

530317 REINFORCED CONCRETE DESIGN II

LECTURE 1 - Introduction

Instructor: Mongkol JIRAWACHARADET



School of Civil Engineering

Suranaree University of Technology



การออกแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก

REINFORCED CONCRETE DESIGN

STRENGTH DESIGN METHOD

FIRST EDITION



Email: mongkol_1001@hotmail.com

ผศ.ดร.มงคล จีรวรรณเดช
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Modified: 05 / 02 / 2015



References

มาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยวิธีกำลัง,
พิมพ์ครั้งที่ 4 (2545), วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

Building Code Requirements for Structural Concrete,
ACI318-19 (2019) American Concrete Institute

Structural Concrete: Theory and Design (2012), Nadim
Hassoun, Akthem Al-Manaseer, 5th Edition, Wiley

Design of Concrete Structures (2010), Arthur H. Nilson,
David Darwin, Charles W. Dolan, 14th Edition, McGraw-Hill

Design of Reinforced Concrete (2014), Jack C. McCormac
and Russell H. Brown, 9th Edition, John Wiley



Course Objectives

- เข้าใจพฤติกรรมการรับน้ำหนักและการวิบัติของโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก
- เพื่อให้มีความสามารถในการคำนวณวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กโดยวิธีกำลัง
- เพื่อพัฒนาความเชี่ยวชาญในการออกแบบจากโครงการออกแบบอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กโดยวิธีกำลัง

*More than just trial and error, **design** is based on built up experience as well as a solid background in **analysis** and an understanding of the **parameters** affecting a good design solution.*



Conduct of Course



Midterm Exam

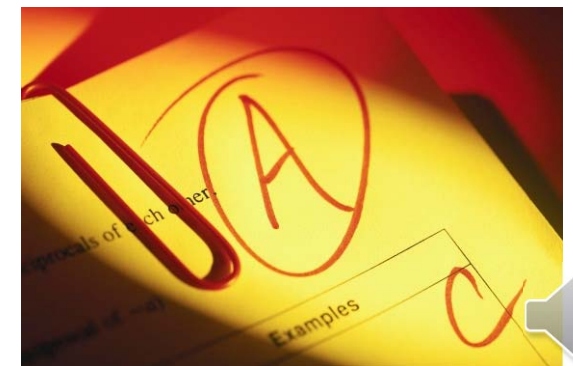
35 %

Final Exam

45 %

Project & Assignments

20 %



Grading Policy

Final Score	Grade
100 - 90	A
89 - 85	B+
84 - 80	B
79 - 75	C+
74 - 70	C
69 - 65	D+
64 - 60	D
59 - 0	F



*เป็นเกณฑ์ที่คาดว่าจะทำ ซึ่งอาจเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม



WARNINGS

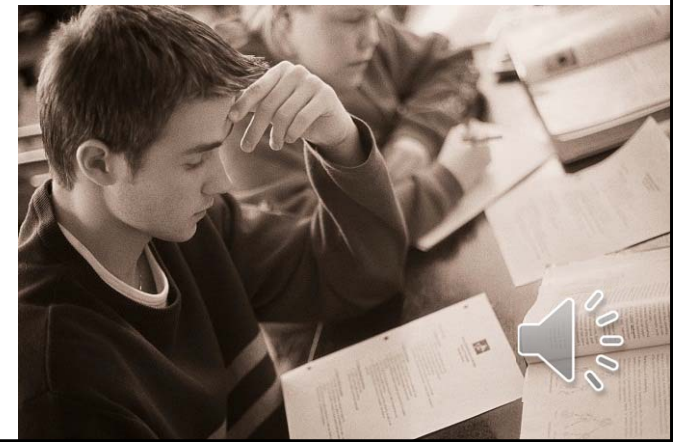
- 1) Participation expected, check 80%
- 2) Study in groups but submit work on your own
- 3) No Copying of Project & Assignments
- 4) No make up Quizzes or Exams



Reinforced Concrete Design II (RC SDM)

Content:

- Introduction
- Single RC Beam
- Double RC Beam
- T-Beam
- Shear
- Slabs
- Stairs
- Torsion
- Column
- Footing





Reinforced Concrete Design I

Lecture 1 : Introduction

- Structural Design Concept
- Mechanical Properties of Concrete
- Steel Reinforcement
- Reinforced Concrete Structures

Mongkol JIRAVACHARADET

SURANAREE

UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

INSTITUTE OF ENGINEERING

SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING



Structural Design Concept



Structural Engineering

คือศาสตร์และศิลป์ในการ

- ▶ นำวัสดุที่เรายังไม่เข้าใจอย่างสมบูรณ์มาใช้เป็นรูปทรงที่ไม่สามารถวิเคราะห์ได้อย่างแม่นยำ
- ▶ เพื่อต้านทานแรงที่เราไม่สามารถคาดคะเนได้อย่างถูกต้อง
- ▶ ในทุกวิถีทางเพื่อให้คนในสังคมทั่วไปไม่สงสัยในขั้นตอนการทำงานของเรา
- ▶ **รับผิดชอบผลงานไปตลอดชีวิต (ของเราหรือโครงสร้าง)**



