STRONGHOLD

อีพ็อกซี่ SH-EP1

พุกเคมี

STRONGHOLD™

STRONGHOLD Systems (Asia) Pte.Ltd.
10 Anson Road #26-04 International Plaza S(079903) Singapore
info@strongholdasia.com

คุณสมบัติเด่น

- อีพ็อกซี่บริสุทธิ์ (เรซิน 1 : ฮาร์ดเดนเนอร์ 1)
- รองรับแรงแผ่นดินไหว C1 (ETA) และผ่านการทดสอบไฟไหม้ 4 ชั่วโมง
- เหมาะสำหรับคอนกรีตแตกร้าว และไม่แตกร้าว
- ให้ค่าระยะขอบ และระยะห่างที่ต่ำ
- ปลอดสารก่อมะเร็ง และมี Leed Certificate
- เก็บได้นาน 24 เดือน

ลักษณะการใช้งาน

- ใช้กับวัสดุฐานคอนกรีต อิฐบล๊อคตัน อิฐตัน
- ใช้ต่อเหล็กเสริม กับโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก
- ใช้ติดตั้งเหล็กเสริมในผนังคอนกรีต คสล.
- ใช้ติดตั้งเหล็กเสริมต่อขยายพื้น คสล.
- ใช้ติดตั้งเหล็กเสริมในเสา
- ใช้ติดตั้งหูช้าง

มาตรฐานรองรับ

ETA 16/0532

ETA 16/0533

FIRE-RATED F240

ÉMISSIONS DANS L'AIR INTÉRIEUR A+

LEED TESTED

การใช้งาน

C1 SEISMIC

VERTICAL & HORIZONTAL INSTALLATIONS

ระยะฝังขั้นต่ำ

ขนาดแท่งเกลียว Φ (Φ x ความยาว, มม)	เส้น ศก. ระเจาะ d_0 (มม)	ระยะฝังขั้นต่ำ h_{ef} (มม)	แรงบิดเพื่อติดตั้ง T_{inst} (นิวตัน-เมตร)
M10x130	12	90	20
M12x160	14	110	40
M16x190	18	125	80
M20x260	22	170	135
M24x300	26	210	200
M30x380	35	280	270

ขนาดแท่งเกลียว d (มม)	เส้น ศก. ระเจาะ d_0 (มม)	ระยะฝังขั้นต่ำ h_{ef} (มม)	แรงบิดเพื่อติดตั้ง T_{inst} (นิวตัน-เมตร)
10	14	90	20
12	16	110	40
16	20	125	80
20	25	170	135
25	32	210	200
32	40	280	270

*กรณีเมื่อใช้เหล็กข้ออ้อยติดตั้งแบบแท่งเกลียว

ระยะเวลาการแข็งตัว

อุณหภูมิคอนกรีต (องศาเซลเซียส)	เวลาทำงาน (นาที)	เวลาแข็งตัว (ชั่วโมง)
+5 to +10	20	24
+10 to +15	20	12
+15 to +20	15	8
+20 to +25	11	7
+25 to +30	8	6
+30 to +35	6	5
+35 to +40	4	4
+40	3	3
อุณภูมิกระบอกฉีดไม่ควรต่ำกว่า 10℃		

