เทคนิคการตรวจสอบโครงสร้างอาคาร

โดย

ชูเลิศ จิตเจือจุน

บริษัท ที.เอ.เทค จำกัด

TUMCIVIL.COM
Engineering Software Center
engfanatic CLUB & member

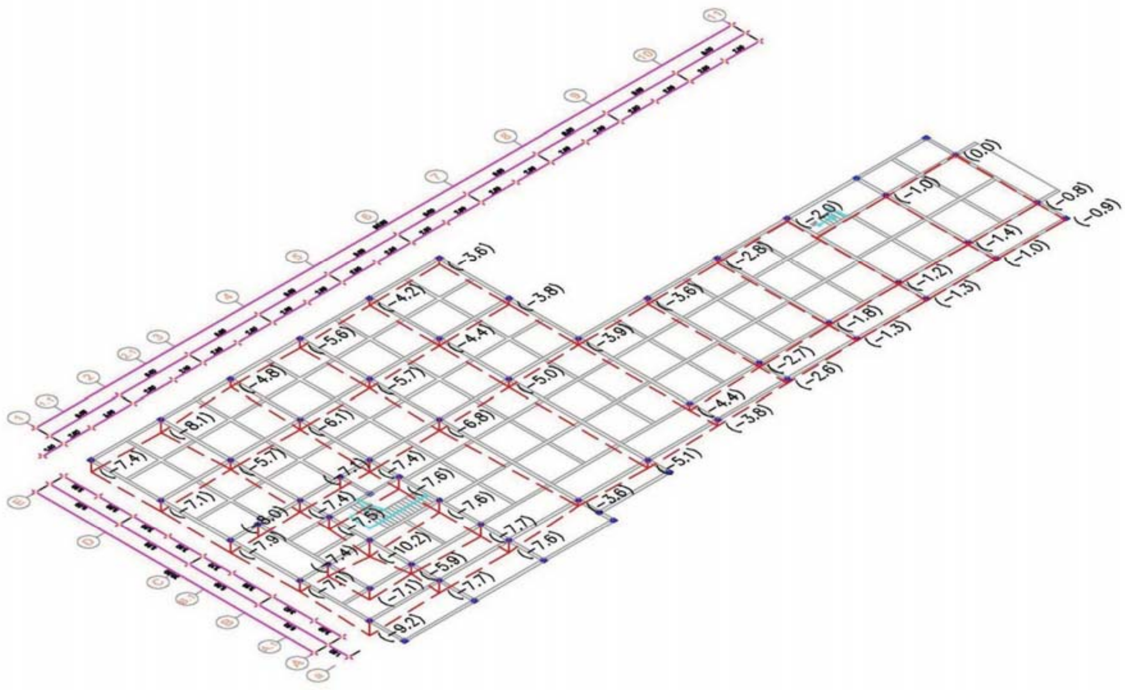
งานจัดทำระเบียนการทรุดตัว

Leveling Survey

Leveling Survey

TUMCIVIL.COM
Engineering Software Center
engfanatic CLUB & member

การตรวจวัดค่าระเบียนการทรุดตัวของอาคาร



TUMCIVIL.COM
Engineering Software Center
engfanatic CLUB

แสดงค่ามุมบิด (Angular Distortion) ที่ยอมให้ของอาคาร ตามคำแนะนำของ Bjerrum (1963)

Category of potential damage	δ
Danger to machinery sensitive to settlement	1/750
Danger to frames with diagonals	1/600
Safe limit for no cracking of buildings	1/500
First cracking of panel walls	1/300
Difficulties with overhead cranes	1/300
Tilting of high rigid buildings becomes visible	1/250
Considerable cracking of panel and brick walls	1/150
Danger of structural damage to general buildings	1/150
Safe limit for flexible brick walls, L/H > 4	1/150

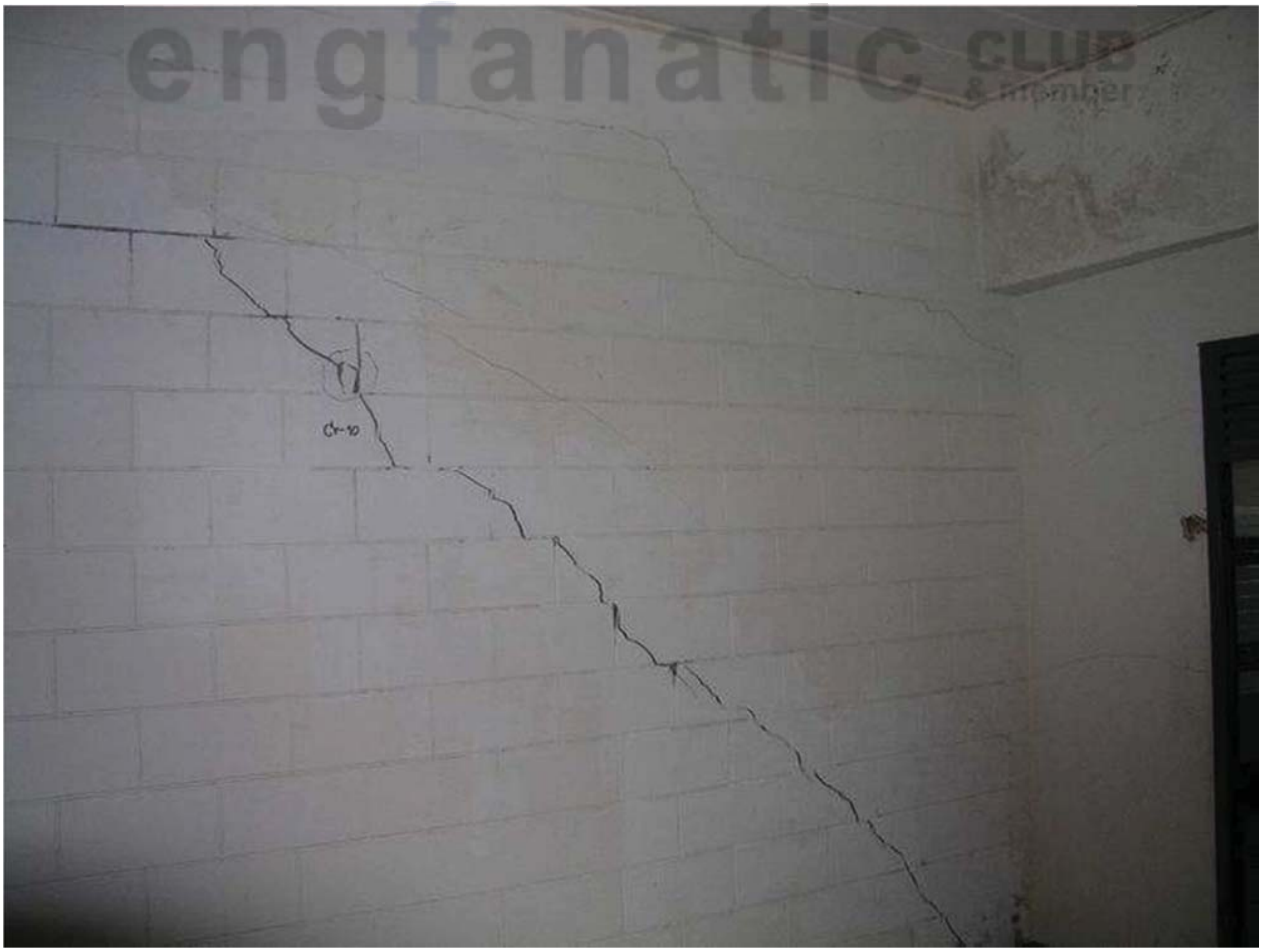
Distortion Angle

	4'		5		5'		6		6'		7		7'
363.64	-7.6	-4000	-7.5	160	-10	285.71	-11.4	210.53	-13.3	-571.4	-12.6	-666.7	-12
	-347.8		-320		-258.1		-181.8		-145.5		-160		-266.7
-92.9	-5.3	-1333	-5	210.53	-6.9	4000	-7	500	-7.8	-2000	-7.6	285.71	-9
-85.4	-2.7	-222.2	-0.9	-2000	-0.7	-2000	-0.5	333.33	-1.7	210.53	-3.6	222.22	-5.4
	380.95		320		190.48		-1600		-4000		-727.3		-320
-90	-4.8	-285.7	-3.4	266.67	-4.9	-81.63	0	266.67	-1.5	400	-2.5	1000	-2.9