Structural Design Concept

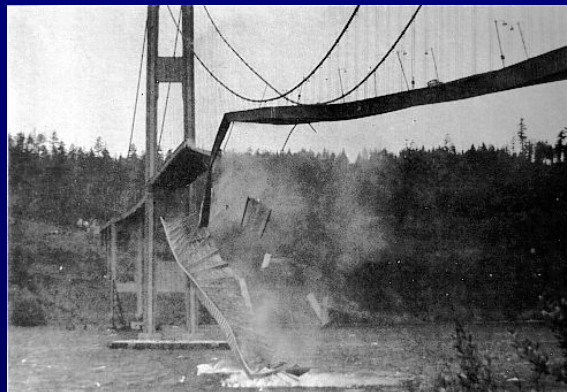
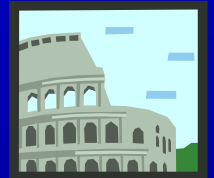
■ **Stability**

■ **Safety**

■ **Serviceability**

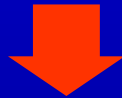
■ **Economy**

■ **Environment**

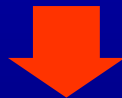


LIFE-CYCLE OF STRUCTURE

New Design



Construction



**Maintenance / Repairs /
Renovation**



Removal / Failure

**Traditional
activities**

**Less
competitors**



โรงแรมรอยัลพลาซ่า นครราชสีมา



ห้างสรรพสินค้าเซ็นทรัลเวิลด์

20 พ.ค. 2553

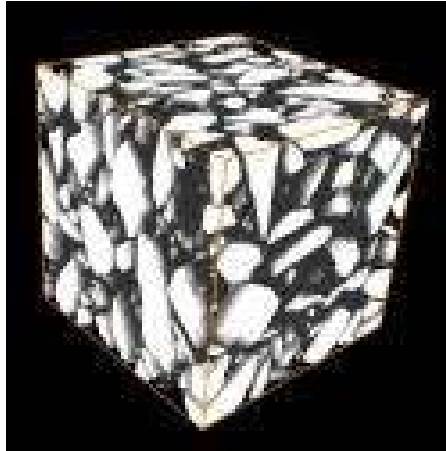


Concrete & Steel Properties

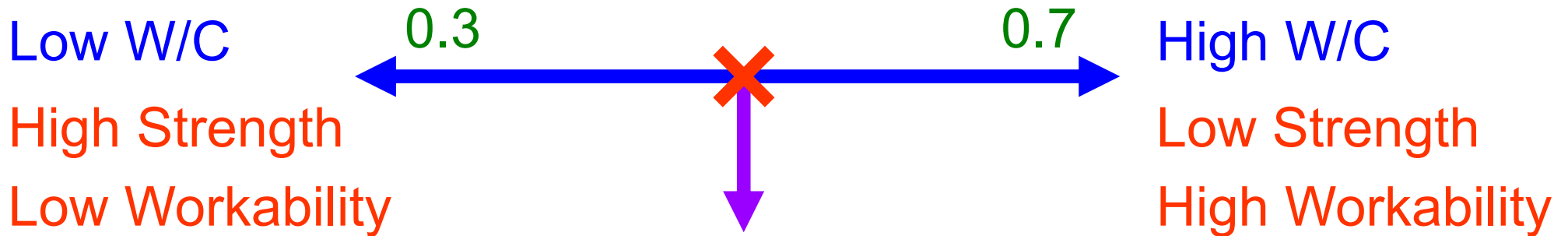


What is Concrete?

Concrete is a mix of :



Water Cement Ratio (W/C) :

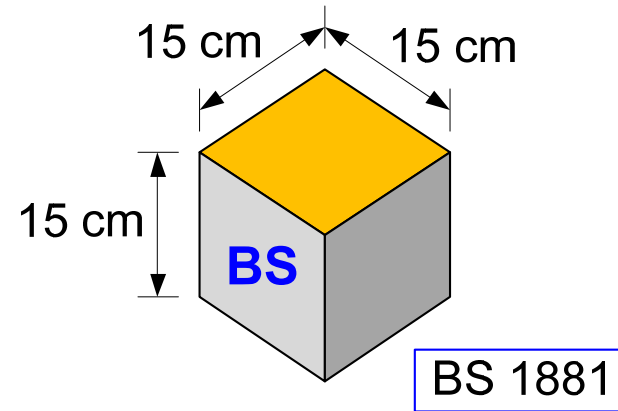
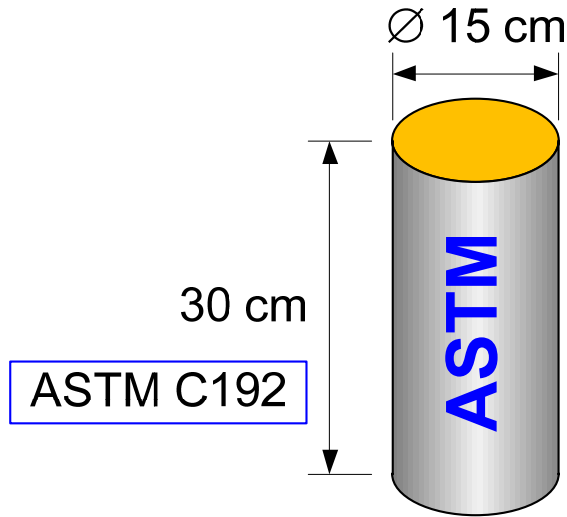