จัดเก็บ และขนส่งไว้ในที่เย็น, แห้ง และไม่ถูกแสงอาทิตย์รบกวนโดยตรง

ขั้นตอนการติดตั้ง

คุณสมบัติทางกายภาพ

คุณสมบัติ		หน่วย	ค่า	มาตรฐานการทดสอบ
ความหนาแน่น		กรัม/ลบ.ซม.	1.5	ASTM D 1875 @ +20℃/+72℉
กำลังต้านทานแรงกด	24 ชั่วโมง	นิวตัน/ตร.มม.	75	ASTM D 695 @ +20℃/+72℉
	7 วัน		95	
กำลังต้านทานแรงดึง	24 ชั่วโมง	นิวตัน/ตร.มม.	18	ASTM D 638 @ +20℃/+72℉
	7 วัน		23	
เปอร์เซนต์การยืดตัวที่จุดวิบัติ	24 ชั่วโมง	%	6.6	ASTM D 638 @ +20℃/+72℉
	7 วัน		5.9	
โมดูลัสต้านทานแรงดึง	24 ชั่วโมง	นิวตัน/ตร.มม.	5.7	ASTM D 638 @ +20℃/+72℉
	7 วัน		5.5	
กำลังต้านทานแรงดัด	24 ชั่วโมง	นิวตัน/ตร.มม.	45	ASTM D 790 @ +20℃/+72℉
อุณหภูมิการยืดตัว	7 วัน	องศาเซลเซียส	49	ASTM D 648 @ +20℃/+72℉
สารประกอบอินทรีย์ระเหย		กรัม/ลิตร	4.5	ASTM D 2369

ความต้านทานต่อสารเคมี

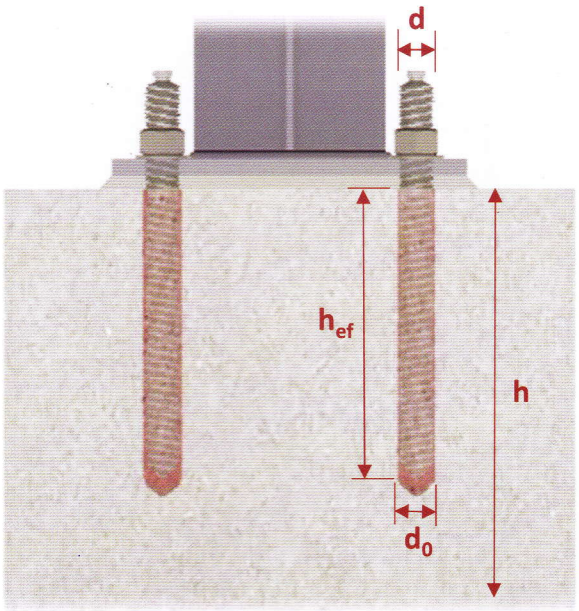
สารเคมี	ความเข้มข้น (%)	ผลลัพธ์
Acetic Acid Solution	10	C
Acetone	100	✗
Aluminium Chloride Solution	Saturated	✓
Aluminium Nitrate Solution	10	✓
Ammonia Solution	5	✓
Jet Fuel	100	C
Benzene	100	C
Benzoic Acid	Saturated	✓
Benzyl Alcohol	100	✗
Sodium Hypochlorite Solution	42,125	✓
Butyl Alcohol	100	C
Calcium Sulphate Solution	Saturated	✓
Carbon Monoxide	Gas	✓
Carbon Tetrachloride	100	C
Chlorine Water	Saturated	✗
Chloro Benzene	100	✗
Citric Acid Solution	Saturated	✓
Cyclohexanol	100	✓
Diesel Fuel	100	C
Diethylene Glycol	100	✓
Ethanol	95	✗
Ethanol Solution	20	C

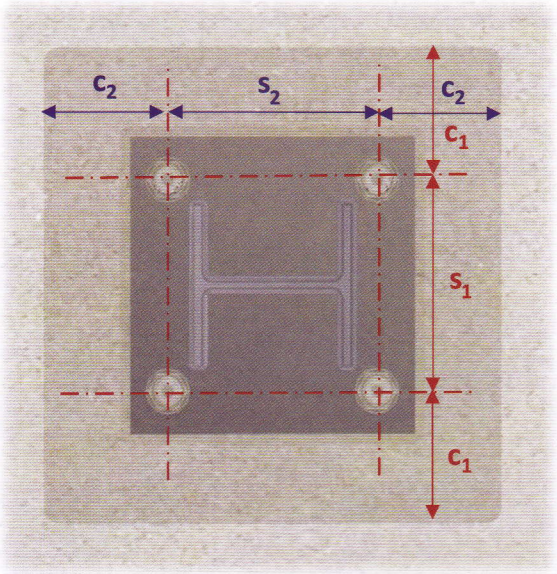
✓ = ต้านทานได้ที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส โดยคงสภาพทางกายภาพไว้ที่ 80%
C = สัมผัสที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส
✗ = ไม่สามารถต้านทานได้