Structure Crack

Pier Crack

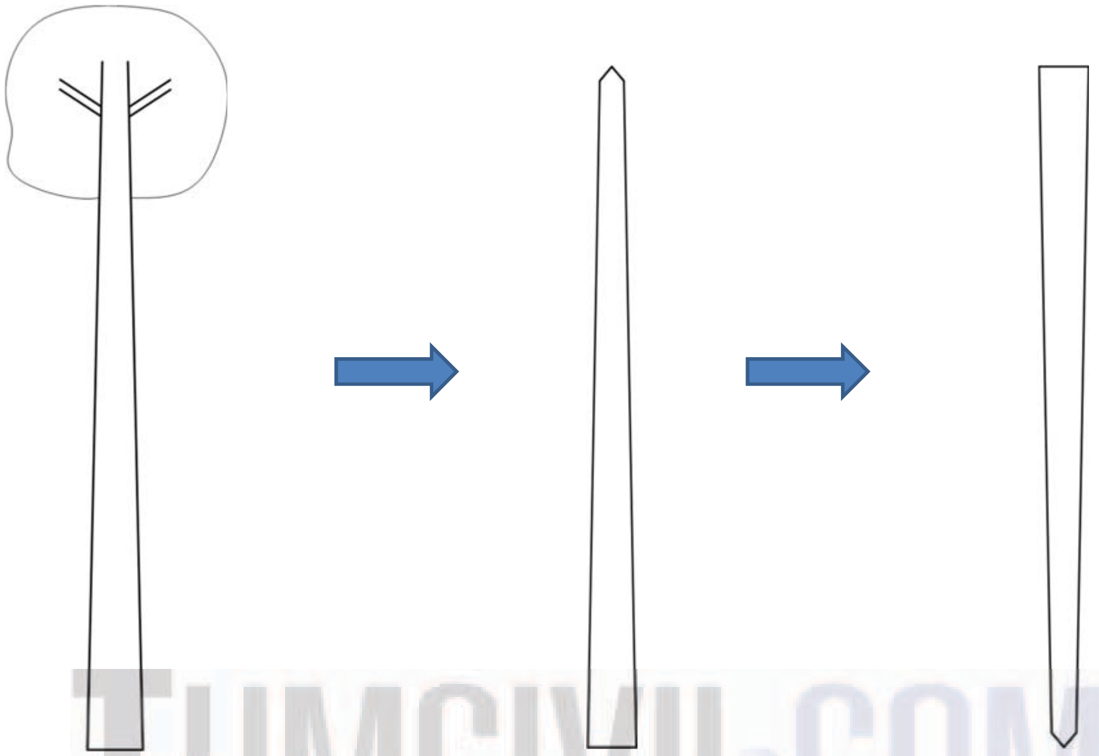
TUMCIVIL.COM
Engineering Software Center
engfanatic club & member



TUMCIVIL.COM
Engineering Software Center
engfanatic CLUB

ขุดตรวจสอบฐานราก (Foundation Inspection)

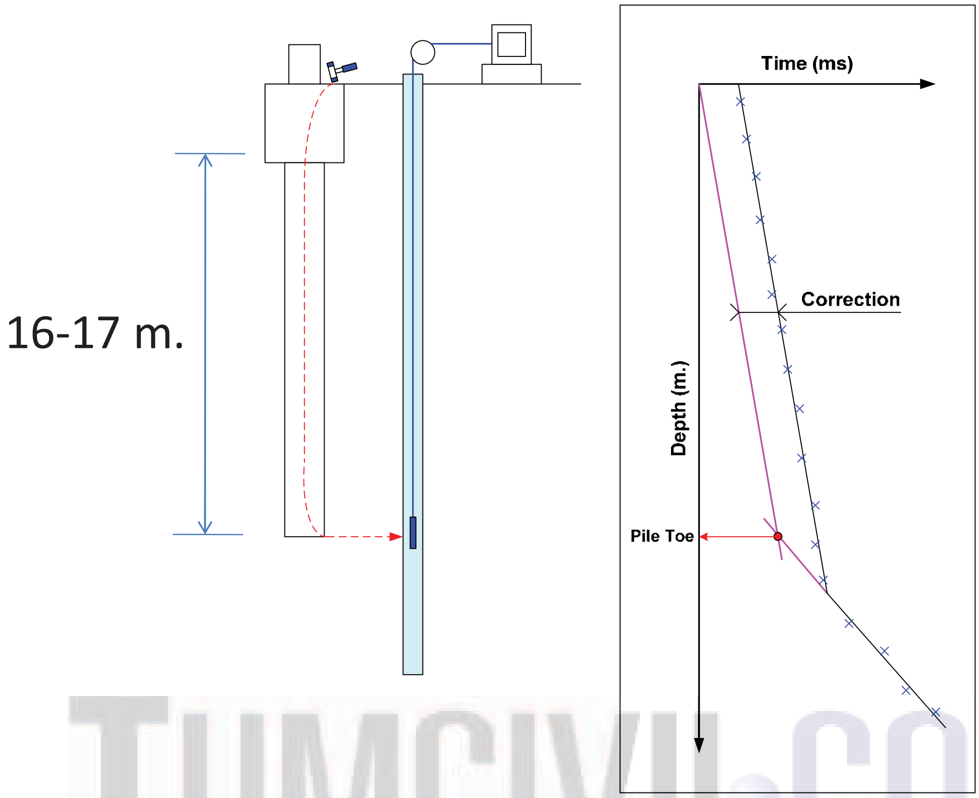
ลักษณะของเสาเข็มไม้



TUMCIVIL.COM
Engineering Software Center
engfanatic CLUB & member

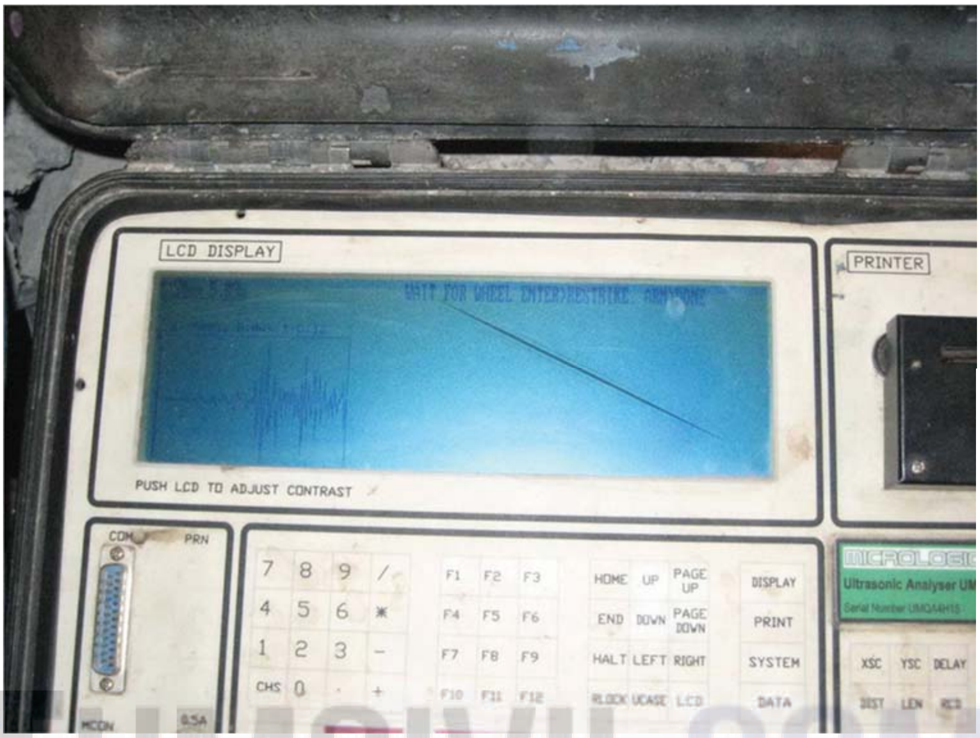
ตรวจสอบความยาวเสาเข็มด้วยวิธี Parallel Seismic Test