Optimal ratios obtained
by trial and experience



Compressive Strength of Concrete

f'_c compression test of standard cylinder at 28 days



$$(f'_c)_{ASTM} \cong 0.85(f'_c)_{BS}$$

Normal used: 210, 240, 280, 320 kg/cm²

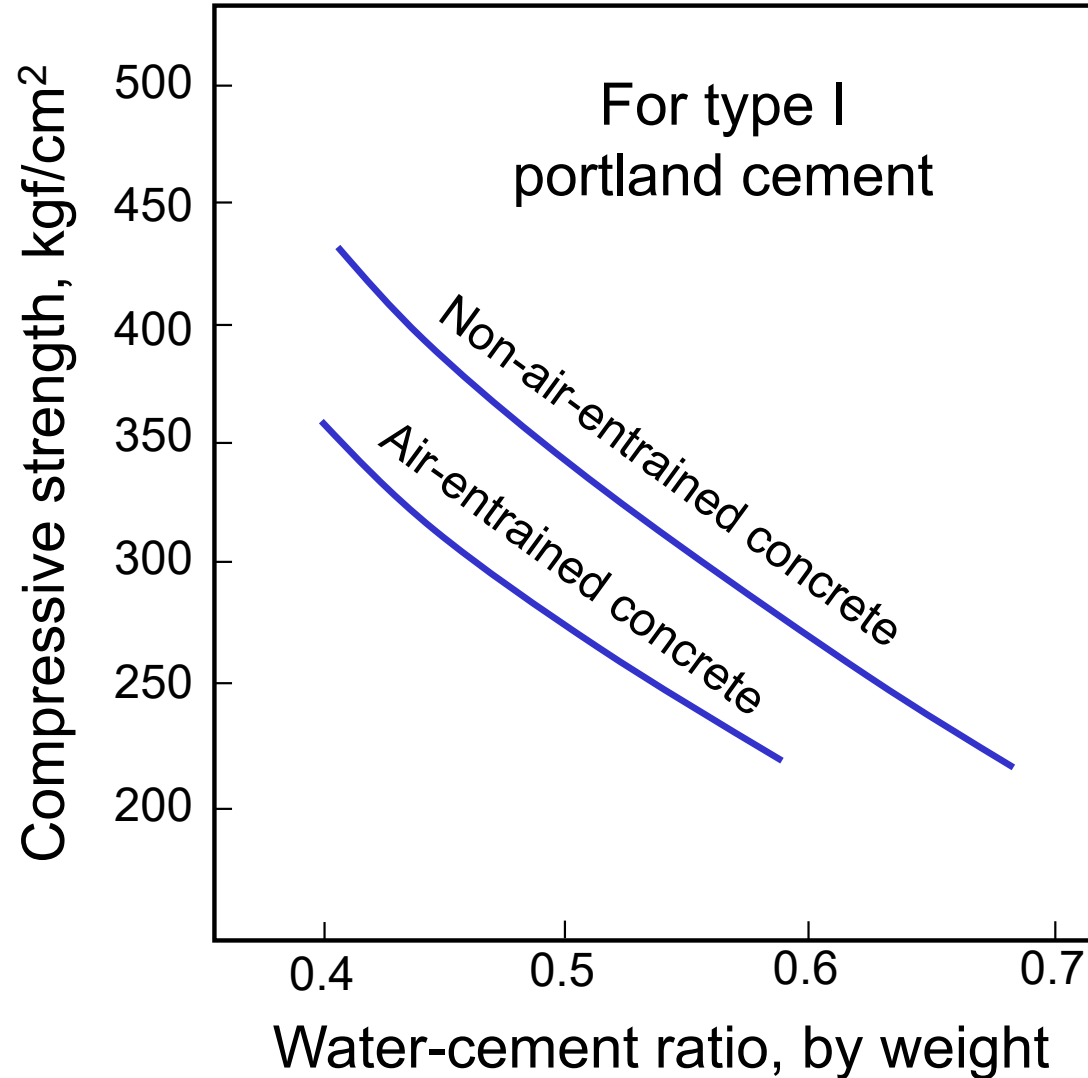
High strength: 350 - 700 kg/cm²

พ.ร.บ. ควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 : < 150 kg/cm²



Effect of water-cement ratio

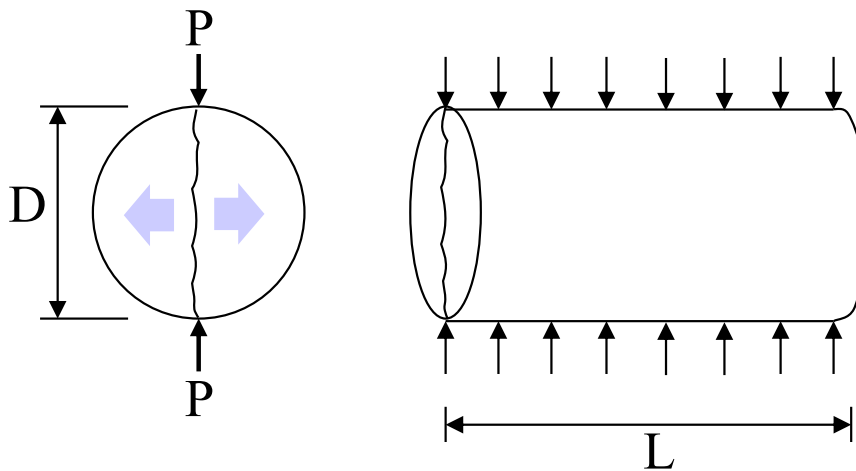
on 28 days compressive strength



Tensile Strength of Concrete

- Greatly affects cracking in structures.
- Tensile strength is about 10-15% of compressive strength.