สารเคมี	ความเข้มข้น (%)	ผลลัพธ์
Heptane	100	C
Hexane	100	C
Hydorchloric Acid Solution	10	✓
Hydorchloric Acid Solution	15	✓
Hydorchloric Acid Solution	25	C
Hydrogen Sulphide Gas	100	✓
Isoproyl Alcohol	100	✗
Linseed Oil	100	✓
Lubricating Oil	100	✓
Mineral Oil	100	✓
Paraffin/Kerosene (Dometic)	100	C
Phenol Solution	1	C
Phosphoric Acid	50	✓
Potassium Hydroxide	10(pH13)	✓
Sea Water	100	C
Styrene	100	C
Sulphur Dioxide Solution	10	✓
Sulphur Dioxide Solution	5	✓
Sulphuric Acid	10	✓
Sulphuric Acid	50	✓
Turpentine	100	C
White Spirit	100	✓
Xylene	100	C

อุปกรณ์การติดตั้ง

ระยะขอบ ระยะห่าง และความหนาขั้นต่ำของวัสดุฐานสำหรับเหล็กแท่งเกลียว และเหล็กข้ออ้อย





ขนาดเหล็กแท่งเกลียว (d)		M10	M12	M16	M20	M24	M30
ระยะขอบต่ำสุด ; C_1 , C_2	[มิลลิเมตร]	40	40	45	50	55	65
ระยะห่างต่ำสุด ; S_1 , S_2	[มิลลิเมตร]	40	40	45	50	55	65
ความหนาต่ำสุดของวัสดุฐาน ; h	[มิลลิเมตร]	h_{ef} +30มม ≥ 100มม		$h_{ef}+2d_0$			
ขนาดเหล็กข้ออ้อย (d)		**Φ10**	**Φ12**	**Φ16**	**Φ20**	**Φ24**	**Φ30**
ระยะขอบต่ำสุด ; C_1 , C_2	[มิลลิเมตร]	40	40	45	50	55	65
ระยะห่างต่ำสุด ; S_1 , S_2	[มิลลิเมตร]	40	40	45	50	55	65
ความหนาต่ำสุดของวัสดุฐาน ; h	[มิลลิเมตร]	h_{ef} +30mm ≥ 100mm		$h_{ef}+2d_0$			

จำนวนเหล็กแท่งเกลียว/เหล็กข้ออ้อย ต่อน้ำยาเคมี 1 หลอด (600 มิลลิลิตร)

ขนาดเหล็กแท่งเกลียว		M10	M12	M16	M20	M24	M30
ความกว้างรูเจาะ ; d_0	[มิลลิเมตร]	12	14	18	22	26	35
ความลึกรูเจาะ ; h_{ef}	[มิลลิเมตร]	90	110	125	170	210	280
จำนวนเหล็กแท่งเกลียว ฉีดน้ำยา 2/3 ของความลึกรูเจาะ	[แท่ง]	**87**	**52**	**28**	**13**	**8**	**3**
ขนาดเหล็กข้ออ้อย		**Φ12**	**Φ16**	**Φ20**	**Φ25**	**Φ28**	**Φ32**
ความกว้างรูเจาะ ; d_0	[มิลลิเมตร]	16	20	25	32	35	40
ความลึกรูเจาะ ; h_{ef}	[มิลลิเมตร]	110	125	170	210	270	300
จำนวนเหล็กแท่งเกลียว ฉีดน้ำยา 2/3 ของความลึกรูเจาะ	[แท่ง]	**40**	**22**	**10**	**5**	**3**	**2**

ค่าการรับกำลังที่แนะนำสำหรับเหล็กแท่งเกลียว grade 5.8 (ไม่มีอิทธิพลจากระยะขอบ และระยะห่าง)

คอนกรีตไม่แตกร้าว (C20/25)

