนค่าของ  $M_n$  ให้พิจารณาจากการกระจายของหน่วยแรงแบบอีลาสติกบนคานเหล็กเชิงประกอบ ทั้งนี้ขึ้นกับวิธีการก่อสร้าง

กรณีรับโมเมนต์ลบ อาจพิจารณาออกแบบได้ 2 วิธี คือ :

(ก) ใช้ค่า  $\phi_b = 0.90$  ส่วนค่าของ  $M_n$  ให้พิจารณาจากคานเหล็กรูปพรรณอย่างเดียว (ตามวิธีการออกแบบคานเหล็กรูปพรรณที่กล่าวแล้วในบทที่ 4)

หรือ (ข) ถ้าคานเหล็กมีรูปตัดแบบคอมแพค มีตัวยึดทางข้างพอเพียง มีตัวยึดรับแรงเฉือนในช่วงนี้ และมีเหล็กเส้นเสริมคอนกรีตในแผ่นพื้นภายในช่วงความกว้างประสิทธิผล ซึ่งมีระยะฝังยึดอย่างพอเพียง ให้ใช้ค่า  $\phi_b = 0.85$  ส่วนค่าของ  $M_n$  ให้พิจารณาจากการกระจายของหน่วยแรงแบบพลาสติกบนคานเหล็กเชิงประกอบ



## บริษัท พี ชาญช่าง วิศวกรรม จำกัด

47/1 หมู่ 5 ถนนบางไผ่ – หนองทรายขาว ตำบลบางคูรัด อำเภอบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี 11110

โทรศัพท์ 02-927-0145-6 โทรสาร 02-927-0147 มือถือ 086-088-6945, 092-353-4442

Email : pchanchang@hotmail.com Website : http://www.pstud.com

อนึ่ง ในการออกแบบ ต้องหาขนาดรูปตัดของคานเหล็กรูปที่ต้องใช้ ซึ่งอาจใช้วิธีลองผิดลองถูกจนกว่าจะได้ขนาดที่เหมาะสม อย่างไรก็ตาม อาจประมาณเนื้อที่หน้าตัดของคานเหล็กรูปได้จากสมการต่อไปนี้

$$\text{หน้าตัดของคานเหล็กรูป (ชม.}^2) A_s = M_U / (0.5d + 0.8t)(\phi_b F_y)$$

เมื่อ  $M_U$  = โมเมนต์ดัดประลัย กก.-ชม.

$d$  = ความลึกของคานเหล็ก ชม.

$t$  = ความหนาของพื้นคอนกรีต ชม.

$F_y$  = กำลังจุดครากของคานเหล็ก กก./ชม.<sup>2</sup>

และถ้าสมมุติให้ เหล็กหนัก 8000 กก./ม.<sup>3</sup> จะได้สมการเพื่อหาน้ำหนัก (กก./เมตร) ของคานเหล็กรูป ดังนี้

$$w = 0.8M_U / (0.5d + 0.8t)(\phi_b F_y) \text{ กก./เมตร}$$

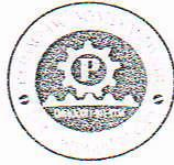
กำลังรับแรงเฉือนประลัย

แรงเฉือนในแนวตั้งที่เกิดขึ้นบนคานเหล็กเชิงประกอบ จะพิจารณาให้เหล็กแผ่นตั้งของคานเหล็กรูปเป็นตัวรับอย่างเดียว ซึ่งกำลังรับแรงเฉือนประลัยของเหล็กแผ่นตั้งมีค่าเท่ากับ  $\phi_v V_n$  ในเมื่อตัวคูณลดกำลัง  $\phi_v = 0.90$  และ  $V_n$  เป็นกำลังต้านทานแรงเฉือนประลัย

**ตัวยึดรับแรงเฉือน (Shear Connector)**

กำลังรับแรงเฉือนของตัวยึด

สลักรับแรงเฉือน (stud shear connector) : ปกตินิยมใช้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1/2 5/8 3/4 และ 7/8 นิ้ว และยาว 3' กับ 4' (เมื่อเชื่อมติดแล้ว ความยาวต้อง



## บริษัท พีชาญช่าง วิศวกรรม จำกัด

47/1 หมู่ 5 ถนนบางโพธิ์ - หอนงพรางฯ ตำบลบางคูรัด อำเภอบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี 11110

โทรศัพท์ 02-927-0145-6 โทรสาร 02-927-0147 มือถือ 086-088-6945 , 092-353-4442

Email : pchanchang@hotmail.com Website : http://www.pstud.com

ไม่น้อยกว่า 4 เท่าของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของตัวยึด) โดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของส่วนหัว โดกว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำตัวประมาณ  $1/2$

$$\text{กำลังรับแรงเฉือนประลัย } Q_n = 0.5 A_{sc} \sqrt{f_c' E_c} \leq A_{sc} F_u \quad (10.5.1)$$

ในเมื่อ  $A_{sc}$  = เนื้อที่หน้าตัดของสลักรับแรงเฉือน

$F_u$  = กำลังรับแรงดึงประลัยของสลักรับแรงเฉือน

เหล็กวางรับแรงเฉือน (channel shear connector) : ปกติใช้ ขนาด 3 นิ้ว หน้า 4.1 ปอนด์/ฟุต หรือ ขนาด 4 นิ้ว หน้า 5.4 ปอนด์/ฟุต

$$\text{กำลังรับแรงเฉือนประลัย } Q_n = 0.3(t_f + 0.5t_w)L_c \sqrt{f_c' E_c} \quad (10.5.2)$$

ในเมื่อ  $t_f, t_w$  = ความหนาของส่วนปีก และส่วนแผ่นตั้งของเหล็กวาง

$L_c$  = ความยาวของเหล็กวาง

จำนวนของตัวยึดรับแรงเฉือน

จำนวนของตัวยึดรับแรงเฉือน ระหว่างจุดที่มีโมเมนต์สูงสุด กับจุดที่มีโมเมนต์เป็นศูนย์ (ที่ใกล้ที่สุด) คำนวณจาก  $N_1 = V_h / Q_n$  (10.5.3)

ในที่นี้  $V_h$  เป็นแรงเฉือนประลัยในแนวนอน ตรงผิวสัมผัสระหว่างเหล็กกับคอนกรีต หากค่าได้จาก

ก) บริเวณที่รับโมเมนต์บวก (เช่น ระหว่างจุดรองรับถึงกลางคาน ของคานช่วงเดียวที่รับน้ำหนักแบบแผ่สม่ำเสมอ) ค่า  $V_h$  เป็นค่าน้อยที่ได้จากกรณี (1) (2) หรือ (3) ดังต่อไปนี้

(1)  $0.85f_c' A_c$  ซึ่งเป็นค่าแรงอัดที่มากที่สุดใ้คอนกรีต

(2)  $A_s F_y$  ซึ่งเป็นค่าแรงดึงที่มากที่สุดใ้เหล็ก หรือ

(3)  $\sum Q_n$  ซึ่งเป็นผลรวมของค่ารับแรงเฉือนของตัวยึด

ข) บริเวณที่รับโมเมนต์ลบ (เช่น จากปลายยื่นถึงจุดรองรับ ของคานยื่นปลาย) ค่า  $V_h$  เป็นค่าน้อยที่ได้จากกรณี (4) หรือ (5) ต่อไปนี้

(4)  $A_r F_{y_r}$  ซึ่งเป็นค่าแรงดึงที่มากที่สุดใ้เหล็กเสริมคอนกรีต หรือ

(5)  $\sum Q_n$  ซึ่งเป็นผลรวมของค่ารับแรงเฉือนของตัวยึด

ในที่นี้  $A_r, F_{y_r}$  เป็นเนื้อที่หน้าตัดและกำลังจุดครากของเหล็กเสริมคอนกรีต

ตามลำดับ



## บริษัท พี ชาญช่าง วิศวกรรม จำกัด

47/1 หมู่ 5 ถนนบางไผ่ - หนองพยอม ตำบลบางลูรี อำเภอบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี 11110

โทรศัพท์ 02-927-0145-6 โทรสาร 02-927-0147 มือถือ 086-088-6945, 092-353-4442

Email : pchanchang@hotmail.com Website : <http://www.pstud.com>

คานเหล็กเชิงประกอบที่มีพฤติกรรมเชิงประกอบอย่างสมบูรณ์ จำนวนตัวยึดเพื่อรับแรงเฉือนให้พิจารณาจากกรณีที่ (1) (2) และ (4) นั่นคือ คานช่วงเดียวที่รับน้ำหนักแบบแผ่สม่ำเสมอ ต้องการตัวยึดทั้งหมดเท่ากับ  $2N_1$  ตลอดคาน ซึ่งต้องจัดเรียงอย่างสม่ำเสมอ อย่างไรก็ดี ตรงตำแหน่งที่มีน้ำหนักแบบจุดกระทำ ต้องใช้จำนวนตัวยึดระหว่างจุดที่มีน้ำหนักแบบจุดกระทำกับจุดที่โมเมนต์เป็นศูนย์ ให้มากพอที่จะทำให้คานเหล็กเชิงประกอบสามารถรับโมเมนต์ตรงตำแหน่งที่น้ำหนักแบบจุดกระทำได้ ทั้งนี้จำนวนตัวยึดทั้งหมดระหว่างจุดที่มีโมเมนต์สูงสุดกับจุดที่มีโมเมนต์เป็นศูนย์ ยังคงมีจำนวนเท่าเดิม คือ  $N_1$  ส่วนคานเหล็กที่มีพฤติกรรมเชิงประกอบเพียงบางส่วน ซึ่งเกิดจากการลดจำนวนตัวยึดรับแรงเฉือนลง พิจารณาได้จาก กรณีที่ (3) และ (5)

### การจัดวางหรือเรียงตัวยึดรับแรงเฉือน

จะต้องวางเรียงตัวยึดให้กระจายออกอย่างสม่ำเสมอตลอดช่วงที่มีโมเมนต์สูงสุดกับที่มีโมเมนต์เป็นศูนย์