Splitting Tensile Test (ASTM C496):



$$f_{ct} = \frac{2P}{\pi LD}$$

$f_{ct} \approx 1.59 - 1.86 \sqrt{f'_c}$ kgf/cm² for normal-weight concrete

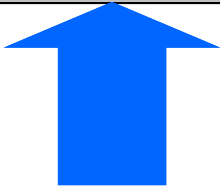
$f_{ct} \approx 1.33 - 1.59 \sqrt{f'_c}$ kgf/cm² for light-weight concrete



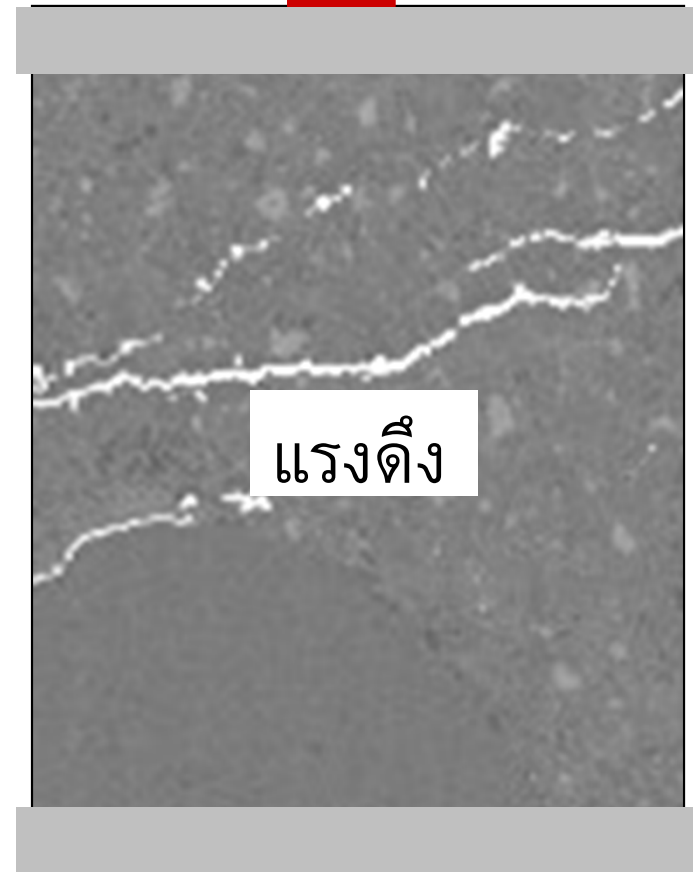
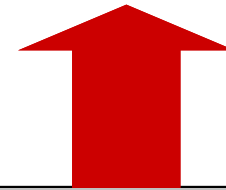
คอนกรีตรับแรงอัดได้สูง



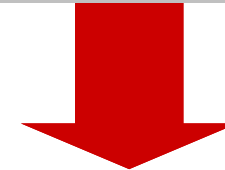
แรงกด



คอนกรีตรับแรงดึงได้น้อย

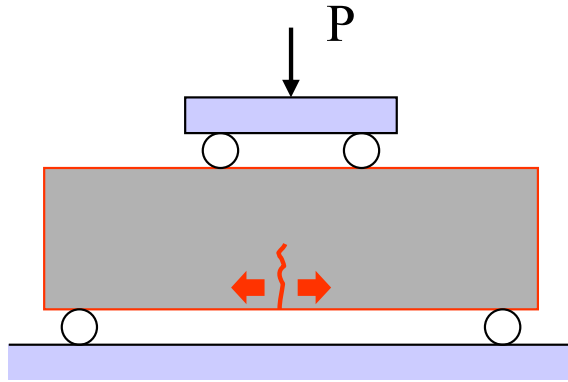


แรงดึง



Tensile Strength in Flexure

Standard Beam Test (ASTM C78):