ขนาดเหล็ก (M)	ขนาดรูเจาะ (มิลลิเมตร)	ความลึกรูเจาะ (มิลลิเมตร)	ค่าแรงเฉือน (กิโลนิวตัน)	ค่าแรงดึง (กิโลนิวตัน)
M10	12	90	8.5	12.3
M12	14	110	12.0	15.5
M16	18	125	22.2	21.4
M20	22	170	34.8	34.0
M24	26	210	50.2	46.7
M30	35	280	80.0	71.9

ค่าการรับกำลังที่แนะนำสำหรับเหล็กแท่งเกลียว grade 8.8 (ไม่มีอิทธิพลจากระยะขอบ และระยะห่าง)

คอนกรีตไม่แตกร้าว (C20/25)

ขนาดเหล็ก (M)	ขนาดรูเจาะ (มิลลิเมตร)	ความลึกรูเจาะ (มิลลิเมตร)	ค่าแรงเฉือน (กิโลนิวตัน)	ค่าแรงดึง (กิโลนิวตัน)
M10	12	90	13.1	12.3
M12	14	110	19.4	15.5
M16	18	125	36.0	21.4
M20	22	170	56.0	34.0
M24	26	210	80.5	46.7
M30	35	280	128.0	71.9

ค่าการรับกำลังที่แนะนำสำหรับเหล็กข้ออ้อย BSt 500 S (ไม่มีอิทธิพลจากระยะขอบ และระยะห่าง)

คอนกรีตไม่แตกร้าว (C20/25)

ขนาดเหล็ก (Φ)	ขนาดรูเจาะ (มิลลิเมตร)	ความลึกรูเจาะ (มิลลิเมตร)	ค่าแรงเฉือน (กิโลนิวตัน)	ค่าแรงดึง (กิโลนิวตัน)
DB10	12	90	10.4	12.3
DB12	16	110	14.7	15.5
DB16	20	125	26.1	21.4
DB20	25	170	40.9	34.0
DB25	32	210	64.2	46.7
DB32	40	300	105.2	79.8

ค่าการรับกำลังที่แนะนำสำหรับเหล็กแท่งเกลียว grade 5.8 (ไม่มีอิทธิพลจากระยะขอบ และระยะห่าง)

คอนกรีตแตกร้าว (C20/25)

ขนาดเหล็ก (M)	ขนาดรูเจาะ (มิลลิเมตร)	ความลึกรูเจาะ (มิลลิเมตร)	ค่าแรงเฉือน (กิโลนิวตัน)	ค่าแรงดึง (กิโลนิวตัน)
M10	12	90	8.5	9.5
M12	14	110	12.0	11.9
M16	18	125	22.2	15.3
M20	22	170	34.8	19.9
M24	26	210	50.2	29.6
M30	35	280	80.0	49.3

ค่าการรับกำลังที่แนะนำสำหรับเหล็กแท่งเกลียว grade 8.8 (ไม่มีอิทธิพลจากระยะขอบ และระยะห่าง)

คอนกรีตแตกร้าว (C20/25)

ขนาดเหล็ก (M)	ขนาดรูเจาะ (มิลลิเมตร)	ความลึกรูเจาะ (มิลลิเมตร)	ค่าแรงเฉือน (กิโลนิวตัน)	ค่าแรงดึง (กิโลนิวตัน)
M10	12	90	13.1	9.5
M12	14	110	19.4	11.9
M16	18	125	36.0	15.3
M20	22	170	55.7	19.9
M24	26	210	80.5	29.6
M30	35	280	128.0	49.3

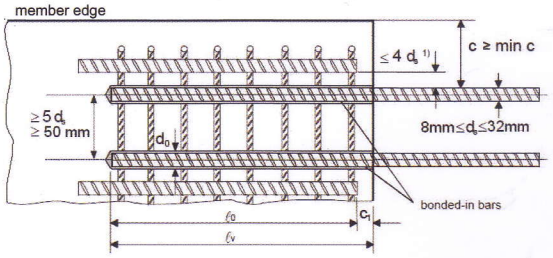
ค่าการรับกำลังที่แนะนำสำหรับเหล็กข้ออ้อย BSt 500 S (ไม่มีอิทธิพลจากระยะขอบ และระยะห่าง)

