



โรงแรมแอมบาสเดอร์, สุขุมวิท จัดโดย ส่วนพัฒนากายภาพ,
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 7 พฤษภาคม 2562.

เทคนิคการดำเนินงานก่อสร้าง (สำหรับผู้ที่ไม่ใช่วิศวกรโยธา) เพื่อป้องกันการวิบัติจาก น้ำหนักบรรทุกและวิบัติภัย

ดร.ภาณุวัฒน์ จ้อยกลัด

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประจำภาควิชาวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม มศว

ผู้ช่วยอธิการบดี ฝ่ายพัฒนากายภาพและสิ่งแวดล้อม มศว

สามัญวิศวกรโยธา และผู้ชำนาญการพิเศษ สภาวิศวกร

ประธาน สาขาคอนกรีตวัสดุและการก่อสร้าง สมาคมคอนกรีตแห่งประเทศไทย

อดีตประธานอนุกรรมการ คอนกรีตและวัสดุ วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ฯ

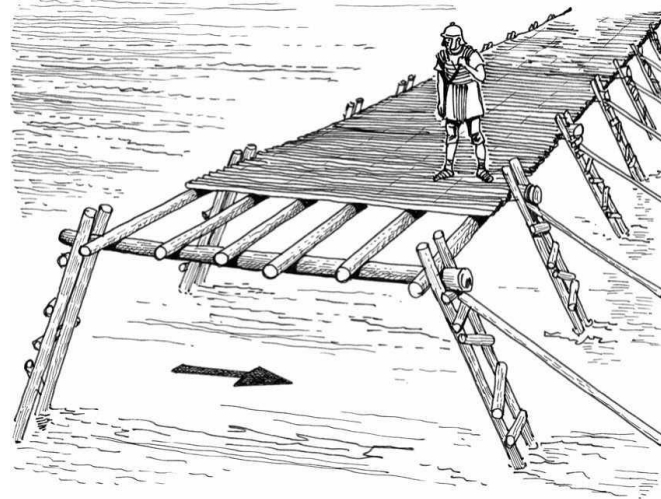
หัวข้อการบรรยาย

- รู้จักวิศวกรโยธา
- วิศวกรรมควบคุม และกฎหมายทางวิศวกรรม
- น้ำหนักบรรทุก
- การควบคุมงานเสาเข็มและฐานราก
- การควบคุมงานคอนกรีต

ตอนที่ 1

รู้จักวิศวกรรมโยธา

รู้จักวิศวกรโยธา

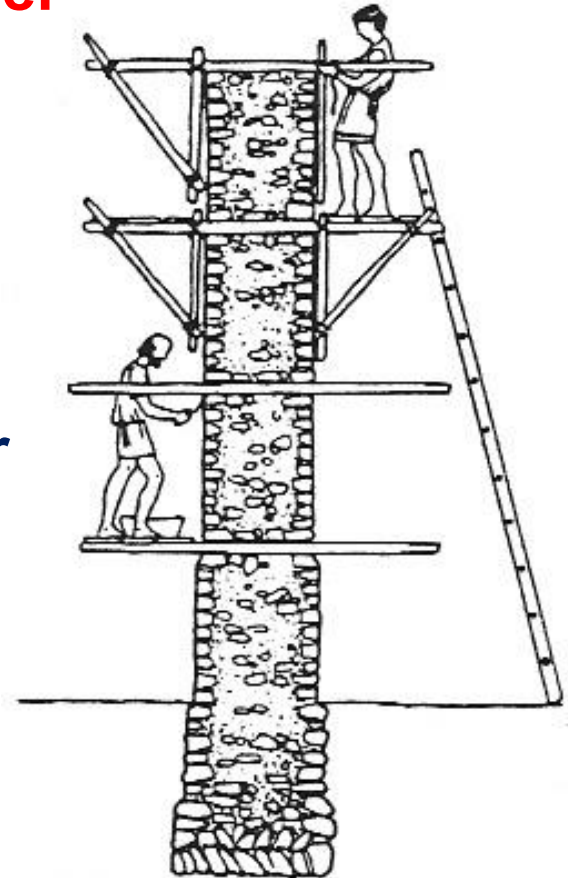


ความเป็นมาของศาสตร์ที่เก่าแก่

Military Engineer

To

Civil Engineer



รู้จักวิศวกรโยธา

สภาวิชาชีพ/สมาคมที่เกี่ยวข้อง



- รับรองปริญญาทางวิศวกรรมโยธา
- กำกับดูแล (ออก/ระงับ ใบอนุญาต) ของวิศวกร
ภาคีวิศวกรโยธาสпе殊
ภาคีวิศวกรโยธา (ภย.)
สามัญวิศวกรโยธา (สย.)
วุฒิวิศวกรโยธา (วย.)



