



POST-INSTALLED ANCHOR SEMINAR

Engineering Team
HILTI Thailand
7th Febuary,2020



AGENDAS

Time		Description
13.00 - 13.10	10 mins	Introduction
13.10 - 15.40	150 mins	HILTI Company Introduction
		Basic of Anchor and Applications
		Basic Anchor Theory
		Failure Modes
		Anchor Selection Criteria
		Anchor Misunderstanding
		HILTI Products
		Pullout Test
15.40 – 16.00	20 mins	Q&A, Wrap-up and Hilti Gift

THIS IS HILTI



HILTI (THAILAND)



- **Hilti (Thailand) head office**, located on 24th Floor at Interlink Tower, Bangna-Trad Road
- **Hilti repair center**, located on Kingkaew Road
- **Hilti store**, located in Rayong



- Established since November 1999
- 160 employees

RESEARCH & DEVELOPMENT AS A KEY PRIORITY

210 million Swiss francs were invested in R&D in 2016.

- Development centers in Liechtenstein, Austria, Germany, Hungary, China, India and the United States
- **1470** employees in R&D
- **60** new products annually
- **2000** active patent families
- Collaboration with leading international universities

A HIGH-PERFORMING GLOBAL TEAM

More than **24,000** employees

124 nationalities
in the global team

13 nationalities
in top management

56 nationalities
at headquarters

23% of team members
are women

17% of team leaders
are women

OUR HILTI PRODUCT

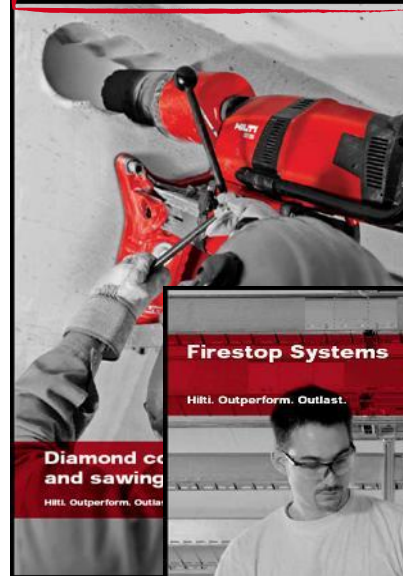
Laser Measuring



Drilling & Demolition



Diamond coring



Direct fastening



Anchor fastening



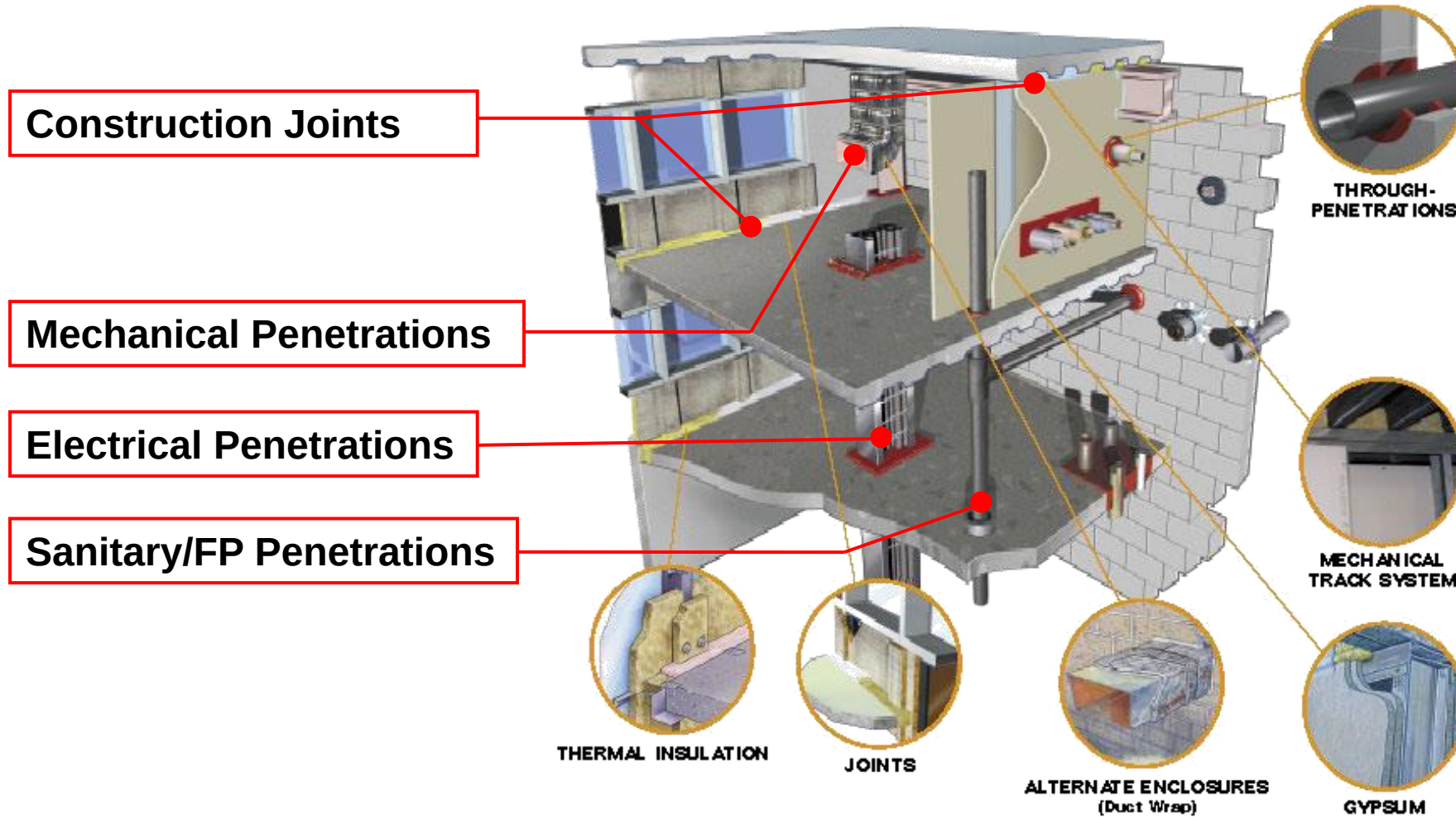
Firestop system

OUR HILTI PRODUCT

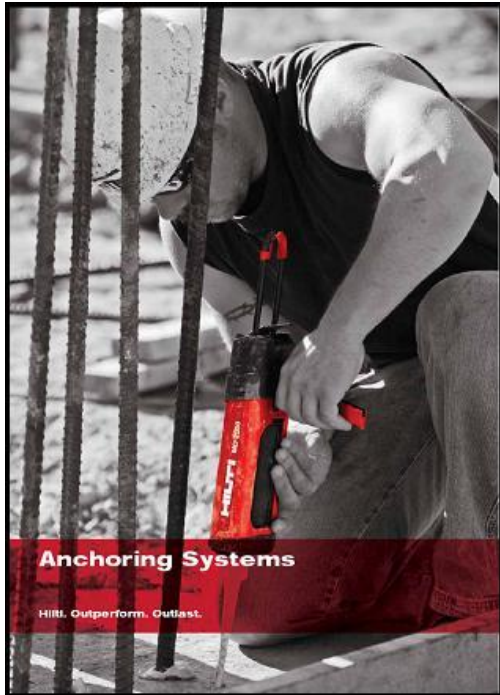


Firestop system

OUR HILTI PRODUCT



OUR HILTI PRODUCT



Anchor fastening



OUR HILTI SERVICE & SUPPORT



www.hilti.co.th

Company: Buranathan
Specifier: Chidchanok Piesudal
Address:
Phone / Fax: 089-001-7474
E-Mail: chidchanok.p@live.co.uk

HILTI
Profix Anchor 2.6.2

Page: 1
Project: Remove Town House
Sub-Project / Pos. No.: Beam B1
Date: 1/26/2016

Specifier's comments: HIT-RE 200 V2.6.2

1 Input data

Anchor type and diameter:

HIT-HY 200-R + HIT-V (6.8) M20

Seismic/Filling set or any suitable annular gap filling solution

Effective embedment depth:

$f_{p,act} = 120 \text{ mm}$ ($f_{p,act} = \dots \text{ mm}$)

Material:

S.8

Evaluation Service Report:

Hilti Technical Data

Issued / Valid:

- / -

Proof:

Design method SOFA design method = fb (07/2011) - after ETAG BOND testing

Stand-off installation:

$e_s = 0 \text{ mm}$ (no stand-off); $t = 15 \text{ mm}$

Anchor plate:

$l_s \times b_s \times t_s = 300 \text{ mm} \times 201 \text{ mm} \times 15 \text{ mm}$; (Recommended plate thickness: not calculated)

Profile:

HD; L x W x T x P = 250 mm x 201 mm x 9 mm x 14 mm

Base material:

uncracked concrete, C12/15, $f_{ctk} = 12.05 \text{ N/mm}^2$, $n = 350$, Temp. shortening: 35/35 °C

Installation:

hammer drilled hole, installation condition: dry

Reinforcement:

no reinforcement or reinforcement spacing $\geq 150 \text{ mm}$ (any ϕ) or $\geq 100 \text{ mm}$ ($\phi \leq 10 \text{ mm}$)
no longitudinal edge reinforcement

Geometry [mm] & Loading [kN, kNm]



Design



•Design support



•Engineering support

•Seminar & Training

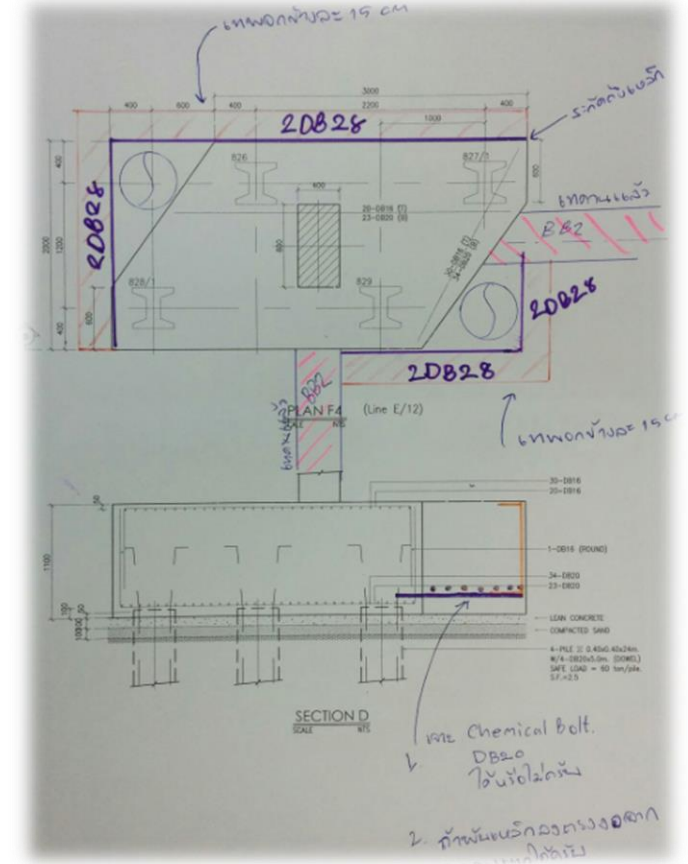
OUR HILTI SERVICE & SUPPORT



Construction



- Training on-site



- Finding solutions / Site support

OUR HILTI SERVICE & SUPPORT



- On-site testing for Quality and Safety

- Lasting solutions
- Develop future solutions

Utilization & Maintenance

POST-INSTALLED ANCHOR APPLICATION



POST-INSTALLED ANCHOR APPLICATION

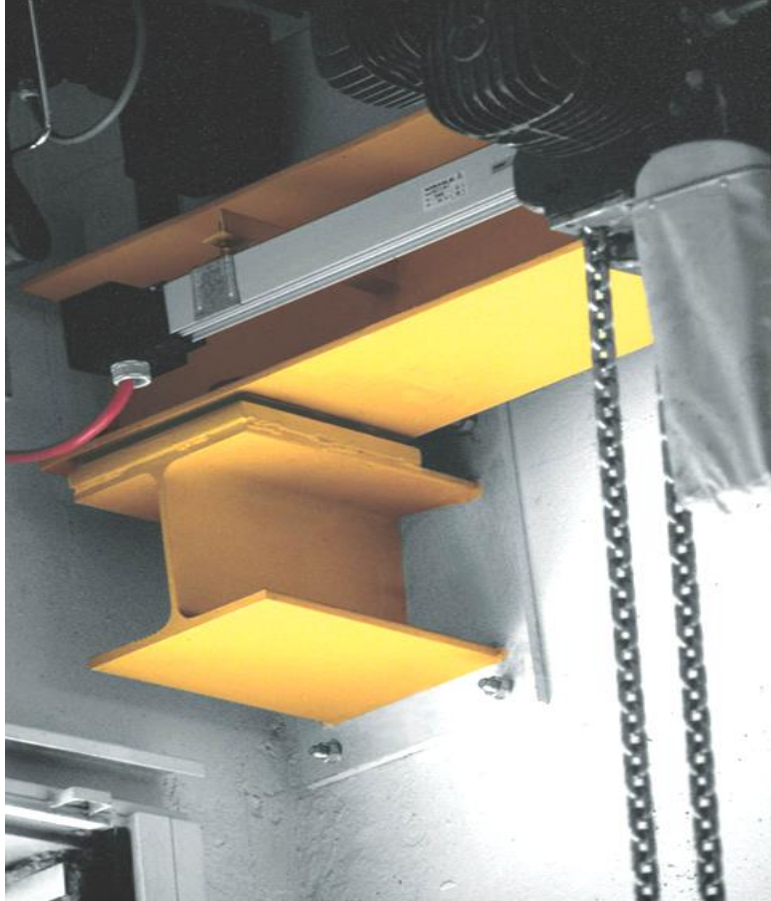
Steel column to concrete / PI Anchor for column support



Concrete resistance - Anchor theory by ACI 318 Appendix D

POST-INSTALLED ANCHOR APPLICATION

Steel corbel to concrete / PI Anchor for connection joint



Concrete resistance - Anchor theory by ACI 318 Appendix D

POST-INSTALLED ANCHOR APPLICATION

EQUIPMENT SUPPORT MOUNTING



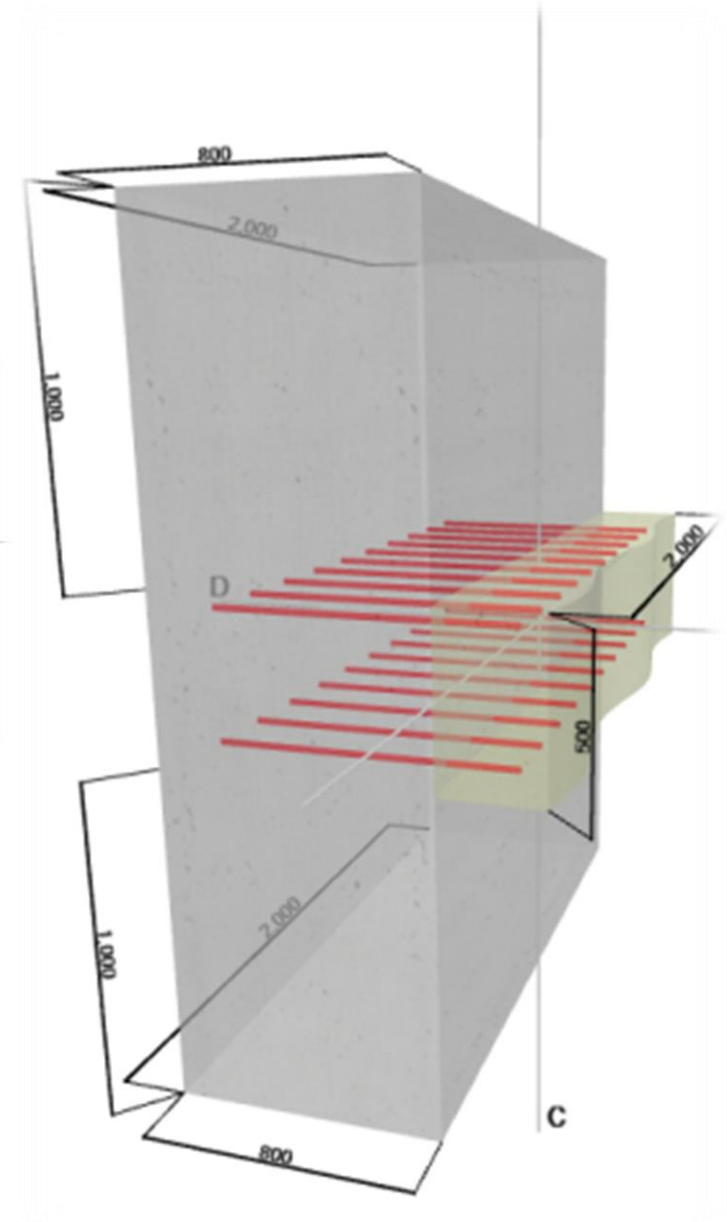
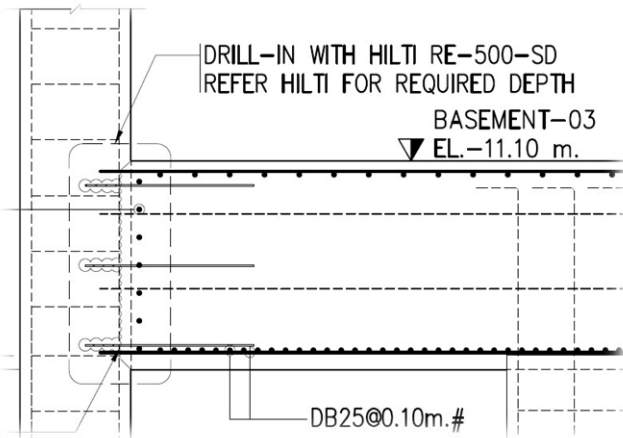
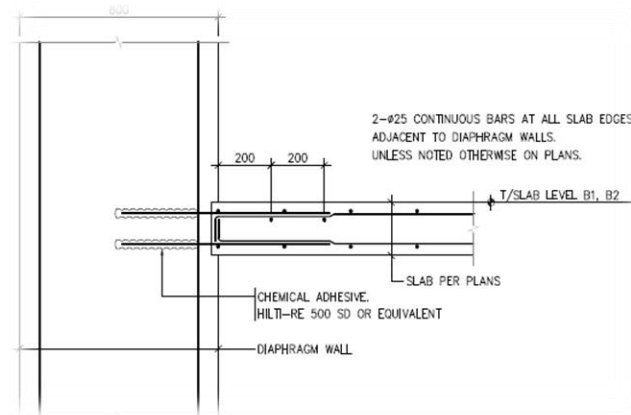
POST-INSTALLED ANCHOR APPLICATION

Underground – Temporary Work



POST-INSTALLED ANCHOR APPLICATION

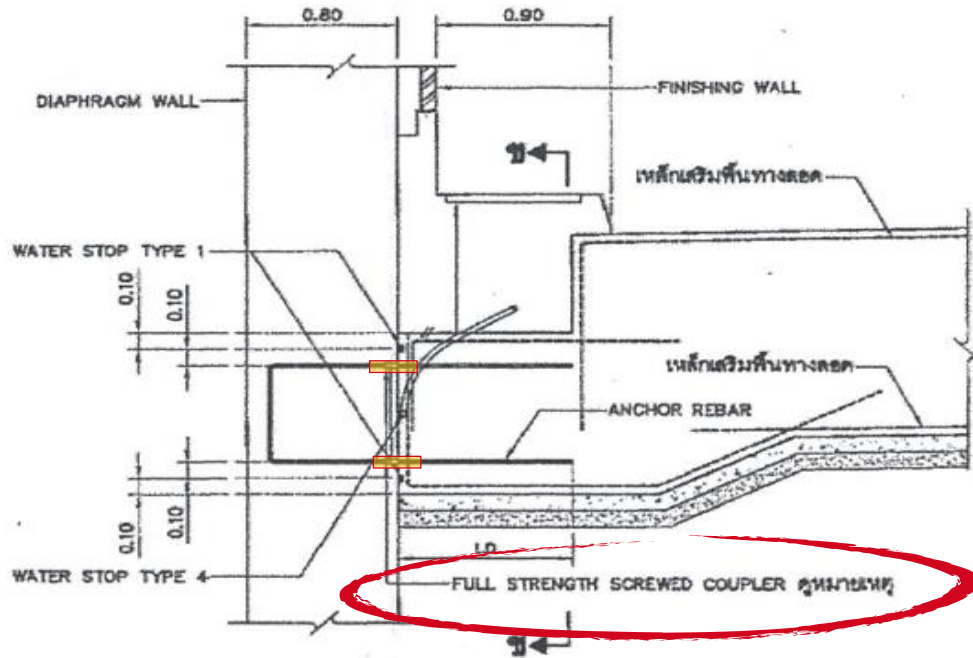
Underground – Re bar slab connect to D-Wall



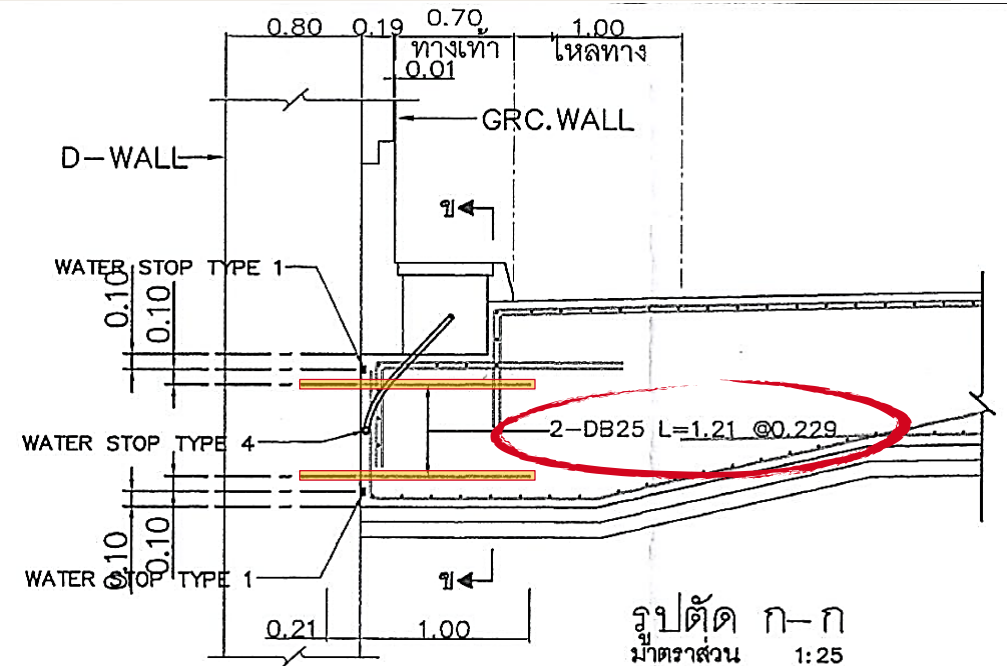
POST-INSTALLED ANCHOR APPLICATION

Underground – Re bar slab connect to D-Wall

Standard DWG : Coupler

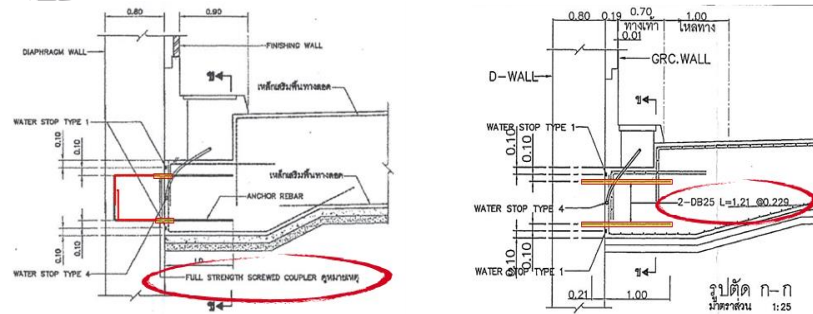


New solution : Adhesive Anchor



POST-INSTALLED ANCHOR APPLICATION

Underground – Re bar slab connect to D-Wall



ไม่รวมค่าทำเกลียวที่เหล็กเส้น

ไม่รวมมูลค่าที่สามารถจบงานได้ซ้ำ

การใช้วิธีผูก Coupler

Coupler

จำนวน Panel ทั้งหมด	188	panel
จำนวน Coupler ต่อ 1 Panel	48	ชิ้น
จำนวน Coupler ทั้งหมด	9,024	ชิ้น

ราคา Coupler	80	บาท
721,920	บาท	

DB25 คัดรูปตัว L ความยาว 1.5 m

จำนวน DB25 รูปตัว L	9,024	ชิ้น
ราคา (1.5 m x 3.853 kg/m x 22 บาท)	127	บาท
1,147,393	บาท	

Rework ประมาณ 10% งานทั้งหมด (แก้ไขเนื่องจากตำแหน่งผิดพลาด)

10% ของจำนวน Coupler ทั้งหมด	902	ชิ้น
แก้ไขด้วยการเจาะเสียบ ค่าแรงเจาะ	68	บาท
ค่าน้ำยา 0.95บาท x120 cc	114	บาท
164,164	บาท	