หลักการทดสอบเพื่อหาความยาวของเสาเข็มด้วยวิธี Parallel Seismic Test



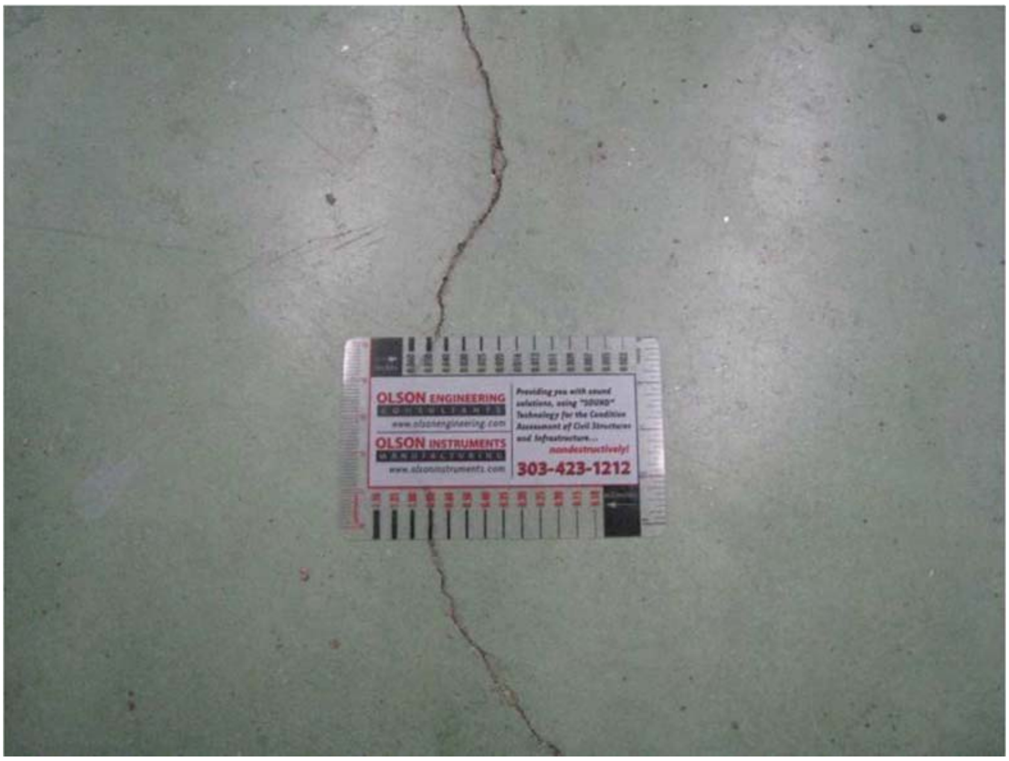
TUMCIVIL.COM
Engineering Software Center
engfanatic CLUB & member

การทดสอบ Parallel Seismic Test



TUMCIVIL.COM
Engineering Software Center
engfanatic CLUB
& member

การวัดความกว้างของรอยแตกร้าวด้วย Crack Meter

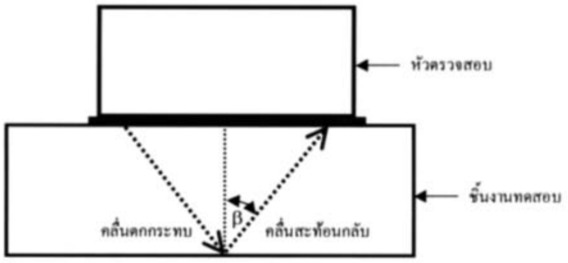


ACI 224R – 90 ได้แนะนำขนาดของความกว้างของรอยแตก/รอยต่อ ที่ยอมให้เกิดขึ้นได้ในโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ดังแสดงในตารางต่อไปนี้

สภาวะที่คอนกรีตสัมผัสกับสิ่งแวดล้อม	ความกว้างของรอยแตกที่ยอมให้เกิดขึ้นได้	
	(นิ้ว)	(มม.)
อากาศแห้ง, มีการหุ้มป้องกัน	0.016	0.41
อากาศชื้น, ในดิน	0.012	0.30
สัมผัสกับสารเคมีสำหรับละลายน้ำแข็ง	0.007	0.18
น้ำทะเล, ละอองน้ำทะเล, เปียกสลับแห้ง	0.006	0.15
โครงสร้างเก็บกักน้ำ*	0.004	0.10

TUMCIVIL.COM
Engineering Software Center
engfanatic CLUB & member

ตรวจสอบความหนาโครงสร้างเหล็ก



TUMCIVIL.COM
Engineering Software Center
engfanatic CLUB & member

ตรวจสอบความหนาสีโครงสร้างเหล็ก

ค่าความหนามาตรฐานของสีกันสนิม

สีรองพื้น เรดอ๊อกไซด์

ชนิด	แอลคิดเรซินแห้งโดยธรรมชาติ ณ อุณภูมิปกติ
สี	แดง
ความเงา	กึ่งเงา กึ่งด้าน –ด้าน
เนื้อสี (โดยน้ำหนัก)	ประมาณ 76%
เนื้อสี (โดยปริมาตร)	ประมาณ 45%
ความหนาของฟิล์มสีเมื่อแห้ง	ประมาณ 40 ไมครอน หรือ 1.6 มิล
ความหนาของฟิล์มสีเมื่อเปียก	ประมาณ 89 ไมครอน หรือ 3.5 มิล
เนื้อที่ทาได้ (ตามทฤษฎี)	เมื่อฟิล์มสีเปียกประมาณ 89 ไมครอน จะทาได้เนื้อที่ประมาณ 42 ตารางเมตร ต่อ ยูเอสแกลลอน
เนื้อที่ทาได้ (ในทางปฏิบัติ)	ขึ้นอยู่กับผู้ใช้งานและพื้นผิวที่ทา จะได้เนื้อที่ประมาณ 33 ตารางเมตร ต่อยูเอสแกลลอน

TUMCIVIL.COM
Engineering Software Center
engfanatic CLUB & member

ค่าความหนามาตรฐานของสีทับหน้า

ขั้นตอนการใช้สี	ชื่อผลิตภัณฑ์	จำนวนเที่ยว	ความหนา	ปกคลุมพื้นที่	สารเจือจาง	เวลาแห้งทาทับ	ชนิดเครื่องมือ
สีรองพื้น	รัสท์เทค	1	100-200	33-16	ทินเนอร์ เบอร์ 31 ประมาณ 0-10%	อย่างน้อย 8 ชม.	เครื่องพ่น ลูกกลิ้ง แปรง
สีทับหน้า	อีโพการ์ด อีนาเมล (สำหรับภายใน)	2	40-60	51-34	ทินเนอร์ เบอร์ 31 ประมาณ 0-10%	อย่างน้อย 8 ชม.	
	ท็อปการ์ด (สำหรับภายนอก)	2	50-75	42-28	ทินเนอร์ เบอร์ 43 ประมาณ 0-10%	อย่างน้อย 2 ชม.	
รวม		3	180-350				