✓ ในการจัดวางหรือเรียงตัวยึดรับแรงเฉือน ให้ปฏิบัติตามข้อกำหนดดังนี้

1. ต้องมีคอนกรีตหุ้มด้านข้างไม่น้อยกว่า 25 มม. ยกเว้นเมื่อใช้แบบหล่อเหล็กพับ
2. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของสลัก ต้องไม่เกินกว่า 2.5 เท่าของความหนาของเหล็กปีกคานที่จะเชื่อมติด ยกเว้นเมื่อเชื่อมสลักเหนือเหล็กแผ่นตั้ง
3. ระยะห่างระหว่างสลักรับแรงเฉือน ตามแนวยาวของคานที่รองรับ :  
ต้องไม่น้อยกว่า 6 เท่าของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของสลัก เมื่อใช้สลักในพื้นที่คอนกรีตที่หล่อโดยไม่ใช้แบบหล่อเหล็ก หรือไม่น้อยกว่า 4 เท่าของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของสลัก เมื่อใช้สลักในพื้นที่คอนกรีตที่หล่อโดยใช้แบบหล่อเหล็กพับ แต่ไม่เกินกว่า 8 เท่าของความหนาของพื้นที่คอนกรีต
4. ระยะห่างระหว่างสลักรับแรงเฉือน ตามแนวขวางของคานที่รองรับ :  
ต้องไม่น้อยกว่า 4 เท่าของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของสลัก ในทุกกรณี แต่ไม่เกินกว่า 8 เท่าของความหนาของพื้นที่คอนกรีต



## บริษัท พี ชาญช่าง วิศวกรรม จำกัด

47/1 หมู่ 5 ถนนบางไผ่ - ถนนพหลโยธิน ตำบลบางคูวัด อำเภอบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี 11110

โทรศัพท์ 02-927-0145-6 โทรสาร 02-927-0147 มือถือ 086-088-6945 , 092-353-4442

Email : pchanchang@hotmail.com Website : http://www.pstud.com

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของสลัก ต้องไม่โตกว่า 3/4 นิ้ว และส่วนหัวของสลักต้องอยู่เหนือรอยพับหรือลอน ไม่น้อยกว่า 38 มม.

กรณีที่วางแบบหล่อโดยให้รอยพับตั้งฉากกับแนวคาน มีข้อพิจารณาดังนี้ :

1. ในการคำนวณหาคุณสมบัติของรูปตัดเชิงประกอบ ไม่ต้องคิดส่วนของคอนกรีตที่อยู่ใต้รอยพับ

2. ระยะห่างตามแนวยาวของสลักรับแรงเฉือน ต้องไม่เกินกว่า 815 มม.

3. ให้ลดค่ากำลังรับแรงเฉือนของสลักด้วยตัวคูณลดค่า ต่อไปนี้

$$\frac{0.85}{\sqrt{N_r}} \left( \frac{w_r}{h_r} \right) \left( \frac{H_s}{h_r} - 1.0 \right) \leq 1.0 \quad (10.5.4)$$

ในเมื่อ  $h_r$  เป็นความสูงของรอยพับ

$H_s$  เป็นความยาวของสลักเมื่อเชื่อมติด แต่ไม่เกิน  $h_r + 7.5$  ซม.

$N_r$  เป็นจำนวนของสลักในหนึ่งรอยพับ แต่ให้คิดได้ไม่เกิน 3 ตัว

$w_r$  เป็นความกว้างของสันคอนกรีต

อย่างไรก็ดี กำลังรับแรงเฉือนของสลักต้องไม่เกินกว่าค่า  $A_{sc}F_u$

4. ต้องยึดแบบหล่อกับส่วนที่รองรับ เป็นระยะๆ ห่างกันไม่เกิน 410 มม.

กรณีที่วางแบบหล่อโดยให้รอยพับขนานกับแนวคาน มีข้อพิจารณาดังนี้ :

1. ในการคำนวณหาคุณสมบัติของรูปตัดเชิงประกอบ อาจคิดส่วนของคอนกรีตที่อยู่ใต้รอยพับก็ได้

2. เมื่อระยะ  $h_r \geq 38$  มม. สลักตัวแรกที่จะใช้ในแนวขวางต้องมีระยะของ  $w_r$  ไม่น้อยกว่า 50 มม. สลักตัวถัดไปต้องห่างกันอย่างน้อย 4 เท่าของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของสลัก

3. เมื่ออัตราส่วน  $w_r/h_r$  น้อยกว่า 1.5 ให้ลดค่ากำลังรับแรงเฉือนของสลักด้วยตัวคูณลดค่า ต่อไปนี้  $0.6 \left( \frac{w_r}{h_r} \right) \left( \frac{H_s}{h_r} - 1.0 \right) \leq 1.0$  (10.5.5)

อย่างไรก็ดี กำลังรับแรงเฉือนของสลักต้องไม่เกินกว่าค่า  $A_{sc}F_u$



## บริษัท พี ชาญช่าง วิศวกรรม จำกัด

47/1 หมู่ 5 ถนนบางไผ่ – ถนนพหลโยธิน ตำบลบางคูวัด อำเภอบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี 11110

โทรศัพท์ 02-927-0145-6 โทรสาร 02-927-0147 มือถือ 086-088-6945 , 092-353-4442

Email : pchanchang@hotmail.com Website : http://www.pstud.com

### 10.6 การออกแบบคานเหล็กเชิงประกอบแบบใช้ตัวยึดรับแรงเฉือน มาตรฐาน AISC/ASD

ความกว้างประสิทธิภาพของแผ่นพื้น มาตรฐาน AISC กำหนดความกว้างประสิทธิภาพของแผ่นพื้นคอนกรีตที่แต่ละด้านของคาน ซึ่งจะนำมาคำนวณหาหน่วยแรงในคานเหล็กเชิงประกอบ ต้องไม่เกินกว่าค่าน้อยที่สุด ดังต่อไปนี้

- (ก)  $\frac{1}{8}$  ของช่วงความยาวคาน
- (ข)  $\frac{1}{2}$  ของระยะห่างระหว่างคานข้างเคียง
- (ค) ระยะจากกึ่งกลางคานถึงขอบของแผ่นพื้น (เฉพาะคานขอบ)

#### หน่วยแรงดัดที่ยอมให้

กรณีที่เกิดคอนกรีตโดยไม่ทำค้ำยันท้องคาน มาตรฐาน AISC ให้แบ่งการพิจารณาหาหน่วยแรงดัดที่เกิดขึ้น ดังต่อไปนี้

ขณะที่คอนกรีตยังไม่แข็งตัว : คานเหล็กรูปพรรณที่ใช้ต้องสามารถรับโมเมนต์ดัด ( $M_D$ ) ที่เกิดจากน้ำหนักของคานเอง และจากน้ำหนักของคอนกรีตที่เพิ่งเทใหม่ๆ โดยหน่วยแรงดัดอีลาสติกที่เกิดขึ้นต้องไม่เกินกว่าหน่วยแรงดัดที่ยอมให้ซึ่งกำหนดให้เท่ากับ  $0.66F_y$  นั่นคือ ถ้าให้  $S_s$  เป็นโมดูลัสหน้าตัดของคานเหล็กรูปพรรณ จะได้

$$\text{หน่วยแรงดัด } f_s = M_D/S_s \leq 0.66F_y$$

เมื่อคอนกรีตแข็งตัวแล้วและมีกำลังต้านทานมากกว่า  $0.75f'_c$  : คานเหล็กรูปพรรณและพื้นคอนกรีตจะมีพฤติกรรมร่วมกันเป็นคานเหล็กเชิงประกอบ ซึ่งคานเหล็กเชิงประกอบที่ได้ต้องสามารถรับโมเมนต์ดัด ( $M_L$ ) ที่เกิดจากน้ำหนักอื่นๆที่กระทำภายหลังที่คอนกรีตแข็งตัวแล้ว เช่น น้ำหนักบรรทุกจร น้ำหนักผนัง ฯลฯ โดยหน่วยแรงดัดรวมที่เกิดขึ้นต้องไม่เกินกว่าหน่วยแรงดัดที่ยอมให้ ซึ่งหน่วยแรงดึงในเหล็กต้องไม่เกินกว่า  $0.90F_y$  และหน่วยแรงอัดในคอนกรีตต้องไม่เกินกว่า  $0.45f'_c$  ฉะนั้น ถ้าให้  $S_{tr \text{ top}}$  และ  $S_{tr \text{ bot}}$  เป็นโมดูลัสหน้าตัดที่ผิวบนและผิวล่างของคานเหล็กเชิงประกอบ ตามลำดับ จะได้

$$\text{หน่วยแรงดึงรวมในเหล็ก } f_s = (M_D/S_s) + (M_L/S_{tr \text{ bot}}) \leq 0.90F_y$$

$$\text{หน่วยแรงอัดในคอนกรีต } f_c = M_L/nS_{tr \text{ top}} \leq 0.45f'_c$$

อนึ่ง อาจประมาณเนื้อที่หน้าตัดหรือน้ำหนักของคานเหล็กรูปได้จากสมการต่อไปนี้



## บริษัท พี ชาญช่าง วิศวกรรม จำกัด

47/1 หมู่ 5 ถนนบางไผ่ - หนองเพรางาย ตำบลบางคูรัด อำเภอบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี 11110

โทรศัพท์ 02-927-0145-6 โทรสาร 02-927-0147 มือถือ 086-088-6945 , 092-353-4442

Email : pchanchang@hotmail.com Website : http://www.pstud.com

$$A_s = 2.2M_s / (0.5d + 0.8t)(F_y) \text{ ซม.}^2$$

$$w = 1.76M_s / (0.5d + 0.8t)(F_y) \text{ กก./เมตร}$$

เมื่อ  $M_s$  = โมเมนต์ดัดที่เกิดจากน้ำหนักใช้งาน กก.-ซม.