2,033,477 บาท

การใช้วิธีเจาะเสียบเหล็กด้วย HIT-RE 500V3

RE500V3 ที่ระยะฝัง 210 mm เจาะรูขนาด 32 mm

จำนวน Panel ทั้งหมด	188	panel
จำนวนรูเจาะ ต่อ 1 Panel	48	ชิ้น
จำนวนรูเจาะทั้งหมด	9,024	รู
ปริมาณน้ำยาต่อรูเจาะ (เผื่อ lost 10% แล้ว)	120	cc
ปริมาณน้ำยาทั้งหมด	1,082,880	cc
ราคา RE500V3 คัด cc ละ	0.95	บาท

1,028,736 บาท

การเจาะติดตั้ง

จำนวนรูเจาะทั้งหมด	9,024	รู
ค่าแรงในการเจาะ 1 รู	68	บาท
613,632	บาท	

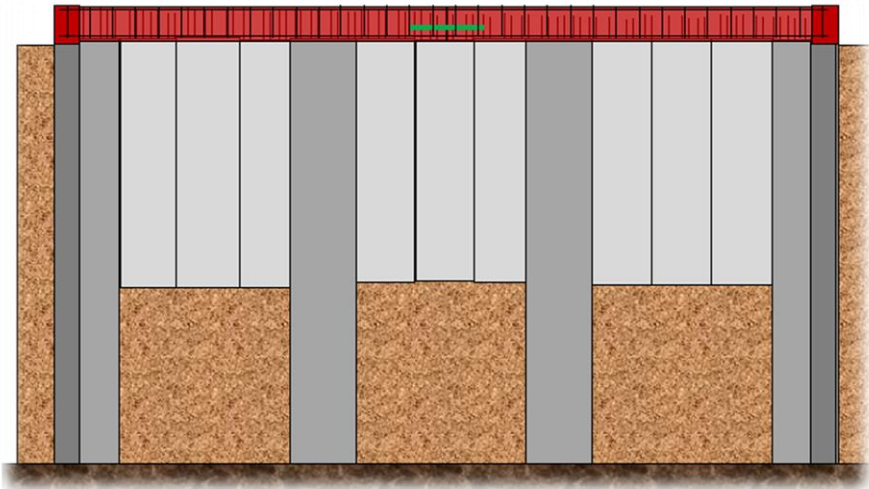
No Rework

*สัปดาห์หลายให้ถึงเหล็กโครงสร้างเพื่อหาตำแหน่งในการเจาะเสียบ

1,642,368 บาท

POST-INSTALLED ANCHOR APPLICATION

Underground – Cap Beam



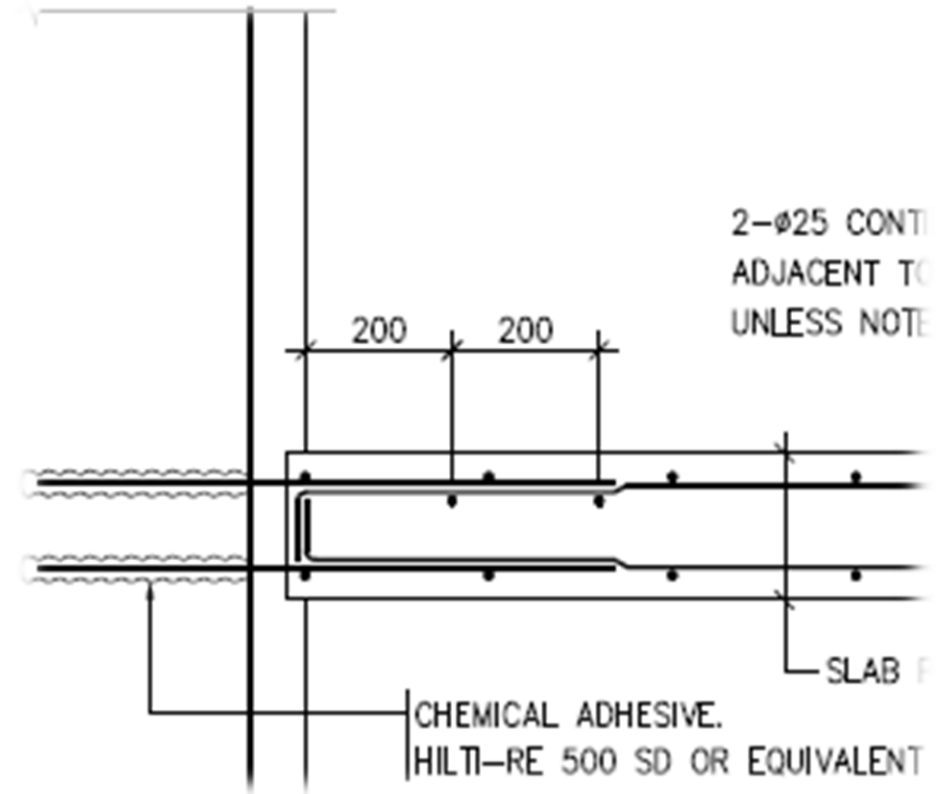
POST-INSTALLED ANCHOR APPLICATION

Pile Missing Dowel



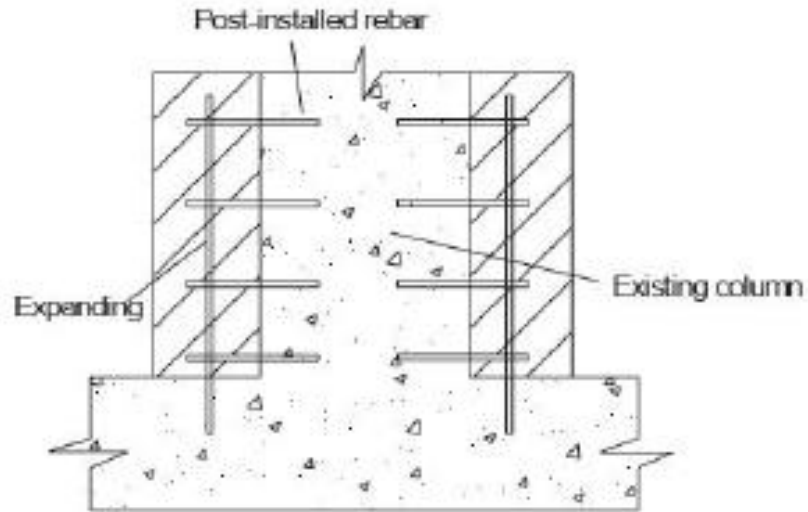
POST-INSTALLED ANCHOR APPLICATION

Core Wall



POST-INSTALLED ANCHOR APPLICATION

Strengthening - Concrete Jacketing



POST-INSTALLED ANCHOR APPLICATION

Structure strengthening / PI rebar for tension and shear key



Beam strengthening



Beam strengthening

Shear connection - Rebar theory by ACI 318 Chapter 12

POST-INSTALLED ANCHOR APPLICATION

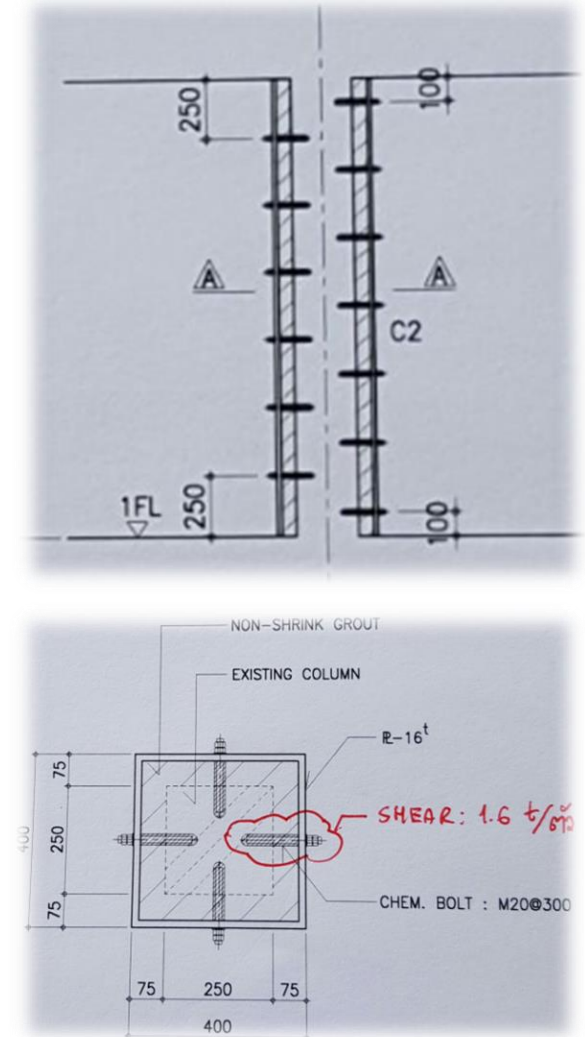
Strengthening



Slab Strengthening

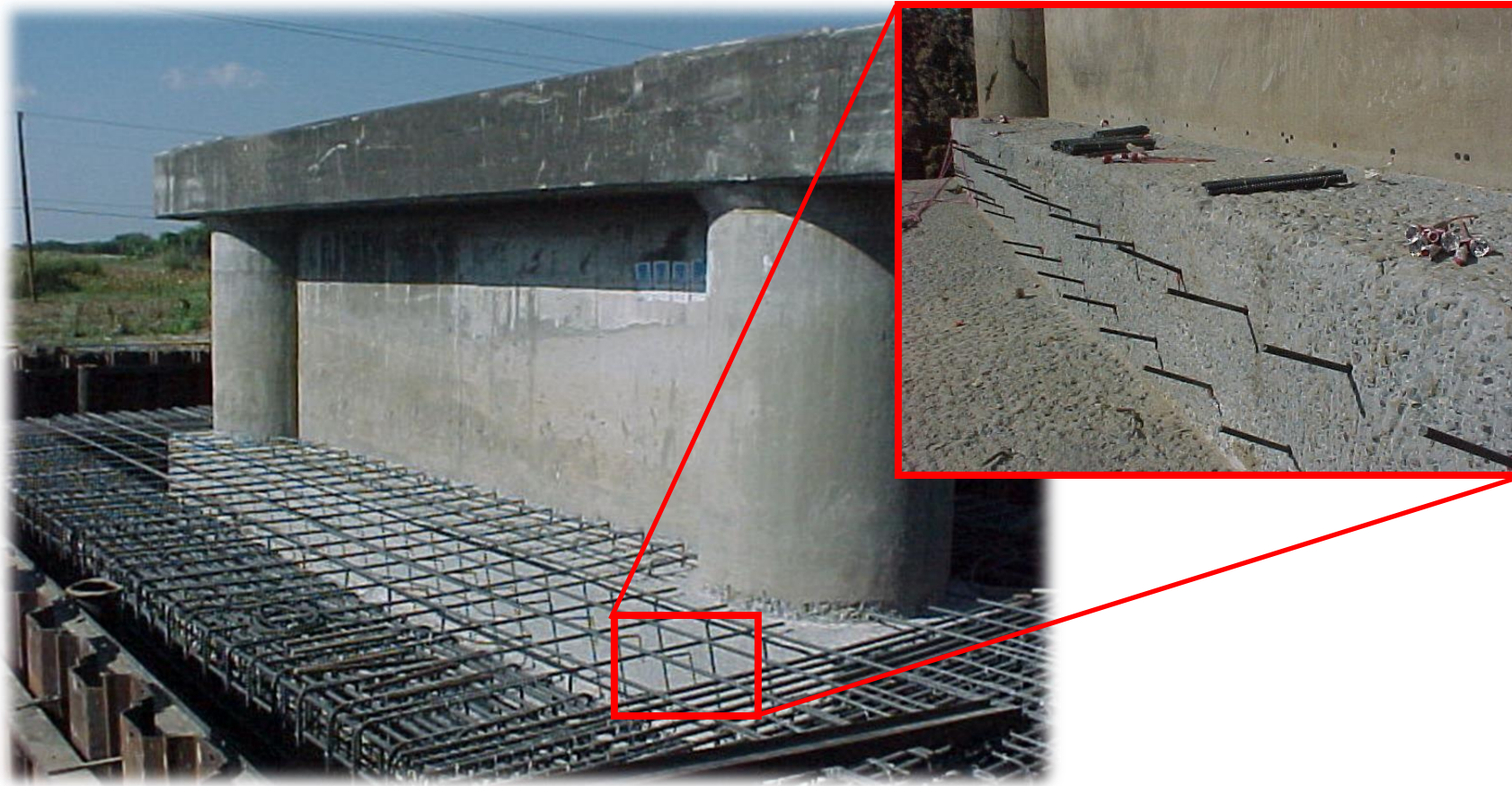


Steel Jacketing



POST-INSTALLED ANCHOR APPLICATION

Slab extension / PI rebar for shear key



Shear connection - Rebar theory by ACI 318 Chapter 12

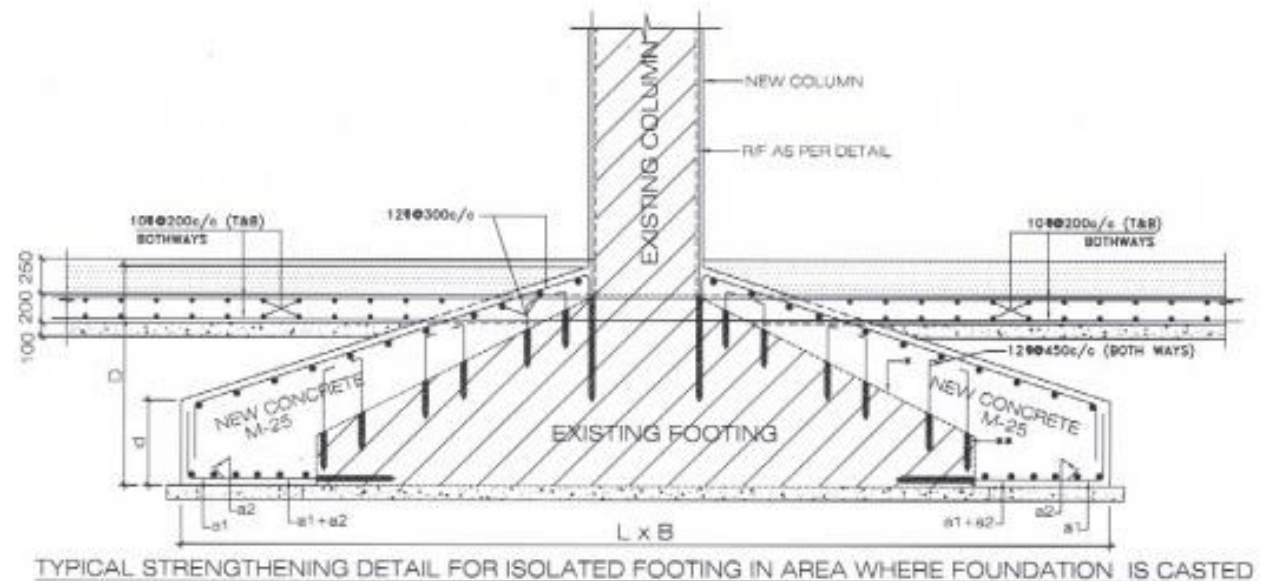
POST-INSTALLED ANCHOR DIP 2020 | UBU

POST-INSTALLED ANCHOR APPLICATION

Structure strengthening / PI rebar for shear key



Slab strengthening



Isolated footing strengthening

Shear connection - Rebar theory by ACI 318 Chapter 12

POST-INSTALLED ANCHOR APPLICATION

Miscellaneous Work



Handrail



Balustrade

POST-INSTALLED ANCHOR APPLICATION

MEP System



ANCHORING SYSTEM

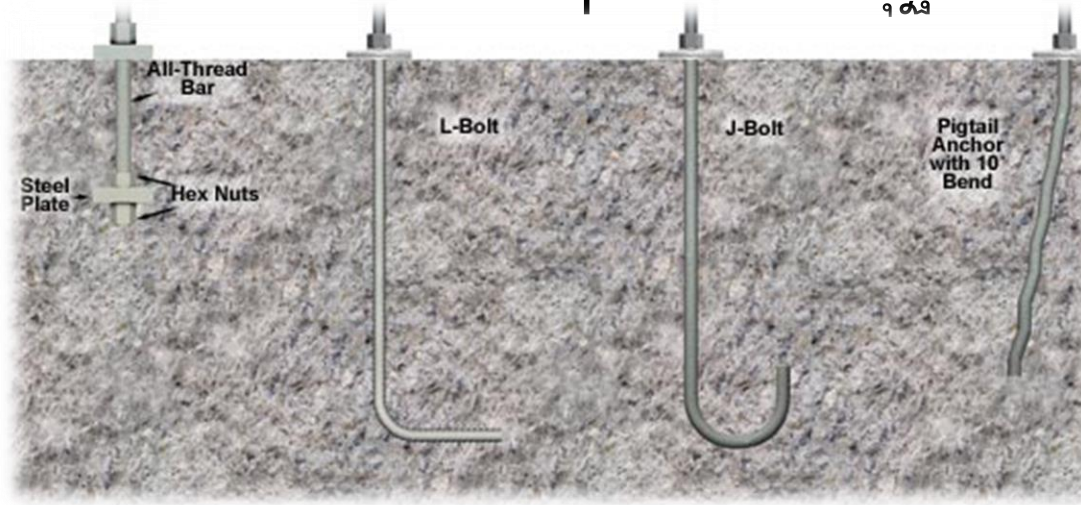


ANCHORING SYSTEM

What is Anchor ?

Anchor คือ พุก

พุก คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการยึดชิ้นงานต่างๆเข้ากับวัสดุฐาน



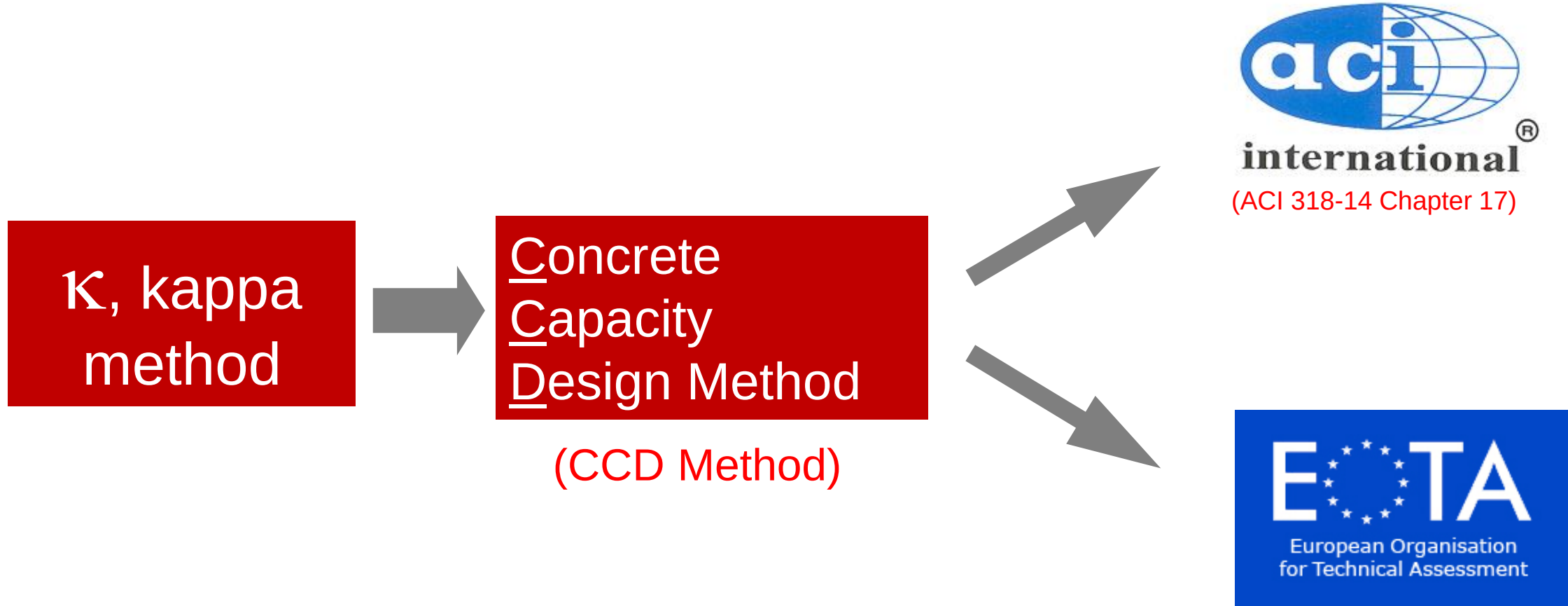
ชื่อเรียกที่ได้ยินบ่อยๆ ได้แก่ พุกแบ่ง expansion bolt พุกตะกั่ว ปลั๊กฝังคอนกรีต พุกชุบรุ้ง พุกเคมี น้ำยาเจาะเสียบเหล็ก กาว

Basic Anchor Theory

ทฤษฎีฟูกเบื้องต้น

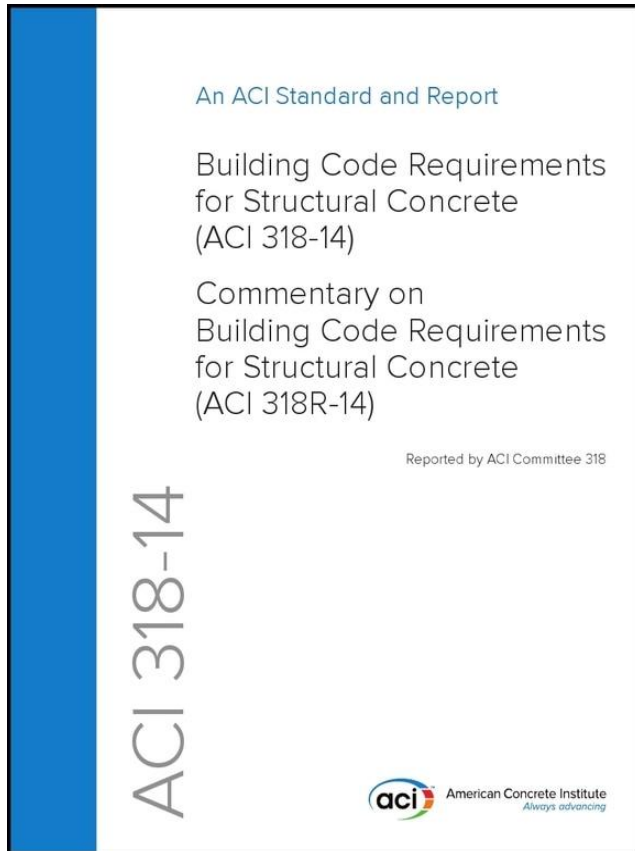
CODE FOR ANCHORING IN CONCRETE

The Concrete Capacity Design Method (CCD) was incorporated.



CODE FOR ANCHORING IN CONCRETE

The Concrete Capacity Design Method (CCD) was incorporated.



Types of Anchor

ชนิดของฟุก

ANCHORING SYSTEM

Types of Anchor

Cast - in place
Anchoring systems



Post - install
Anchoring systems

ANCHORING SYSTEM

Types of Anchor

Cast - in place



- They are capable of supporting very large loads.
- With design criteria (ACI 318 & Euro code etc.)
- Have many types of anchor bolt
- Drilling or cutting of reinforcement is not required for installation.



