( )”

2. ทฤษฎีและมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง

2.1 ACI318-19

(Gravity

column) (ACI318-19) [3]

$$P_v = 0.33\lambda_s b_0 d\sqrt{f_{c'}} \quad (1)$$

$$\lambda_s = \sqrt{\frac{2}{1+0.004d}} \leq 1 \quad (2)$$

Bompa Elghazouli [1] 0.5d λ_s

, b_0 0.5d

(mm), d (mm), $f_{c'}$

28 (MPa)

“ ”

2

0.5d ( )

0.5d ( )

1

รูปที่ 1

( )

Yu Wang [2]

“ ”

6

2 12

$$V_s = \frac{A_v f_{yt} d}{s} \quad (5)$$

V_c (N), V_s (N), A_v (mm^2), f_{yt} (MPa), s (mm)

ACI318-19

$$P_v = V_c = 0.17\lambda_s b d\sqrt{f_{c'}} \quad (6)$$

b ( )

0.5d

2.2 ทฤษฎี Critical Shear Crack Theory (CSCT)

CSCT [4]

(Rotation)

(7)

$$\psi = 0.33\frac{L}{d}\frac{f_y}{E_s}\left(\frac{V_d}{8M_r}\right)^{3/2} \quad (7)$$

ψ , V_d (N), M_r (N-m)

3. ตัวอย่างทดสอบและการเตรียมตัวอย่างทดสอบ

3.1 ตัวอย่างทดสอบ

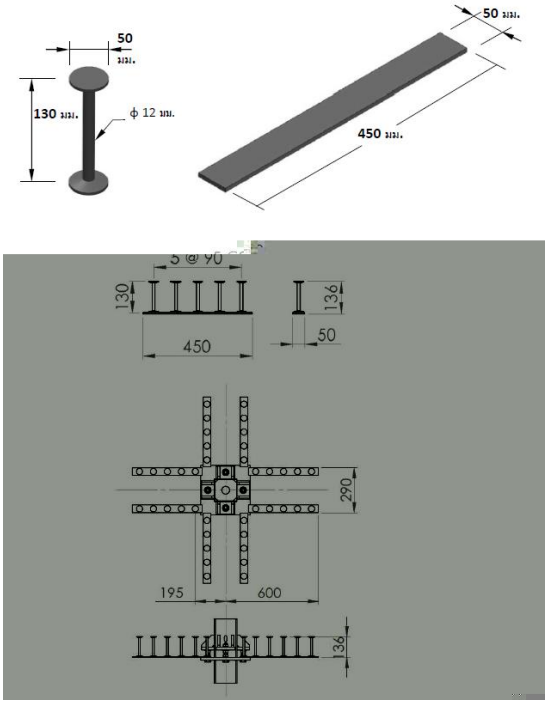
6 No.1 – No.6

(Shear headed stud) 1

2

ตารางที่ 1

Type	Column	Concrete Slab		Shear	Cap Plate		
	SS400	WxH	Thk	Stud /	W	Thk	Grade
	m x m	m x m	mm	ACI318	mm		



รูปที่ 4

3.2 การเตรียมตัวอย่างทดสอบ

Shear headed stud 5 PT Bar

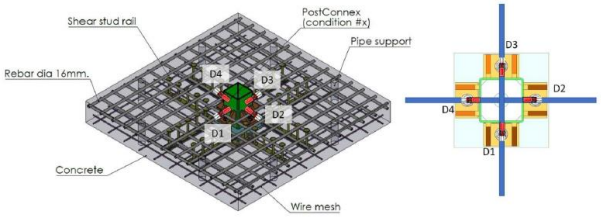


รูปที่ 5

(Strain gauge)

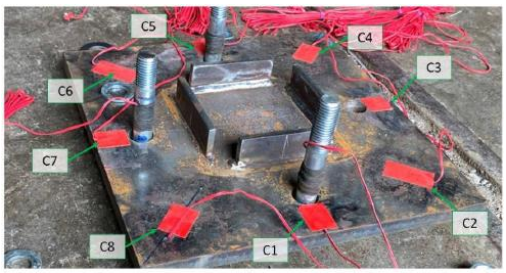
1) D1-D4 (6) 2) Shear headed stud 2 S1-S4 (7) 3) (Cap plate) C1-C8 (8) 4) (Vertical stiffener) A1 A2 A4 A5 (Horizontal stiffener) A3 A6 (9) 5) (10)

(11)

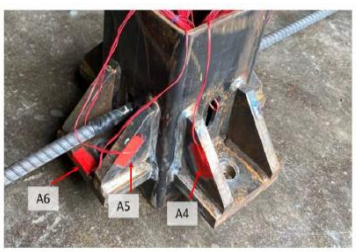


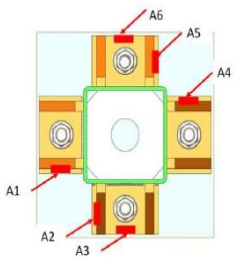
รูปที่ 6 Strain gage (D1–D4)