$d$  = ความลึกของคานเหล็ก ซม.

$t$  = ความหนาของพื้นคอนกรีต ซม.

$F_y$  = กำลังจุดครากของคานเหล็ก กก./ซม.<sup>2</sup>

หน่วยแรงเฉือนที่ยอมให้ ( $F_v$ )

ให้พิจารณาหน่วยแรงเฉือนที่เกิดขึ้นในเหล็กแผ่นตั้ง ซึ่งต้องมีค่าไม่เกินกว่าหน่วยแรงเฉือนที่ยอมให้ (ตามวิธีการออกแบบคานเหล็กรูปพรรณ)

ตัวยึดรับแรงเฉือน (Shear Connector)

มาตรฐาน AISC/ASD กำหนดให้ใช้ตัวยึดรับแรงเฉือนในคานเหล็กเชิงประกอบ โดยพิจารณาจากแรงเฉือนในแนวอนตรรรอยต่อระหว่างคานเหล็กกับพื้นคอนกรีต ดังนี้ กรณีน้ำหนักกระทำแผ่สม่ำเสมอ :

แรงเฉือนระหว่างจุดที่รับโมเมนต์บวกสูงสุดกับจุดที่ค่าโมเมนต์เป็นศูนย์ ให้ใช้ค่าน้อยของ  $V_h$  จาก  $\frac{0.85f_c A_c}{2}$  หรือ  $\frac{A_s F_y}{2}$

ในที่นี้  $A_c$  = หน้าตัดคอนกรีตประสิทธิภาพ (=  $b \times t$ )

$A_s$  = หน้าตัดของคานเหล็ก

ตรงหน้าตัดที่มีโมเมนต์ลบของคานต่อเนื่อง หากมีเหล็กเสริมคอนกรีตในช่วงความกว้างประสิทธิภาพเป็นปริมาณเท่ากับ  $A_{sr}$  ซึ่งเหล็กเสริมมีกำลังจุดครากเท่ากับ  $F_{yr}$  และมีระยะฝังยึดในคอนกรีตอย่างพอเพียง แรงเฉือนระหว่างจุดที่รับโมเมนต์ลบสูงสุดกับจุดที่ค่าโมเมนต์เป็นศูนย์คำนวณจากสมการ  $V_h = \frac{A_{sr} F_{yr}}{2}$

ถ้าให้  $q$  เป็นกำลังรับแรงเฉือนของตัวยึดหนึ่งตัว (ดังค่าในตารางที่ 10.1) ซึ่งตัวยึดรับแรงเฉือนต้องมีคอนกรีตหุ้มหนาน้อย 25 มม. และขนาดไม่โตกว่า 2.5 เท่าของความหนาของเหล็กปีกคานที่จะเชื่อมติด (ยกเว้นในกรณีที่เชื่อมเหนือเหล็กแผ่นตั้ง) ดังนั้นจำนวนตัวยึดรับแรงเฉือนที่ต้องใช้  $N_1 = V_h / q$

กรณีที่น้ำหนักกระทำเป็นจุด : จำนวนสลักรับแรงเฉือนที่ต้องใช้คำนวณจากสมการ



## บริษัท พี ชาญช่าง วิศวกรรม จำกัด

47/1 หมู่ 5 ถนนบางไผ่ - หมอชั่งทราย ตำบลบางคูรัด อำเภอบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี 11110

โทรศัพท์ 02-927-0145-6 โทรสาร 02-927-0147 นี้อีเมล 086-088-6945 , 092-353-4442

Email : pchanchang@hotmail.com Website : http://www.pstud.com

$$N_2 = N_1 \frac{(M\beta / M_{max} - 1)}{\beta - 1}$$

ในเมื่อ  $M$  = โมเมนต์ตรงจุดที่รับน้ำหนักเป็นจุด

$N_1$  = จำนวนตัวยึดรับแรงเฉือนที่ต้องใช้ระหว่างจุดที่มีโมเมนต์สูงสุดกับจุดที่โมเมนต์เป็นศูนย์

$$\beta = S_{tr}/S_s$$

ตารางที่ 10.1 กำลังต้านทานปลอดภัยของตัวยึดรับแรงเฉือน\* มาตรฐาน AISC/ASD

ขนาดตัวยึดรับแรงเฉือน	กำลังต้านทานแรงเฉือน กก./ตัว		
	$f_c \leq 210$ กก./ชม. <sup>2</sup>	$f_c \leq 245$ กก./ชม. <sup>2</sup>	$f_c \geq 280$ กก./ชม. <sup>2</sup>
สลักรับแรงเฉือน :			
Ø 1/2 นิ้ว ยาว 50 มม.	2310	2490	2675
Ø 5/8 นิ้ว ยาว 63 มม.	3625	3900	4170
Ø 3/4 นิ้ว ยาว 75 มม.	5215	5665	6030
Ø 7/8 นิ้ว ยาว 88 มม.	7070	7615	8160
เหล็กวางรับแรงเฉือน :			
ขนาด 3 นิ้ว หน้า 4.1 ปอนด์/ฟุต	780w	850w	905w
ขนาด 4 นิ้ว หน้า 5.4 ปอนด์/ฟุต	830w	905w	960w
ขนาด 5 นิ้ว หน้า 6.7 ปอนด์/ฟุต	885w	960w	1015w

\* สำหรับคอนกรีตน้ำหนักปกติธรรมดา (normal weight)

w = ความยาวของเหล็กวาง หน่วยเป็น ซม.

การจัดวางหรือเรียงตัวยึดรับแรงเฉือน ตลอดจนข้อกำหนดเมื่อใช้แบบหล่อเหล็ก  
พับ เป็นไปตามข้อกำหนดของ AISC/LRFD ที่ได้กล่าวข้างต้น

## ตัวอย่างรายการคำนวณโดยวิศวกร



47/1 หมู่5 ถ.บางไผ่-หนองเพรางาย ต.บางคูรัด อ.บางบัวทอง จ.นนทบุรี  
11110 (สำนักงานใหญ่)บริษัท พี ชาญช่าง วิศวกรรม จำกัด  
Tel.02-927-0145-6, 086-088-6945, 092-353-4442 Fax.02-927-0147  
Email : pchanchang@hotmail.com  
Line id : 0923534442

---

---

# รายการคำนวณการรับน้ำหนักพื้น Steel deck

---

---

OWNER : มหาวิทยาลัยนครพนม  
PROJECT : อาคารสนามกีฬา Sport complex มหาวิทยาลัยนครพนม  
LOCATION : มหาวิทยาลัยนครพนม จังหวัดนครพนม  
STRUCTURE : STUD Steel deck  
ENGINEER : นายศิริวัชร เอมโอช สย.11207  
DATE : 4 ธันวาคม 2563

**หนังสือรับรอง**  
**ของ**  
**ผู้ประกอบการวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม**

เขียนที่บริษัท พี ชาญช่าง วิศวกรรม จำกัด.

วันที่ 4 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2563

โดยหนังสือฉบับนี้ ข้าพเจ้านายศิริวัชร เอ็มโอชอายุ...36ปี เชื้อชาติไทยสัญชาติไทย  
อยู่บ้านเลขที่...696/66...ตรอก/ซอย.....ถนน ดินแดง.....หมู่ที่.....ตำบล/แขวงดินแดง....  
อำเภอ/เขต...ดินแดง...จังหวัด...กรุงเทพฯ...ที่ทำงาน-โทรศัพท์083-8702794.....  
ได้รับใบอนุญาตให้เป็นผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมตามกฎหมายว่าด้วยวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม  
ตามกฎหมายว่าด้วยวิชาชีพวิศวกรรม ประเภทสามัญวิศวกร.....สาขาวิศวกรรมโยธา.....  
ตามใบอนุญาตเลขทะเบียนสย.11207และในขณะนี้ไม่ได้ถูกเพิกถอนใบอนุญาตให้ประกอบวิชาชีพ

ขอรับรองว่า ข้าพเจ้าเป็นผู้รับผิดชอบตามพระราชบัญญัติวิชาชีพวิศวกร พ.ศ.2542  
โดยข้าพเจ้าใช้เพื่อรับรองรายการคำนวณวัสดุพื้น STUD Steel deck ของบริษัท พี ชาญช่าง วิศวกรรม จำกัด  
โครงการพื้น Steel deck อาคารสนามกีฬา Sport complex มหาวิทยาลัยนครพนม  
ของมหาวิทยาลัยนครพนมสถานที่ก่อสร้างมหาวิทยาลัยนครพนม จังหวัดนครพนม เท่านั้น  
ตามแผนผังบริเวณ แบบก่อสร้างรายการก่อสร้างซึ่งแนบมาพร้อมเรื่องราวขออนุญาตปลูกสร้าง  
เพื่อเป็นหลักฐาน ข้าพเจ้าได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นสำคัญ

(ลงชื่อ).....วิศวกร

(นายศิริวัชร เอ็มโอช...สย.11207)

(ลงชื่อ).....ผู้ขออนุญาต

(.....)

(ลงชื่อ).....พยาน

(.....)

(ลงชื่อ).....พยาน

(.....)