Type & Fixing Mechanism of Post-installed Anchoring System

ANCHORING SYSTEM

Types of Anchor

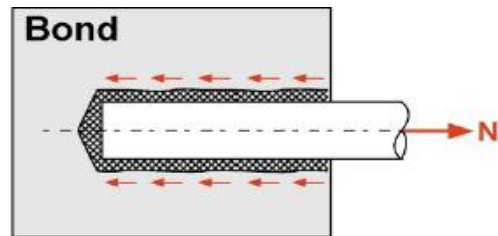
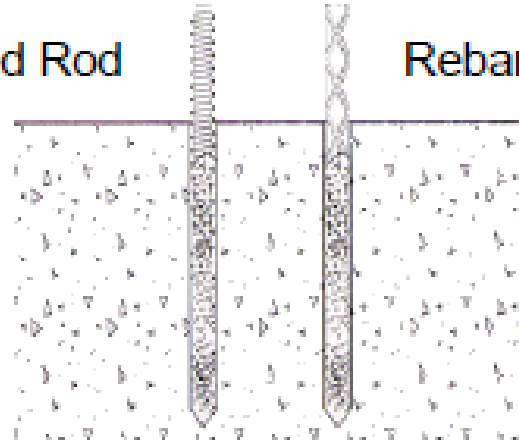
Post-installed

Adhesive Anchor



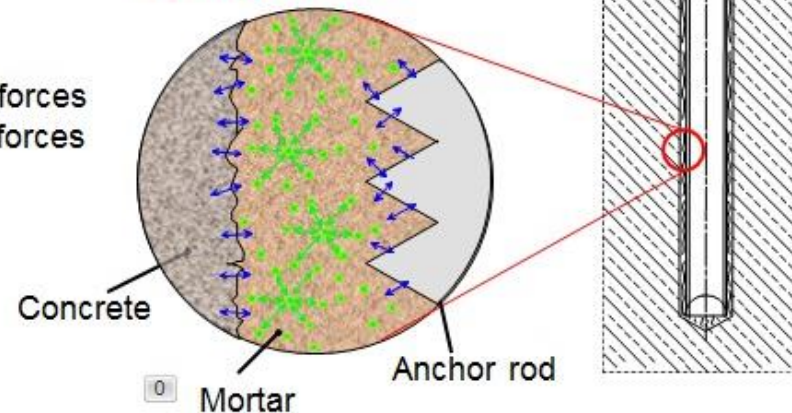
Threaded Rod

Rebar



Working Principle

↔ Cohesive forces
↔ Adhesive forces



Tension load, N



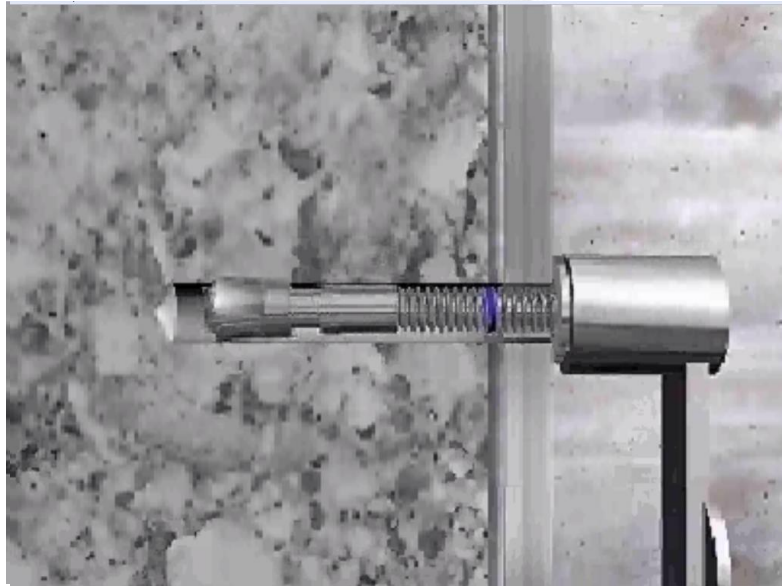
ANCHORING SYSTEM

Types of Anchor

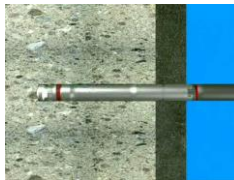
Post-installed

Mechanical Anchor

Expansion anchor



Undercut anchor

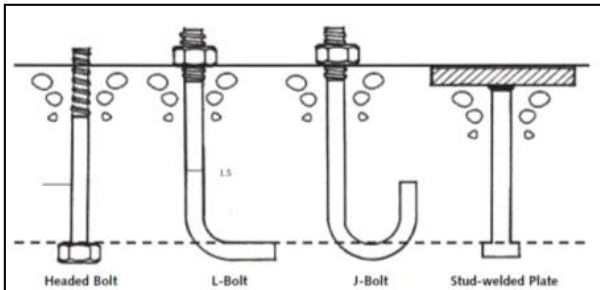


ANCHORING SYSTEM

Anchor to concrete family

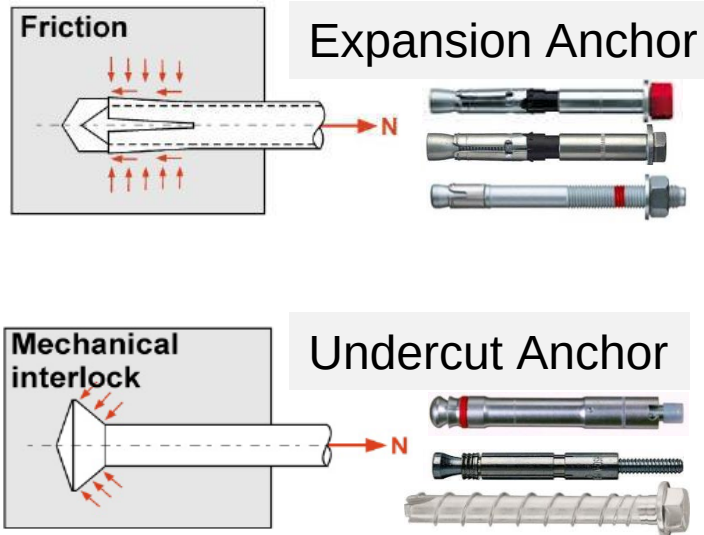
Anchor to concrete

Cast-in-place anchor

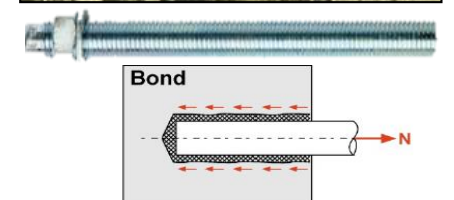


Post-installed anchor

Mechanical Anchor

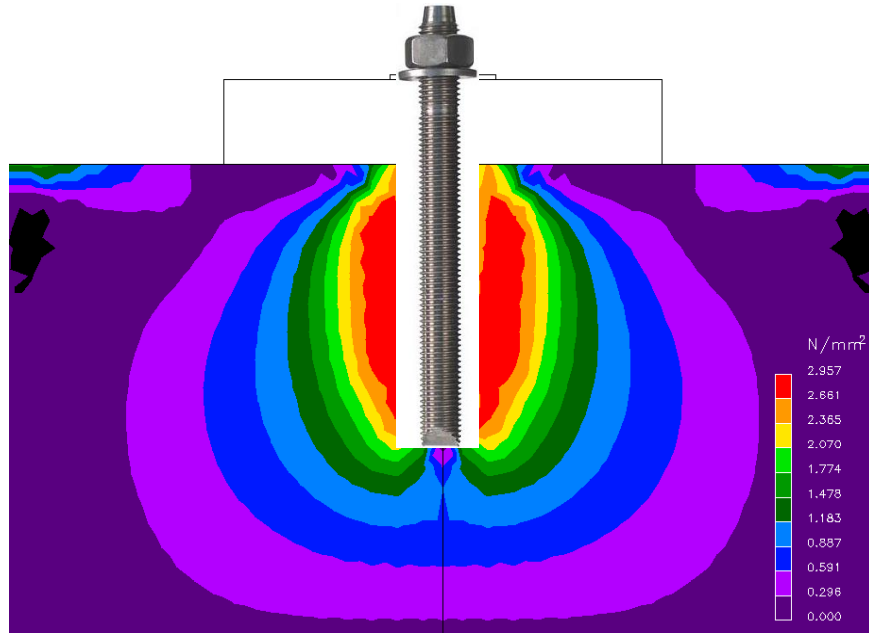


Adhesive Anchor

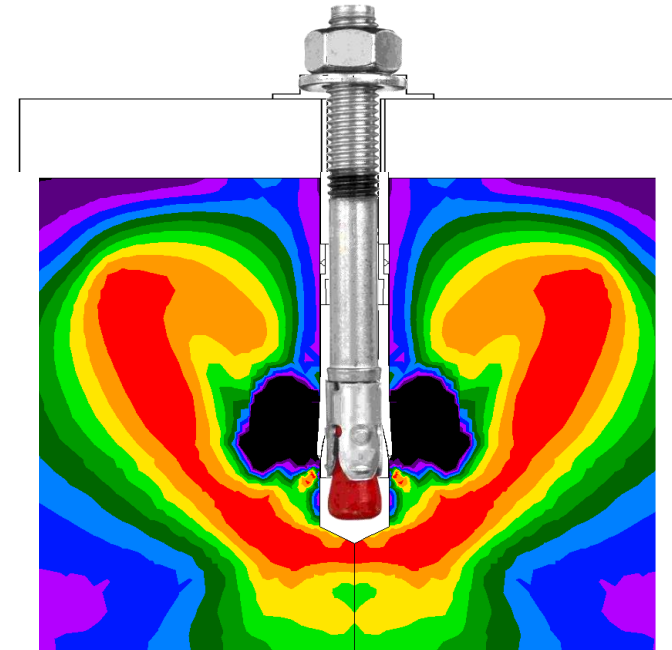


ANCHORING SYSTEM

Finite Element Analysis

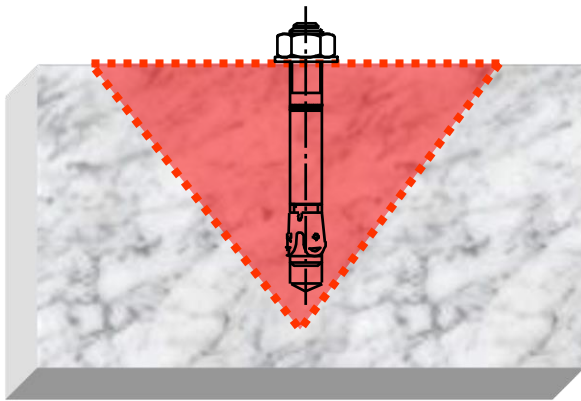


Adhesive Anchors
under external tensile load

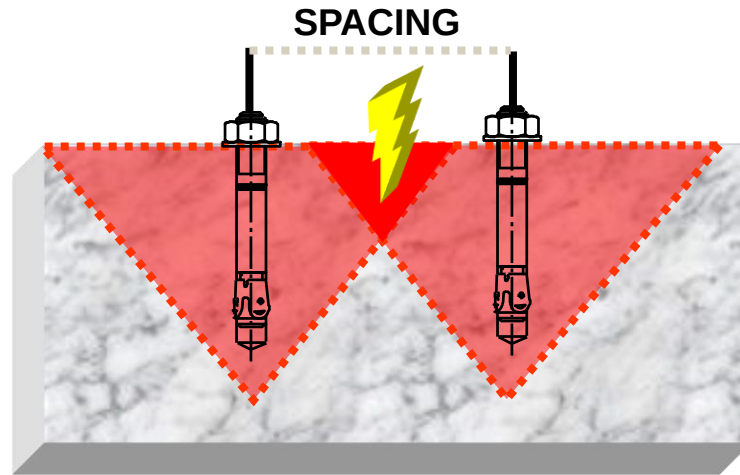


Mechanical Anchors
under external tensile load

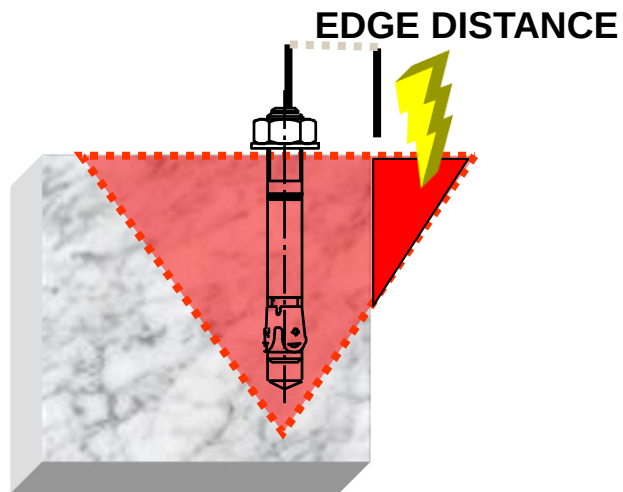
ANCHORING SYSTEM Behaviour in Concrete



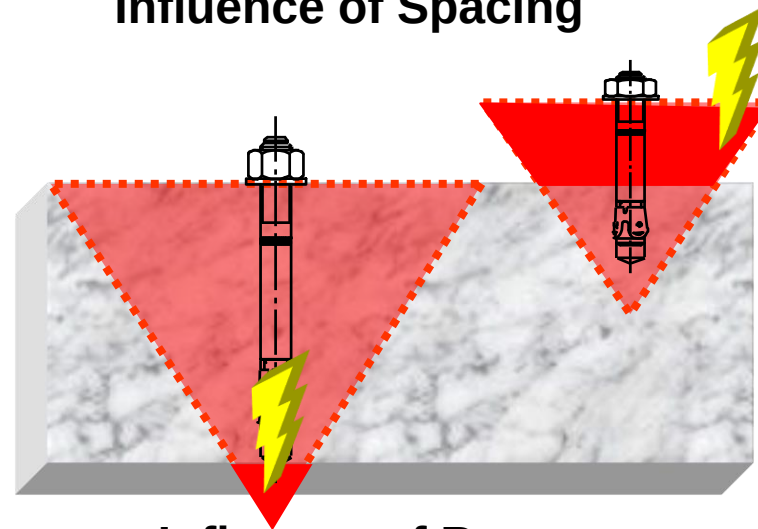
Ideal Case



Influence of Spacing



Influence of Edge Distance



**Influence of Base
Embedment Depth**

ANCHORING SYSTEM

Anchor Selection Criteria

เกณฑ์การเลือกใช้พุก

Base Material

(ประเภทของวัสดุฐาน)

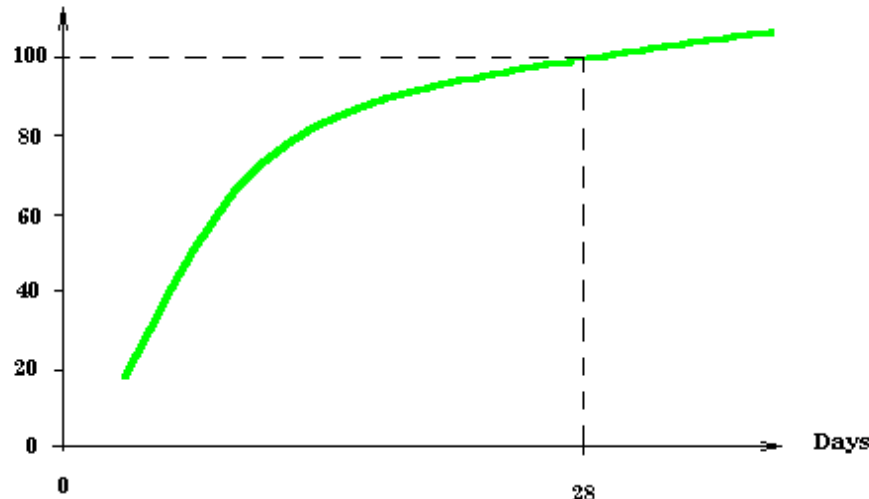


ANCHORING SYSTEM | Anchor Selection Criteria

Concrete Compressive Strength

(ความแข็งแรงของคอนกรีต)

Compressive strength as %
of 28-day compressive strength



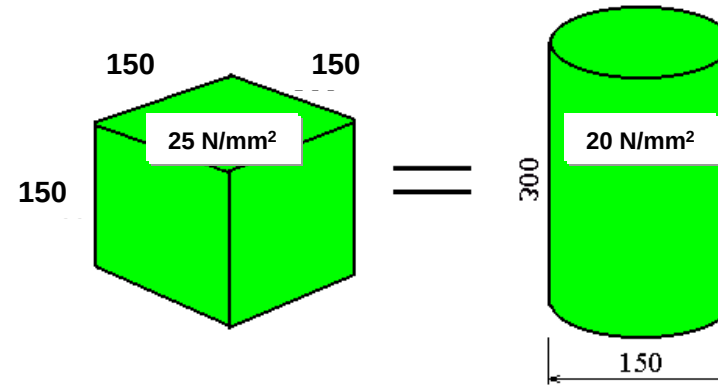
Development of concrete
compressive strength

Class **Cylinder** / Cube strength

C**20**/25 = 200 ksc. **Cylinder**

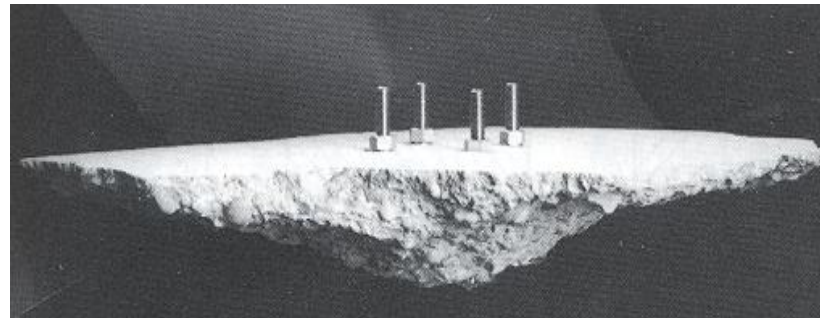
= 250 ksc. Cube

Concrete test samples



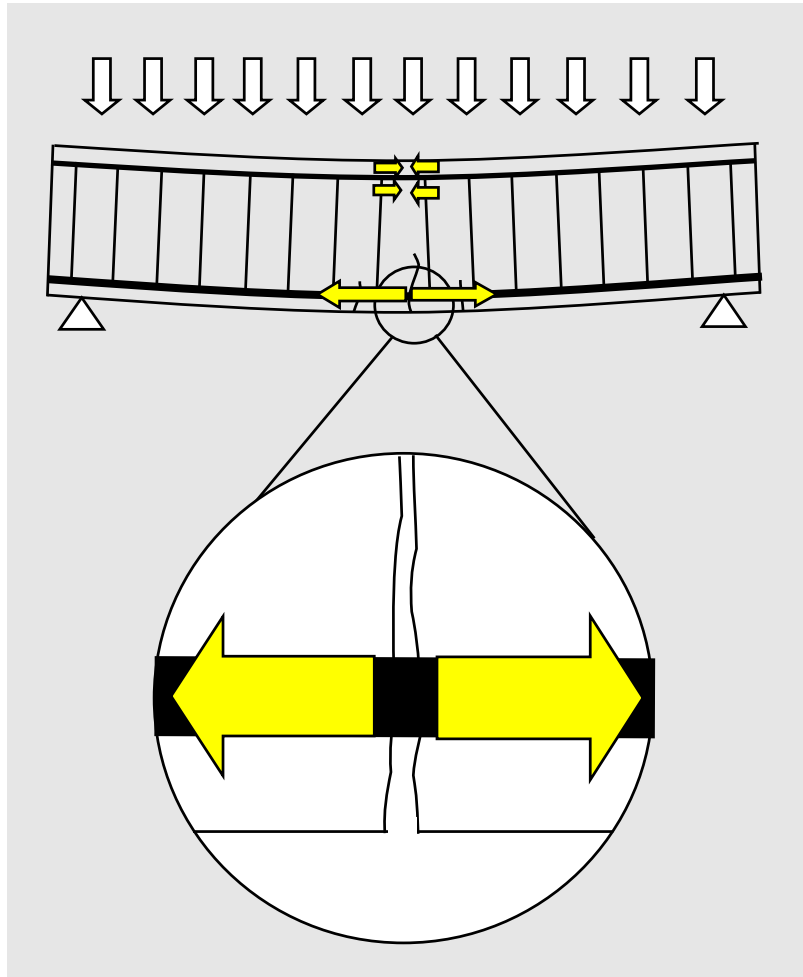
f_c = **Cylinder** compressive strength

f_{cc} = Cube compressive strength

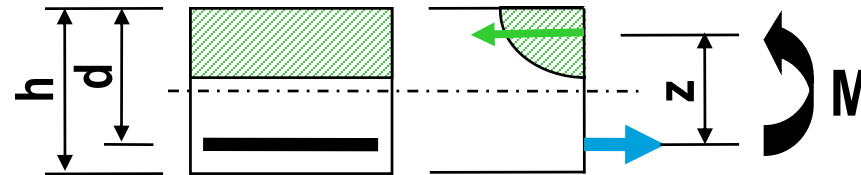


Mechanism of concrete base material

(พฤติกรรมของคอนกรีต)

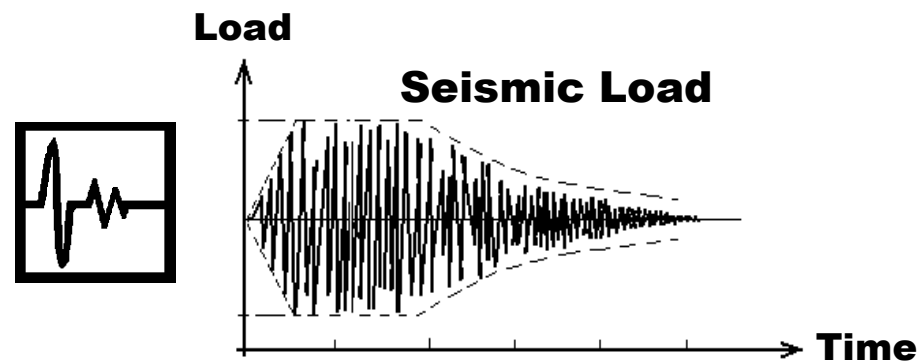
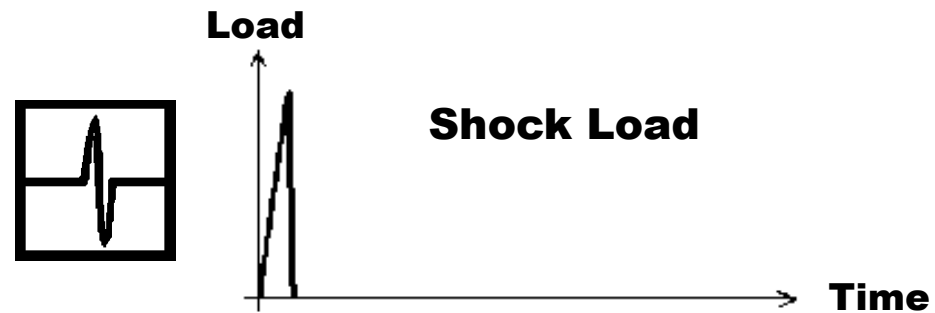
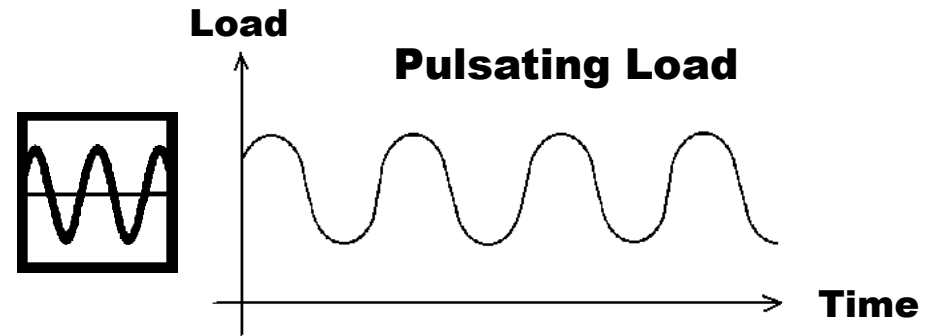
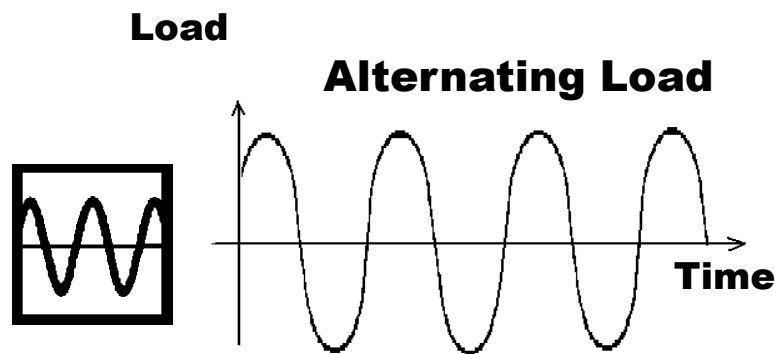
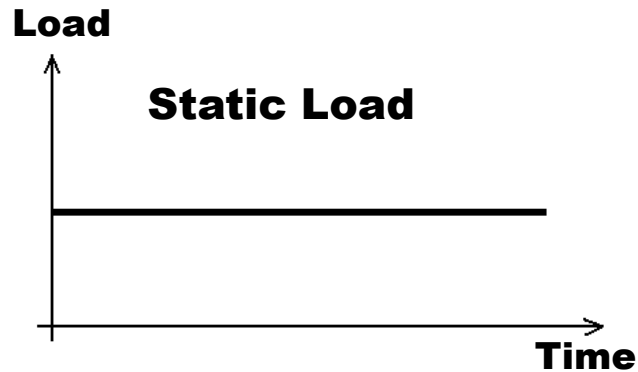


Zone of concrete compression
=
Non-Cracked Concrete



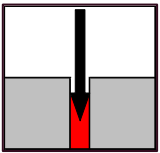
Zone of concrete tension
=
Cracked Concrete

Types of Loading

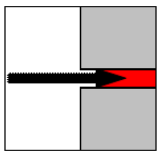


installation condition

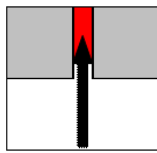
- Installed direction



Vertical

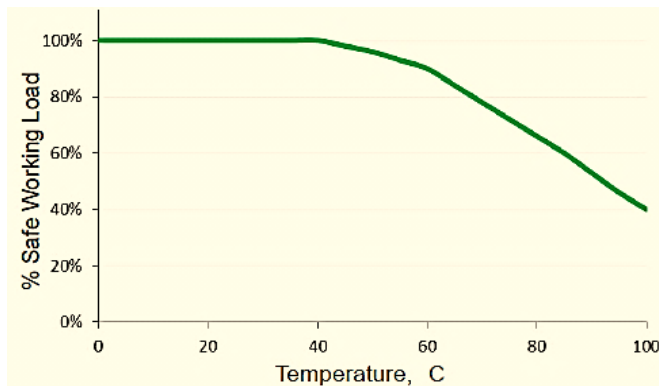


Horizontal

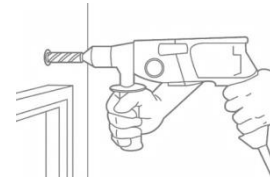


Overhead

- Temperature of base material



- Hole surface condition



Hammer drill hole



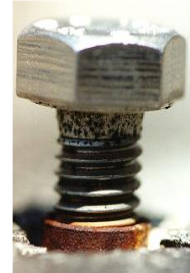
Diamond core

- Moister condition

- Dry
- Water - Saturated
- Water - filled hole
- Underwater application

Corrosive Resistance

Environmental conditions



Galvanized
5-20 µm

- Hot dipped Galvanised
- Sherardised

A4 Steel
BS, UNS, JIS 316

HCR

- Inside rooms without humidity
- Outside only for temporary applications

- Damp inside rooms
- Slightly corrosive outside atmosphere
- Occasional exposure to condensation