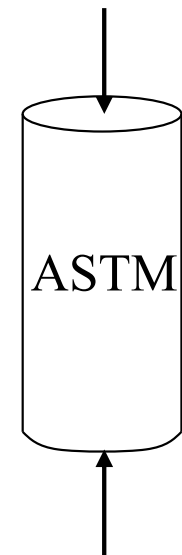
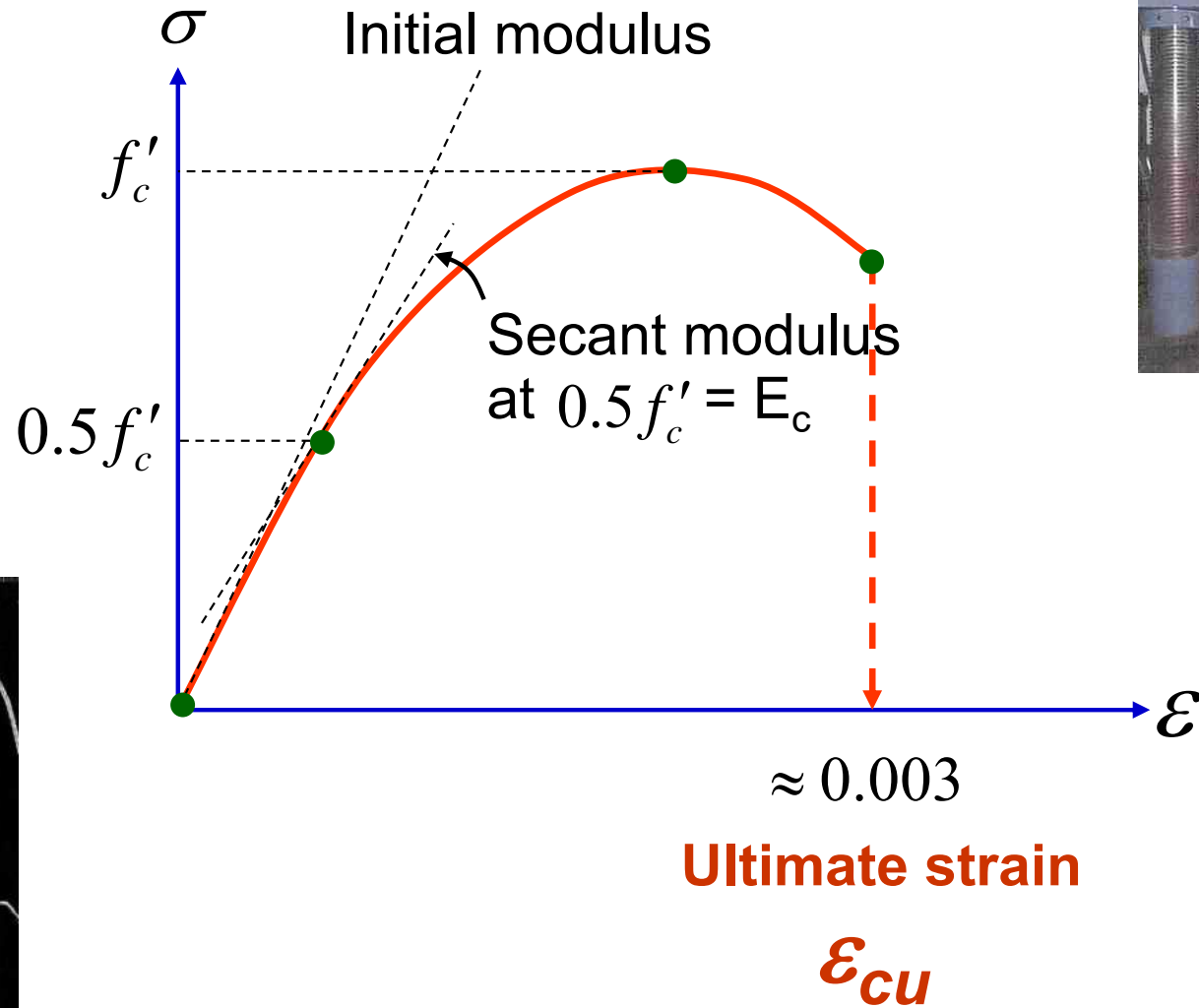
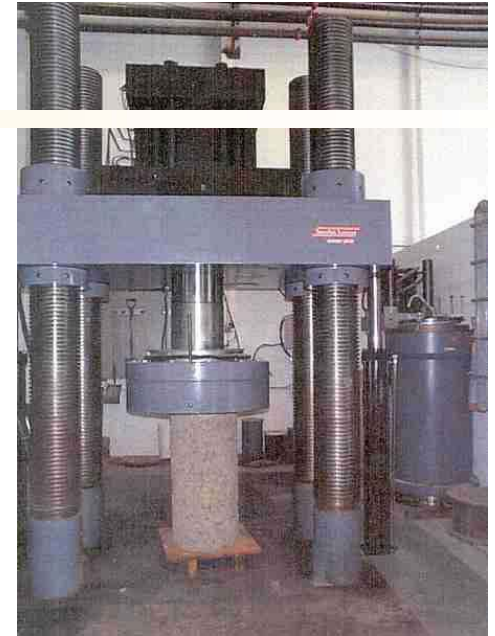
$$f_r = \frac{Mc}{I} = \text{Modulus of rupture}$$