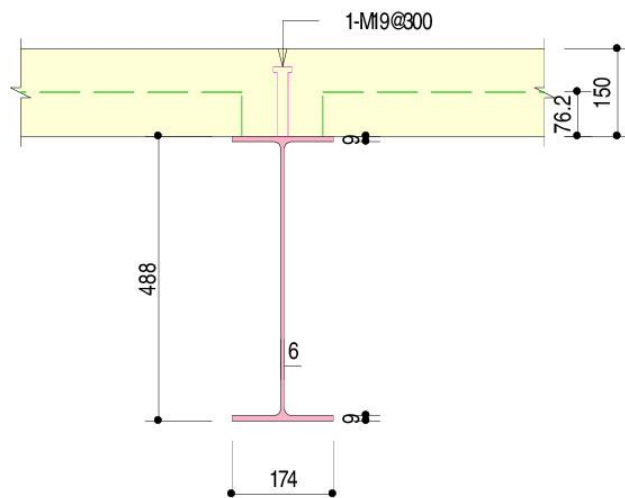
■ MEMBER NAME : CB03

1. General Information

- (1) Design Code : AISC-LRFD10M  
(2) Unit System : N, mm

2. Material

- (1) H-Beam : SS400  
·  $F_y$ : 235MPa  
·  $E_s$ : 205,940MPa  
(2) Stud Bolt : SS400  
·  $F_y$ : 235MPa  
·  $F_u$  : 402MPa  
(3) Concrete : 24.00MPa  
·  $F'_c$



รายการคำนวณวัสดุ STUD ของบริษัท พี ชาญช่างวิศวกรรม จำกัด  
โครงการพื้น Steel deck อาคารสนามกีฬา Sport complex มหาวิทยาลัยนครพนม

นายศิริวัชร เอ็มไอช  
วิศวกรโยธา สย.11207

### 3. Section

- (1) H-Beam : BH-488x174x6/9
- $A_s$  : 6,076mm<sup>2</sup>
  - $X_c$  : 87.00mm
  - $X_y$  : 244mm
  - $Y_{cp}$  : 244mm
  - $Y_{cm}$  : 244mm
  - $I_x$  : 238,257,110mm<sup>4</sup>
  - $I_y$  : 7,915,110mm<sup>4</sup>
  - $i_x$  : 198mm
  - $i_y$  : 36.09mm
  - $S_x$  : 976,464mm<sup>3</sup>
  - $S_y$  : 90,978mm<sup>3</sup>
  - $Z_x$  : 1,081,464mm<sup>3</sup>
  - $Z_y$  : 140,472mm<sup>3</sup>
- (2) Slab
- Thickness : 150mm
  - Shape : T-Section
- (3) Stud Bolt
- Type : M19 ( Diameter = 19.00mm )
  - Columns : 1 EA
  - Space : 300mm
  - Length : 120mm
- (4) Deck Plate : DPL-76.2x305x125x190x1.2
- Direction : Perpendicular to Beam

### 4. Span

- (1) Span
- Span : 6.000m
  - Space : 2.600m
  - $L_b$  : 3.000m
- (2) Support : No

### 5. Design Load

- (1) Uniform Load
- Live Load : 7.000kN/m<sup>2</sup>
  - Finish Load : 2.000kN/m<sup>2</sup>
  - Construction Load : 2.500kN/m<sup>2</sup>

### 6. Criteria for deflection

- (1) Deflections During Construction : 40.00mm
- (2) Deflections by Live Load : Span / 360
- (3) Deflections by Dead & Live Load : Span / 240

### 7. Calculate Width-Thickness Ratio

- (1) Web
- $\lambda_p = 111$
  - $\lambda_r = 169$
  - $h/t_w = 74.33 < \lambda_p \rightarrow O.K$
  - Compact Section  $\rightarrow$  Plastic Design

รายการคำนวณวัสดุ STUD ของบริษัท พี ชาญช่างวิศวกรรม จำกัด

โครงการพื้น Steel deck อาคารสนามกีฬา Sport complex มหาวิทยาลัยนครพนม



นายศิริวัชร เอ็มโอช  
วิศวกรโยธา สย.11207

**8. Check Requirement for Stud**

- (1) Check Size
  - $d_{stud} = 19.00 < 22.50\text{mm} \rightarrow \text{O.K}$
  - $l_{stud} = 120 > 76.00\text{mm} \rightarrow \text{O.K}$
  - $s_{stud} = 300 < 900\text{mm} \rightarrow \text{O.K}$
- (2) Check Material
  - $f_{ck} = 24.00 > 21.00 \rightarrow \text{O.K}$
  - $f_{ck} = 24.00 < 70.00 \rightarrow \text{O.K}$
- (3) Material Properties ( Applied )
  - $f_{ck} = 24.00\text{MPa}$

**9. Calculate Effective Width of Slab**

- (1) Effective Width of Slab
  - $n_{side} = 2$
  - $b_{e1} = \text{Span}/8 = 0.750\text{m}$
  - $b_{e2} = \text{Space}/2 = 1.300\text{m}$
  - $b_e = n \cdot \min( b_{e1}, b_{e2} ) = 1.500\text{m}$

**10. Calculate Design Load by Self Weight**

- (1) Calculate Thickness of Deck Slab
  - $H_r = 76.20\text{mm}$
  - $t_{topping} = 73.80\text{mm}$
  - $t_{deck} = 38.22\text{mm}$
- (2) Thickness of Concrete
  - $\text{THK.} = 112\text{mm}$
  - $\text{Density} = 22.78\text{kN/m}^3$
  - $\omega_{self} = 2.552\text{kN/m}^2$

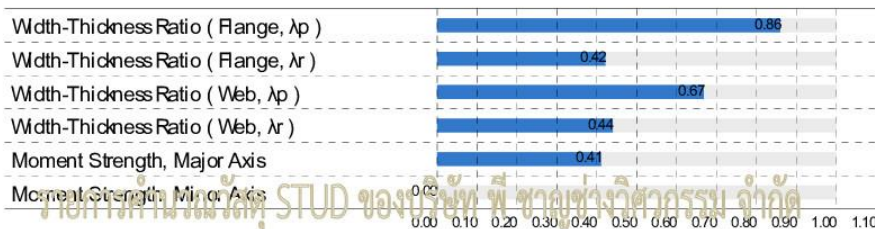
**11. Calculate Design Force during Construction**

- (1) Calculate design moment
  - $1.4D = 41.79\text{kN}\cdot\text{m}$
  - $1.2D+1.6L = 82.62\text{kN}\cdot\text{m}$
  - $M_u = 82.62\text{kN}\cdot\text{m}$
- (2) Calculate Design Shear Force
  - $1.4D = 27.86\text{kN}$
  - $1.2D+1.6L = 55.08\text{kN}$
  - $V_u = 55.08\text{kN}$

**12. Check Flexural Strength About Major Axis ( X )**

[ Calculation Summary ( Moment Capacity ) ]

Category	Value	Criteria	Ratio	Note
Width-Thickness Ratio ( Flange, $\lambda_p$ )	9.667	11.24	0.860	
Width-Thickness Ratio ( Flange, $\lambda_r$ )	9.667	22.88	0.423	Compact
Width-Thickness Ratio ( Web, $\lambda_p$ )	74.33	111	0.668	
Width-Thickness Ratio ( Web, $\lambda_r$ )	74.33	169	0.441	Compact
Moment Strength, Major Axis ( kN-m )	82.62	201	0.412	
Moment Strength, Minor Axis ( kN-m )	0.000	29.76	0.000	



โครงการพื้น Steel deck อาคารสนามกีฬา Sport complex มหาวิทยาลัยนครพนม

ของมหาวิทยาลัยนครพนม

นายศิริวัชร เอ็มโอช

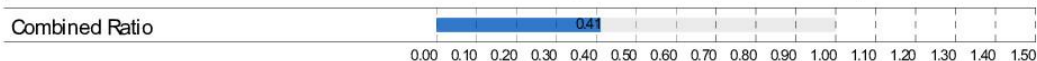
วิศวกรโยธา สย.11207

- (1) Elastic section modulus referred to tension and compression flanges
  - $S_{xc} = 976,464\text{mm}^3$
  - $S_{xt} = 976,464\text{mm}^3$
- (2) Calculate limiting width-thickness ratio of flange for flexure
  - $F_L = 0.7 F_y = 165\text{MPa}$
  - $k_c = 0.464$
  - $\lambda_p = 0.38 \sqrt{E_s / F_y} = 11.24$
  - $\lambda_r = 0.95 \sqrt{k_c E_s / F_L} = 22.88$
- (3) Calculate limiting width-thickness ratio of web for flexure
  - $\lambda_p = 3.76 \sqrt{E_s / F_y} = 111$
  - $\lambda_r = 5.70 \sqrt{E_s / F_y} = 169$
- (4) Check width-thickness ratio of flange ( BTR )
  - $BTR = 9.667 < \lambda_p = 11.24 \rightarrow \text{Compact}$
- (5) Check width-thickness ratio of web ( DTR )
  - $DTR = 74.33 < \lambda_p = 111 \rightarrow \text{Compact}$
- (6) Calculate nominal flexural strength for Yielding ( Y )
  - $M_{n1} = M_p = F_y Z_x = 255\text{kN}\cdot\text{m}$
- (7) Calculate flexural strength about major axis
  - $M_{nx} = \min( M_{n1}, M_{n2} ) = 223\text{kN}\cdot\text{m}$
  - Resistance factor for flexure :  $\phi = 0.900$
  - $\phi M_{nx} = 201\text{kN}\cdot\text{m}$
  - $M_{ux} / \phi M_{nx} = 0.412 < 1.000 \rightarrow \text{O.K}$

### 13. Check Interaction of Combined Strength

[ Calculation Summary ( Combined Ratio ) ]

Category	Value	Criteria	Ratio	Note
Combined Ratio	0.412	1.000	0.412	

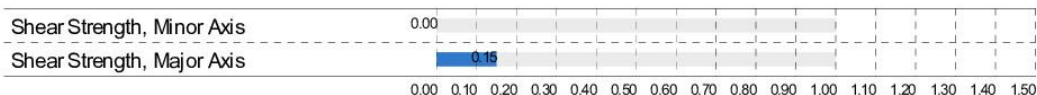


- (1) Calculate interaction ratio of combined strength
  - $P_r / P_c < 0.2 \rightarrow \text{Formula}$
  - $\text{ComRat} = \frac{P_r}{2 P_c} + \left( \frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}} \right) = 0.412 < 1.000 \rightarrow \text{O.K}$

### 14. Check Shear Strength

[ Calculation Summary ( Shear Capacity ) ]

Category	Value	Criteria	Ratio	Note
Shear Strength, Minor Axis ( kN )	0.000	398	0.000	
Shear Strength, Major Axis ( kN )	55.08	364	0.151	