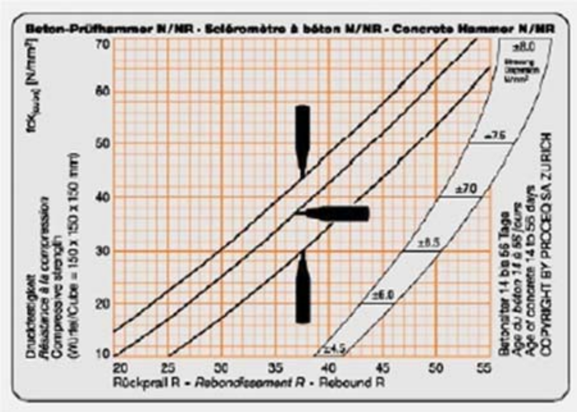
งานตรวจสอบความแข็งแรงของคอนกรีต

โดยวิธี Rebound Hammer

TUMCIVIL.COM
Engineering Software Center
engfanatic CLUB & member

Rebound Hammer Test (Schmidt's)

ภาพแสดง Rebound Number Conversion Chart



ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพคอนกรีตกับค่าดัชนีสะท้อนกลับ

Quality	Low	Fair	Medium	Good	Very Good
Rebound Number	**< 30**	**30 – 35**	**35 – 40**	**40 – 45**	**> 45**

TUMCIVIL.COM
Engineering Software Center
engfanatic CLUB & member

การเจียรแต่งผิวคอนกรีตให้เรียบก่อนทำการทดสอบ

TUMCIVIL.COM
Engineering Software Center
engfanatic CLUB & member

ตรวจสอบความแข็งแรงของเสาด้วยวิธี Rebound Hammer

Point No.	Structure	Position	Angle	Indicator Scale Readings					Reading Average	Estimate Cylinder Strength (ksc.)
				1	2	3	4	5		
				6	7	8	9	10		
Area 5										
14	BEAM	Bottom	90	42.0	40.0	42.0	44.0	48.0	44.00	358.15
				48.0	46.0	48.0	40.0	42.0		
15	BEAM	East Side	0	46.0	32.0	36.0	40.0	34.0	37.20	315.30
				34.0	38.0	38.0	38.0	36.0		
Area 6										
16	BEAM	South Side	0	42.0	44.0	38.0	38.0	40.0	39.80	355.27
				40.0	38.0	40.0	38.0	40.0		
17	BEAM	Bottom	90	46.0	44.0	44.0	46.0	46.0	45.00	374.41
				42.0	42.0	48.0	46.0	46.0		
18	BEAM	North Side	0	32.0	40.0	34.0	38.0	34.0	36.00	297.21
				34.0	42.0	36.0	38.0	32.0		
Area 8										
19	BEAM	South Side	0	38.0	36.0	34.0	38.0	34.0	36.80	309.24
				36.0	38.0	38.0	36.0	40.0		
20	BEAM	Bottom	90	36.0	44.0	44.0	42.0	42.0	42.00	326.06
				40.0	42.0	42.0	46.0	42.0		
21	BEAM	North Side	0	26.0	34.0	34.0	34.0	32.0	34.00	267.59
				34.0	34.0	32.0	34.0	46.0		

TUMCIVIL.COM
Engineering Software Center
engfanatic CLUB & member

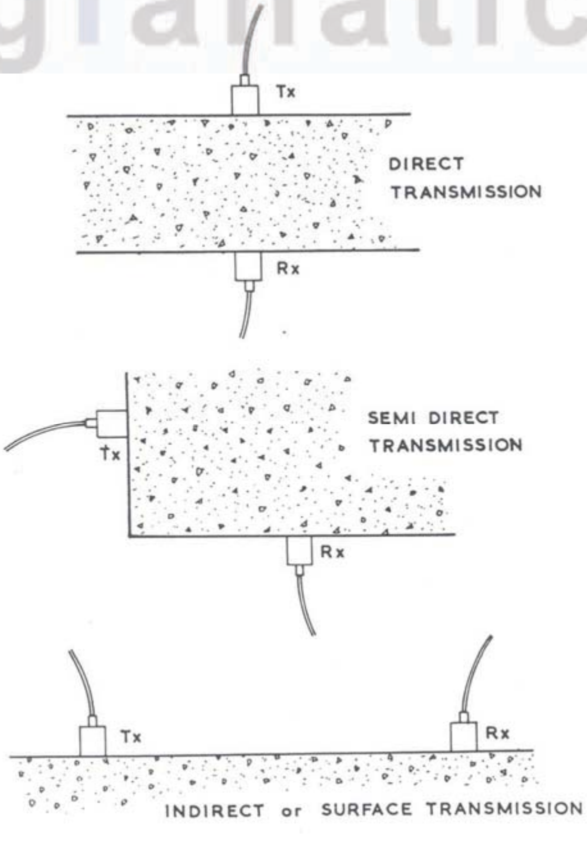
แสดงเครื่องมือ PUNDIT สำหรับทดสอบ

Ultrasonic Pulse Velocity Test

ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพคอนกรีตกับความเร็วคลื่นที่วิ่งผ่านคอนกรีต

Low	Fair	Medium	Good	Very Good
< 2,500	2,500 – 3,000	3,000 – 3,500	3,500 – 4,000	> 4,000

TUMCIVIL.COM
Engineering Software Center
engfanatic CLUB & member



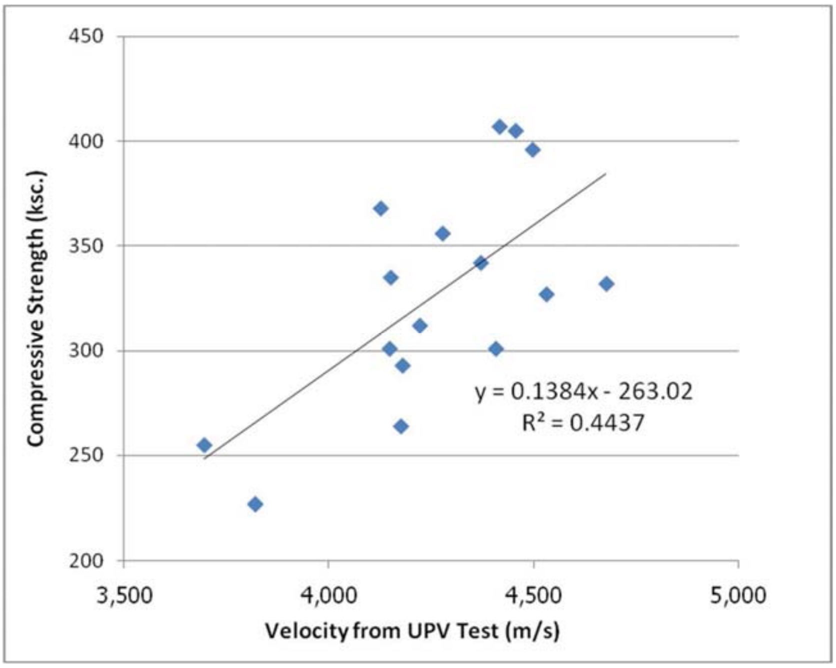
ภาพแสดงการทดสอบโครงสร้างเสาด้วย

Ultrasonic Pulse Velocity Test (Direct Method)

TUMCIVIL.COM
Engineering Software Center
engfanatic CLUB
& member

ภาพแสดงการทดสอบโครงสร้างพื้นด้วย

Ultrasonic Pulse Velocity Test (Indirect Method)