Practical choice for design purposes

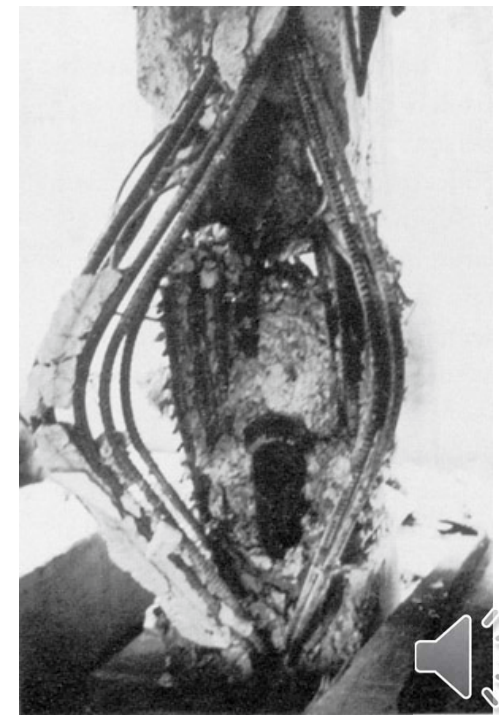
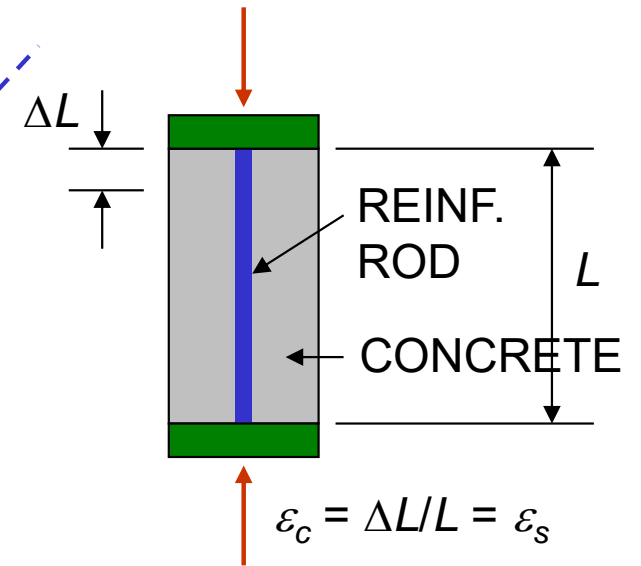
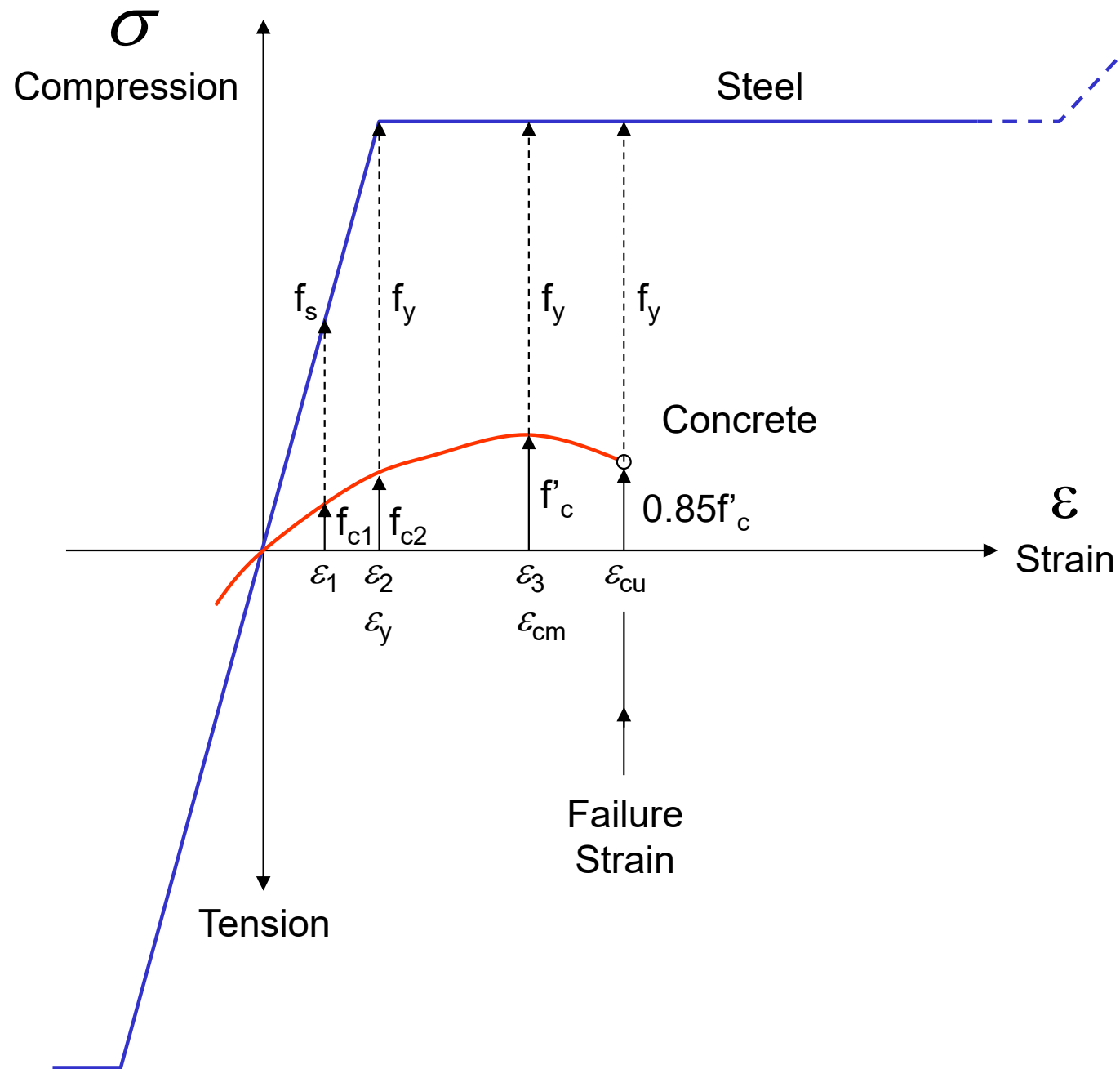
$$f_r = 7.5\sqrt{f'_c} \text{ psi} = 2.0\sqrt{f'_c} \text{ ksc}$$