คอนกรีตแตกร้าว (C20/25)

ขนาดเหล็ก (Φ)	ขนาดรูเจาะ (มิลลิเมตร)	ความลึกรูเจาะ (มิลลิเมตร)	ค่าแรงเฉือน (กิโลนิวตัน)	ค่าแรงดึง (กิโลนิวตัน)
DB10	12	90	10.4	9.5
DB12	16	110	14.7	11.9
DB16	20	125	26.1	13.8
DB20	25	170	40.9	23.6
DB25	32	210	64.2	25.2
DB32	40	300	105.2	46.1

กฎทั่วไปสำหรับการออกแบบการฝังยึดเหล็กในคอนกรีต

- มีเพียงค่าแรงดึงในแนวแกนเท่านั้น ที่สามารถถ่ายผ่านเหล็กเสริมคอนกรีต
- การถ่ายแรงเฉือนระหว่างโครงสร้างคอนกรีตใหม่ กับคอนกรีตเก่านั้น ให้ออกแบบตามมาตรฐาน EN 1992-1-1
- จุดต่อระหว่างโครงสร้างคอนกรีตใหม่ กับคอนกรีตเก่านั้นจะต้องมีหยาบอันเนื่องมาจากส่วนผสมของคอนกรีต



[1]ถ้าระยะห่างระหว่างผิวของเหล็กถึงผิวของเหล็กที่ต่อทาบเกิน $4d_s$ ให้เพิ่มระยะทาบขึ้น โดยมีค่าเท่ากับผลต่างระหว่างระยะห่างจากผิวของเหล็กที่ต่อทาบนั้นกับระยะ $4d_s$

c = ระยะหุ้มคอนกรีตของเหล็กใหม่ที่ทำการเจาะเสียบ

c_1= ระยะหุ้มคอนกรีตบริเวณผิวหน้าของคอนกรีต กับจุดปลายของเหล็กเสริมเดิม

min c = ระยะหุ้มคอนกรีตต่ำสุดตามตารางข้างล่าง

d_s= ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเหล็กใหม่ที่ทำการเจาะเสียบ

d_0 = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของดอกสว่าน = d_{cut}

ℓ_0= ระยะต่อทาบตามมาตรฐาน EN 1992-1-1:2004

ℓ_v = ระยะฝังยึดประสิทธิผล > $\ell_0 + C_1$

ระยะหุ้มคอนกรีตต่ำสุด (min c) ของการฝังยึดเหล็กในคอนกรีต

วิธีการเจาะ	ปราศจากเครื่องช่วยเจาะ
การเจาะแบบค้อน (Hammer drilling)	$30mm + 0.06\,\ell_v \geq 2d_s$
การเจาะแบบอัดอากาศ (Compressed air drilling)	$50mm + 0.08\,\ell_v$

ค่าแรงยึดเหนี่ยว f_{bd}[1](นิวตันต่อตร.มม.) เพื่อใช้ออกแบบสำหรับทุกวิธีการเจาะ สภาพการยึดเหนี่ยวดี

ขนาด d_s (มิลลิเมตร)	กำลังคอนกรีต							
	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55/to C50/60
8	1.6	2.0	2.3	2.7	3.0	3.4	3.7	4.0
10								
12								
14								
16								
20								
25								
28								3.7
32					2.7			

[1]ค่า fbd ในตารางใช้สำหรับคอนกรีตที่มีสภาพการยึดเหนี่ยวดี ตามมาตรฐาน EN 1992-1-1. ส่วนคอนกรีตที่มีสภาพการยึดเหนี่ยวแบบอื่นๆ ให้ลดค่า f_{bd} ลงโดยทำการคูณด้วย 0.7

ค่าแรงยึดเหนี่ยว f_{bd}[2](นิวตันต่อตร.มม.) เพื่อใช้ออกแบบสำหรับทุกวิธีการเจาะ แรงแผ่นดินไหว C1*