- (1) Calculate the web plate buckling coefficient (  $k_v$  )
  - $k_v = 5.000$  ( for stiffened webs )
- (2) Calculate the web shear coefficient (  $C_v$  )
  - for webs of all other doubly/singly symmetric shapes and channels
  - $1.10 \sqrt{k_v E_s / F_y} = 72.76 < h / t_w = 74.33 < 1.37 \sqrt{k_v E_s / F_y} = 90.62$
  - $C_v = \min \left( \frac{1.10 \sqrt{k_v E_s / F_y}}{h / t_w}, 1.0 \right) = 0.979$
- (3) Calculate shear strength in local-y direction
  - $A_w = 2,928\text{mm}^2$
  - $V_{ny} = 0.6 F_y A_w C_v = 405\text{kN}$
  - Resistance factor for shear :  $\phi = 0.900$
  - $\phi V_{ny} = 364\text{kN}$
  - $V_{uy} / \phi V_{ny} = 0.151 < 1.000 \rightarrow \text{O.K}$

นายศิริวัชร เอ็มโอช  
วิศวกรโยธา สย.11207

รายการคำนวณวัสดุ STUD ของบริษัท ที ซามูช่างวิศวกรรม จำกัด

โครงการพื้น Steel deck อาคารสนามกีฬา Sport complex มหาวิทยาลัยนครพนม

**15. Check Deflection during Construction**

- (1) Check Deflection by Dead Load
  - $\delta_{DL} = 2.282 < 40.00\text{mm} \rightarrow \text{O.K}$
- (2) Check Deflection by Live Load
  - $\delta_{LL} = 2.235 < \text{Span}/360 = 16.67\text{mm} \rightarrow \text{O.K}$

**16. Calculate Strength of Stud**

- (1) Calculate Elastic Modulus of Concrete
  - $f_{ck} = 24.00\text{MPa}$
  - $F_u = 402\text{MPa}$
  - $E_c = 26,986\text{MPa}$
- (2) Calculate Strength of Stud (  $Q_n$  )
  - $A_{sc} = 284\text{mm}^2$
  - $Q_{n1} = 0.5 A_{sc} \sqrt{f_{ck} E_c} = 114\text{kN/stud}$
  - $R_g = 1.000$
  - $R_p = 0.750$
  - $e_{\text{mid-ht}} = 69.25\text{mm}$
  - $Q_{n,\text{max}} = R_g R_p A_{sc} F_u = 85.50\text{kN/stud}$
  - $Q_n = \min(Q_{n1}, Q_{n,\text{max}}) = 85.50\text{kN/stud}$
- (3) Calculate Number of Stud
  - $X_{\text{max}} = 3.000\text{m}$
  - $L = 3.000\text{m}$
  - $n_{\text{stud}} = 10\text{EA}$
- (4) Calculate Strength of Stud
  - $t_c = 73.80\text{mm}$
  - $A_c = 110,700\text{mm}^2$
  - $V_{\text{con}} = 0.85 f_{ck} A_c = 2,258\text{kN}$
  - $V_{\text{stl}} = F_y A_s = 1,430\text{kN}$
  - $V_{\text{stud}} = \sum Q_n = 855\text{kN}$
  - $V' = \min(V_{\text{con}}, V_{\text{stl}}) = 1,430\text{kN}$
- (5) Calculate Composition Ratio
  - $V' = 1,430\text{kN}$
  - $\sum Q_n / V' = 59.79\%$

**17. Calculate Design Force**

- (1) Calculate design moment
  - 1.4D = 74.55kN·m
  - 1.2D+1.6L = 195kN·m
  - $M_u = 195\text{kN·m}$
- (2) Calculate Design Shear Force
  - 1.4D = 49.70kN
  - 1.2D+1.6L = 130kN
  - $V_u = 130\text{kN}$

รายการคำนวณวัสดุ STUD ของบริษัท พี ชาญช่างวิศวกรรม จำกัด  
โครงการพื้น Steel deck อาคารสนามกีฬา Sport complex มหาวิทยาลัยนครพนม



นายศิริวัชร เอ็มโอช  
วิศวกรโยธา สย.11207

### 18. Check Moment Strength ( Positive Moment )

- (1) Calculate Effective Width of Slab
  - $V_{stud} / V_{con} = 0.379$
  - $B_{eff} = 568\text{mm}$
- (2) Calculate moment strength
  - $\phi = 0.900$
  - $Y_{P.N.A} = 157\text{mm}$
  - $C_{con} = 855\text{kN}$
  - $C_{stl} = 273\text{kN}$
  - $T_{stl} = 1,128\text{kN}$
  - $d_1 = 113\text{mm}$
  - $d_2 = 3.332\text{mm}$
  - $d_3 = 244\text{mm}$
  - $M_n = 444\text{kN}\cdot\text{m}$
  - $\phi M_n = 399\text{kN}\cdot\text{m}$
- (3) Calculate ratio
  - $M_u = 195\text{kN}\cdot\text{m}$
  - $M_u / \phi M_n = 0.488 < 1.000 \rightarrow \text{O.K}$

### 19. Check Shear Strength

- (1) Calculate Shear Strength
  - $h/t_w = 74.33 > 72.76 = 2.24 \sqrt{E/F_y}$
  - $\phi_v = 0.900$
  - $C_v = 0.979$
  - $A_w = 2,928\text{mm}^2$
  - $V_n = 405\text{kN}$
  - $\phi V_n = 364\text{kN}$
- (2) Calculate ratio
  - $V_u = 130\text{kN}$
  - $V_u / \phi V_n = 0.357 < 1.000 \rightarrow \text{O.K}$

### 20. Check Deflection

- (1) Calculate Moment of Inertia
  - $n = 7.631$
  - $b_e = 1.500\text{m}$
  - $y_c = 142\text{mm}$
  - $I_{tr} = 790,896,198\text{mm}^4$
- (2) Calculate Effective Moment of Inertia
  - $\sum Q_n / C_f = 0.598$
  - $I_{eq} = I_s + \sqrt{\sum Q_n / C_f} ( I_{tr} - I_s ) = 665,585,860\text{mm}^4$
  - $I_{eff} = 0.75 I_{eq} = 499,189,395\text{mm}^4$
- (3) Calculate Lower Limit for Moment of Inertia
  - $Y_{ENA} = \frac{A_s d_3 + ( \sum Q_n / F_y ) ( 2 d_3 + d_1 )}{A_s + ( \sum Q_n / F_y )} = 378\text{mm}$
  - $I_{lb} = I_s + A_s ( Y_{ENA} - d_3 )^2 + ( \sum Q_n / F_y ) ( 2 d_3 + d_1 - Y_{ENA} )^2 = 528,162,572\text{mm}^4$
- (4) Check Deflection
  - $I_{eff} = 528,162,572\text{mm}^4$
  - $\delta_{DL} = 0.807\text{mm}$
  - $\delta_{LL} = 2.824 < \text{Span}/360 = 16.67\text{mm} \rightarrow \text{O.K}$
  - $\delta_{ALL} = 5.912 < \text{Span}/240 = 25.00\text{mm} \rightarrow \text{O.K}$

รายการคำนวณวัสดุ STUD ของบริษัท พี ชาญช่างวิศวกรรม จำกัด  
โครงการพื้น Steel deck อาคารสนามกีฬา Sport complex มหาวิทยาลัยนครพนม



นายศิริวัชร เอ็มโอช  
วิศวกรโยธา สย.11207

**21. Calculate Beam Mode Properties**

- (1) Calculate Effective Width
  - $L_1 = 2.600\text{m}$
  - $L_2 = 2.400\text{m}$
  - $L = \min(L_1, L_2) = 2.400\text{m}$
- (2) Calculate Transformed Moment of Inertia
  - $n = E_s / 1.35E_c = 5.653$
  - $y_b = 94.90\text{mm}$
  - $I_j = 901,410,106\text{mm}^4$
- (3) Calculate Deflection & Frequency
  - $w_j = 13.65\text{kN/m}$
  - $\Delta_j = 1.241\text{mm}$
  - $f_j = 16.00\text{Hz}$
- (4) Calculate Transformed Moment of Inertia per Unit Width
  - $d_e = 112\text{mm}$
  - $D_s = (d_e)^3 / 12n = 20,656\text{mm}^3$
  - $D_j = I_j / S = 346,696\text{mm}^3$
- (5) Calculate Effective Beam Panel Width
  - $C_j = 2.000$
  - $B_{j1} = C_j (D_s / D_j)^{1/4} L_j = 5.929\text{m}$
  - $B_{j2} = 2/3 \text{ Span} = 12.00\text{m}$
  - $B_j = \min(B_{j1}, B_{j2}) = 5.929\text{m}$
- (6) Calculate Weight of Beam Panel
  - $W_j = 1.5 (w_j / S) B_j L_j = 280\text{kN}$

**22. Calculate Girder Mode Properties**

- (1) Calculate Effective Width
  - $L_1 = 0.4L_g = 2.400\text{m}$
  - $L_2 = 6.000\text{m}$
  - $L = \min(L_1, L_2) = 2.400\text{m}$
- (2) Calculate Transformed Moment of Inertia
  - $n = E_s / 1.35E_c = 5.653$
  - $y_b = 94.90\text{mm}$
  - $I_g = 901,410,106\text{mm}^4$
- (3) Calculate Deflection & Frequency
  - $w_g = L_j w_j / S = 31.51\text{kN/m}$
  - $\Delta_g = 2.864\text{mm}$
  - $f_g = 10.53\text{Hz}$
- (4) Calculate Effective Girder Panel Width
  - $C_g = 1.800$
  - $D_g = I_g / L_j = 150,235\text{mm}^3$
  - $B_{g1} = C_g (D_j / D_g)^{1/4} L_g = 13.31\text{m}$
  - $B_{g2} = 2/3 \text{ Span} = 12.00\text{m}$
  - $B_g = \min(B_{g1}, B_{g2}) = 12.00\text{m}$
- (5) Calculate Weight of Beam Panel
  - $W_g = (w_g / L_j) B_g L_g = 378\text{kN}$