Stress-Strain Relationship of Concrete



Concrete & Steel Strength-Deformations



Modulus of elasticity

- ▶ โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต E_c อาจคำนวณได้จากค่า

$$E_c = 4270 w_c^{1.5} \sqrt{f'_c} \quad (\text{กก./ชม.}^2)$$

สำหรับคอนกรีตน้ำหนัก $w_c = 1.45 - 2.48$ ตัน/ม.³

และอาจใช้ค่า $E_c = 15,100 \sqrt{f'_c}$ (กก./ชม.²)

สำหรับคอนกรีตน้ำหนักปกติ $w_c = 2.32$ ตัน/ม.³

- ▶ โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กเสริม E_s อาจใช้ค่าเท่ากับ

$$E_s = 2,040,000 \quad (\text{กก./ชม.}^2)$$



Concrete Weight

Plain concrete = 2.323 t/m³

Steel = 7.850 t/m³

Reinforced concrete = 2.400 t/m³

Lightweight concrete = 1.6 - 2.0 t/m³



Steel Reinforcement



Round Bar (เหล็กกลมผิวเรียบ)

SR24: $F_y = 2,400$ ksc, $F_u = 3,900$ ksc

Deformed Bar (เหล็กข้ออ้อย)

SD30: $F_y = 3,000$ ksc, $F_u = 4,900$ ksc

SD40: $F_y = 4,000$ ksc, $F_u = 5,700$ ksc

SD50: $F_y = 5,000$ ksc, $F_u = 6,300$ ksc



Standard Reinforcing Bar Dimension and Weight

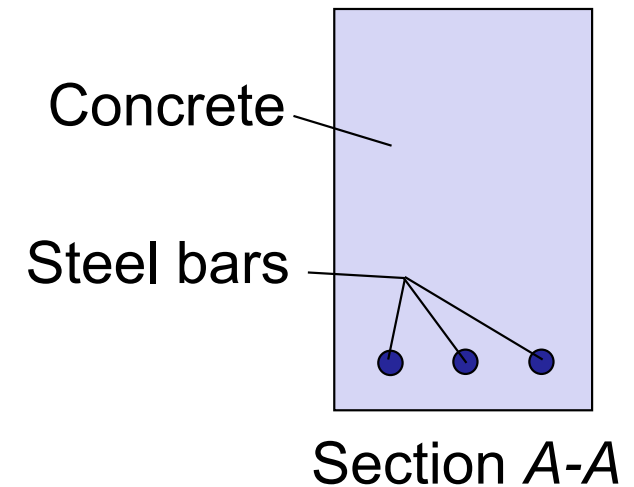
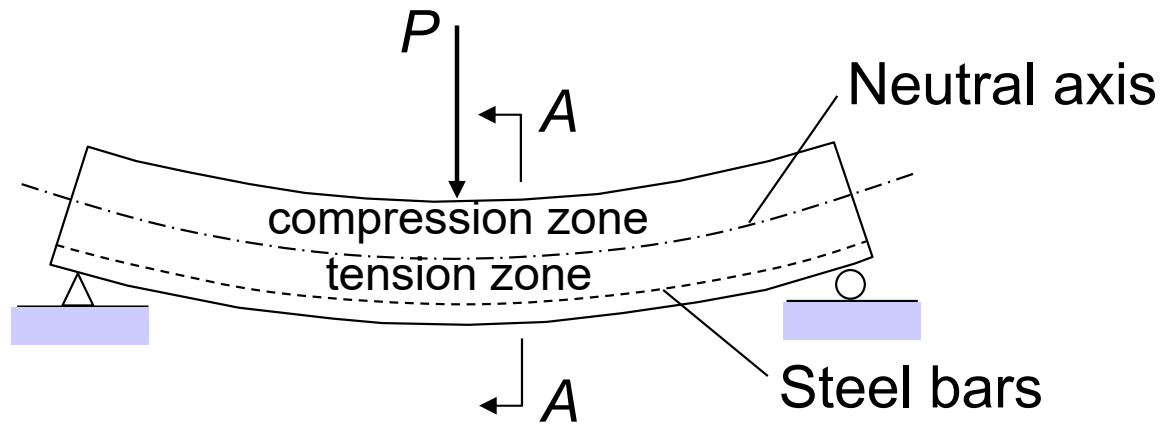
BAR SIZE (mm)	AREA (cm²)	WEIGHT (kg/m)	PERIMETER (cm)
RB6	.283	.222	1.89
RB9	.636	.499	2.83
DB10	.785	.617	3.14
DB12	1.13	.888	3.77
DB16	2.01	1.58	5.03
DB20	3.14	2.23	5.97
DB25	4.91	3.85	7.86
DB28	6.16	4.83	8.80
DB32	8.04	6.31	10.06