รูปที่ 7 Strain gage Shear headed stud (S1–S4)

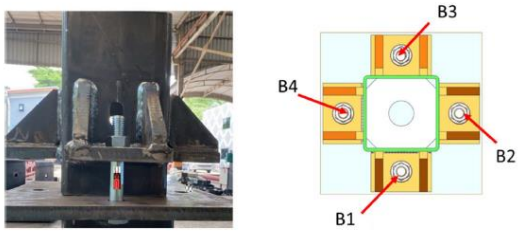


รูปที่ 8 Strain gage (C1–C8)





รูปที่ 9 Strain gage (A3–A6) (A1, A2, A4, A5)



รูปที่ 10 Strain gage Bolt (B1–B4)



รูปที่ 11

3.3 กำลังวัสดุ

2

28

(Normalized) $b_0 d\sqrt{f_{c'}}$ b_0 = 1156 mm d = 139 mm

2

ตารางที่ 2

		28	$b_0 d\sqrt{f_{c'}}$
		MPa	KN
1	No 1, No 2, No 6	28.74	861.42
2	No 3, No 4, No 5	21.24	740.54

SS400

HY370 3

4

ตารางที่ 3

	(mm)	(MPa)	(MPa)	(%)
SS400	16.06	308.90	438.00	31.43
SS400	5.43	417.70	478.67	19.33
SS400	15.91	425.90	576.86	21.71
SS400	6.05	430.20	538.33	21.83

ตารางที่ 4 Bolt, Shear Stud

		(MPa)	(MPa)
Bolt M10	10.9	-	779.06
Bolt M18	10.9	-	833.49
Stud D12	-	-	725.93
DB16	SD40	533.45	609.89

3.4 การติดตั้งตัวอย่างทดสอบและวิธีการทดสอบ

12

PT Bar

8

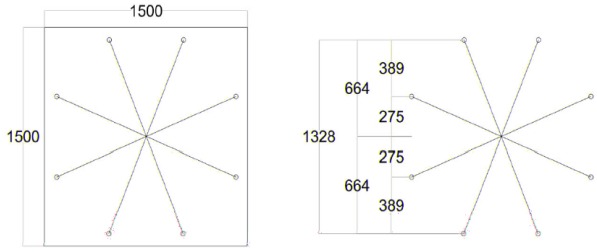
13

PT Bar

14



รูปที่ 12



รูปที่ 13 PT bar



รูปที่ 14

Load cell

100

Displacement transducer 2

4

Displacement transducer 4 15



รูปที่ 15 Displacement transducer

4. ผลทดสอบและการวิเคราะห์ผล

12

ACI318 5

(Shear headed stud) Shear headed stud

0.51 - 0.69 0.83 – 0.94

Shear headed stud Shear headed stud

ตารางที่ 5

ACI318

Shear headed stud				
Test Case	Max Load (KN)	Analytical Punching Shear (ACI318)	Normalized Load (KN)	Deflection (mm)
No.1-1	587.93	451.49	0.68	5.97
No.1-2	569.85	451.49	0.66	6.64
No.6-1	595.16	451.49	0.69	6.03
No.6-2	587.60	451.49	0.68	7.45

ตารางที่ 5

ACI318 ( )

Shear headed stud				
Test Case	Max Load (KN)	Analytical Punching Shear (ACI318)	Normalized Load (KN)	Deflection (mm)
No.2-1	739.43	519.33	0.86	10.66
No.2-2	734.83	519.33	0.85	10.62
No.3-1	611.26	471.33	0.83	8.20
No.3-2	676.66	471.33	0.91	9.82
No.4-1	679.29	471.33	0.92	9.82
No.4-2	682.57	471.33	0.92	10.25
No.5-1	694.02	471.33	0.94	9.55
No.5-2	681.92	471.33	0.91	9.57

(Normalized load)