TUMCIVIL.COM
Engineering Software Center
engfanatic CLUB
& member

การตรวจวัดความลึกของรอยแตกร้าวโดยวิธี UPV

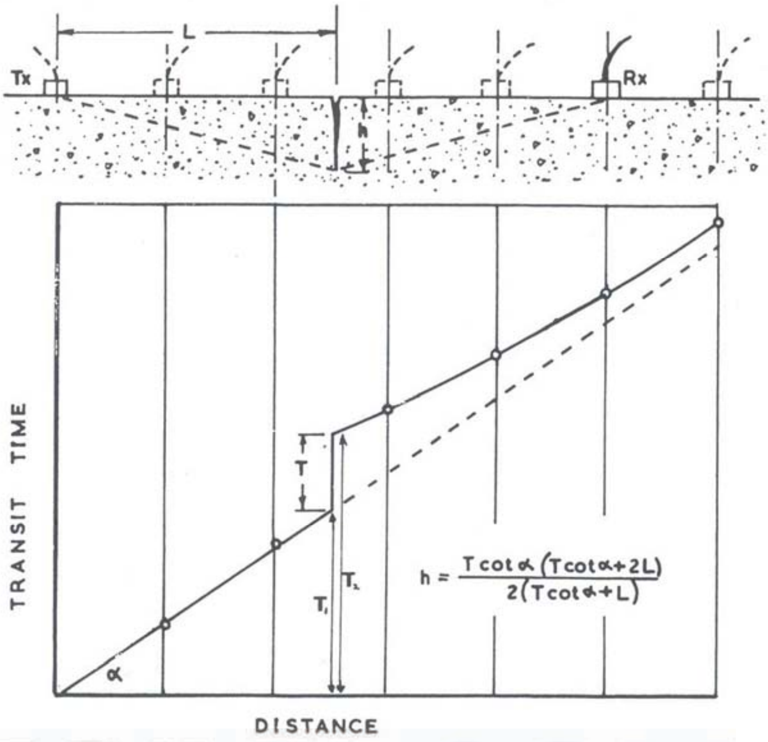
Fig. 9:
Determination of Crack Depth.

(c) Another method of test is that shown, using the indirect method where discontinuity appears in the graph.

(d) An easier formula for the above method is

$$h = \frac{L}{2}\left(\frac{T_2}{T_1} - \frac{T_1}{T_2}\right)$$

We are indebted to Jens Kr. Jehrbo Jensen, Master of Science, of the *Institutet for Bygningsteknik, Aalborg Universitetscenter, Denmark 9100* for (d).



TUMCIVIL.COM
Engineering Software Center
engfanatic CLUB & member

งานตรวจสอบความแข็งแรงของคอนกรีต

โดยวิธี Coring Sampling Test

TUMCIVIL.COM
Engineering Software Center
engfanatic CLUB & member

การเจาะเก็บแท่งตัวอย่างคอนกรีตเสา

ตัวอย่างแท่งคอนกรีตภายหลังจากการเจาะเก็บแล้วเสร็จ

TUMCIVIL.COM
Engineering Software Center
engfanatic CLUB & member

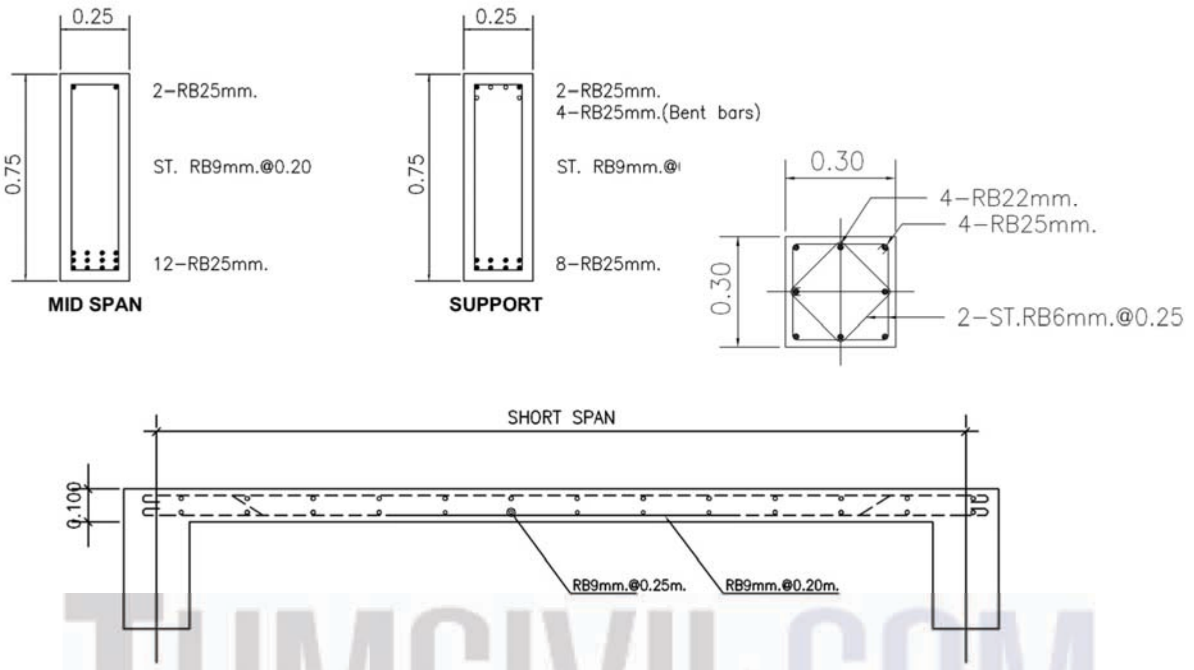
การกดแท่งตัวอย่างคอนกรีตเพื่อทดสอบหาค่ากำลังอัดประลัย

แท่งตัวอย่างที่ถูกกดทดสอบ

TUMCIVIL.COM
Engineering Software Center
engfanatic CLUB member

การตรวจสอบตำแหน่ง (Ferro Scan)และ ขนาดของเหล็กเสริมในโครงสร้างเดิม

ตัวอย่างผลที่ได้จากการตรวจสอบ



TUMCIVIL.COM
Engineering Software Center
engfanatic CLUB & member

งานตรวจสอบความแข็งแรงของเหล็กเสริม

โดยวิธี Hardness Test

การทดสอบกำลังรับแรงดึงสูงสุดของเหล็กเสริมด้วย Hardness Test

- เป็นประเมินค่าความแข็งของผิวเหล็กเสริม(Hardness Test) ซึ่งการทดสอบประเมินค่าความแข็ง (Hardness) ของผิวเหล็ก มีลักษณะในการทำงานโดยการปล่อยหัวทดสอบรูปทรงกลม ให้กระแทกกับผิวเหล็กที่ต้องการทดสอบ ด้วยแรงดันจากสปริงภายในเครื่องมือทดสอบ ความเร็วในการกระแทกและการสะท้อนกลับ (Impact และ Rebound Hammer) จะถูกตรวจวัดด้วยความละเอียด จากค่าความต่างศักย์ที่เกิดขึ้นขณะที่หัวทดสอบเคลื่อนที่ผ่านแม่เหล็กแล้วนำมาแปรผลเป็นค่าดัชนีความแข็งของผิวเหล็ก ตามสเกลมาตรฐานของ Leeb หรือ Brinell จากค่าความแข็งที่วัดได้นำมาประมาณ ค่ากำลังรับแรงดึงสูงสุด (Ultimate Tensile Strength, fu) เครื่องมือทดสอบประกอบด้วย ชุดวัดและประมวลค่าความเร็วของชุดอุปกรณ์หัวทดสอบ การทดสอบกระทำโดยทำความสะอาดผิวเหล็กให้สะอาด ก่อนจึงจะทำการทดสอบได้ และทำการทดสอบเพื่อเป็นค่าประมาณกำลัง (Strength) ของโครงสร้างเหล็กที่จุดทดสอบนั้น ดังแสดงในรูปที่ 7.1 การทดสอบด้วยเครื่องวัดค่า Hardness ที่ผิวของเหล็กเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM A956 “Standard Test Methods for Leeb Hardness Testing of Steel Products”