- Inside rooms with heavy condensation
- Outside with moderate chlorides

- Highly corrosive surroundings like road tunnels, indoor swimming pools

Low

Corrosive Resistance

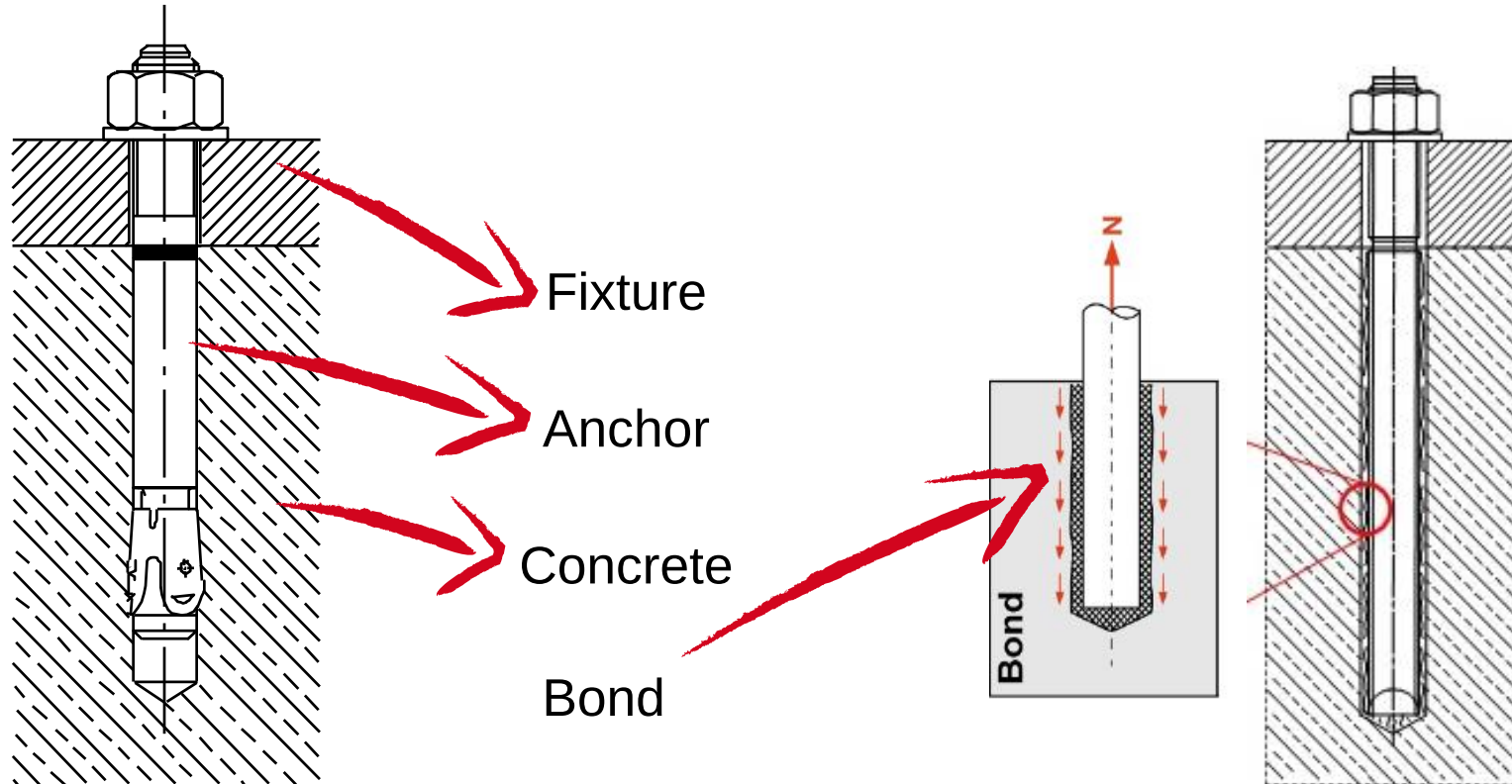
High

ANCHORING SYSTEM

Failure Mode การวิบัติของพุก

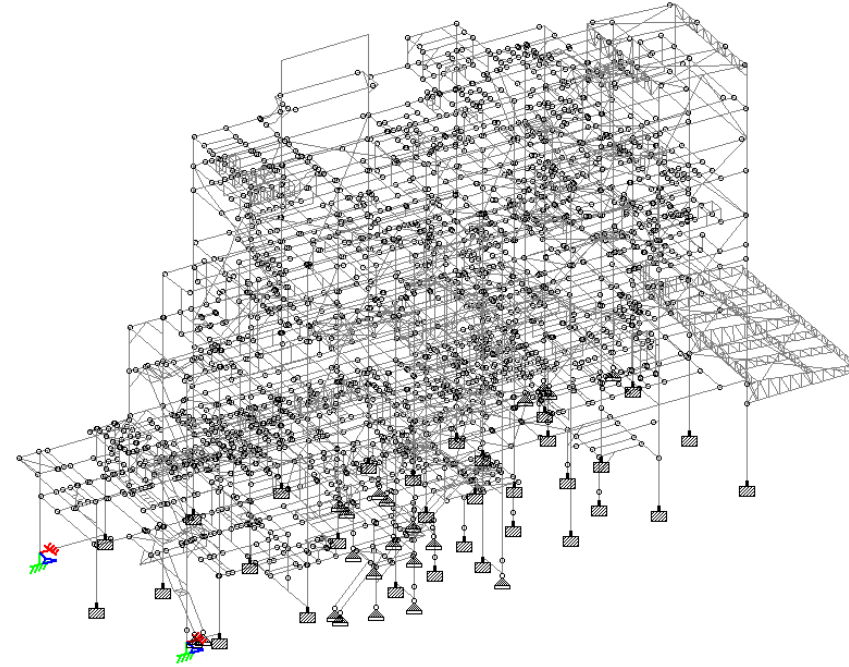
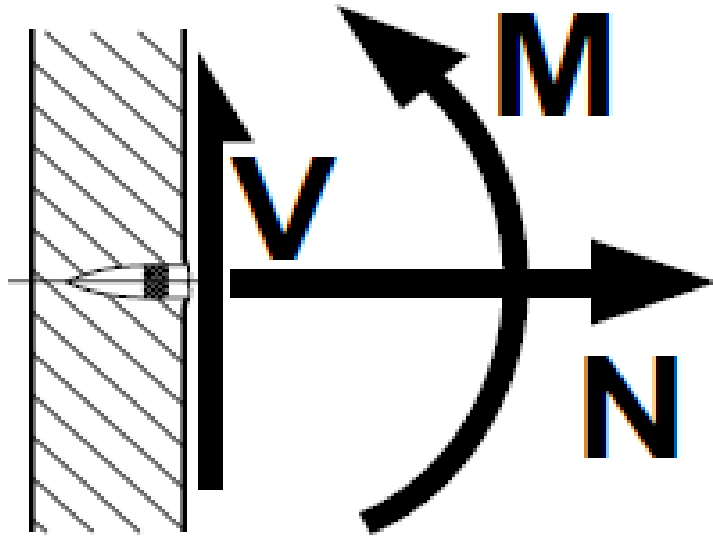
ANCHORING SYSTEM

Failure Mode



ANCHORING SYSTEM

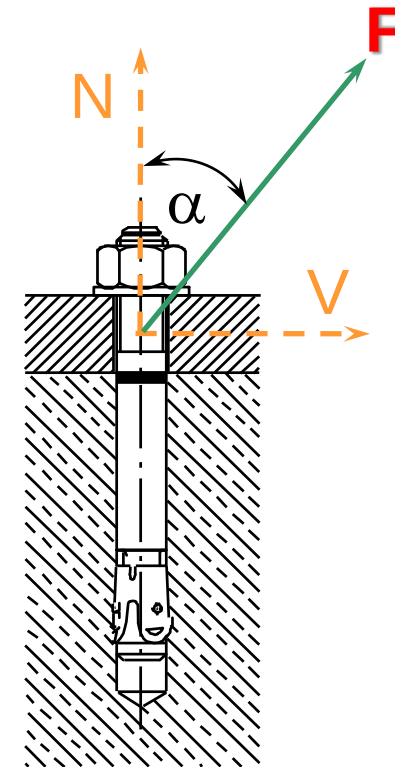
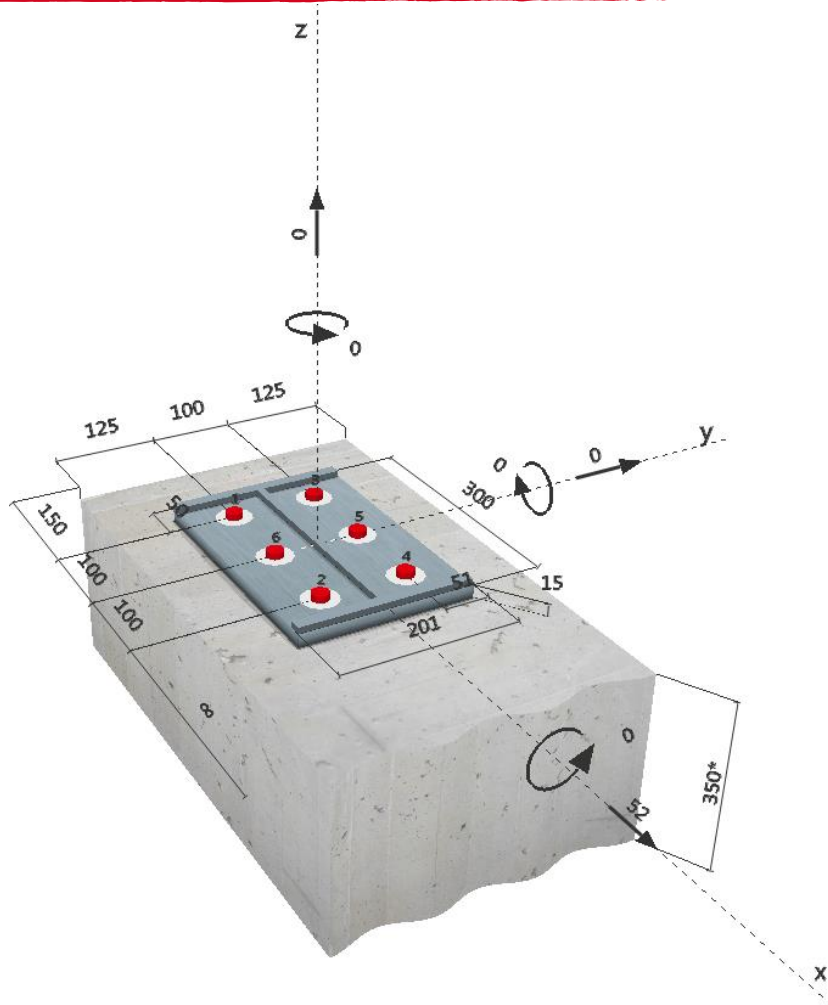
Conceptual of Action load



	IId	L/C	Horizontal	Vertical	Horizontal	Moment		
			FX (Mton)	FY (Mton)	FZ (Mton)	MX (MTon·m)	MY (MTon·m)	MZ (MTon·m)
Max FX	44	544:1.2DL+1.2I	2.631	48.827	1.170	1.845	0.554	0.000
Min FX	44	560:1.2DL+1.2I	-1.971	27.373	1.207	1.971	-0.231	0.000
Max FY	44	505:1.2DL+1.2I	1.168	48.875	1.519	2.002	0.122	0.000
Min FY	1617	553:0.9 DL + 0	-0.001	2.071	0.683	0.478	0.000	0.000
Max FZ	44	611:1.2DL+1.2I	-0.413	37.133	5.358	17.085	0.037	0.000
Min FZ	44	552:0.9 DL + 0	0.085	11.949	-3.559	-13.012	0.124	0.000
Max MX	44	611:1.2DL+1.2I	-0.413	37.133	5.358	17.085	0.037	0.000
Min MX	44	572:1.2DL+1.2I	0.729	34.804	-2.991	-13.268	-0.102	0.000
Max MY	44	576:1.2DL+ 1.2	1.027	41.390	1.595	3.407	0.598	0.000
Min MY	44	567:1.2DL+1.2I	-0.754	32.561	0.414	-1.158	-0.651	0.000
Max MZ	44	501:1.4 DL + 1	-0.509	23.549	1.027	3.401	0.204	0.000
Min MZ	44	501:1.4 DL + 1	-0.509	23.549	1.027	3.401	0.204	0.000

ANCHORING SYSTEM

Conceptual of Action load



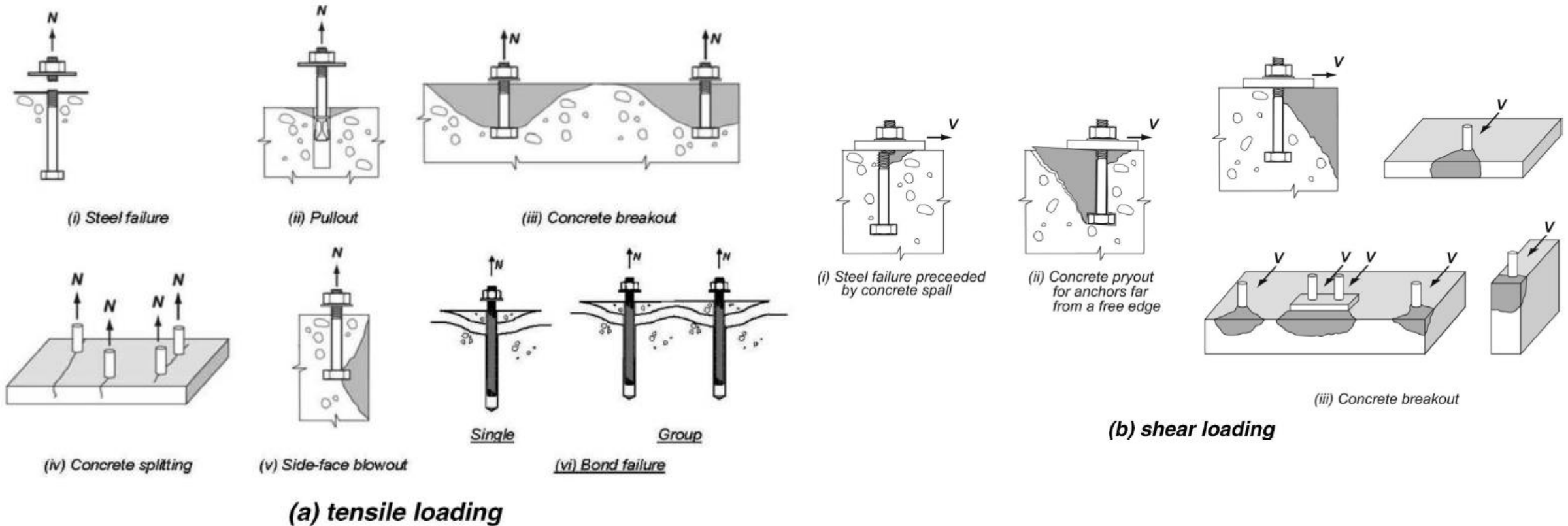
Section

ANCHORING SYSTEM

Failure Mode

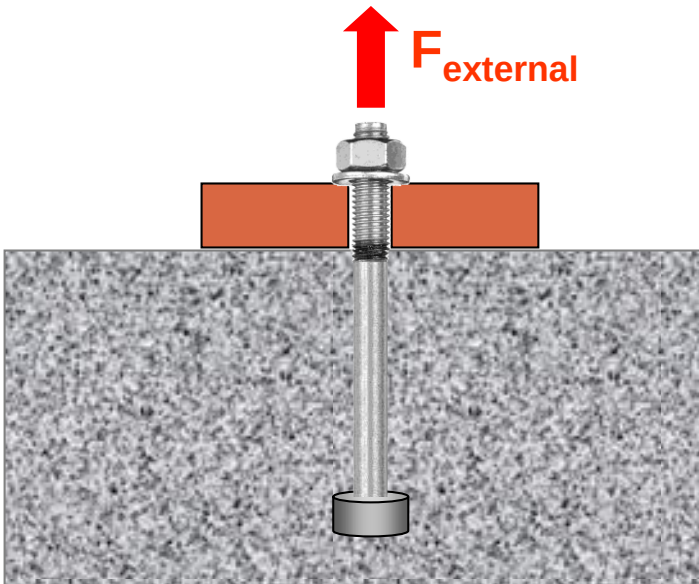
Failure Modes in Tension

Failure Modes in Shear



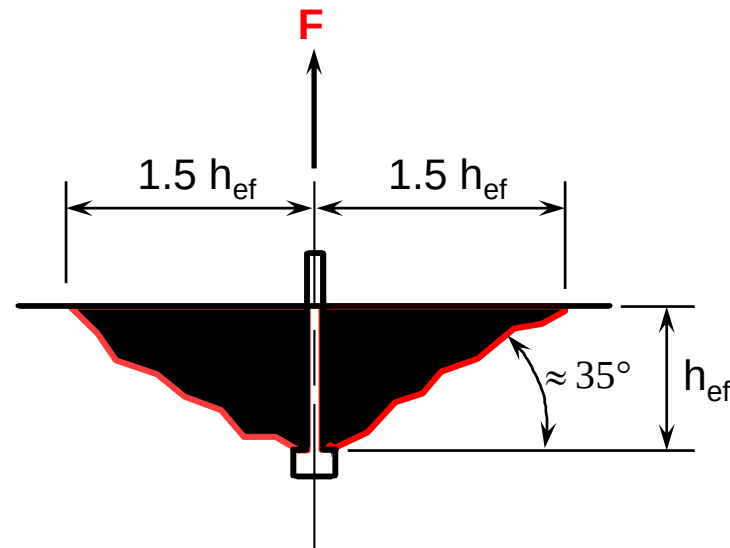
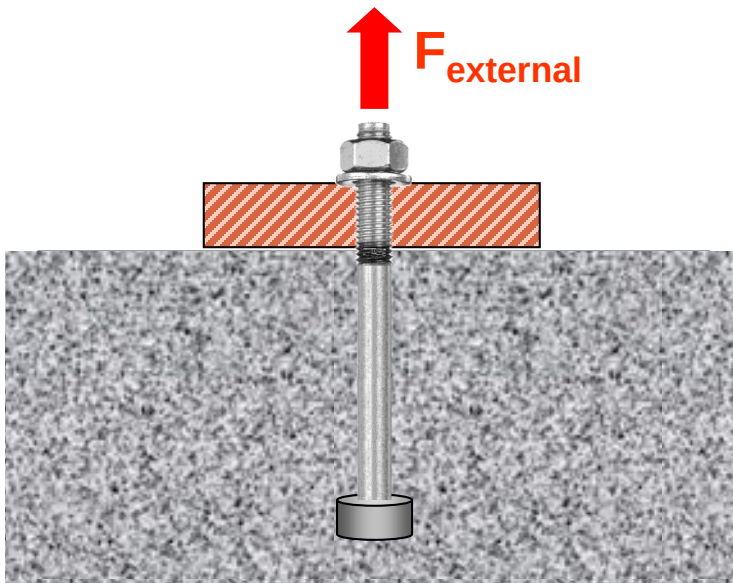
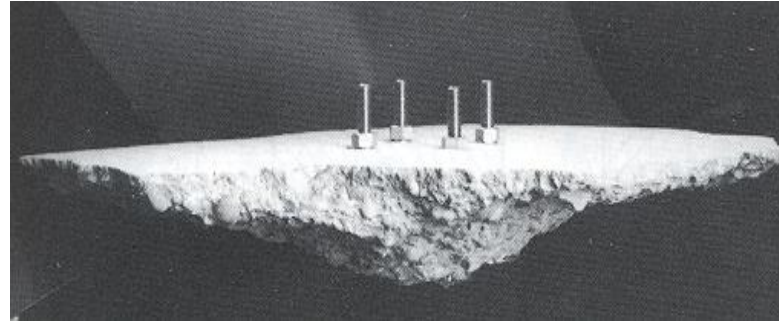
Anchor Failures

Anchor Material Failure in Tension



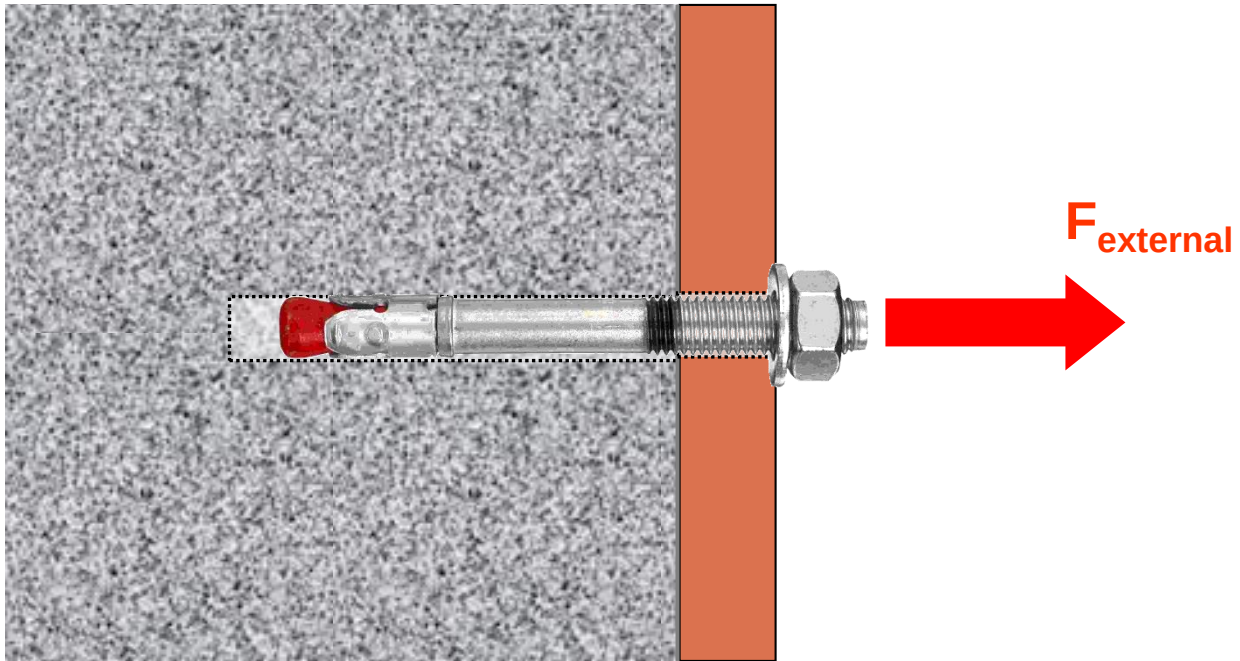
Anchor Failures

Base Material Failure in Tension: Concrete Breakout



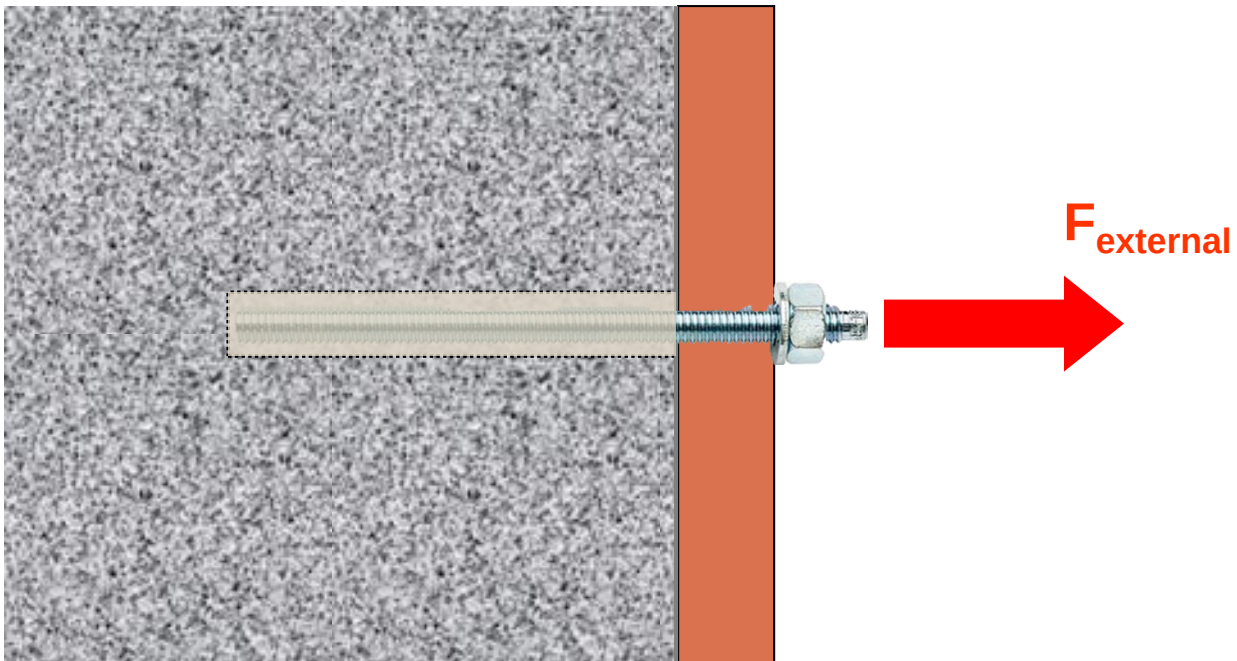
Anchor Failures

Anchor Pullout Failure in Tension



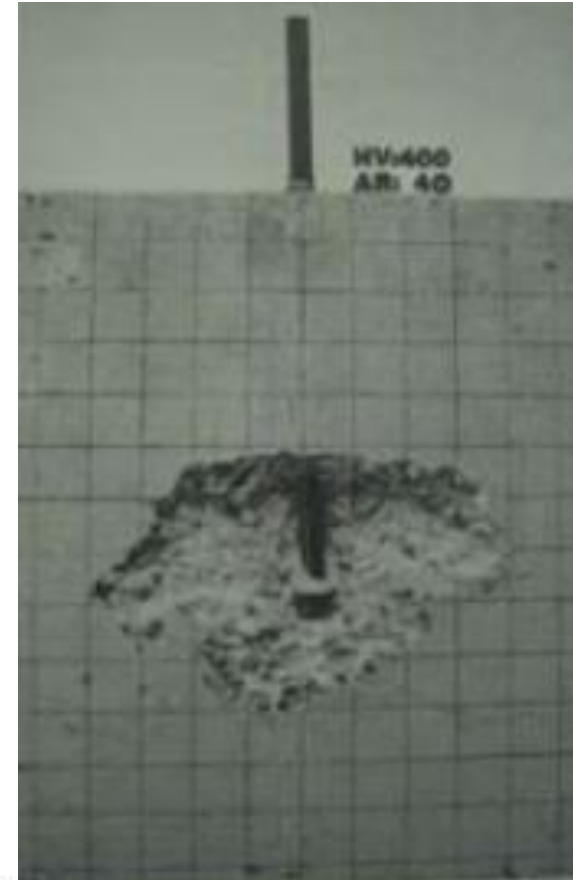
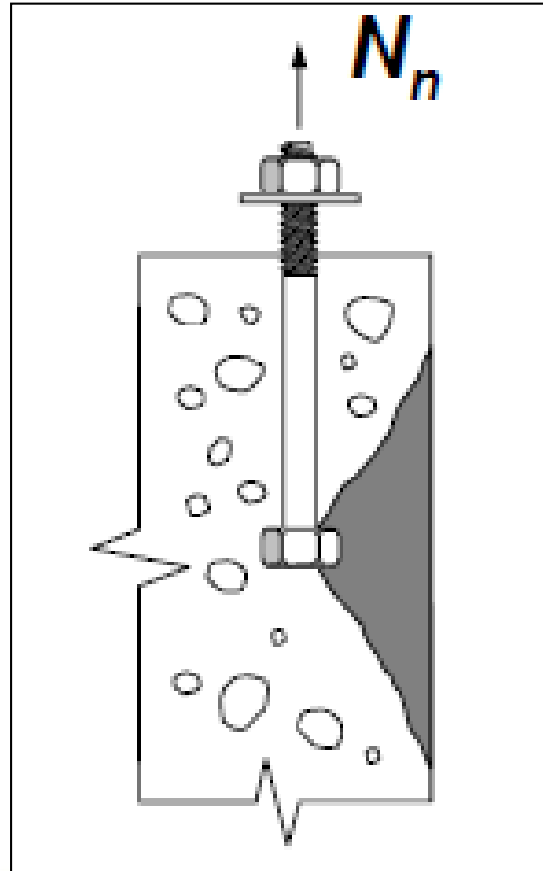
Anchor Failures