Reinforced Concrete



Reinforced Concrete Structures



Concrete: high compressive strength
but low tensile strength

Steel bars: embedded in concrete (reinforcing)
provide tensile strength

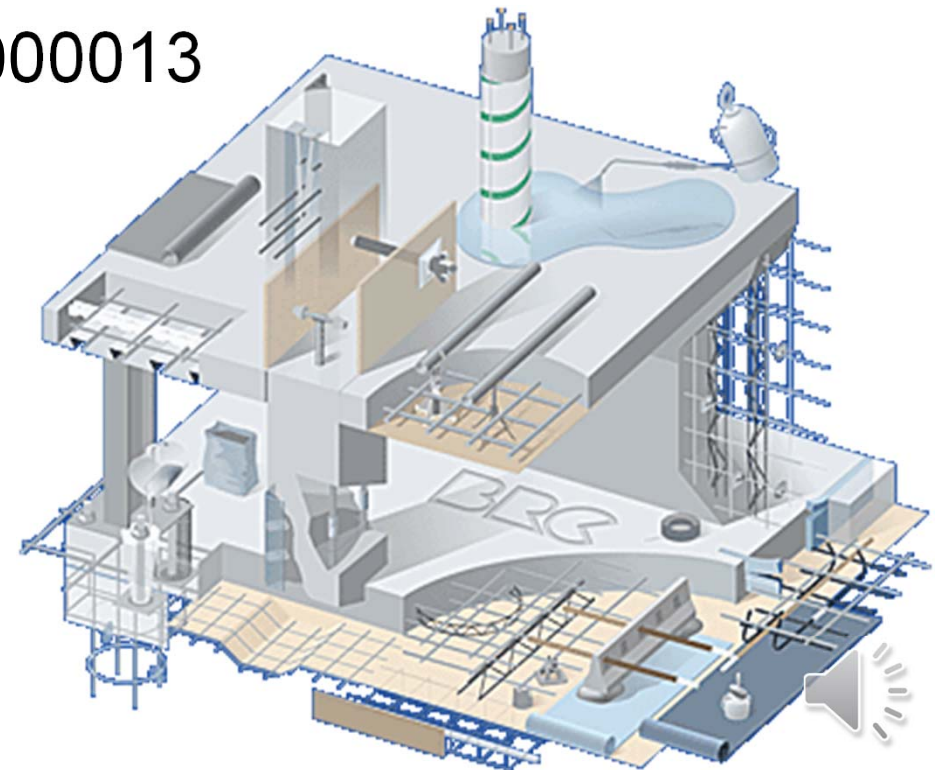
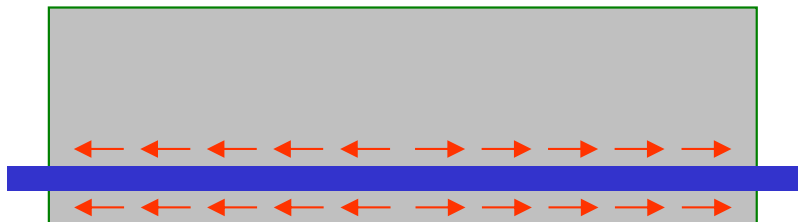


Steel and Concrete in Combination

- (1) Bond between steel and concrete prevents slip of the steel bars.
- (2) Concrete covering prevent water intrusion and bar corrosion.
- (3) Similar rate of thermal expansion,

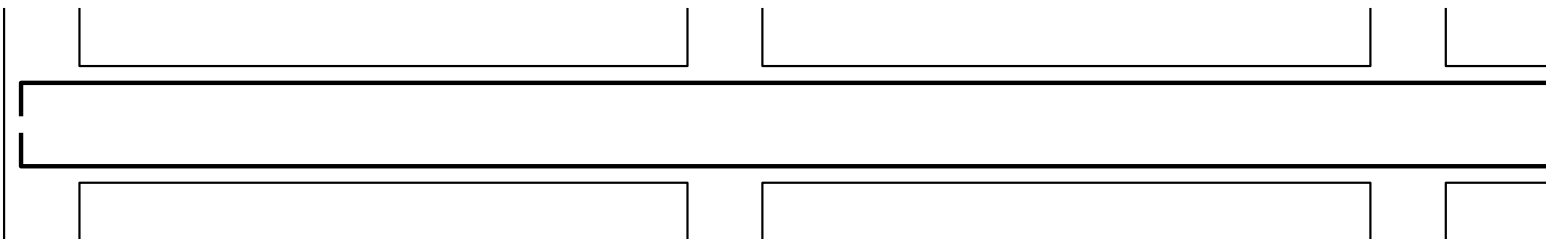
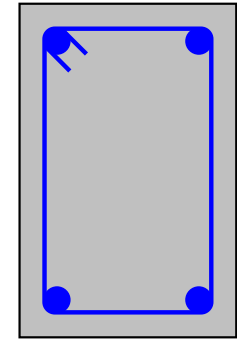
Concrete: 0.000010 - 0.000013

Steel: 0.000012



WHY Reinforced Concrete?

- ▶ Concrete is cheaper than steel
- ▶ Good combination of Concrete & Steel
- ▶ Durability from concrete covering
- ▶ Continuity from monolithic joint



Disadvantages of RC

- ▶ Construction time
- ▶ Concrete Quality Control
- ▶ Cracking of Concrete