ขนาด d_s (มิลลิเมตร)	กำลังคอนกรีต							
	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55/to C50/60
8	1.6	2.0	2.3	2.7	3.0	3.4	3.7	4.0
10								
12								
14								
16								
20								
25								
28								3.7
32					2.7			

[2] ค่า fbd ในตารางใช้สำหรับคอนกรีตที่มีสภาพการยึดเหนี่ยวดี ตามมาตรฐาน EN 1992-1-1. ส่วนคอนกรีตที่มีสภาพการยึดเหนี่ยวแบบอื่นๆ ให้ลดค่า f_{bd} ลงโดยทำการคูณด้วย 0.7

*การทดสอบแรงดึงแผ่นดินไหวทำตามมาตรฐาน ASTM E488 โดยใช้เหล็กเสริมเกรด 60 ตามมาตรฐาน ASTM A615 โดยทำการหาค่าแฟคเตอร์ลดค่าเนื่องจากแรงแผ่นไหว ($\alpha_{N,seis}$) ซึ่งได้ค่าเท่ากับ 1.0.

ดังนั้นเหล็กเสริมที่ติดตั้งโดยใช้น้ำยาเคมี STRONGHOLD SH-EP1 สามารถรองรับแรงแผ่นดินไหวแบบ C1

ระยะฝังขั้นต่ำ [3](ℓ b,min), ระยะทาบเหล็ก (ℓ0,min) สำหรับคอนกรีตกำลัง C20/25 และระยะฝังสูงสุด (ℓmax)

ขนาดเหล็ก d_s (มม.)	ขนาดรูเจาะ d_{cut} (มม.)	$\ell_{b,min\ (tension)}$ (มม.)	$\ell_{0,min}$ (มม.)	ℓ_{max} (มม.)
8	12	170	300	400
10	14	213	300	500
12	16	255	300	600
14	18	298	315	700
16	20	340	360	800
20	25	425	450	1,000
25	32	532	563	1,000
28	35	595	630	1,000
32	40	681	720	1,000

[3] ตามมาตรฐาน EN 1992-1-1: $\ell_{b,min}$ ตามสมการ (8.6) และ $\ell_{0,min}$ ตามสมการ (8.11) สำหรับสภาพการยึดเหนี่ยวดี

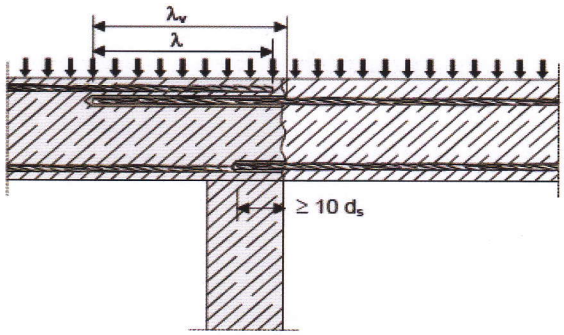
α_6 = 1.0 เปอร์เซนต์การต่อทาบเหล็กสัมพันธุกับพื้นที่หน้าตัดรวมของเหล็ก (ตาราง 8.3 EN 1992-1-1)

γ_M = 1.15 อัตราส่วนปลอดภัยสำหรับเหล็ก

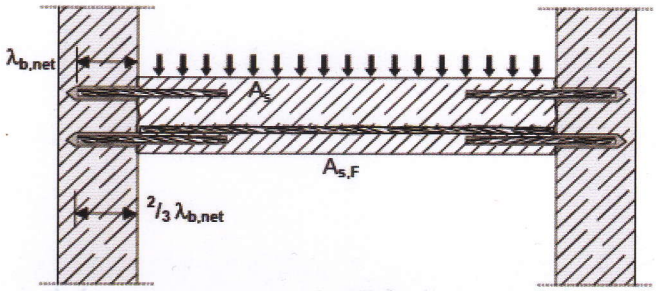
σ_{sd} = 435 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร สำหรับเหล็ก B500-B ($f_{y,k}$=500นิวตันต่อตร.มม.)