**23. Check Vibration ( Combined Mode )**

- (1) Adjust Girder Deflection
  - $\Delta_g' = \min(\Delta_g, (L_g / B_j) \Delta_g) = 2.864\text{mm}$
- (2) Calculate Floor Fundamental Frequency
  - $f_n = 8.797\text{Hz} > 4.000\text{Hz} \rightarrow \text{O.K}$
- (3) Calculate Equivalent Combined Mode Panel Weight
  - $W = 349\text{kN}$
  - $\beta = 0.0300$
  - $\beta W = 10.46\text{kN}$
- (4) Calculate Peak Acceleration
  - $P_0 = 0.290\text{kN}$
  - $a_p / g = 0.128\% < 0.500\% \rightarrow \text{O.K}$



นายศิริวัชร เอ็มโอช  
วิศวกรโยธา สย.11207

รายการคำนวณวัสดุ STUD ของบริษัท พี ชาญช่างวิศวกรรม จำกัด

# ข้อมูลวัสดุ Shear Stud

**Shear Stud** ของบริษัท ได้มาตรฐาน **JIS (B) 1198 , AWS D1.1 , ASTM A108**

และมีค่าแรงดึงไม่น้อยกว่า **65,000 PSI**

## SHEAR STUD WELDING



## AWS D1.1

AWS D1.1/D1.1M:2004

### 7. Stud Welding

#### 7.1 Scope

Section 7 contains general requirements for welding of steel studs to steel, and stipulates specific requirements:

(1) For workmanship, preproduction testing, operator qualification, and application qualification testing when required, all to be performed by the Contractor

(2) For fabrication/erection and verification inspection of stud welding during production

(3) For mechanical properties of steel studs, and requirements for qualification of stud bases, all tests and documentation to be furnished by the stud manufacturer

*Note: Approved steels; for studs, see 7.2.6; for base metals, see Table 3.1 (Groups I and II). For guidance, see C7.6.1.*

#### 7.2 General Requirements

**7.2.1 Stud Design.** Studs shall be of suitable design for arc welding to steel members with the use of automatically timed stud welding equipment. The type and size of the stud shall be as specified by the drawings, specifications, or special provisions. For headed-type studs, see Figure 7.1. Alternative head configurations may be used with proof of mechanical and embedment tests confirming full-strength development of the design, and with the approval of the Engineer.

**7.2.2 Arc Shields.** An arc shield (ferrule) of heat-resistant ceramic or other suitable material shall be furnished with each stud.

**7.2.3 Flux.** A suitable deoxidizing and arc stabilizing flux for welding shall be furnished with each stud of 5/16 in. [8 mm] diameter or larger. Studs less than 5/16 in. [8 mm] in diameter may be furnished with or without flux.

**7.2.4 Stud Bases.** A stud base, to be qualified, shall have passed the test described in Annex IX. Only studs with qualified stud bases shall be used. Qualification of

stud bases in conformance with Annex IX shall be at the manufacturer's expense. The arc shield used in production shall be the same as used in qualification tests or as recommended by the manufacturer. When requested by the Engineer, the Contractor shall provide the following information:

- (1) A description of the stud and arc shield
- (2) Certification from the manufacturer that the stud base is qualified in conformance with Annex IX.
- (3) Qualification tests data

**7.2.5 Stud Finish.** Finish shall be produced by heading, rolling, or machining. Finished studs shall be of uniform quality and condition, free of injurious laps, fins, seams, cracks, twists, bends, or other injurious discontinuities. Radial cracks or bursts in the head of a stud shall not be the cause for rejection, provided that the cracks or bursts do not extend more than half the distance from the head periphery to the shank, as determined by visual inspection. Heads of shear connectors or anchor studs are subject to cracks or bursts, which are names for the same thing. Cracks or bursts designate an abrupt interruption of the periphery of the stud head by radial separation of the metal. Radial cracks or bursts in the head of a stud shall not be cause for rejection, provided that the cracks or bursts, as determined by visual inspection, do not exceed the value: 0.25 (H-C) (see Figure 7.1).

**7.2.6 Stud Material.** Studs shall be made from cold drawn bar stock conforming to the requirements of ASTM A 108, Specification for Steel Bars, Carbon, Cold-Finished, Standard Quality Grades 1010 through 1020, inclusive either semi-killed or killed aluminum or silicon deoxidation.

**7.2.7 Base Metal Thickness.** When welding directly to base metal, the base metal shall be no thinner than 1/3 the stud diameter. When welding through deck, the stud diameter shall be no greater than 2.5 times the base material thickness. In no case shall studs be welded through more than two plies of metal decking.

## 7.3 Mechanical Requirements

**7.3.1 Standard Mechanical Requirements.** At the manufacturer's option, mechanical properties of studs shall be determined by testing either the steel after cold finishing or the full diameter finished studs. In either case, the studs shall conform to the standard properties shown in Table 7.1.

**7.3.2 Testing.** Mechanical properties shall be determined in conformance with the applicable sections of ASTM A 370, *Mechanical Testing of Steel Products*. A typical test fixture is used, similar to that shown in Figure 7.2.

**7.3.3 Engineer's Request.** Upon request by the Engineer, the Contractor shall furnish:

(1) The stud manufacturer's certification that the studs, as delivered, conform to the applicable requirements of 7.2 and 7.3.

(2) Certified copies of the stud manufacturer's test reports covering the last completed set of in-plant quality control mechanical tests, required by 7.3 for each diameter delivered. The quality control test shall have been made within the six month period before delivery of the studs.

(3) Certified material test reports (CMTR) from the steel supplier indicating diameter, chemical properties, and grade on each heat number delivered.

**7.3.4 Absence of Quality Control Tests.** When quality control tests are not available, the Contractor shall furnish a chemical test report conforming to 7.2.6 and a mechanical test report conforming to the requirements of 7.3 for each lot number. Unidentified and untraceable studs shall not be used.

**7.3.5 Additional Studs.** The Contractor is responsible for furnishing additional studs of each type and size, at the request of the Engineer, for checking the requirements of 7.2 and 7.3. Testing shall be at the owner's expense.

## 7.4 Workmanship

**7.4.1 Cleanliness.** At the time of welding, the studs shall be free from rust, rust pits, scale, oil, moisture, or other deleterious matter that would adversely affect the welding operation.

**7.4.2 Coating Restrictions.** The stud base shall not be painted, galvanized, or cadmium-plated prior to welding.

**7.4.3 Base-Metal Preparation.** The areas to which the studs are to be welded shall be free of scale, rust, moisture, paint, or other injurious material to the extent necessary to obtain satisfactory welds and prevent objectionable fumes. These areas may be cleaned by wire brushing, scaling, prick-punching, or grinding.

**7.4.4 Moisture.** The arc shields or ferrules shall be kept dry. Any arc shields which show signs of surface moisture from dew or rain shall be oven dried at 250°F [120°C] for two hours before use.

**7.4.5 Spacing Requirements.** Longitudinal and lateral spacings of stud shear connectors (type B) with respect to each other and to edges of beam or girder flanges may vary a maximum of 1 in. [25 mm] from the location shown in the drawings. The minimum distance from the edge of a stud base to the edge of a flange shall be the diameter of the stud plus 1/8 in. [3 mm], but preferably not less than 1-1/2 in. [40 mm].

**7.4.6 Arc Shield Removal.** After welding, arc shields shall be broken free from studs to be embedded in concrete, and, where practical, from all other studs.

**7.4.7 Acceptance Criteria.** The studs, after welding, shall be free of any discontinuities or substances that would interfere with their intended function and have a full 360° flash. However, nonfusion on the legs of the flash and small shrink fissures shall be acceptable. The fillet weld profiles shown in Figure 5.4 shall not apply to the flash of automatically timed stud welds.

## 7.5 Technique

**7.5.1 Automatic Machine Welding.** Studs shall be welded with automatically timed stud welding equipment connected to a suitable source of direct current electrode negative power. Welding voltage, current, time, and gun settings for lift and plunge should be set at optimum settings, based on past practice, recommendations of stud and equipment manufacturer, or both. AWS C5.4, *Recommended Practices for Stud Welding*, should also be used for technique guidance.

**7.5.2 Multiple Welding Guns.** If two or more stud welding guns shall be operated from the same power source, they shall be interlocked so that only one gun can operate at a time, and so that the power source has fully recovered from making one weld before another weld is started.

**7.5.3 Movement of Welding Gun.** While in operation, the welding gun shall be held in position without movement until the weld metal has solidified.

**7.5.4 Ambient and Base-Metal Temperature Requirements.** Welding shall not be done when the base metal temperature is below 0°F [-18°C] or when the surface is wet or exposed to falling rain or snow. When the temperature of the base metal is below 32°F [0°C], one additional stud in each 100 studs welded shall be tested by methods described in 7.7.1.3 and 7.7.1.4, except that

the angle of testing shall be approximately 15°. This is in addition to the first two studs tested for each start of a new production period or change in set-up. Set-up includes stud gun, power source, stud diameter, gun lift and plunge, total welding lead length, and changes greater than ± 5% in current (amperage) and time.

#### **7.5.5 FCAW, GMAW, SMAW Fillet Weld Option.**

At the option of the Contractor, studs may be welded using prequalified FCAW, GMAW, or SMAW processes, provided the following requirements are met:

**7.5.5.1 Surfaces.** Surfaces to be welded and surfaces adjacent to a weld shall be free from loose or thick scale, slag, rust, moisture, grease, and other foreign material that would prevent proper welding or produce objectionable fumes.

**7.5.5.2 Stud End.** For fillet welds, the end of the stud shall also be clean.

**7.5.5.3 Stud Fit (Fillet Welds).** For fillet welds, the stud base shall be prepared so that the base of the stud fits against the base metal.