TUMCIVIL.COM
Engineering Software Center
engfanatic CLUB & member

TUMCIVIL.COM
Engineering Software Center
engfanatic CLUB & member

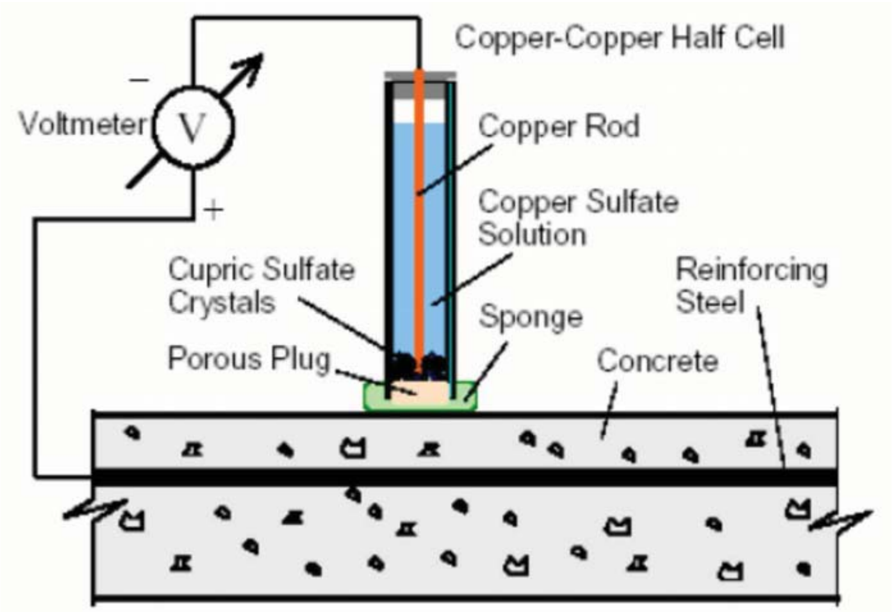
แสดงผลการตรวจสอบกำลังรับแรงดึงสูงสุด ด้วย Hardness Test

ตำแหน่งทดสอบ	ส่วนโครงสร้าง	ค่ากำลังดึง fy (ksc.)	หมายเหตุ
H-C-1	เสาชั้นที่ 1, 7-D	5,040	DB25
H-C-2	เสาชั้นที่ 1, 5-F	4,912	DB25
H-C-3	เสาชั้นที่ 1, 3-E	5,231	DB25
H-C-4	เสาชั้นลอย, 4-E	4,898	DB25
H-C-5	เสาชั้นที่ 2, 5-E	5,340	DB25
H-C-6	เสาชั้นที่ 2, 5-F	5,567	DB25
H-C-7	เสาชั้นที่ 2, 6-C	4,699	DB25
H-C-8	เสาชั้นที่ 2, 1-E	4,745	DB25
H-C-9	เสาชั้นที่ 2, 8-E	5,124	DB25
H-C-10	เสาชั้นใต้ดิน 1, 6-D	4,855	DB25

งานตรวจสอบแนวโน้มของการเกิดสนิม
ในโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

โดยวิธี Half Cell Potential

TUMCIVIL.COM
Engineering Software Center
engfanatic CLUB & member



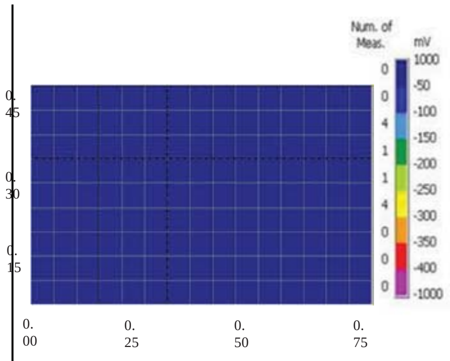
TUMCIVIL.COM
Engineering Software Center
engfanatic CLUB
& member

TUMCIVIL.COM
Engineering Software Center
engfanatic CLUB & member

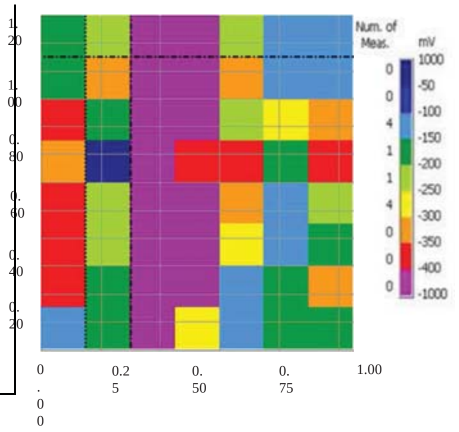
หลักเกณฑ์การเกิดสนิมและการกัดกร่อนของเหล็กเสริมในโครงสร้างคอนกรีต

ระดับ	สี	ความต่างศักย์ (mV)	ความเสี่ยงสำหรับเกิดการกัดกร่อนของเหล็กเสริม
1.	น้ำเงิน	> -50	คอนกรีตอยู่ในสภาพสมบูรณ์มาก
2.	ฟ้า	-50 ถึง –150	คอนกรีตอยู่ในสภาพสมบูรณ์ดี และแนวโน้มการกัดกร่อนของเหล็กเสริมต่ำมาก
3.	เขียว	-150 ถึง –250	เกิดการกัดกร่อนของเหล็กเสริมได้เมื่อมีสภาพแวดล้อมอำนวย
4.	เหลือง	-250 ถึง -350	เริ่มมีการกัดกร่อนเหล็กเสริมแล้ว มีการออกซิเดชั่น ของไอออนระหว่างเหล็กเสริมและคอนกรีตหุ้มเหล็กเสริม
5.	แดง	-350 ถึง -400	เหล็กเสริมถูกกัดกร่อนพร้อมกับการละลายของชั้นผิวเหล็ก (Reinforcing Steel Film)
6.	ม่วง	-400 ถึง -1000	เหล็กเสริมถูกกัดกร่อนมากจนทำให้พื้นที่หน้าตัดของเหล็กเสริมลดลง

Half-Cell Potential Results (mV)	
Min: -5	Max: 80
ความน่าจะเป็น 90% ที่จะไม่เกิดการกัดกร่อนของสนิม	
Potential Map	