Anchor Bond Failure in Tension



Anchor Failures

Concrete side-face blowout

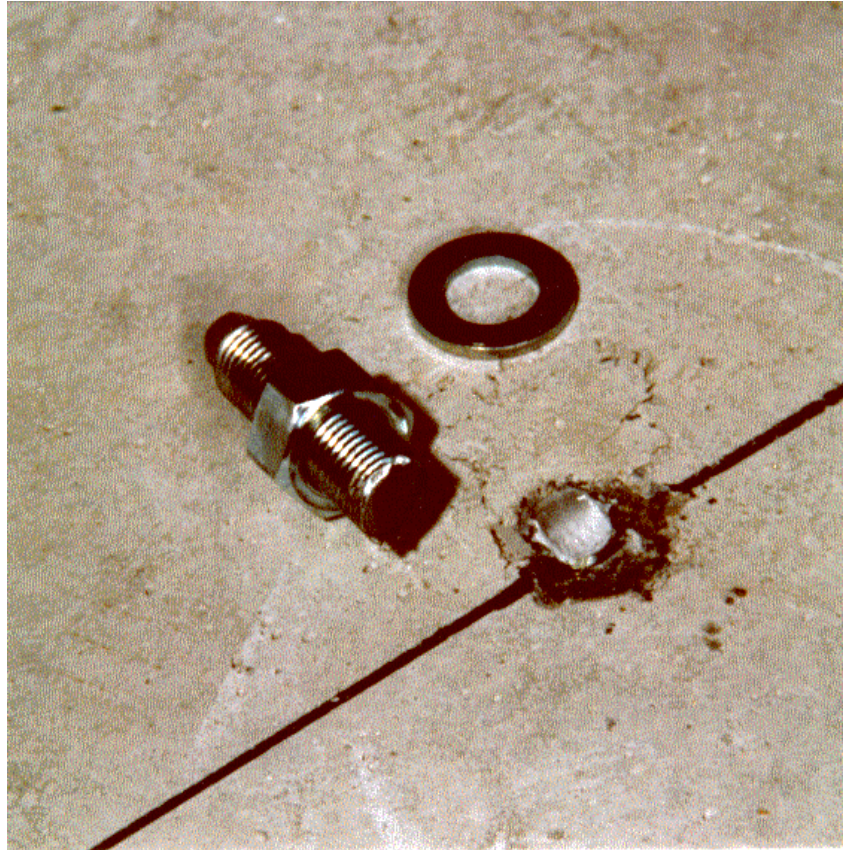
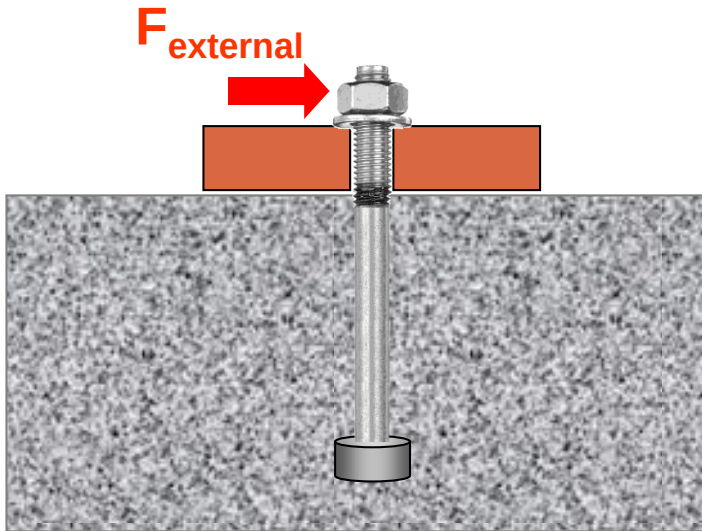


What is Side-face Blow Out Strength?

In simple term, it is the failure of the concrete due to the closeness of an anchor bolt with the side surface of the concrete foundation. When the anchor bolt is too close to the side then the possibilities are there that before breaking out the top concrete surface, the side surface get broken. While calculating side-face blowout the depth of the anchor bolt and the distance of the anchor from the closest edge are considered.

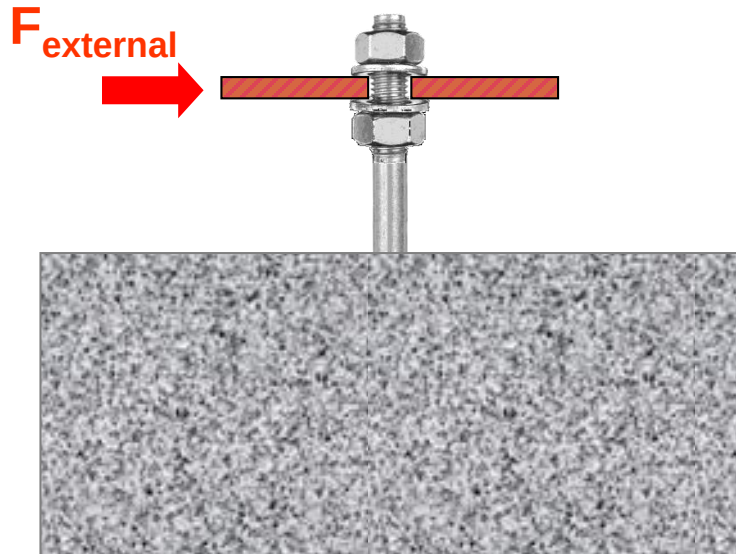
Anchor Failures

Anchor Material Failure in Shear



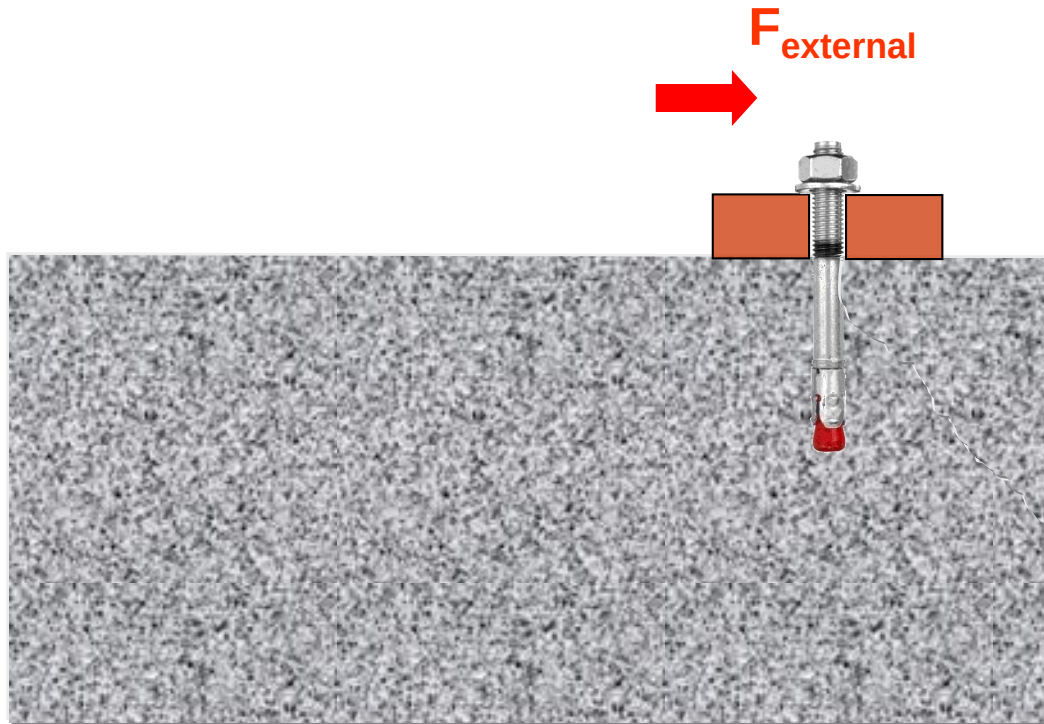
Anchor Failures

Anchor Material Failure in Shear: Bending



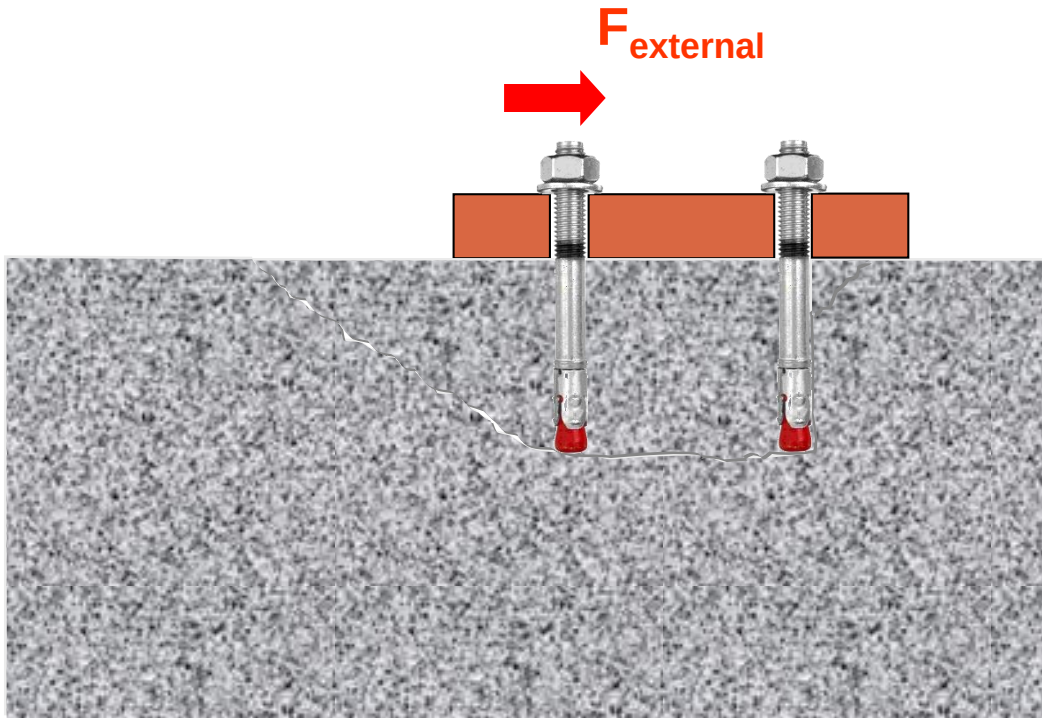
Anchor Failures

Base Material Failure in Shear : Concrete Edge Failure



Anchor Failures

Base Material Failure in Shear : Concrete Pry-Out



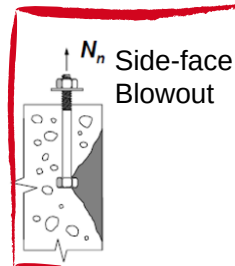
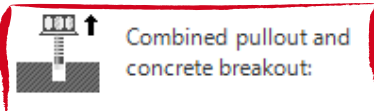
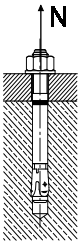
ANCHORING SYSTEM Failure Mode

Failure Modes in Tension

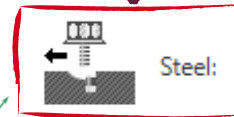
Tensile Strength

Steel Failure

Concrete Failure



Steel Failure



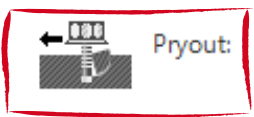
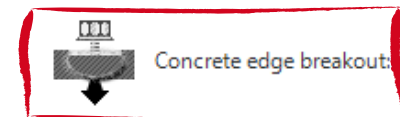
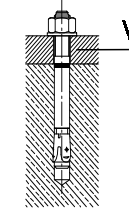
Governing Tensile Strength

Tension & Shear Interaction

Failure Modes in Shear

Shear Strength

Concrete Failure



Governing Shear Strength

Tension Resistance

5 Major formulas

1. Steel failure

$$N_{sa} = nA_{se,N}f_{uta}$$

2. Concrete breakout

$$N_{cb} = \frac{A_{Nc}}{A_{Nco}} \psi_{ec,N} \psi_{ed,N} \psi_{c,N} \psi_{cp,N} N_b$$

3. Concrete pullout

$$N_{pn} = \psi_{c,p} N_p$$

4. Concrete side-face blowout

$$N_{sb} = (160c_{a1} \sqrt{A_{brg}}) \lambda \sqrt{f'_c}$$

5. Bond strength of adhesive anchor

$$N_{ag} = \frac{A_{Na}}{A_{Na0}} \psi_{ec,Na} \psi_{ed,Na} \psi_{cp,Na} N_{ba}$$

Shear Resistance

3 Major formulas

1. Steel failure

$$V_{sa} = 0.6A_{se,v}f_{uta}$$

2. Concrete breakout

$$V_{cbg} = \frac{A_{Vc}}{A_{Vco}} \psi_{ec,v} \psi_{ed,v} \psi_{c,v} \psi_{h,v} V_b$$

3. Concrete pry-out

$$V_{cpg} = k_{cp} N_{cbg}$$

HILTI POST-INSTALLED ANCHOR PRODUCTS

ผลิตภัณฑ์งานเจาะเสียบติดตั้งภายหลังของ HILTI



ANCHOR PRODUCTS

Mechanical Anchor

HDA-T/-P undercut anchor	
HSL-3 heavy duty anchor	
HSC-A/-I safety anchor	
HUS3-H/-HF/-C NEW screw anchor	
HST3/-R NEW stud anchor	
HSÄ/-F/-R stud anchor	
HSV stud anchor	

HKD/-SR drop-in anchor	
HKV drop-in anchor	
HLC sleeve anchor	
HLV sleeve anchor	
HHD-S cavity anchor	
HPS-1 impact anchor	
HUD-1 / HUD-L universal anchor	
HLD light duty anchor	

Adhesive Anchor

HIT-RE 500 V3 **NEW**
with anchor rod / rebar



HIT-RE 100 **NEW**
with anchor rod / rebar



HIT-HY 200-R
with anchor rod / rebar



HIT-HY 170 **NEW**
with anchor rod / rebar



HVU adhesive capsule
with anchor rod



ANCHOR PRODUCTS

Mechanical Anchor

Heavy Duty

HDA-T/-P
undercut anchor



HSL-3 heavy duty
anchor



HSC-A/-I
safety anchor



Light Duty

HHD-S cavity anchor



HPS-1 impact anchor



HUD-1 universal
anchor



HLD light duty anchor



Medium Duty

HST/-R
stud anchor



HSA/-F/-R
stud anchor



HSV stud
anchor



HKD drop-in anchor



HKV drop-in anchor



HLC sleeve anchor



HLV sleeve anchor



HUS3 Screw anchor



ANCHOR PRODUCTS

Stud Anchors: HST, HSA, HSV

Mechanical Anchor



ANCHOR PRODUCTS

Adhesive Anchors

Spinning Type - ระบบปั่น

HVU2 adhesive
capsule with anchor rod



Injection Type - ระบบฉีด

HIT-RE 500 V3 **NEW**
with anchor rod / rebar



HIT-HY 200-R
with anchor rod / rebar



ANCHOR PRODUCTS

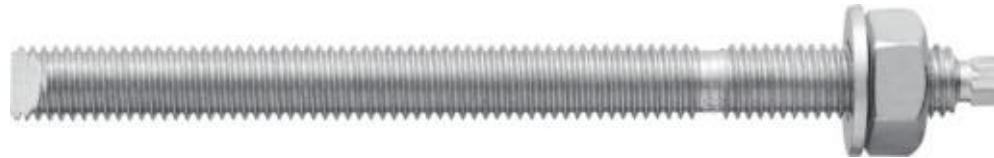
Adhesive Anchors

HILTI Adhesive Anchor : Anchor rods



HIT-V / HIT-C

External threaded rod



HAS-E / HAS-U

External threaded rod



HIS-N

Internal threaded rod



Steel grade of reinforcing bar and threaded rod

ชั้นคุณภาพของเหล็กเส้นข้ออ้อย

SD30 หมายถึง กำลังต้านทานแรงดึงที่จุดคราก (fy) ของเหล็กไม่น้อยกว่า **3000 Kg/cm²**

SD40 หมายถึง กำลังต้านทานแรงดึงที่จุดคราก (fy) ของเหล็กไม่น้อยกว่า **4000 Kg/cm²**

SD50 หมายถึง กำลังต้านทานแรงดึงที่จุดคราก (fy) ของเหล็กไม่น้อยกว่า **5000 Kg/cm²**

ชั้นคุณภาพของแท่งเกลียว

Steel Grade **5.8** หมายถึง กำลังต้านทานแรงดึงที่จุดคราก (fy) ของเหล็กไม่น้อยกว่า **4000 Kg/cm²**

Steel Grade **8.8** หมายถึง กำลังต้านทานแรงดึงที่จุดคราก (fy) ของเหล็กไม่น้อยกว่า **6400 Kg/cm²**

HIT-HY 200-R

น้ำยาเคมีระบบฉีดสูตรแห้งเร็ว

SAFE-SET



HIT-Z



HIT-C



Rebar

- ใช้กับแท่งเกลียวรุ่น HIT-Z (M8-M20) และ HIT-C รวมถึงเหล็กเสริมข้ออ้อย (DB10-DB32)
- ระยะเวลาทำงาน 6 นาที ที่อุณหภูมิ 31-40 °C
- สามารถรับกำลังได้เต็มที่หลังติดตั้ง 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 31-40 °C
- มีผลการรับรองการใช้งานระยะยาวที่อุณหภูมิวัสดุฐานสูงสุด 72 °C



HIT-RE 500 V3

น้ำยาเคมีระบบฉีดสูตรแห้งช้า

SAFE-SET



HIT-C



Rebar

- ใช้กับแท่งเกลียวรุ่น HIT-C รวมถึงเหล็กเสริมข้ออ้อย (DB10-DB40)
- ระยะเวลาทำงาน 10 นาที ที่อุณหภูมิ 30-40 °C
- สามารถรับกำลังได้เต็มที่หลังติดตั้ง 5 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 30-40 °C
- มีผลการรับรองการใช้งานระยะยาวที่อุณหภูมิวัสดุฐานสูงสุด 43 °C



NEW



ICC



Tensile



Seismic



ETA



Concrete



Small edge distance and spacing



Variable embedment depth



Fire resistance (RE 500)



Corrosion resistance



High corrosion resistance



CE conformity



PROFIS Anchor design software



Working life



NSF

ANCHOR PRODUCTS

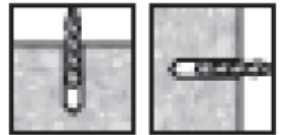
Adhesive Anchors

อุปกรณ์การติดตั้ง

Installation

Normal

ความลึกรูเจาะ < 250 mm.



CB cartridge holder



CR cartridge holder

ANCHOR PRODUCTS

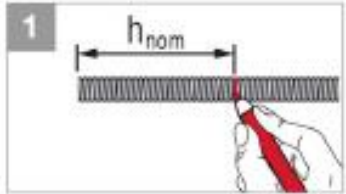
Adhesive Anchors

Installation

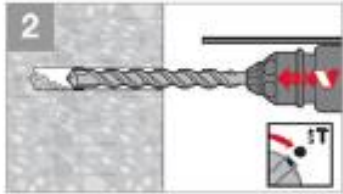
Injection Type

Normal

วิธีการติดตั้ง



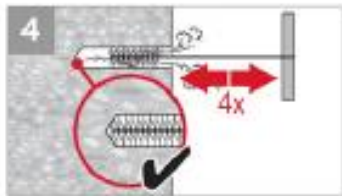
ทำสัญลักษณ์ระยะฝังบน
ตัวแท่งเกลียว



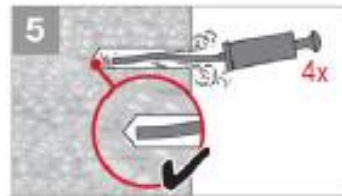
เจาะรูโดยใช้สว่านระบบ
เจาะกระแทก



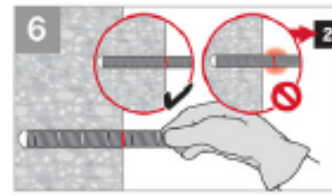
เป่าฝุ่น 4 ครั้ง เพื่อทำความสะอาด
รูเจาะ



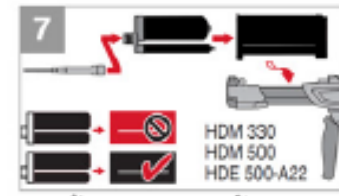
ขัดรูเจาะด้วยแปรงลวด
เหล็ก 4 ครั้ง



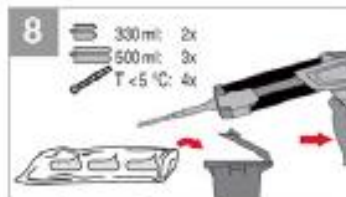
เป่าฝุ่นอีก 4 ครั้ง เพื่อ
ทำความสะอาดรูเจาะ



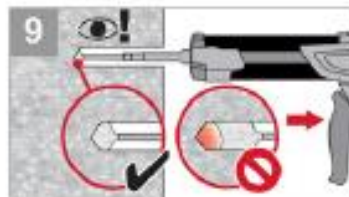
ทดลองวัดระยะฝัง หาก
สั้นเกินไป ให้กลับไปทำชั้น
ตอนที่ 2 อีกครั้ง



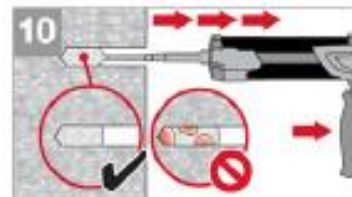
ติดตั้งหลอดผสมน้ำยา
และบรรจุน้ำยาเข้าไปใน
กระบอกสีดำ (HIT-CB)



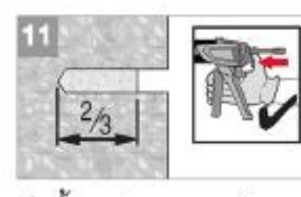
ฉีดน้ำยาทั้ง 3 ครั้งแรก



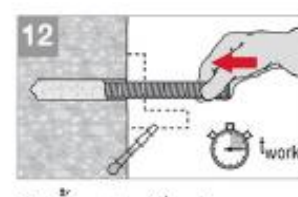
ฉีดน้ำยาโดยเริ่มจากก้นรู



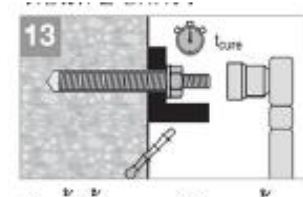
ฉีดน้ำยาให้เต็ม ระวังอย่า
ให้มีโพรงอากาศ



ฉีดน้ำยาประมาณ 2 ใน 3
ของรูเจาะ และกดกระดิ่ง
เพื่อหยุดน้ำยา

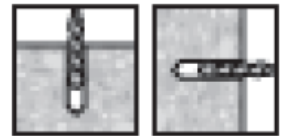


ติดตั้งแท่งเกลียวโดยหมุน
ตามเข็มนาฬิกา ภายใน
ระยะเวลาที่กำหนด (t_{work})



ติดตั้งชิ้นงานหลังจากน้ำยา
เซตตัว (t_{cure}) เสร็จเรียบร้อยแล้ว

ความลึกรูเจาะ < 250 mm.