**7.5.5.4 Fillet Weld Minimum Size.** When fillet welds shall be used, the minimum size shall be the larger of those required in Table 5.8 or Table 7.2.

**7.5.5.5 Preheat Requirements.** The base metal to which studs are welded shall be preheated in conformance with the requirements of Table 3.2.

**7.5.5.6 SMAW Electrodes.** SMAW welding shall be performed using low-hydrogen electrodes 5/32 in. or 3/16 in. [4.0 mm or 4.8 mm] in diameter, except that a smaller diameter electrode may be used on studs 7/16 in. [11.1 mm] or less in diameter for out-of-position welds.

**7.5.5.7 Visual Inspection.** FCAW, GMAW, and SMAW welded studs shall be visually inspected in conformance with 6.6.1.

## **7.6 Stud Application Qualification Requirements**

When studs are to be welded through decking, the stud base qualification test shall include decking representative of that used in construction.

**7.6.1 Purpose.** Studs which are shop or field applied in the flat (down-hand) position to a planar and horizontal surface shall be considered prequalified by virtue of the manufacturer's stud base qualification tests (Annex IX), and no further application testing shall be required. The limit of flat position is defined as 0°–15° slope on the surface to which the stud is applied. Some nonprequalified

stud applications that require tests of this section are the following:

(1) Studs which are applied on nonplanar surfaces or to a planar surface in the vertical or overhead positions.

(2) Studs which are welded through decking. The tests shall be with material representative of the condition to be used in construction.

(3) Studs welded to other than Groups I or II steels listed in Table 3.1.

**7.6.2 Responsibilities for Tests.** The Contractor or stud applicator shall be responsible for the performance of these tests. Tests may be performed by the Contractor or stud applicator, the stud manufacturer, or by another testing agency satisfactory to all parties involved.

### **7.6.3 Preparation of Specimens**

**7.6.3.1 Test Specimens.** To qualify applications involving materials listed in Table 3.1, Groups I and II: specimens may be prepared using ASTM A 36 steel base materials or base materials listed in Table 3.1, Groups I and II.

**7.6.3.2 Recorded Information.** To qualify applications involving materials other than those listed in Table 3.1, Groups I and II, the test specimen base material shall be of the chemical, physical and grade specifications to be used in production.

**7.6.4 Number of Specimens.** Ten specimens shall be welded consecutively using recommended procedures and settings for each diameter, position, and surface geometry.

**7.6.5 Test Required.** The ten specimens shall be tested using one or more of the following methods: bending, torquing, or tensioning.

### **7.6.6 Test Methods**

**7.6.6.1 Bend Test.** Studs shall be tested by alternately bending 30° in opposite directions in a typical test fixture as shown in Annex IX, Figure IX-1 until failure occurs. Alternatively, studs may be bent 90° from their original axis. Type C studs, when bent 90 degrees, shall be bent over a pin with a diameter of 4 times the diameter of the stud. In either case, a stud application shall be considered qualified if the studs are bent 90° and fracture occurs in the plate or shape material or in the shank of the stud and not in the weld.

**7.6.6.2 Torque Test.** Studs shall be torque tested using a torque test arrangement that is substantially in conformance with Figure 7.3. A stud application shall be considered qualified if all test specimens are torqued to destruction without failure in the weld.

**7.6.6.3 Tension Test.** Studs shall be tension tested to destruction using any machine capable of supplying the

required force. A stud application shall be considered qualified if the test specimens do not fail in the weld.

**7.6.7 Application Qualification Test Data.** Application Qualification Test Data shall include the following:

- (1) Drawings that show shapes and dimensions of studs and arc shields.
- (2) A complete description of stud and base materials, and a description (part number) of the arc shield.
- (3) Welding position and settings (current, time).
- (4) A record, which shall be made for each qualification and shall be available for each contract. A suggested WPS/PQR form for nonprequalified application may be found in Annex E.

## 7.7 Production Control

### 7.7.1 Pre-Production Testing

**7.7.1.1 Start of Shift.** Before production welding with a particular set-up and with a given size and type of stud, and at the beginning of each day's or shift's production, testing shall be performed on the first two studs that are welded. The stud technique may be developed on a piece of material similar to the production member in thickness and properties. If actual production thickness is not available, the thickness may vary  $\pm 25\%$ . All test studs shall be welded in the same general position as required on the production member (flat, vertical, or overhead).

**7.7.1.2 Production Member Option.** Instead of being welded to separate material, the test studs may be welded on the production member, except when separate plates are required by 7.7.1.5.

**7.7.1.3 Flash Requirement.** The test studs shall be visually examined. They shall exhibit full 360° flash with no evidence of undercut into the stud base.

**7.7.1.4 Bending.** In addition to visual examination, the test shall consist of bending the studs after they are allowed to cool, to an angle of approximately 30° from their original axes by either striking the studs with a hammer on the unwelded end or placing a pipe or other suitable hollow device over the stud and manually or mechanically bending the stud. At temperatures below 50°F [10°C], bending shall preferably be done by continuous slow application of load. For threaded studs, the torque test of Figure 7.3 shall be substituted for the bend test.

**7.7.1.5 Event of Failure.** If on visual examination the test studs do not exhibit 360° flash, or if on testing, failure occurs in the weld zone of either stud, the procedure shall be corrected, and two more studs shall be

welded to separate material or on the production member and tested in conformance with the provisions of 7.7.1.3 and 7.7.1.4. If either of the second two studs fails, additional welding shall be continued on separate plates until two consecutive studs are tested and found to be satisfactory before any more production studs are welded to the member.

**7.7.2 Production Welding.** Once production welding has begun, any changes made to the welding setup, as determined in 7.7.1, shall require that the testing in 7.7.1.3 and 7.7.1.4 be performed prior to resuming production welding.

**7.7.3 Repair of Studs.** In production, studs on which a full 360° flash is not obtained may, at the option of the Contractor, be repaired by adding the minimum fillet weld as required by 7.5.5 in place of the missing flash. The repair weld shall extend at least 3/8 in. [10 mm] beyond each end of the discontinuity being repaired.

**7.7.4 Operator Qualification.** The pre-production test required by 7.7.1, if successful, shall also serve to qualify the stud welding operator. Before any production studs are welded by an operator not involved in the pre-production set-up of 7.7.1, the first two studs welded by the operator shall have been tested in conformance with the provisions of 7.7.1.3 and 7.7.1.4. When the two welded studs have been tested and found satisfactory, the operator may then weld production studs.

**7.7.5 Removal Area Repair.** If an unacceptable stud has been removed from a component subjected to tensile stresses, the area from which the stud was removed shall be made smooth and flush. Where in such areas the base metal has been pulled out in the course of stud removal, SMAW with low-hydrogen electrodes in conformance with the requirements of this code shall be used to fill the pockets, and the weld surface shall be flush.

In compression areas of members, if stud failures are confined to shanks or fusion zones of studs, a new stud may be welded adjacent to each unacceptable area in lieu of repair and replacement on the existing weld area (see 7.4.5). If base metal is pulled out during stud removal, the repair provisions shall be the same as for tension areas except that when the depth of discontinuity is the lesser of 1/8 in. [3 mm] or 7% of the base metal thickness, the discontinuity may be faired by grinding in lieu of filling with weld metal. Where a replacement stud is to be provided, the base metal repair shall be made prior to welding the replacement stud. Replacement studs (other than threaded type which should be torque tested) shall be tested by bending to an angle of approximately 15° from their original axes. The areas of components exposed to view in completed structures shall be made smooth and flush where a stud has been removed.

## 7.8 Fabrication and Verification Inspection Requirements

**7.8.1 Visual Inspection.** If a visual inspection reveals any stud that does not show a full 360° flash or any stud that has been repaired by welding, such stud shall be bent to an angle of approximately 15° from its original axis. Threaded studs shall be torque tested. The method of bending shall be in conformance with 7.7.1.4. The direction of bending for studs with less than a 360° flash shall be opposite to the missing portion of the flash. Torque testing shall be in conformance with Figure 7.3.

**7.8.2 Additional Tests.** The Verification Inspector, where conditions warrant, may select a reasonable number of additional studs to be subjected to the tests described in 7.8.1.

**7.8.3 Bent Stud Acceptance Criteria.** The bent stud shear connectors (Type B) and deformed anchors (Type C) and other studs to be embedded in concrete (Type A) that show no sign of failure shall be acceptable for use and left in the bent position. When bent studs are re-

quired by the contract documents to be straightened, the straightening operation shall be done without heating, and before completion of the production stud welding operation.

**7.8.4 Torque Test Acceptance Criteria.** Threaded studs (Type A) torque tested to the proof load torque level in Figure 7.3 that show no sign of failure shall be acceptable for use.

**7.8.5 Engineering Judgment.** If, in the judgment of the Engineer, studs welded during the progress of the work are not in conformance with code provisions, as indicated by inspection and testing, corrective action shall be required of the Contractor. At the Contractor's expense, the Contractor shall make the set-up changes necessary to ensure that studs subsequently welded will meet code requirements.

**7.8.6 Owner's Option.** At the option and the expense of the owner, the Contractor may be required, at any time, to submit studs of the types used under the contract for a qualification check in conformance with the procedures of Annex IX.

**Table 7.1**  
**Mechanical Property Requirements**  
**for Studs (see 7.3.1)**

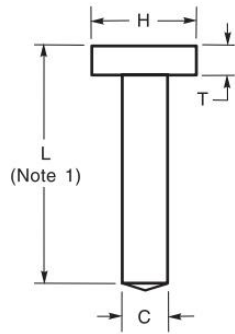
		Type A <sup>1</sup>	Type B <sup>2</sup>	Type C <sup>3</sup>
Tensile strength	psi min	61 000	65 000	80 000
	MPa min	420	450	552
Yield strength (0.2% offset)	psi min	49 000	51 000	—
	MPa min	340	350	—
(0.5% offset)	psi min	—	—	70 000
	MPa min	—	—	485
Elongation	% in 2 in. min	17%	20%	—
	% in 5x dia. min	14%	15%	—
Reduction of area	% min	50%	50%	—

## Notes:

1. Type A studs shall be general purpose of any type and size used for purposes other than shear transfer in composite beam design and construction.
2. Type B studs shall be studs that are headed, bent, or of other configuration in 1/2 in. [12 mm], 5/8 in. [16 mm], 3/4 in. [20 mm], 7/8 in. [22 mm], and 1 in. [25 mm] diameter that are used as an essential component in composite beam design and construction.
3. Type C studs shall be cold-worked deformed steel bars manufactured in conformance with specification ASTM A 496 having a nominal diameter equivalent to the diameter of a plain wire having the same weight per foot as the deformed wire. ASTM A 496 specifies a maximum diameter of 0.628 in. [16 mm] maximum. Any bar supplied above that diameter shall have the same physical characteristics regarding deformations as required by ASTM A 496.