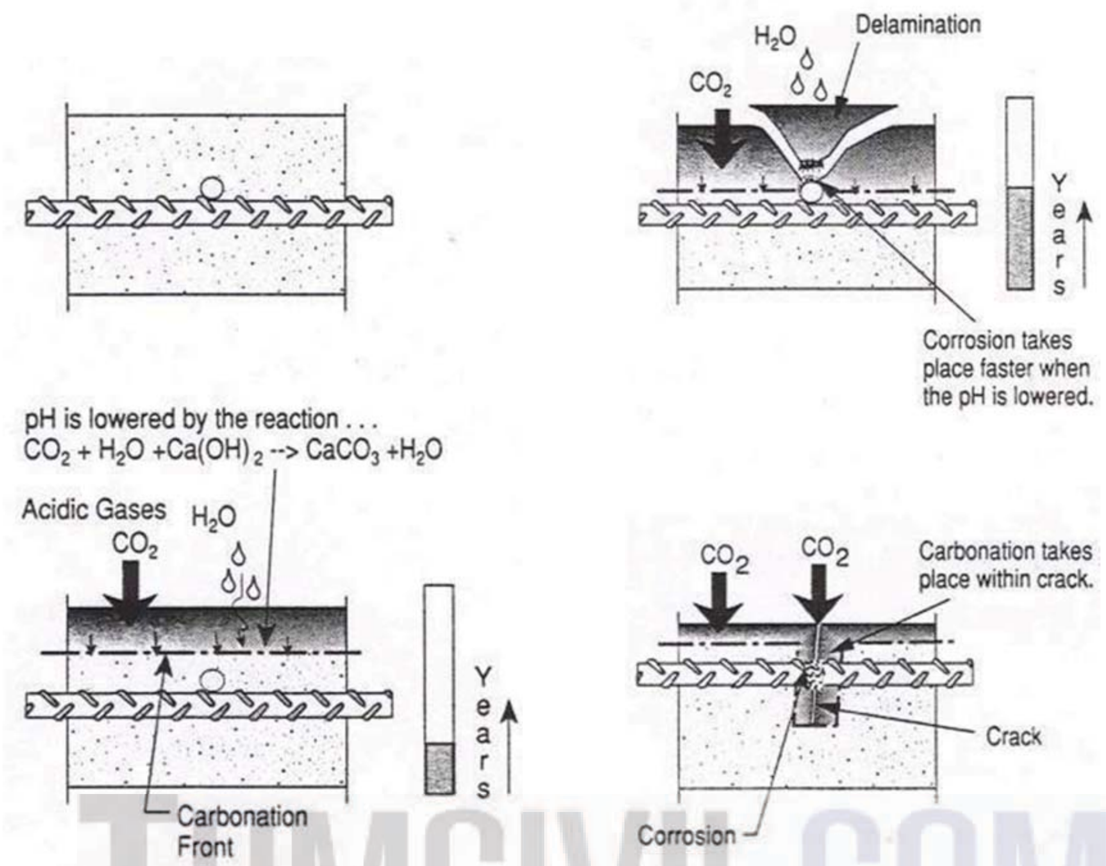
Half-Cell Potential Results (mV)	
Min: -460	Max: 15
ความน่าจะเป็น 90% ที่จะเกิดการกัดกร่อนของสนิม	
Potential Map	



TUMCIVIL.COM
Engineering Software Center
engfanatic CLUB & member

งานตรวจสอบคุณภาพของคอนกรีต

โดยวิธี Carbonation Test



TUMCIVIL.COM
Engineering Software Center
engfanatic CLUB & member

ปฏิกิริยาคาร์บอเนชั่น

- ปฏิกิริยาคาร์บอเนชั่น คือ ปฏิกิริยาที่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศทำปฏิกิริยากับสารแคลเซียมไฮดรอกไซด์ (Ca(OH)2) และ แคลเซียมซิลิเกตไฮเดรท (C-S-H) ในคอนกรีต และให้สารแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO3) เป็นผลิตภัณฑ์ โดยมีน้ำร่วมทำปฏิกิริยา ดังสมการต่อไปนี้

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$$

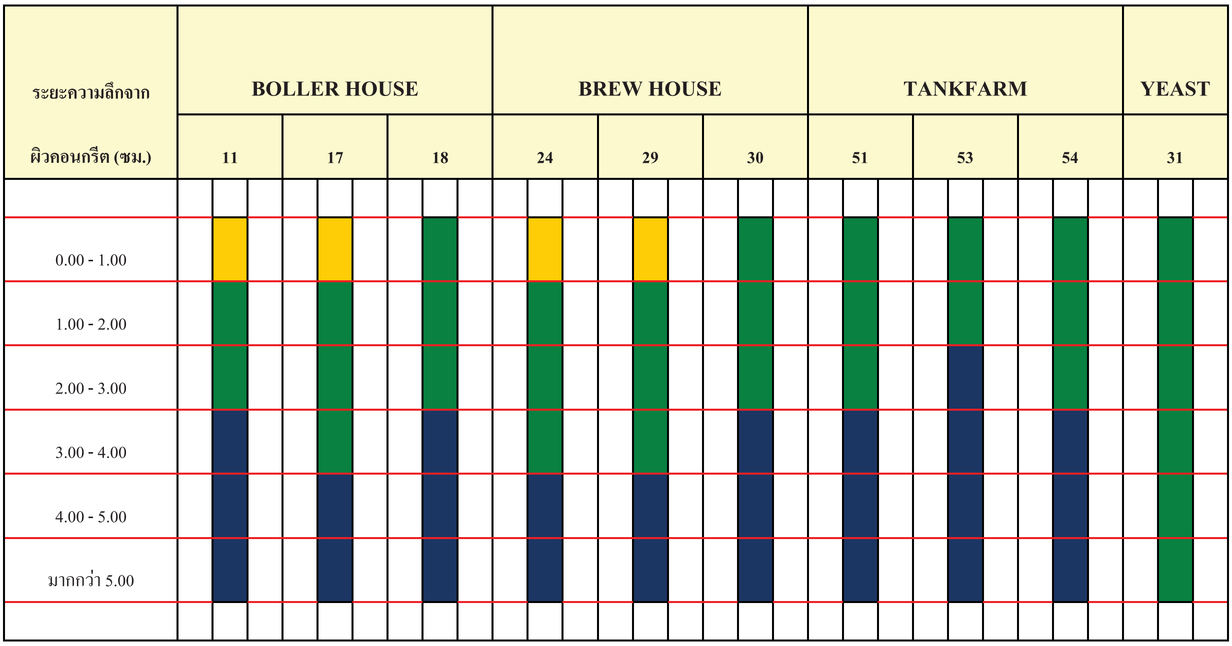
$$3CaO\ .\ 2SiO_2\ .\ + 3CO_2 \rightarrow 3\ CaCO_3\ .\ 2SiO_2 + H_2O$$

ปฏิกิริยาคาร์บอเนชั่น

- โดยทั่วไปแล้วคอนกรีตที่ดีจะมีค่าความเป็นด่าง (หรือค่า pH) ประมาณ 12 ถึง 13 ซึ่งสภาพความเป็นด่างสูงนี้จะป้องกันไม่ให้เหล็กเสริมในคอนกรีตเกิดสนิม เหล็กเสริมมีความเสี่ยงที่จะเกิดสนิมได้หากค่าความเป็นด่างของคอนกรีตลดลงหรือค่าความเป็นด่างของคอนกรีตอยู่ในต่ำระดับวิกฤติ คือ ค่า pH ต่ำกว่า 9 ถึง 10 โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากสภาพแวดล้อมมีปริมาณน้ำและออกซิเจนเพียงพอ

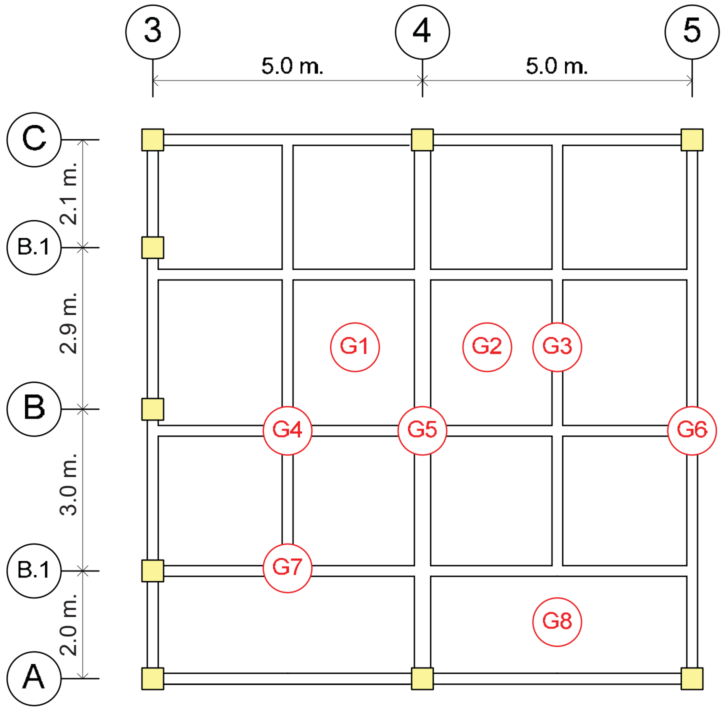
TUMCIVIL.COM
Engineering Software Center
engfanatic CLUB & member