ANCHOR PRODUCTS

Adhesive Anchors



ANCHOR MISUNDERSTANDING



ANCHOR MISUNDERSTANDING

Selection by Recommended load

Example : Tension load in connection is 100 kN

HIT-RE 500 with rebar (Anchor Theory)**

ค่าการรับน้ำหนักแนะนำ (กรณีติดตั้งเหล็กเส้นเดียวโดยไม่พิจารณาผลกระทบจากระยะขอบ)

Basic loading data (for a single rebar without edge distance effect)

Recommended loads : non-cracked concrete C 20/25 - $f_{ck,cube} = 25 \text{ N/mm}^2$, Rebar grade SD40



Rebar size (เหล็กข้ออ้อย)	Ø 10	Ø 12	Ø 16	Ø 20	Ø 25	Ø 28	Ø 32
Drill bit diameter, d_0 [mm]	14	16	20	25	32	35	40
Typical depth [mm]	90	110	125	170	210	270	300
Tensile, N_{rec} [kN]	14.4	19.8	24.0	38.1	52.3	76.2	89.3
Shear, V_{rec} [kN]	10.5	14.8	26.2	41.0	64.3	80.5	105.2
Min. base mat. thk., h_{min} [mm]	120	145	165	220	275	340	380
Mortar volume per hole [ml.]	8.6	12.3	18.0	38.3	83.8	119.1	172.8



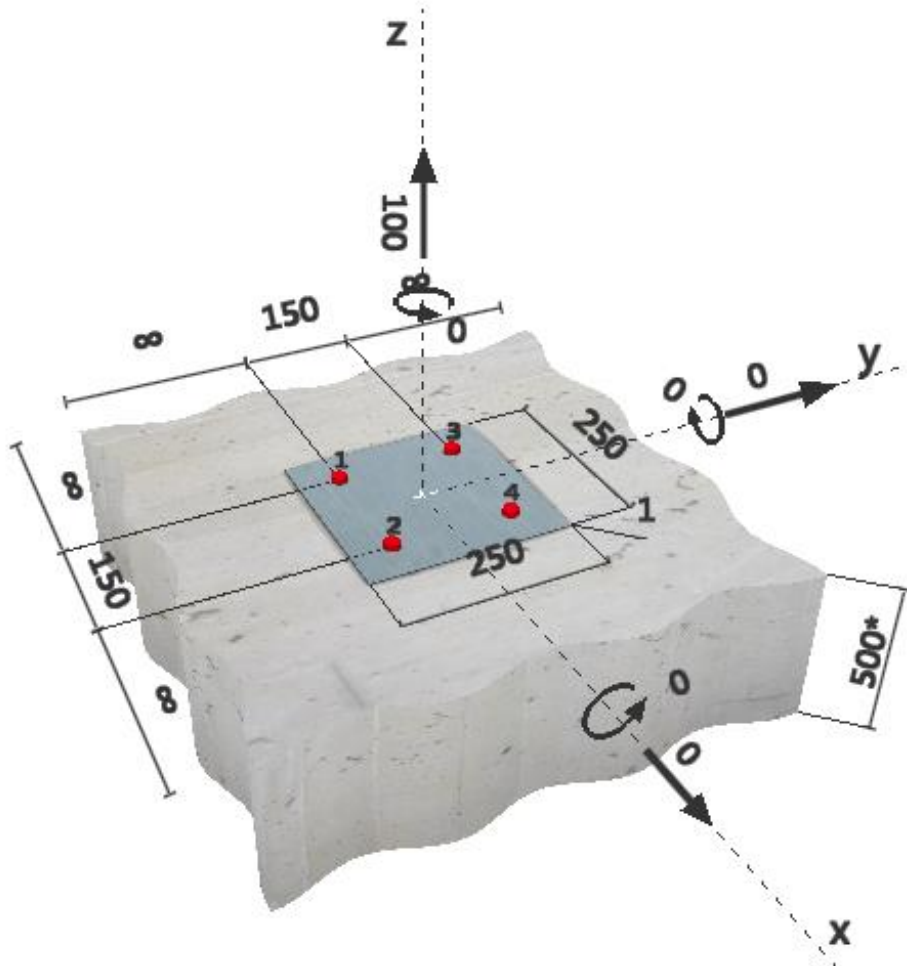
- ตารางการรับกำลังที่แสดง อ้างอิงมาตรฐานยุโรป (ETA-04/0027 ซึ่งสามารถใช้กับเหล็กเส้นข้ออ้อยขนาด DB10 – DB32) โดยใช้ Anchor Theory ในการคำนวณ โดยพิจารณาค่าการรับน้ำหนักต่ำสุดจากทุก failure mode*
- Anchor Theory คือการออกแบบกำลังต้านทานของเหล็กเส้นกับน้ำยาเคมีตาม design code EOTA TR029 โดยไม่คำนึงถึงผลกระทบจากการทับกับเหล็กเสริมภายในโครงสร้างเดิม ในกรณีเหล็กที่ต้องการจะเจาะเสียบเป็นกลุ่ม (มากกว่า 1 เส้น) สามารถออกแบบเพิ่มเติมได้ด้วยโปรแกรมออกแบบ HILTI PROFIS Anchor

Note: (*) ดูรายละเอียด failure mode ได้ที่หน้า 121

ANCHOR MISUNDERSTANDING

Selection by Recommended load

Example : Tension load in connection is 100 kN



HIT-RE 500 with rebar

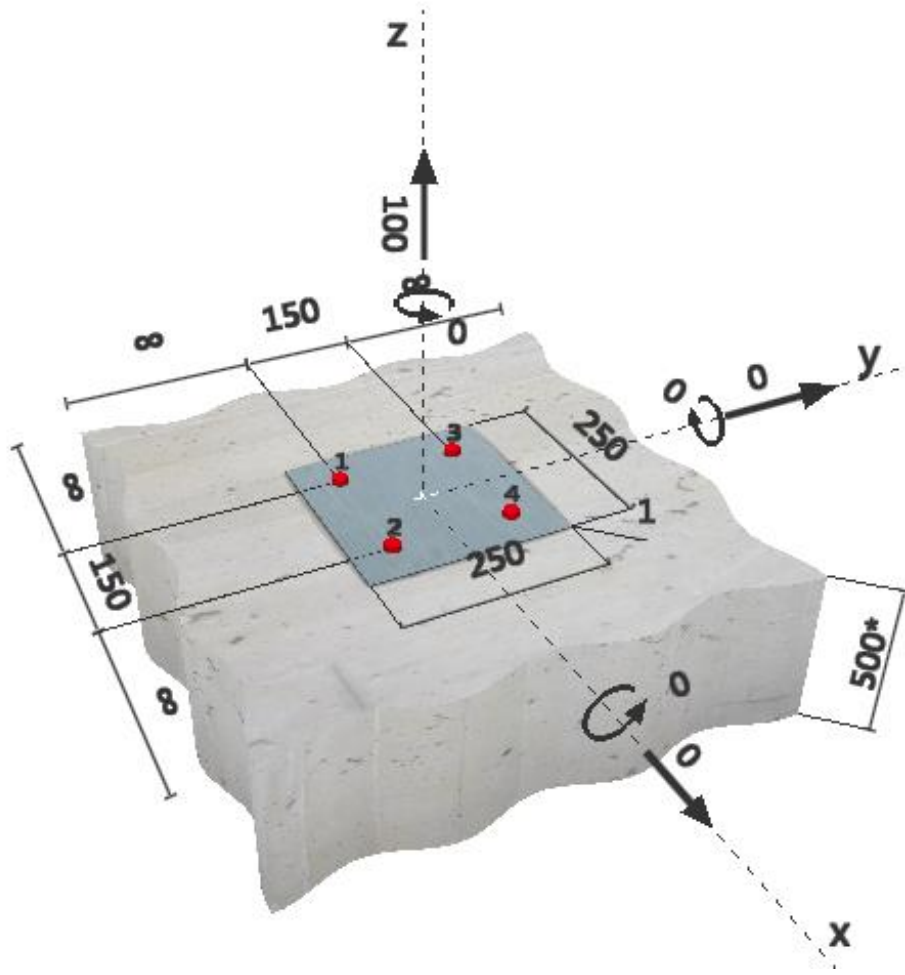


4 DB20 with 170 mm depth is OK ?

ANCHOR MISUNDERSTANDING

Selection by Recommended load

Example : Tension load in connection is 100 kN

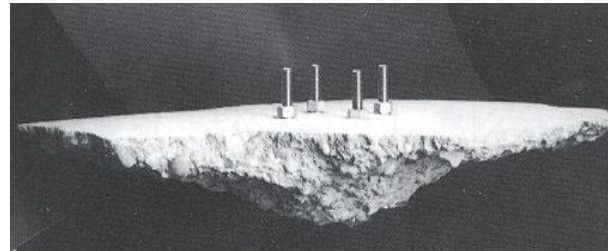
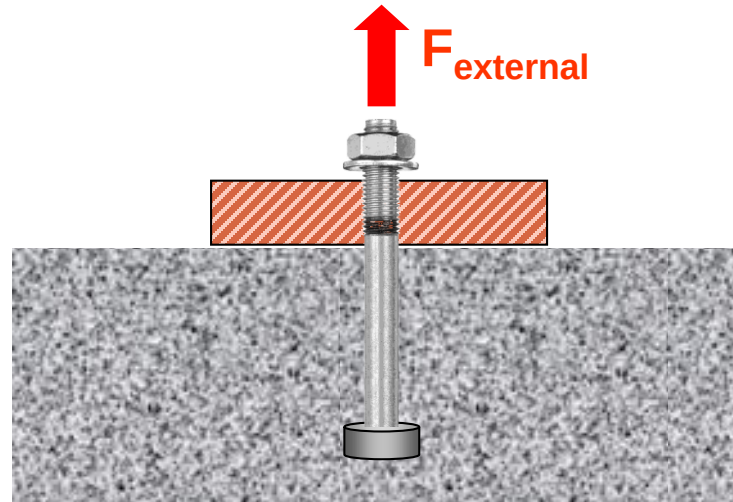
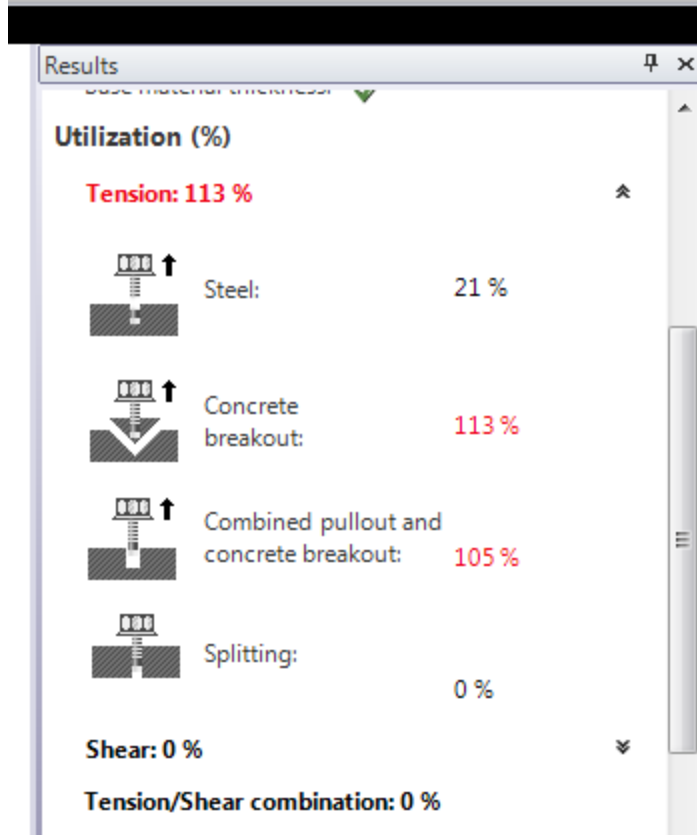


Results	
Design method:	ETAG Bond
Technical Data:	ETA 04/0027
Boundary conditions	
Anchor plate size:	✓
Anchor plate position:	✓
Edge distance:	✓
Axial spacing:	✓
Base material thickness:	✓
Utilization (%)	
Tension:	113 %
Shear:	0 %
Tension/Shear combination:	0 %
☐ Optimized embedment depth	
☒ User selected embedment depth	
Embedment depth:	170 mm
Messages	

ANCHOR MISUNDERSTANDING

Selection by Recommended load

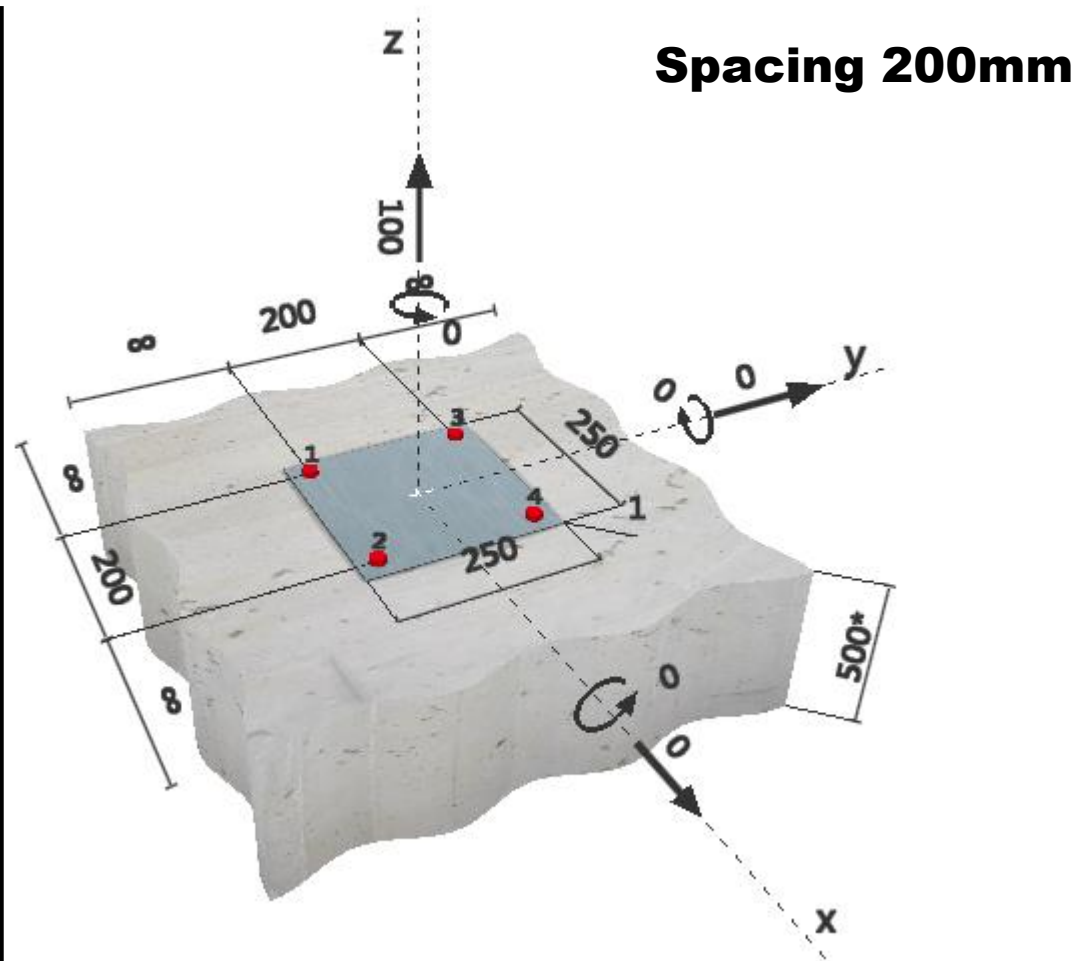
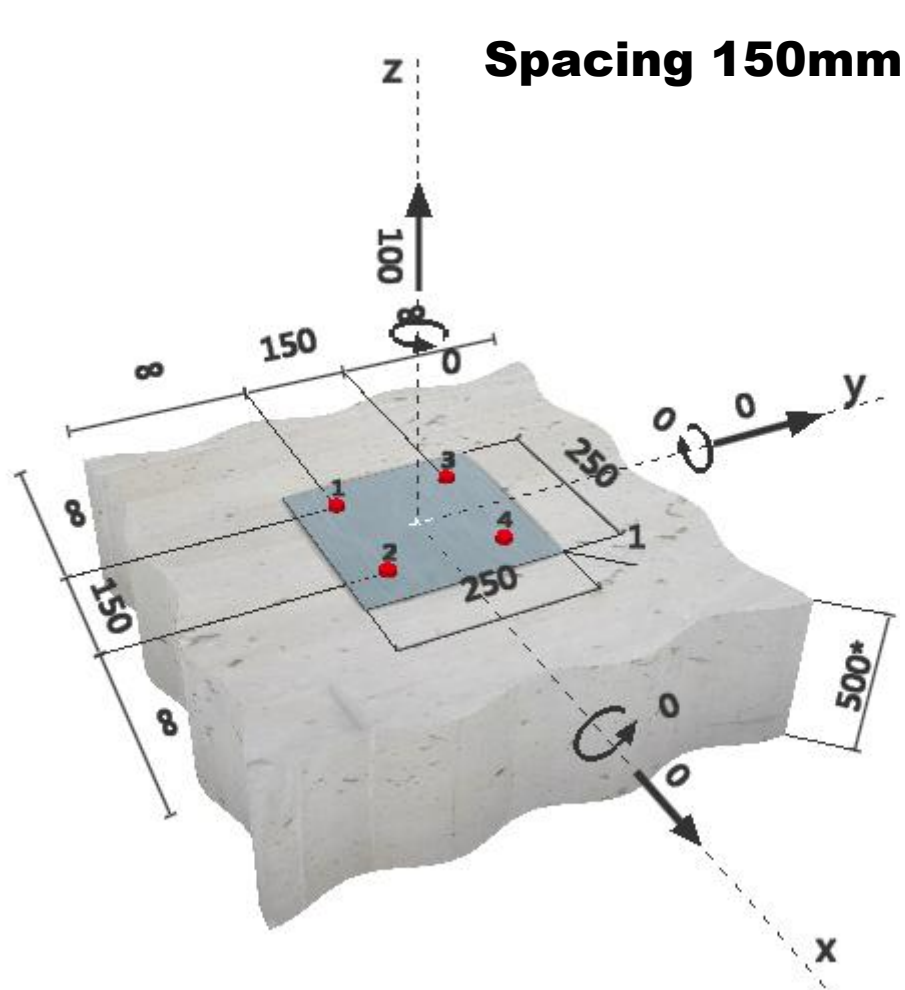
Example : Tension load in connection is 100 kN



ANCHOR MISUNDERSTANDING

Anchor spacing

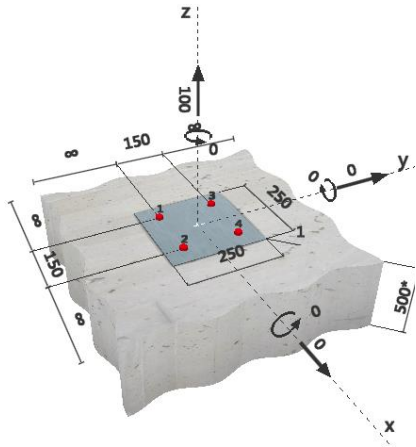
Example : Tension load in connection is 100 kN



ANCHOR MISUNDERSTANDING

Anchor spacing

Example : Tension load in connection is 100 kN



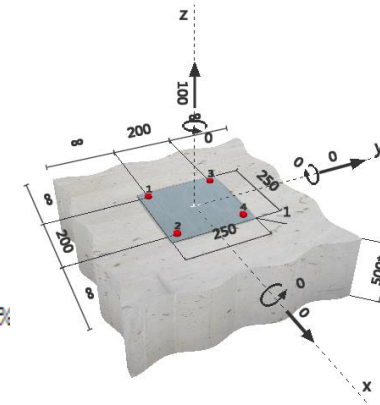
Utilization (%)

Tension: 113 %

	Steel:	21 %
	Concrete breakout:	113 %
	Combined pullout and concrete breakout:	105 %
	Splitting:	0 %

Shear: 0 %

Spacing 150mm



Utilization (%)

Tension: 97 %

	Steel:	21 %
	Concrete breakout:	97 %
	Combined pullout and concrete breakout:	90 %
	Splitting:	0 %

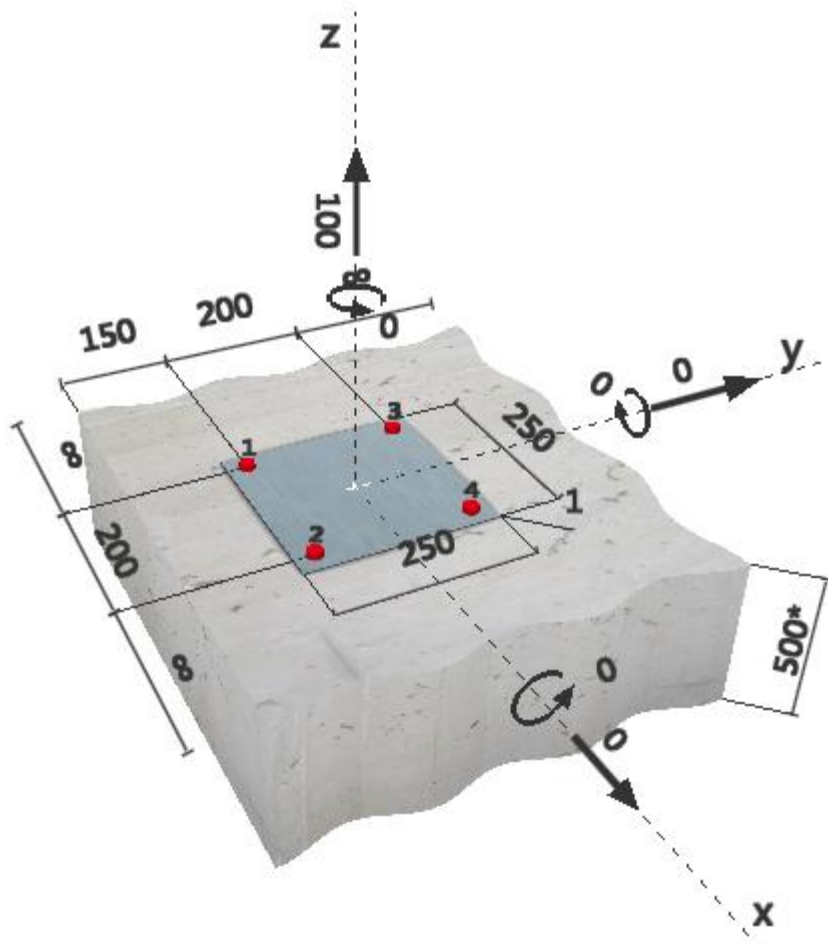
Shear: 0 %

Spacing 200mm

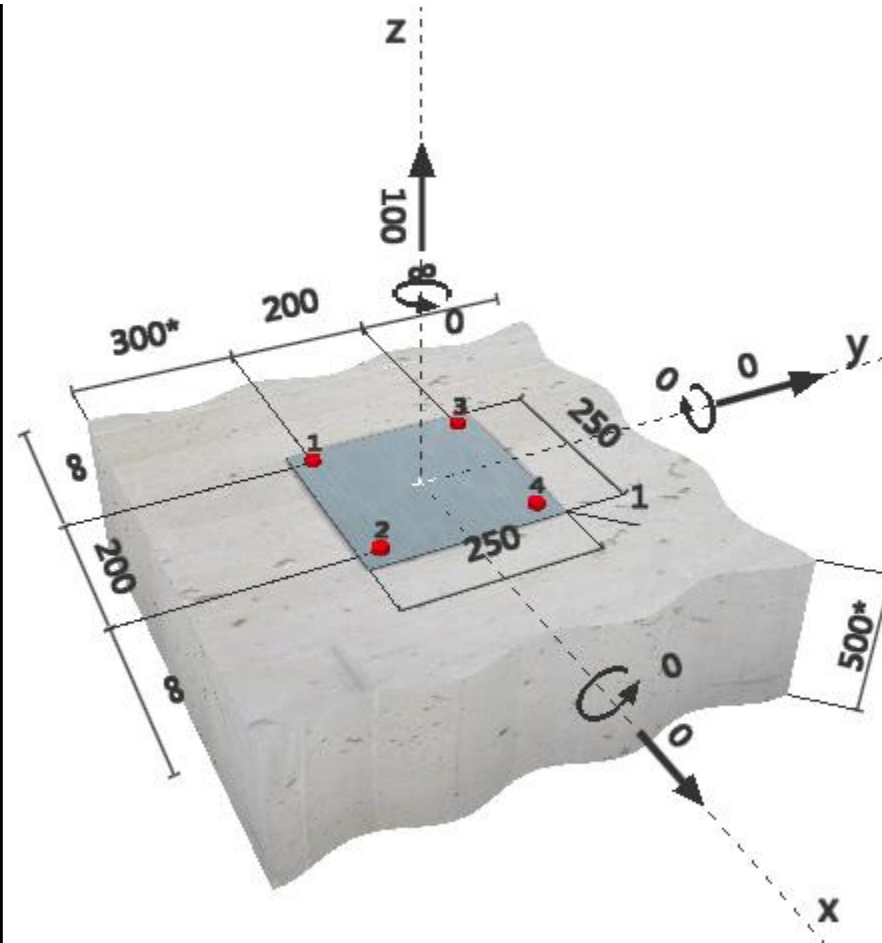
ANCHOR MISUNDERSTANDING

Edge distance

Example : Tension load in connection is 100 kN



Edge distance 150mm

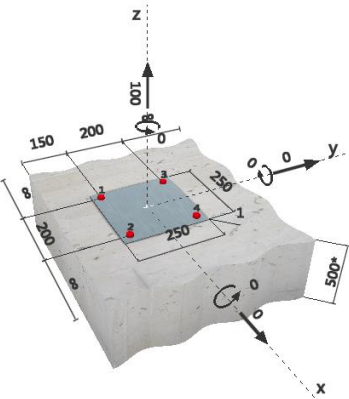


Edge distance 300mm

ANCHOR MISUNDERSTANDING

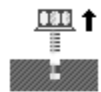
Edge distance

Example : Tension load in connection is 100 kN



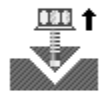
Utilization (%)