เงื่อนไข และตัวอย่างการฝังยึดเหล็กในคอนกรีตโดยใช้น้ำยาเคมี SH-EP1

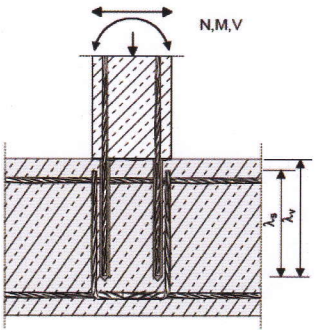
1) ฝังยึดเหล็กเสริมโครงสร้างพื้น/คานใหม่ เข้ากับโครงสร้างเดิม



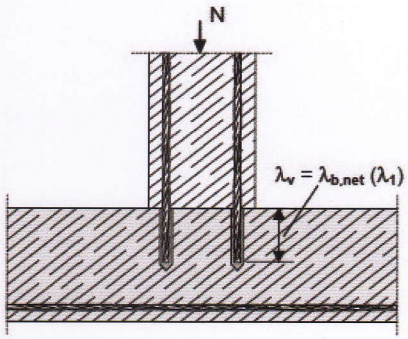
2) ฝังยึดเหล็กเสริมโครงสร้างพื้น/คานใหม่ เข้ากับโครงสร้างเดิม โดยยึดแบบจุดรองรับแบบง่าย (Simple supported)



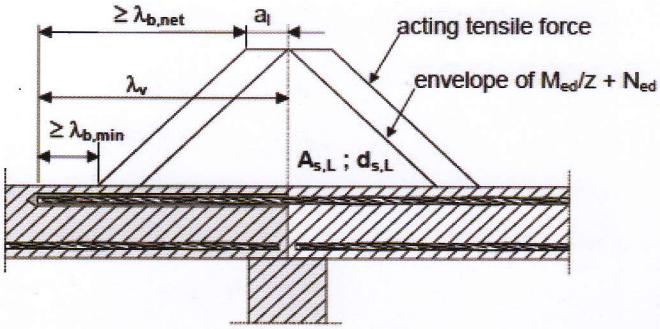
3) ฝังยึดเหล็กยืนโครงสร้างเสาใหม่ เข้ากับฐานราก/กำแพงเดิม



4) ฝังยึดเหล็กยืนโครงสร้างเสาใหม่ เข้ากับฐานราก/กำแพงเดิม



5) ฝังยึดเหล็กเสริมให้ครอบคลุมขอบเขตของแรงดึง

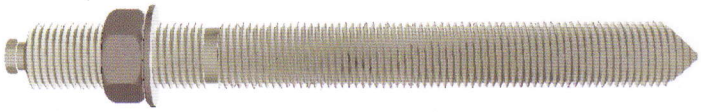


<u>หมายเหตุ</u>

รูปภาพการใช้งานเจาะเสียบเหล็กที่โชว์ไม่ได้แสดงเหล็กเสริมทางขวาง โดยเสริมเหล็กตามมาตรฐาน Eurocode 2

การถ่ายแรงเฉือนระหว่างโครงสร้างใหม่ กับโครงสร้างเก่า ให้คำนวณ ออกแบบตามมาตรฐาน Eurocode2

คุณสมบัติวัสดุของเหล็กแท่งเกลียว (เกรด 5.8)



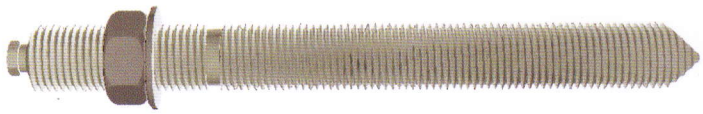
เหล็กคาร์บอนสตีล EN10087 or EN100263 เกรด 5.8 EN ISO 898-1		M10	M12	M16	M20	M24	M30
กำลังแรงดึงสูงสุด ; f_{uk}	[นิวตันต่อ ตร.มม.]	500	500	500	500	500	500
กำลังแรงดึงที่จุดคราก ; f_{yk}	[นิวตันต่อ ตร.มม.]	400	400	400	400	400	400
พื้นที่หน้าตัด ; A_s	[ตร.มม.]	58	84.3	157	245	353	522.8
กำลังโมเมนต์ดัด ; $M^0_{Rk,s}$	[นิวตัน-เมตร]	37	66	166	325	561	1,125
Elastic section modulas ; W_{el}	[ลูกบาศก์มิลลิเมตร]	62.3	109.2	277.5	540.9	935.5	1,686.0
กำลังโมเมนต์ดัดใช้งาน ; M_{rec}	[นิวตัน-เมตร]	21	38	95	186	321	643