TOMCIVIL.COM
Engineering Software Center
engfanatic CLUB



TUMCIVIL.COM
Engineering Software Center
engfanatic CLUB & member

งานทดสอบกำลังรับน้ำหนัก
ของโครงสร้างพื้น
(Floor Load Test)



TUMCIVIL.COM
Engineering Software Center
engfanatic CLUB & member

ตัวอย่างการคำนวณน้ำหนักบรรทุกที่ใช้ในการทดสอบพื้นชั้น 1

โครงสร้างที่ทำการทดสอบ	:	อาคาร.........	
ตำแหน่งหรือบริเวณที่ทดสอบ	:	พื้นชั้นที่ 1	
น้ำหนักบรรทุกคงที่ (DL)	=	240	kg/m^2
น้ำหนักบรรทุกจร (LL)	=	400	kg/m^2

น้ำหนักทดสอบ อ้างอิงตามมาตรฐาน ACI-318

น้ำหนักบรรทุกทดสอบทั้งหมด	=	0.85(1.4D+1.7L)	
	=	863.6	kg/m^2
น้ำหนักบรรทุกที่ต้องใช้เพิ่มในการทดสอบ	=	863.6 – 240 kg/m^2	
	=	623.6	kg/m^2
น้ำหนักบรรทุกทดสอบ	=	**630**	kg/m^2
คิดเป็นน้ำหนักกระทำทดสอบทั้งหมด	=	**<u>40</u>**	ton.

การทดสอบน้ำหนักบรรทุก โดยให้น้ำหนักบรรทุกบนแผ่นพื้นที่ทดสอบ โดยจะมีการเพิ่มน้ำหนักบรรทุกครั้งละ 25 % ของน้ำหนักบรรทุกทดสอบสูงสุด และลดน้ำหนักบรรทุกครั้งละ 50% ของน้ำหนักบรรทุกทดสอบสูงสุด

0 – 10 – 20 – 30 – **40*** – 20 - 0

(หน่วยเป็น ตัน)

ความสูงน้ำ

0 – 16 – 32 – 47 – **63*** – 32 - 0

(หน่วยเป็น เซ็นติเมตร)

TUMCIVIL.COM
Engineering Software Center
engfanatic CLUB & member

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

อ่านค่าการแอ่นตัวของโครงสร้างด้วยอุปกรณ์ Dial Gauge โดยติดตั้งไว้ 8 ตัว ใต้โครงสร้างพื้นและคานของบริเวณที่ทำการทดสอบ ค่าความละเอียด 0.01 มม.

วิธีทดสอบน้ำหนักบรรทุก

การทดสอบน้ำหนักบรรทุก โดยให้น้ำหนักบรรทุกเหนือคานหรือพื้นที่ทดสอบ โดยจะมีการเพิ่มน้ำหนักบรรทุกครั้งละ 25 % ของน้ำหนักบรรทุกทดสอบสูงสุด และลดน้ำหนักบรรทุกครั้งละ 50% ของน้ำหนักบรรทุกทดสอบสูงสุด

เงื่อนไขในการทดสอบน้ำหนักบรรทุก

- อ่านค่าการแอ่นตัวของแผ่นพื้นทุกครั้งก่อนที่จะเพิ่มหรือลดน้ำหนักทดสอบ
- ภายหลังจากเพิ่มและลดน้ำหนักจนถึงน้ำหนักทดสอบแต่ละขั้น ให้ทิ้งน้ำหนักค้างไว้นานขั้นละ 60 นาที โดยอ่านและจดบันทึกค่าการแอ่นตัวที่ 0, 15, 30, 45 และ 60 นาที
- น้ำหนักบรรทุกที่มีเครื่องหมาย * จะต้องแช่ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง

- บันทึกการแอ่นตัวครั้งสุดท้ายเมื่อถอนน้ำหนักบรรทุกทดสอบออกหมดแล้วครบ 24 ชั่วโมง

- ถ้าส่วนของโครงสร้างที่ได้ทำการทดสอบไม่ปรากฏสภาพการวิบัติให้เห็นด้วยตาเปล่าแล้ว ให้ถือว่าโครงสร้างที่ทำการทดสอบนี้ผ่านการทดสอบ โดยต้องเป็นไปตามเกณฑ์ต่อไปนี้

1) ระยะแอ่นตัวที่วัดได้สูงสุดของ พื้นต้องมีค่าน้อยกว่า $lt^2/(20000h)$

2) ระยะแอ่นตัวที่วัดได้สูงสุดของพื้น มีค่ามากกว่า กำลังสองของความยาวหารด้วย ผลคูณของสองหมื่นกับความหนาของแผ่นพื้นแล้ว ค่าการคืนตัวภายใน 24 ชั่วโมงหลังจากถอนน้ำหนักบรรทุกทดสอบออกหมดแล้วอย่างน้อยที่สุดต้องไม่ น้อยกว่าร้อยละ 75 ของระยะแอ่นตัวสูงสุดสำหรับโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก และต้องไม่ น้อยกว่าร้อยละ 80 สำหรับโครงสร้างคอนกรีตอัดแรง

เมื่อ lt คือ ระยะของช่วงพื้นหรือคานที่ทดสอบ และ

h คือ ความหนาของแผ่นพื้นหรือคานที่ทดสอบ

TUMCIVIL.COM
Engineering Software Center
engfanatic CLUB

แสดงการติดตั้ง อุปกรณ์ Dial Gauge ใต้โครงสร้างพื้นของบริเวณที่ทำการทดสอบ

Dial Gauge ความละเอียด 0.01 มม.

TUMCIVIL.COM
Engineering Software Center
engfanatic CLUB

แสดงการกำหนดระดับน้ำในระหว่างการทดสอบกำลังรับน้ำหนักบรรทุกของพื้น

แสดงการทดสอบกำลังรับน้ำหนักบรรทุกสูงสุดของพื้น
โดยใช้น้ำทดสอบ

TUMCIVIL.COM
Engineering Software Center
engfanatic CLUB member

แสดงผลการทดสอบกำลังรับน้ำหนักบรรทุกของพื้น
น้ำหนักทดสอบ 630 กก./ตร.ม. (น้ำหนักจรปลอดภัย 400 กก./ตร.ม.)

หมายเลขจุดทดสอบ	ค่าการแอ่นตัว (มม.)		ค่าที่เหลือภายหลังการทดสอบ (มม.)	
	ค่าที่ยอมได้ (δAllow)	ค่าที่วัดได้	ค่าที่ยอมได้ (δAllow)	ค่าที่วัดได้
G1	5.33	0.20	0.05	0.00
G2	32.0	1.95	0.49	0.18
G3	5.33	1.66	0.42	0.12
G4	32.0	2.30	0.58	0.11
G5	5.33	1.20	0.30	0.04
G6	5.33	0.22	0.06	0.00
G7	5.33	0.65	0.16	0.00
G8	5.33	0.57	0.14	0.10

The End

TUMCIVIL.COM
Engineering Software Center
engfanatic CLUB
& member