Tension: 130 %



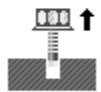
Steel:

21 %



Concrete breakout:

130 %



Combined pullout and concrete breakout:

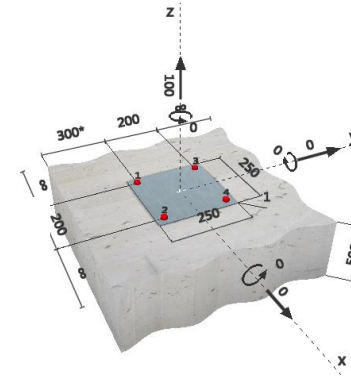
117 %



Splitting:

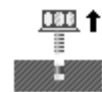
60 %

Shear: 0 %



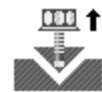
Utilization (%)

Tension: 97 %



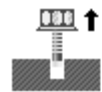
Steel:

21 %



Concrete breakout:

97 %



Combined pullout and concrete breakout:

90 %



Splitting:

0 %

Shear: 0 %

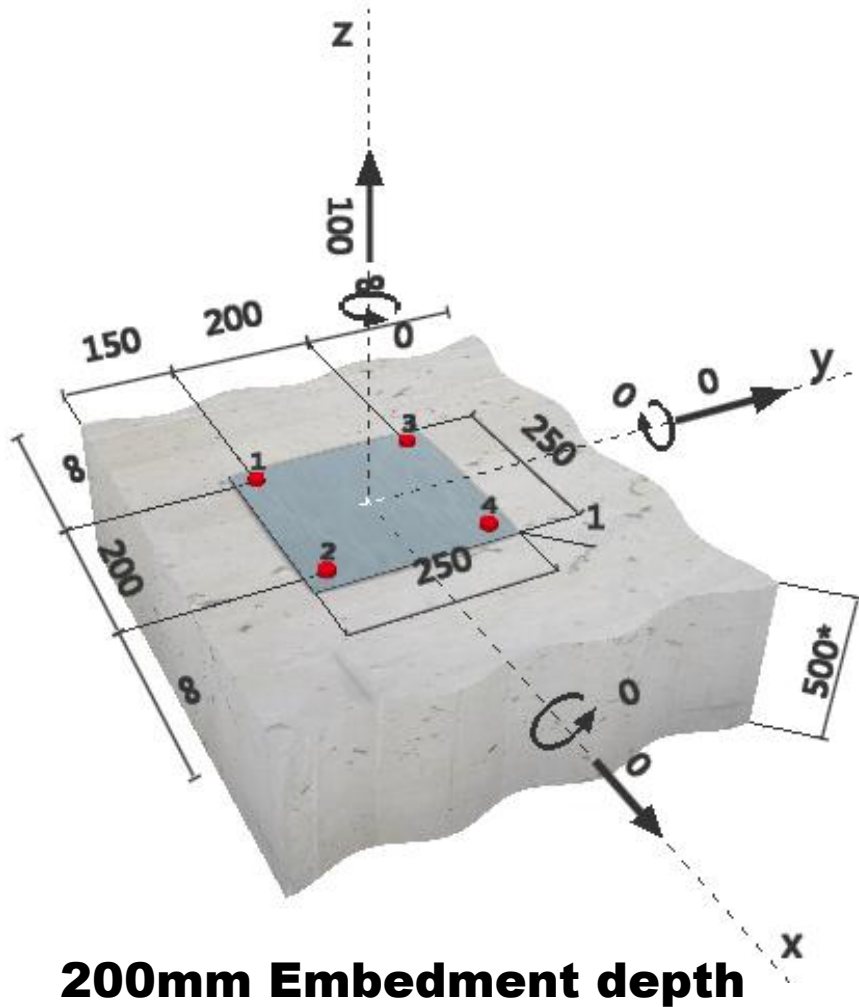
Edge distance 150mm

Edge distance 300mm

ANCHOR MISUNDERSTANDING

10d embedment depth

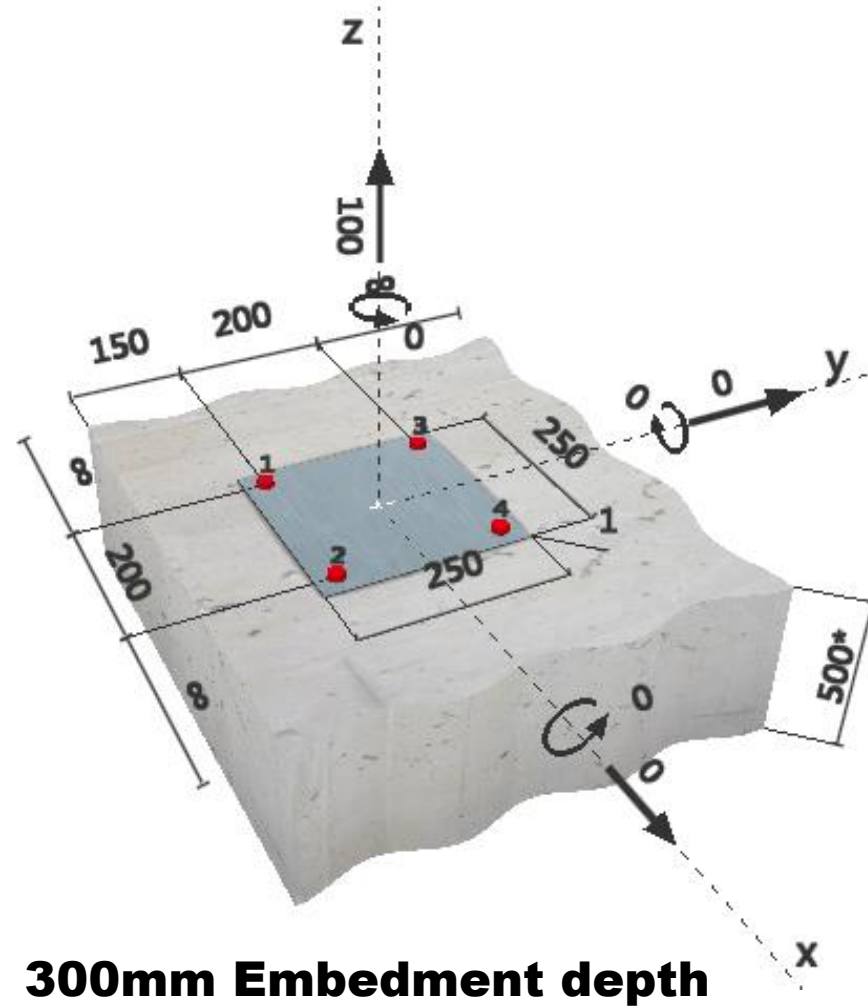
Example 1 : Tension load in connection is 100 kN



200mm Embedment depth



POST-INSTALLED ANCHOR DIP 2020 | UBU

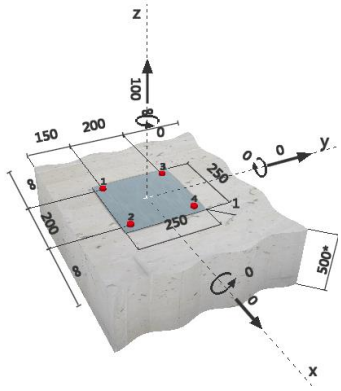


300mm Embedment depth

ANCHOR MISUNDERSTANDING

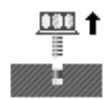
10d embedment depth

Example 1 : Tension load in connection is 100 kN



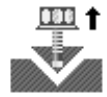
Utilization (%)

Tension: 120 %



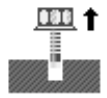
Steel:

21 %



Concrete breakout:

120 %



Combined pullout and concrete breakout:

98 %



Splitting:

57 %

Shear: 0 %

Tension/Shear combination: 0 %

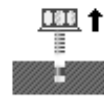
☐ Optimized embedment depth

☒ User selected embedment depth

Embedment depth: 200 mm

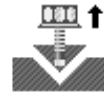
Utilization (%)

Tension: 93 %



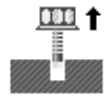
Steel:

21 %



Concrete breakout:

93 %



Combined pullout and concrete breakout:

60 %



Splitting:

77 %

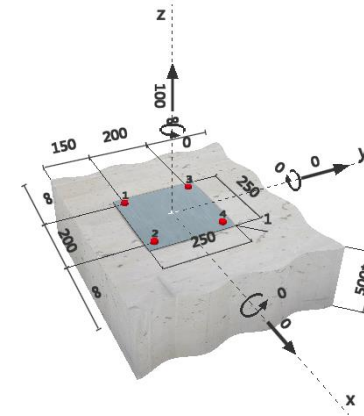
Shear: 0 %

Tension/Shear combination: 0 %

☐ Optimized embedment depth

☒ User selected embedment depth

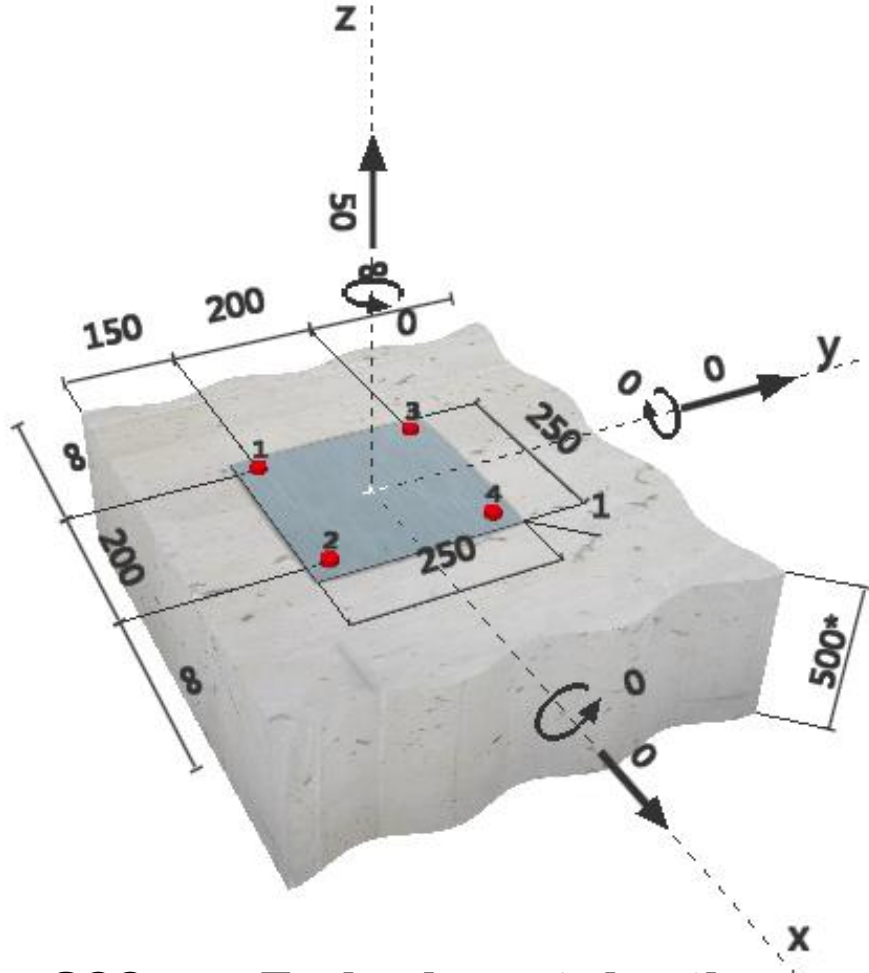
Embedment depth: 300 mm



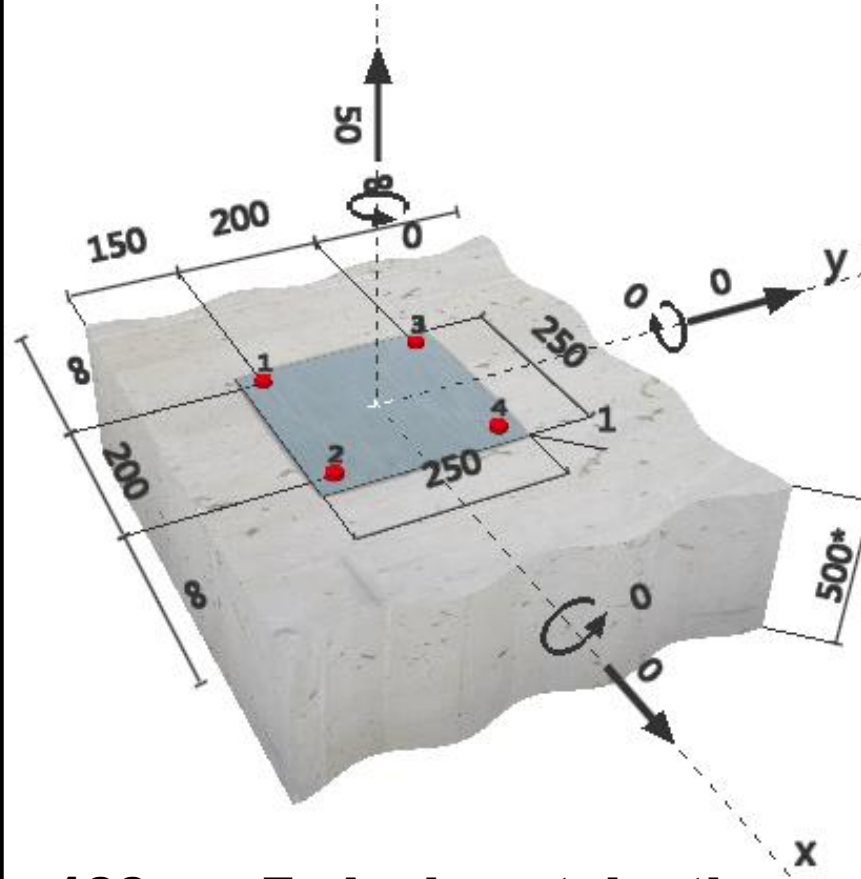
ANCHOR MISUNDERSTANDING

10d embedment depth

Example 2 : Tension load in connection is 50 kN



200mm Embedment depth

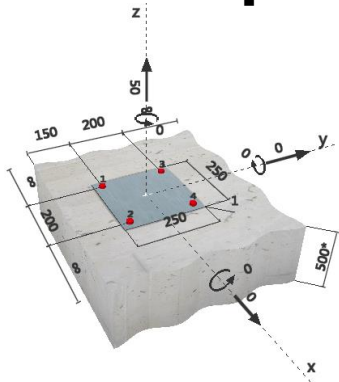


100mm Embedment depth

ANCHOR MISUNDERSTANDING

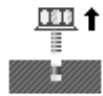
10d embedment depth

Example 2 : Tension load in connection is 50 kN



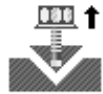
Utilization (%)

Tension: 60 %



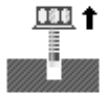
Steel:

11 %



Concrete breakout:

60 %



Combined pullout and concrete breakout:

49 %



Splitting:

29 %

Shear: 0 %

Tension/Shear combination: 0 %

☐ Optimized embedment depth

☒ User selected embedment depth

Embedment depth: 200 mm

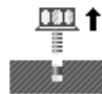
200mm Embedment depth



POST-INSTALLED ANCHOR DIP 2020 | UBU

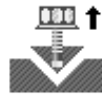
Utilization (%)

Tension: 75 %



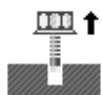
Steel:

11 %



Concrete breakout:

75 %



Combined pullout and concrete breakout:

55 %



Splitting:

0 %

Shear: 0 %

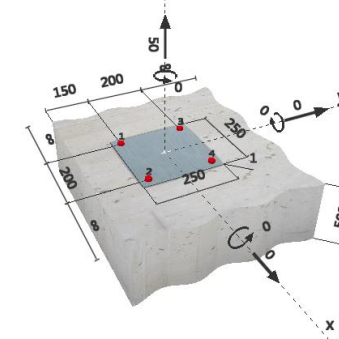
Tension/Shear combination: 0 %

☐ Optimized embedment depth

☒ User selected embedment depth

Embedment depth: 100 mm

100mm Embedment depth



ANCHOR MISUNDERSTANDING

HILTI Recommended PROFIS ANCHOR program



INCORRECTLY INSTALLATION



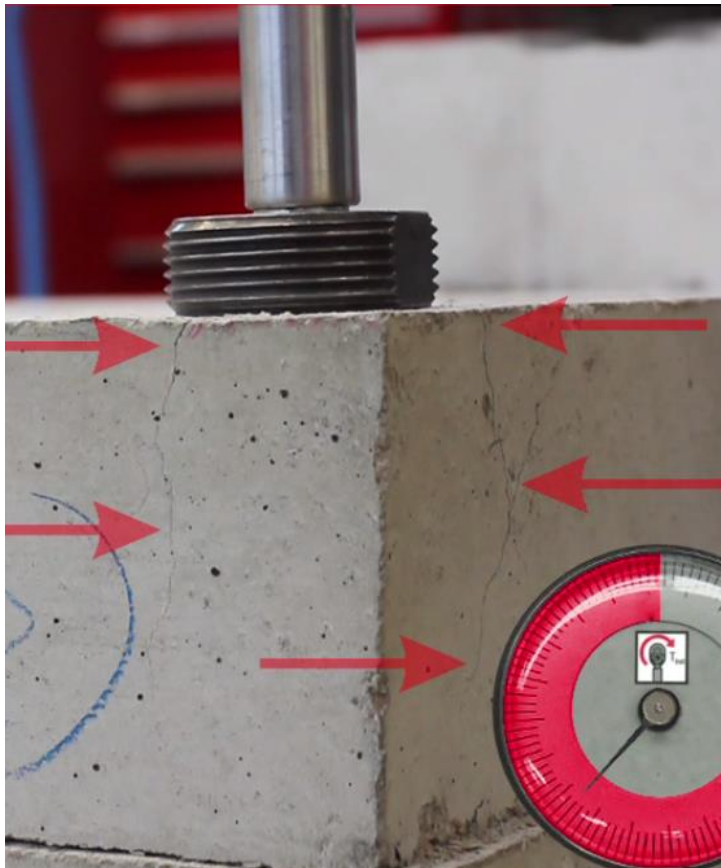
Incorrectly Installation

- Not to clean drill hole (Chemical Anchor)
- Not to discharge mortar before inject to hole (Chemical Anchor)
- Apply load before complete curing (Chemical Anchor)



Incorrectly Installation

- Install on unsuitable location such as edge less, non-structure concrete ext.



Incorrectly Installation

- Install on unsuitable or unapproved base material such as hollow core thin thickness, aerated concrete ext.



Incorrectly Installation

ตัวอย่างการติดตั้งผิด โดยผิดวิธี

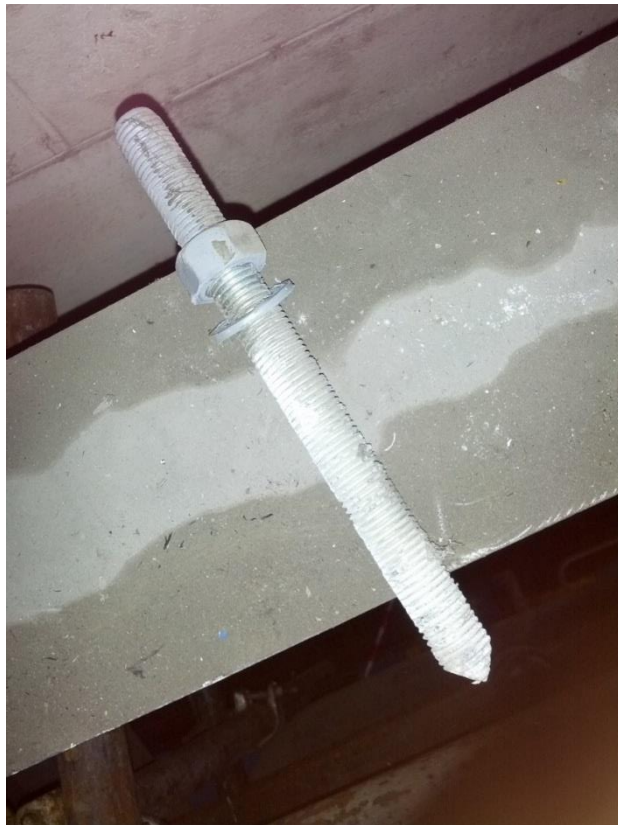
- Mistake installation condition such as over size drill bit (Chemical anchor)



Incorrectly Installation

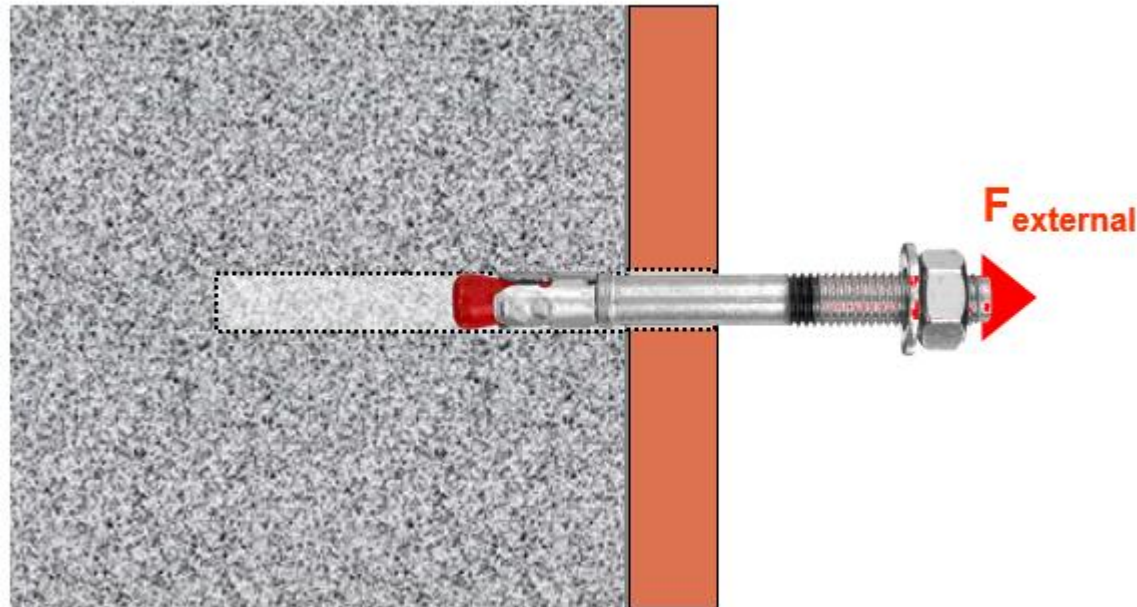
ตัวอย่างการติดตั้งผิด โดยผิดวิธี

- Mistake installation condition such as over size drill bit (Chemical anchor)