**Table 7.2**  
**Minimum Fillet Weld Size**  
**for Small Diameter Studs (see 7.5.5.4)**

Stud Diameter		Min Size Fillet	
in.	mm	in.	mm
1/4 thru 7/16	6 thru 11	3/16	5
1/2	12	1/4	6
5/8, 3/4, 7/8	16, 20, 22	5/16	8
1	25	3/8	10



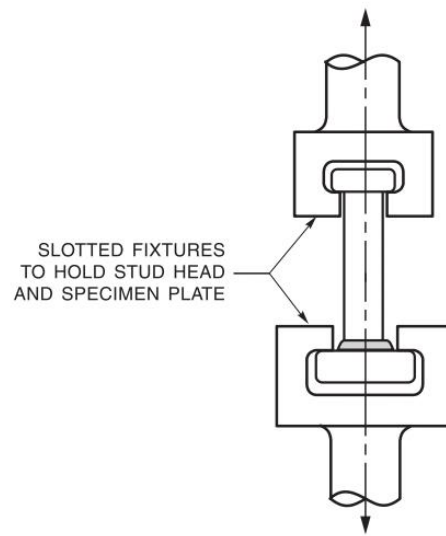
Note:  
1. Manufactured length before welding.

Standard Dimensions, in.				
Shank Diameter (C)	Length Tolerances (L)	Head Diameter (H)	Minimum Head Height (T)	
1/2	+0.000 -0.010	± 1/16	1 ± 1/64	9/32
5/8	+0.000 -0.010	± 1/16	1-1/4 ± 1/64	9/32
3/4	+0.000 -0.015	± 1/16	1-1/4 ± 1/64	3/8
7/8	+0.000 -0.015	± 1/16	1-3/8 ± 1/64	3/8
1	+0.000 -0.015	± 1/16	1-5/8 ± 1/64	1/2

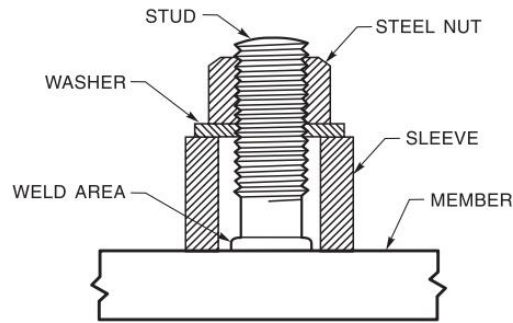
  

Standard Dimensions, mm				
Shank Diameter (C)	Length Tolerances (L)	Head Diameter (H)	Minimum Head Height (T)	
12.7	+0.00 -0.25	± 1.6	25.4 ± 0.4	7.1
15.9	+0.00 -0.25	± 1.6	31.7 ± 0.4	7.1
19.0	+0.00 -0.38	± 1.6	31.7 ± 0.4	9.5
22.1	+0.00 -0.38	± 1.6	34.9 ± 0.4	9.5
25.4	+0.00 -0.38	± 1.6	41.3 ± 0.4	12.7

**Figure 7.1—Dimension and Tolerances of Standard-Type Shear Connectors (see 7.2.1)**



**Figure 7.2—Typical Tension Test Fixture (see 7.3.2)**



General Note: Dimensions of test fixture details should be appropriate to the size of the stud. The threads of the stud shall be clean and free of lubricant other than the residue of cutting/cold forming lubricants in the "as received" condition from the manufacturer.

Required Proof Torque for Testing Threaded Studs <sup>1</sup>								
Nominal Diameter		M.E.T.A. <sup>2</sup>		Thread		Series	Proof Testing Torque <sup>3</sup>	
in.	mm	sq. in.	sq. mm	no./in.	pitch-mm		lb-ft	Joule
0.236	M6	0.031	20.1		1.0	ISO-724	5.4	7.4
1/4	6.4	0.036	23.2	28		UNF	6.6	9.0
		0.032	20.6	20		UNC	5.9	7.8
5/16	7.9	0.058	37.4	24		UNF	13.3	18.1
		0.052	33.5	18		UNC	11.9	16.1
0.315	M8	0.057	36.6		1.25	ISO-724	13.2	17.9
3/8	9.5	0.088	56.8	24		UNF	24.3	32.9
		0.078	50.3	16		UNC	21.5	29.2
0.394	M10	0.090	58.0		1.5	ISO-724	26.2	35.5
7/16	11.1	0.118	76.1	20		UNF	37.9	51.4
		0.106	68.4	14		UNC	34.8	47.2
0.472	M12	0.131	84.3		1.75	ISO-724	45.7	61.9
1/2	12.7	0.160	103.2	20		UNF	58.8	79.7
		0.142	91.6	13		UNC	52.2	70.8
0.551	M14	0.178	115.0		2.0	ISO-724	72.7	98.5
9/16	14.3	0.203	131.0	18		UNF	83.9	113.8
		0.182	117.4	12		UNC	75.2	102.0
5/8	15.9	0.255	164.5	18		UNF	117.1	158.8
		0.226	145.8	11		UNC	103.8	140.8
0.630	M16	0.243	157.0		2.0	ISO-724	113.4	153.7
3/4	19.1	0.372	240.0	16		UNF	205.0	278.0
		0.334	215.5	10		UNC	184.1	249.7
0.787	M20	0.380	245.0		2.5	ISO-724	221.2	299.9
0.866	M22	0.470	303.0		2.5	ISO-724	300.9	408.0
7/8	22.2	0.509	328.4	14		UNF	327.3	443.9
		0.462	298.1	9		UNC	297.1	402.9
0.945	M24	0.547	353.0		3.0	ISO-724	382.4	518.5
1	25.4	0.678	437.4	12		UNF	498.3	675.7
		0.606	391.0	8		UNC	445.4	604.0

Notes:

1. Torque figures are based on Type A threaded studs with a minimum yield stress of 49 000 psi (340 MPa).
2. Mean Effective Thread Area (M.E.T.A.) shall be defined as the effective stress area based on a mean diameter taken approximately midway between the minor and the pitch diameters.
3. Values are calculated on a proof testing torque of 0.9 times Nominal Stud Diameter times 0.2 Friction Coefficient Factor times Mean Effective Thread Area times Minimum Yield Stress for unplated studs in the as-received condition. Plating, coatings, or oil/grease deposits will change the Friction Coefficient Factor.

**Figure 7.3—Torque Testing Arrangement and Table of Testing Torques (see 7.6.6.2)**

## ตัวอย่างผลงานที่ผ่านมา



## ตัวอย่างผลงานที่ผ่านมา ( 2 )



## สินค้าที่ทางบริษัทมีจำหน่าย

ทางบริษัทที่มีความยินดีขอเสนอราคา ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ลำดับ	Model	จำนวน
1 จาก 2		Quantity
1	M16 x 65 mm.	10,000
2	M16 x 70 mm.	10,000
3	M16 x 85 mm.	10,000
4	M16 x 90 mm.	10,000
5	M16 x 105 mm.	10,000
6	M16 x 125 mm.	10,000
7	M16 x 150 mm.	10,000
8	M16 x 180 mm.	10,000
9	M16 x 200 mm.	10,000
10	M19 x 65 mm.	10,000
11	M19 x 70 mm.	10,000
12	M19 x 85 mm.	10,000
13	M19 x 90 mm.	10,000
14	M19 x 105 mm.	10,000
15	M19 x 125 mm.	10,000
16	M19 x 150 mm.	10,000
17	M19 x 180 mm.	10,000
18	M19 x 200 mm.	10,000
19	M22 x 65 mm.	10,000
20	M22 x 70 mm.	10,000
21	M22 x 85 mm.	10,000
22	M22 x 90 mm.	10,000
23	M22 x 105 mm.	10,000
24	M22 x 125 mm.	10,000
25	M22 x 150 mm.	10,000
26	M22 x 180 mm.	10,000

ทางบริษัทที่มีความยินดีขอเสนอราคา ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ลำดับ	Model	จำนวน
No.		Quantity
27	M22 x 200 mm.	10,000
28	M25 x 105 mm.	10,000
29	M25 x 125 mm.	10,000
30	M25 x 150 mm.	10,000
31	M25 x 180 mm.	10,000
32	M25 x 200 mm.	10,000
33	UF/DS16 Ceramic Ferrule	10,000
34	UF/DS19 Ceramic Ferrule	10,000
35	UF/DS22 Ceramic Ferrule	10,000
36	UF/DS25 Ceramic Ferrule	10,000
หมายเหตุ :		
ราคาสินค้ายังไม่รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม 7%		

**\*\*\* Shear Stud ขนาด M19 มีพร้อมส่งทุกขนาด**

**ไซส์อื่นกรุณาติดต่อสอบถามเพิ่มเติม**



ดร.ประสงค์ ชาญช่าง ( **Chairman** )

ผู้เชี่ยวชาญด้าน **Steel Deck** และ **Shear Stud**



ขอขอบพระคุณที่ไว้วางใจให้ พี่ ชาญช่าง ดูแลท่าน

“ พี่ ชาญช่าง ชื่อนี้ไว้วางใจได้ รับใช้ท่านมานานกว่า **30** ปี ”