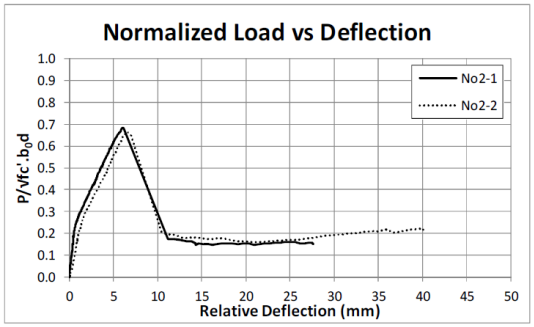
16 – 21

Shear headed stud

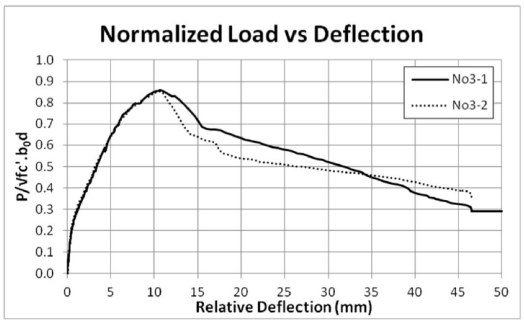
Shear headed

stud 20%

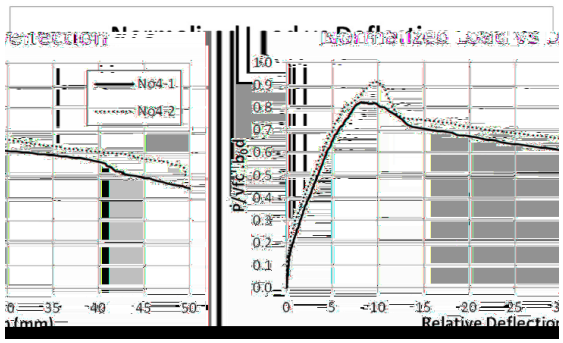
Shear headed stud [1]



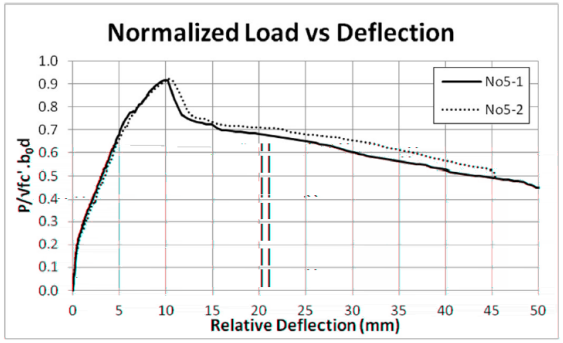
รูปที่ 16 No.1



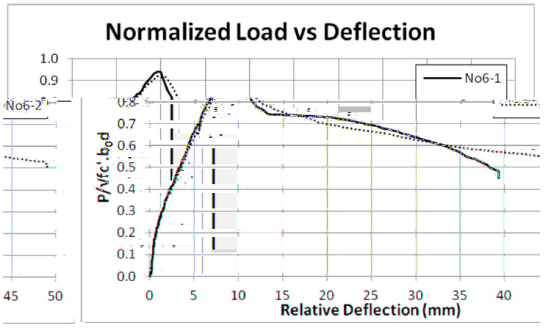
รูปที่ 17 No.2



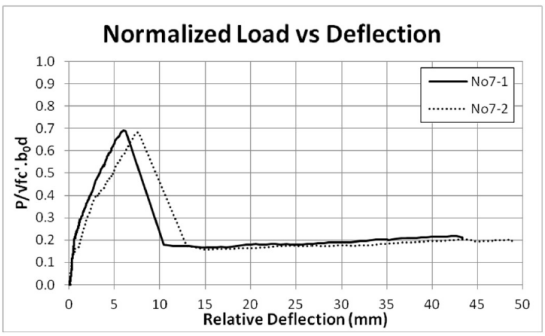
รูปที่ 18 No.3



รูปที่ 19 No.4



รูปที่ 20 No.5



รูปที่ 21 No.6

5. สรุปผลการทดสอบและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดสอบ

“ ”

6

1) 2)

3) 4)

5-1)

5-2)

6)

1-4 6 2 5-1

5-2 1 12

1. Shear headed stud

Shear headed stud

2. (Vertical stiffener)

Strain Vertical stiffener

3. (Horizontal Stiffener)

Strain Horizontal stiffener

4. Bolt

bolt Strain Bolt

Bolt

5. Cap plate

Cap plate

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. (PostConnex)

2.

3.

4.

(Cap plate)

5.

กิตติกรรมประกาศ

.

.

.

เอกสารอ้างอิง

[1] Bompa, D. V., and A. Y. Elghazouli. (2016). Structural performance of RC flat slabs connected to steel columns with shear heads. *Engineering Structures*, 117, pp. 161–183.

[2] J. L. Yu and Y. C. Wang. (2020). Punching Shear Behaviour of an Innovative Connection between Steel-Tubular Column and Flat-Concrete Slab. *Journal of Structural Engineering*, 146(8), 04020159.

[3] American Concrete Institute. *Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-19) and Commentary*. American Concrete Institute. Farmington Hills, MI, USA, 2019.

[4] Muttoni, A. (2008). Punching shear strength of reinforced concrete slabs without transverse reinforcement. *ACI structural Journal*, 105, pp. 440-450.