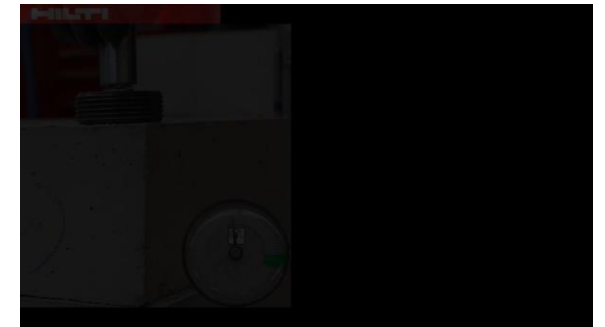
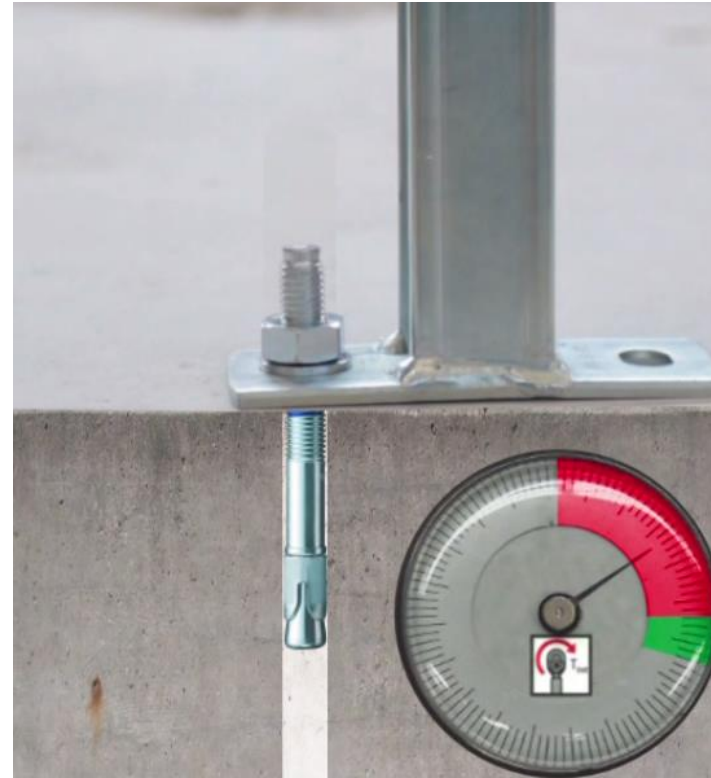
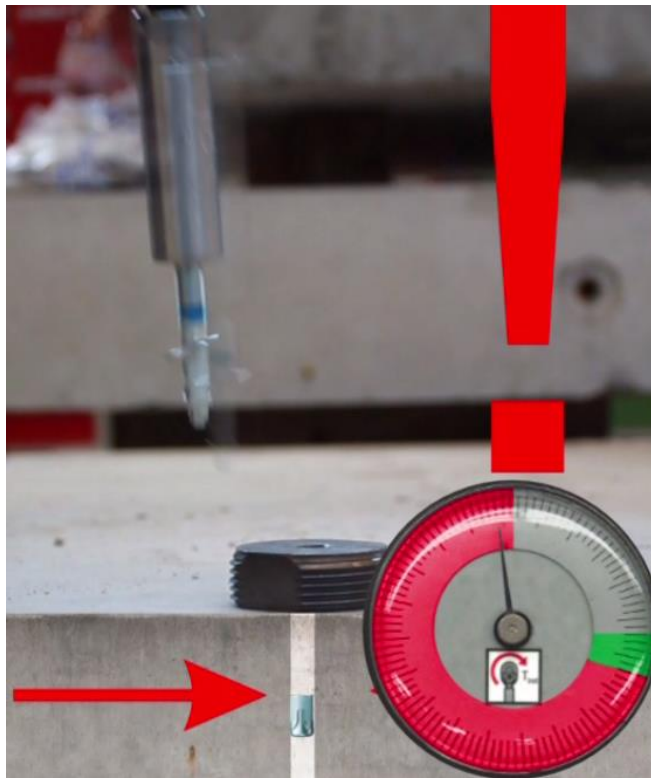
Incorrectly Installation

- Mistake installation condition such as over size drill bit (Mechanical anchor)



Incorrectly Installation

- Unsuitable tighten torque , over torque max, under torque recommend



Incorrectly Installation

Corrosion

- Unsuitable anchor type & corrosion resistant



Incorrectly Installation

Corrosion

- Unsuitable anchor type & corrosion resistant

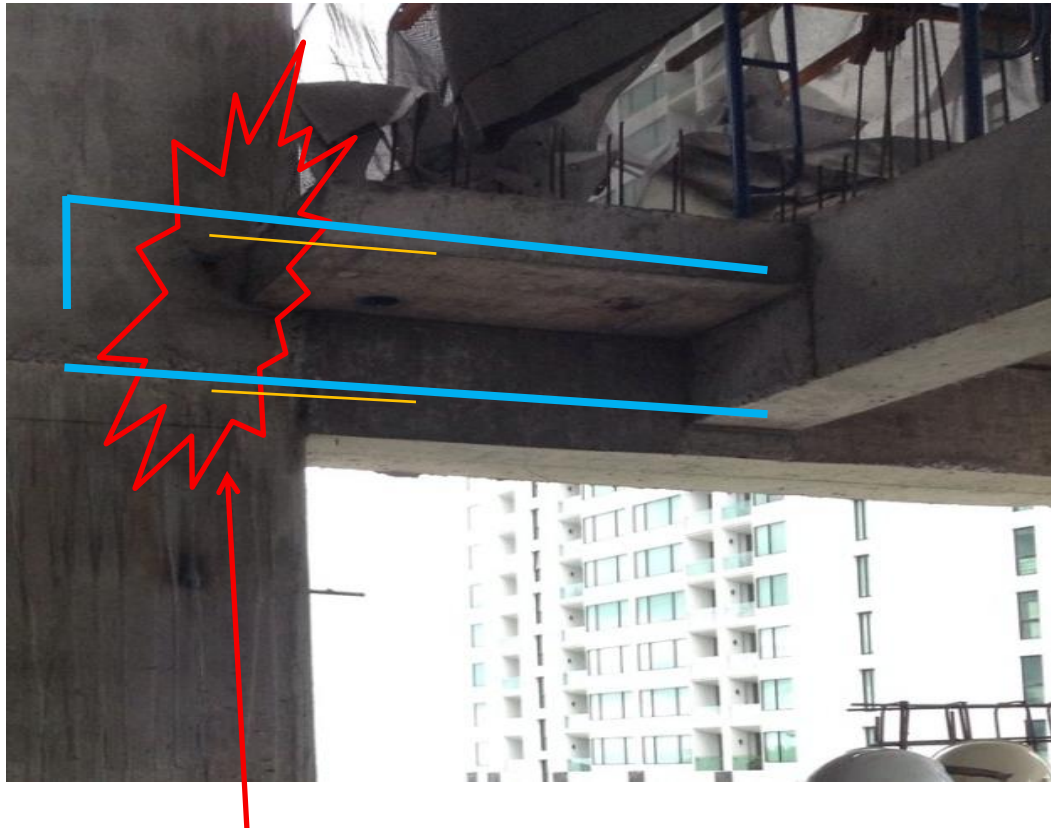


รูปที่ 2 ตะปูเกลียวที่ใช้ยึดแผ่นวัสดุ

Incorrectly Installation

- Misunderstanding for design

ตัวอย่างการติดตั้งผิด โดยไม่มี
การคำนวณอย่างถูกต้อง



DB16 Depth 125 mm



Incorrectly Installation

แรงดึงหรือแรงเฉือน ที่ใส่ไว้ ไม่ได้เอาระยะขอบ และระยะห่างระหว่างพุก นำมาใช้ในการคำนวณ

- Misunderstanding for design

HIT-RE 500 V3 with rebar (Anchor Theory)** (สำหรับ Rebar Theory ดูได้ที่หน้า 157)



- ค่าการรับน้ำหนักแนะนำ (กรณีติดตั้งเหล็กเส้นเดียวโดยไม่พิจารณาผลกระทบจากระยะขอบ)
- ตารางการรับกำลังที่แสดง แสดงค่าการรับกำลังของคอนกรีตแบบร่วน (สำหรับคอนกรีตแบบอัดแน่นเหล็กโดยวิธีกำลังรวมถึงมาตรฐานอเมริกา ACI 318 (ESR-3814) จากรายงานผลการทดสอบของแต่ละผลิตภัณฑ์ ICC-ES ซึ่งสามารถใช้กับเหล็กเส้นข้ออ้อยขนาด DB10 – DB32) โดยใช้ Anchor Theory ในการคำนวณ โดยพิจารณาการรับน้ำหนักต่ำสุดจากทุก failure mode (ดู failure mode ได้ที่หน้า 157)
- Anchor Theory คือ การออกแบบกำลังต้านทานของเหล็กเส้นกับนํ้ายาเคมีตาม design code ACI 318 Appendix D หรือ EOTA TR029 โดยไม่คำนึงถึงผลกระทบจากการทาบกั้นเหล็กเสริมภายในโครงสร้างเดิม ในกรณีเหล็กที่ต้องการจะเจาะเสียบเป็นกลุ่ม (มากกว่า 1 เส้น) สามารถออกแบบเพิ่มเติมได้โดยโปรแกรมออกแบบ HILTI PROFIS Anchor

Recommended loads: Uncracked & Cracked concrete C 20/25 – $f_{ck, cube} = 25 \text{ N/mm}^2$, Rebar grade SD40

Rebar size	Uncracked concrete							Cracked concrete						
	DB10	DB12	DB16	DB20	DB25	DB28	DB32	DB10	DB12	DB16	DB20	DB25	DB28	DB32
Drill bit diameter, d_0 [mm]	14	16	20	25	32	35	40	14	16	20	25	32	35	40
Minimum spacing, [mm]	50	60	80	100	125	140	160	50	60	80	100	125	140	160
Minimum edge distance, [mm]	50	60	80	100	125	140	160	50	60	80	100	125	140	160
Embedment depth, [mm]	90	110	125	170	210	270	300	90	110	125	170	210	270	300
Tensile, N_{rec} [kN]	16.6	24.1	29.1	46.2	63.5	92.5	108.4	12.5	17.0	20.6	32.7	45.0	65.5	76.8
Shear, V_{rec} [kN]	11.1	16.1	28.5	44.1	69.4	87.0	113.8	11.1	16.1	28.5	44.1	69.4	87.0	113.8
Mortar volume per hole, [ml]	8.6	12.3	20.9	38.3	83.8	119.1	172.8	8.6	12.3	20.9	38.3	83.8	119.1	172.8

Note: (**)

- กรุณาติดต่อดิวคัลกริลติ หากต้องการรายการคำนวณตามมาตรฐานอเมริกา ESR-3814 ซึ่งสามารถใช้กับเหล็กเส้นข้ออ้อยขนาด DB10 – DB32 หรือต้องการค่ากำลังที่นอกเหนือจากที่ระบุไว้
- ค่าการรับกำลังที่แสดงข้างต้นเป็นค่าสำหรับอุณหภูมิใช้งานปกติ (Temperature range A: Base material temperature -10°C to $+40^\circ\text{C}$) ซึ่งไม่รวมผลกระทบจากอุณหภูมิใช้งานที่สูงหรือต่ำกว่านี้
- ฮิลติมีบริการจัดอบรมการใช้งาน Software ออกแบบ อ้างอิงตามมาตรฐานอเมริกา (ACI) และยุโรป (ETAG) รวมถึงการอธิบายการใช้งาน ICC และ ETA หากสนใจโปรดติดต่อดิวคัลกริลติ ซึ่งไม่มีค่าใช้จ่ายในการจัดอบรม

Incorrectly Installation

- Misunderstanding for design
- **Cantilever beam failure**

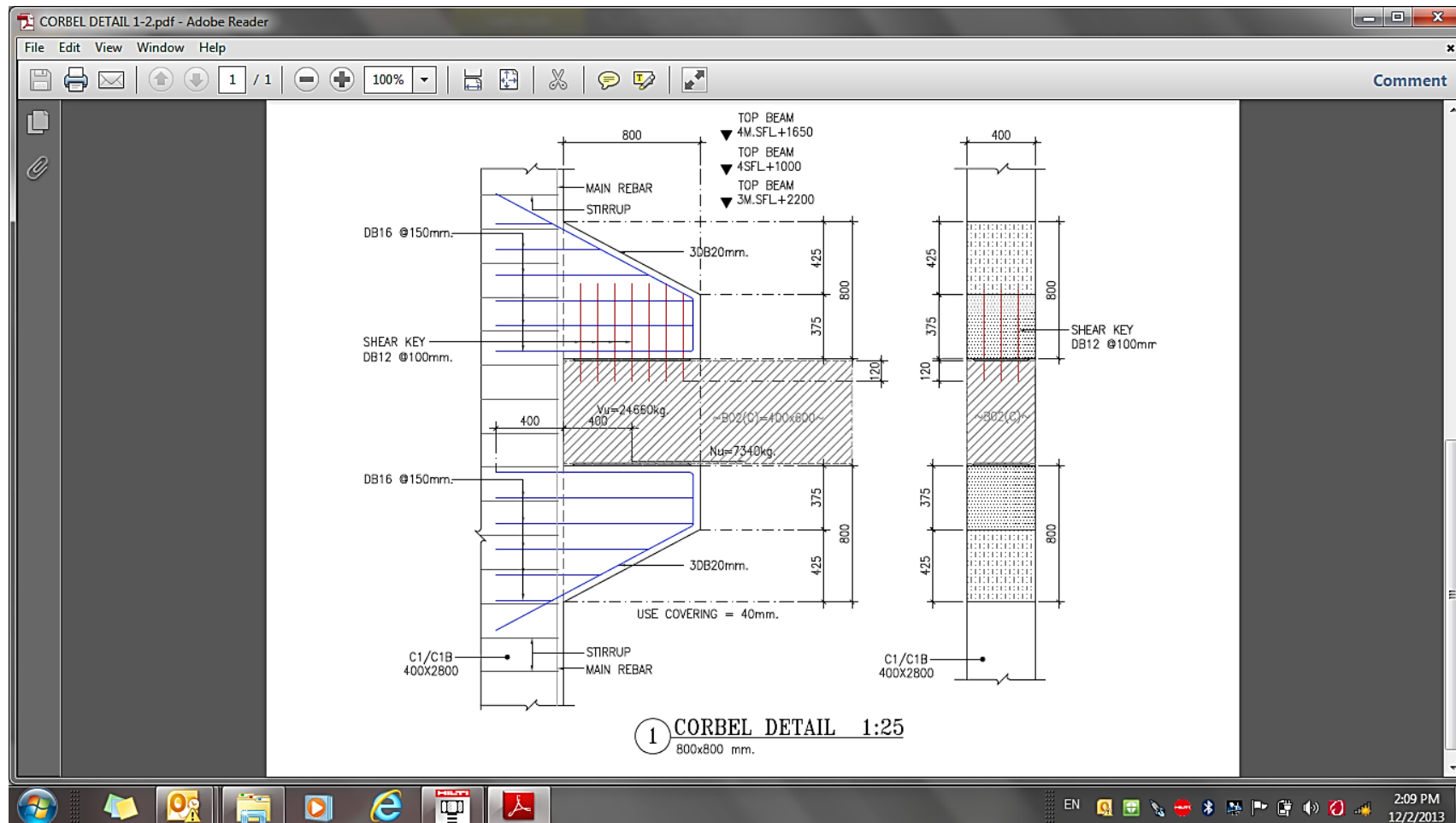
ตัวอย่างการติดตั้งผิด โดยไม่มี
การคำนวณอย่างถูกต้อง



Incorrectly Installation

ตัวอย่างการติดตั้งผิด โดยไม่มี
การคำนวณอย่างถูกต้อง

- Misunderstanding for design



MISTAKE FROM DESIGN AND INSTALLATION

RC CANTIVIVER BEAM



MISTAKE FROM DESIGN AND INSTALLATION

RC BEAM





ON SITE
TESTING





“จะมั่นใจได้อย่างไรว่าพุก
ที่ติดตั้งไปแล้วสมบูรณ์
สามารถรับแรงดึงได้
ตามที่ออกแบบไว้”



“เป็นการทดสอบคุณภาพ
การติดตั้งของผู้ติดตั้ง
โดยนำแรงต้านทานที่น้อย
ที่สุดมาใช้ในการทดสอบ”

ON SITE TESTING

Pull out Test



ต้องทราบอะไรบ้างก่อนการทดสอบแรงดึงหน้างาน

Steel failure

$$N_{sa} = A_{se,N} f_{uta}$$

Concrete breakout

$$N_{cbg} = \frac{A_{Nc}}{A_{Nco}} \psi_{ec,N} \psi_{ed,N} \psi_{c,N} \psi_{cp,N} N_b$$

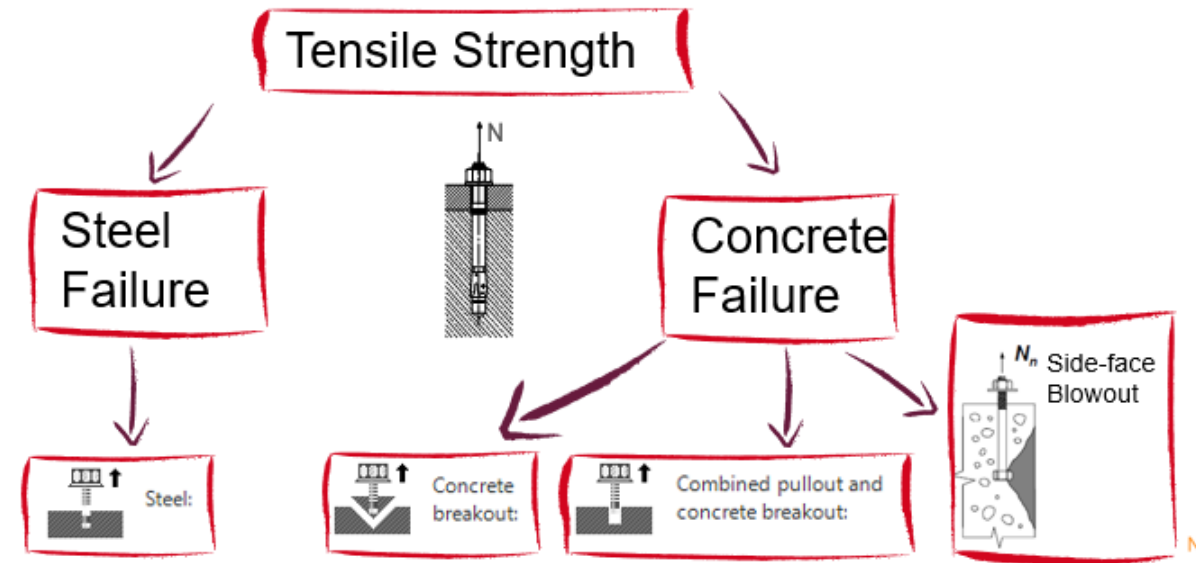
Concrete pullout (Mechanical Anchor only)

$$N_{pn} = \psi_{c,P} N_p$$

Bond strength of adhesive anchor (Adhesive Anchor only)

$$N_{ag} = \frac{A_{Na}}{A_{Nao}} \psi_{ec,Na} \psi_{ed,Na} \psi_{cp,Na} N_{ba}$$

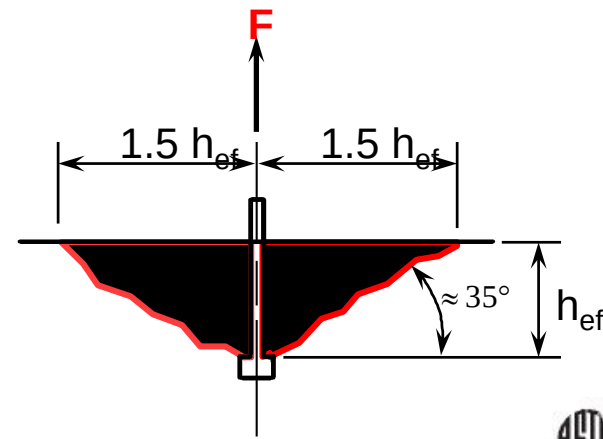
คำนวณหากำลังต้านแรงดึงที่น้อยที่สุดจากทุกรูปแบบความเสียหาย



ON SITE TESTING

Pull out Test

“ดั่งนั้น ^๒ CONFINED TEST
เหมาะสมกับการใช้ในการ
ตรวจสอบคุณภาพการติดตั้ง
โดยไม่รวมผลจากคอนกรีต
บริเวณที่ทดสอบ”



ASTM E488/E488M – 10

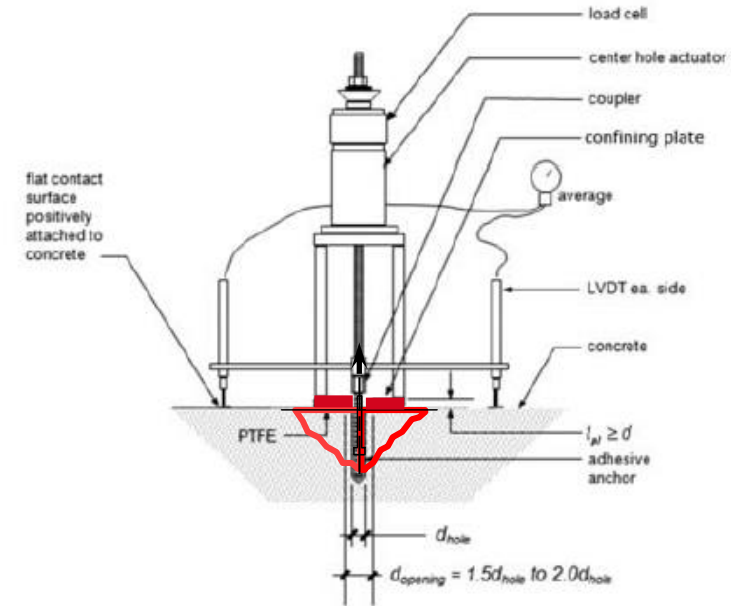
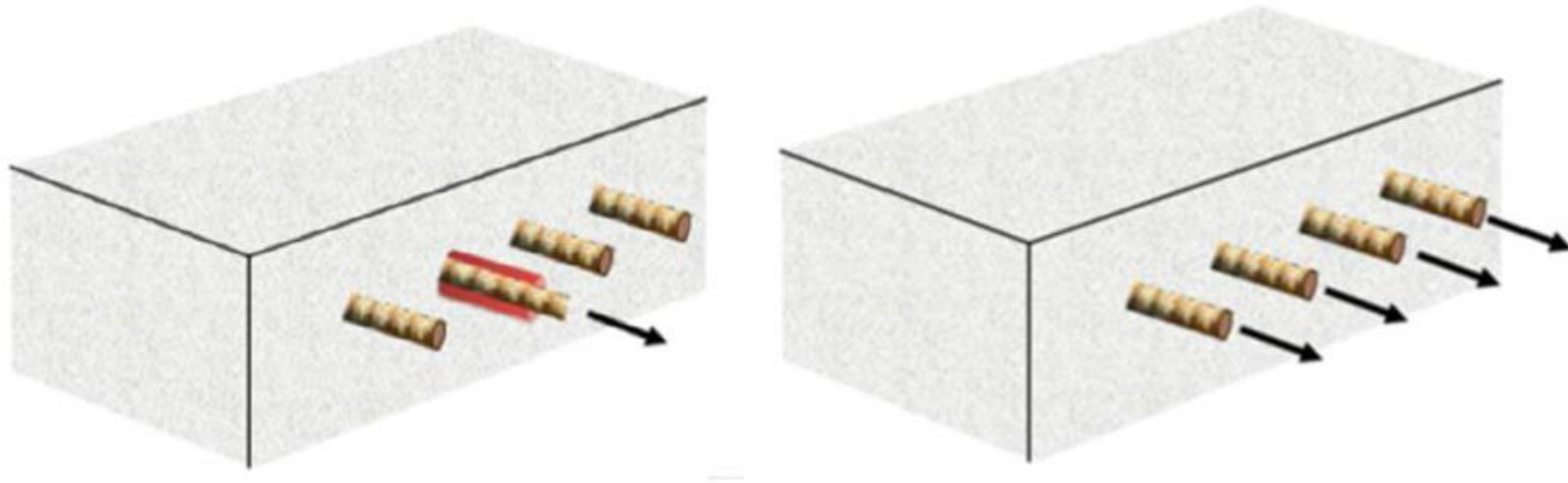


FIG. 3 Example of Confined Tension Test Setup – Adhesive Anchor Shown

“ไม่สามารถใช้เพื่อทดสอบ.....”



“การรับกำลังของกลุ่มพุกหรือเหล็กเส้นที่มี
ผลกระทบจากระยะห่างและระยะขอบ”

“ไม่สามารถใช้เพื่อทดสอบ.....”

การทดสอบที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อ
การรับกำลังในระยะยาว เช่น

- อุณหภูมิระยะยาว
- น้ำหนักคงค้าง(SUSTAINED LOAD)
- การติดตั้งกับรูเจาะขึ้น หรือมีน้ำขัง
- การล้าของนํ้ายาเคมี(CREEP)
- พฤติกรรมของโครงสร้างจริงตอนรับกำลัง

“ดังนั้น PULLOUT TEST ไม่ได้เป็นวิธีการ
ทดสอบเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์
ต่างๆที่มีคุณสมบัติและศักยภาพที่แตกต่างกัน”





THANK YOU

Contact

Engineering Team

Hilti (Thailand) Ltd. Head Office 1858/107-108 24th Fl.,
Interlink Tower,
Debaratna Road, Bangma Tai, Bangna, Bangkok 10260

02-099-5300



www.hilti.co.th