การเคลือบ : ชุบเคลือบสังกะสีแบบไฟฟ้าหนา > 5 ไมครอน มาตรฐาน EN ISO 4042,
ชุบเคลือบสังกะสีแบบจุ่มร้อนหนา > 40 ไมครอน มาตรฐาน EN ISO 1461 และ EN ISO 10684

*เหล็กกำลังสูงที่เคลือบกัลวาไนซ์อาจจะวิบัติแบบเปราะ ถ้านำไปใช้กับสารเคมีประเภทไฮโดรเจน

หัวนัตหกเหลี่ยม : มาตรฐานเหล็กแท่งเกลียว, EN 20898-2
แหวนรอง : มาตรฐานเหล็กแท่งเกลียว

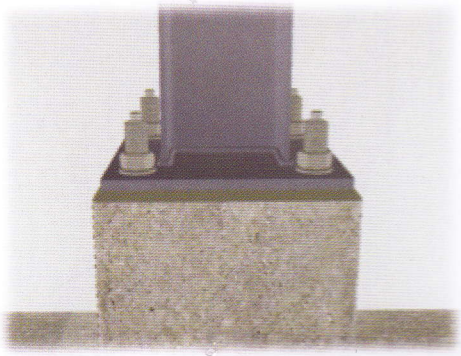
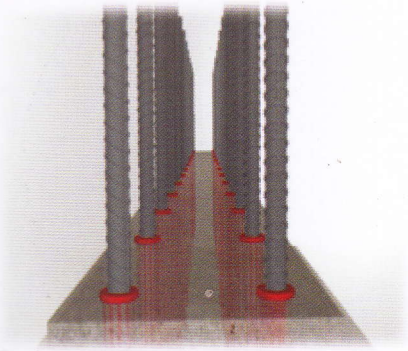
คุณสมบัติวัสดุของเหล็กแท่งเกลียว (เกรด 8.8)



เหล็กคาร์บอนสตีล EN10087 or EN100263 เกรด 8.8 EN ISO 898-1		M10	M12	M16	M20	M24	M30
กำลังแรงดึงสูงสุด ; f_{uk}	[นิวตันต่อ ตร.มม.]	800	800	800	800	800	800
กำลังแรงดึงที่จุดคราก ; f_{yk}	[นิวตันต่อ ตร.มม.]	640	640	640	640	640	640
พื้นที่หน้าตัด ; A_s	[ตร.มม.]	58	84.3	157	245	353	522.8
กำลังโมเมนต์ดัด ; $M^0_{Rk,s}$	[นิวตัน-เมตร]	60	105	266	519	898	1,799
Elastic section modulas ; W_{el}	[ลูกบาศก์มิลลิเมตร]	62.3	109.2	277.5	540.9	935.5	1,686.0
กำลังโมเมนต์ดัดใช้งาน ; M_{rec}	[นิวตัน-เมตร]	34	60	152	297	513	1,028

การเคลือบ : ชุบเคลือบสังกะสีแบบไฟฟ้าหนา > 5 ไมครอน มาตรฐาน EN ISO 4042,
ชุบเคลือบสังกะสีแบบจุ่มร้อนหนา > 40 ไมครอน มาตรฐาน EN ISO 1461 และ EN ISO 10684

*เหล็กกำลังสูงที่เคลือบกัลวาไนซ์อาจจะวิบัติแบบเปราะ ถ้านำไปใช้กับสารเคมีประเภทไฮโดรเจน

หัวนัตหกเหลี่ยม : มาตรฐานเหล็กแท่งเกลียว, EN 20898-2
แหวนรอง : มาตรฐานเหล็กแท่งเกลียว

การใช้งาน