- ให้ความรู้ทางวิศวกรรม
- อบรมสัมมนา
- ให้บริการความรู้ทางวิศวกรรม

รู้จักวิศวกรโยธา

ระดับของวิศวกร 4 ประเภท
เมื่อแบ่งตามทักษะการทำงาน
ประกอบด้วย



รู้จักวิศวกรโยธา

When Building Stand = Good Architect !

When Building Collapsed = Bad Engineer



ตึกรอยัลพลาซ่าถล่ม เมื่อปี 2538 เนื่องจากการต่อเสริม
อาคารอย่างไม่ถูกต้อง มีผู้เสียชีวิตกว่า 500 คน



ตอนที่ 2

วิศวกรรมควบคุม

วิศวกรรมควบคุม

พรบ ที่เกี่ยวข้องกั้งงานวิศวกรรม



กฎกระทรวง

กำหนดสาขาวิชาชีพอวิศวกรรมและวิชาชีพอวิศวกรรมควบคุม

พ.ศ. ๒๕๕๐

วิศวกรรมควบคุม



กฎกระทรวง

พรบ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิศวกรรม

กำหนดสาขาวิชาชีพวิศวกรรมและวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม

พ.ศ. ๒๕๕๐

ข้อ ๑ ให้กำหนดเพิ่มเติมสาขาวิศวกรรมดังต่อไปนี้เป็นวิชาชีพวิศวกรรม

(๑) วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

(๒) วิศวกรรมเคมี

ข้อ ๒ ให้วิชาชีพวิศวกรรมในสาขาดังต่อไปนี้เป็นวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม

(๑) วิศวกรรมโยธา

(๒) วิศวกรรมเหมืองแร่

(๓) วิศวกรรมเครื่องกล

(๔) วิศวกรรมไฟฟ้า

(๕) วิศวกรรมอุตสาหการ

(๖) วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

(๗) วิศวกรรมเคมี

วิศวกรรมควบคุม



กฎกระทรวง

กำหนดสาขาวิชาชีพวิศวกรรมและวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม

พ.ศ. ๒๕๕๐

ข้อ ๓ งานในวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมแต่ละสาขา มีดังต่อไปนี้

(๑) **งานให้คำปรึกษา** หมายถึง การให้ข้อเสนอแนะ การตรวจวินิจฉัย หรือการตรวจรับรองงาน

(๒) **งานวางโครงการ** หมายถึง การศึกษา การวิเคราะห์หาทางเลือกที่เหมาะสม หรือการวางแผนของโครงการ

(๓) **งานออกแบบและคำนวณ** หมายถึง การใช้หลักวิชาและความชำนาญเพื่อให้ได้มาซึ่งรายละเอียดในการก่อสร้าง การสร้าง การผลิต หรือการวางผังโรงงานและเครื่องจักร โดยมีรายการคำนวณ แสดงเป็นรูป แบบ ข้อกำหนด หรือประมาณการ

(๔) **งานควบคุมการสร้างหรือการผลิต** หมายถึง การอำนวยการควบคุม หรือการควบคุมเกี่ยวกับการก่อสร้าง การสร้าง การผลิต การติดตั้ง การซ่อม การดัดแปลง การรื้อถอนงาน หรือการเคลื่อนย้ายงานให้เป็นไปโดยถูกต้องตามรูป แบบ และข้อกำหนดของหลักวิชาชีพวิศวกรรม

(๕) **งานพิจารณาตรวจสอบ** หมายถึง การค้นคว้า การวิเคราะห์ การทดสอบ การหาข้อมูล และสถิติต่าง ๆ เพื่อใช้เป็นหลักเกณฑ์ หรือประกอบการตรวจสอบวินิจฉัยงาน หรือในการสอบทาน

(๖) **งานอำนวยการใช้** หมายถึง การอำนวยการดูแลการใช้ การบำรุงรักษางาน ทั้งที่เป็นชิ้นงานหรือระบบ ให้เป็นไปโดยถูกต้องตามรูป แบบ และข้อกำหนดของหลักวิชาชีพวิศวกรรม

วิศวกรรมควบคุม



กฏกระทรวง

กำหนดสาขาวิชาชีพวิศวกรรมและวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม

พ.ศ. ๒๕๕๐

ข้อ ๔ ประเภทและขนาดของงานวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมสาขาวิศวกรรมโยชามีดังต่อไปนี้

(๑) อาคารที่มีความสูงตั้งแต่ ๓ ชั้นขึ้นไป หรือโครงสร้างของอาคารที่ชั้นใดชั้นหนึ่งมีความสูงตั้งแต่ ๔ เมตรขึ้นไป หรืออาคารที่มีช่วงคานตั้งแต่ ๕ เมตรขึ้นไป

(๒) อาคารสาธารณะทุกขนาด

(๓) คลังสินค้า ไซโล ห้องเย็น หรืออุ้งฉางที่มีความจุตั้งแต่ ๑๐๐ ลูกบาศก์เมตรขึ้นไป

(๔) โครงสร้างที่มีลักษณะเป็นหอ ปล่อง หรือศาสนวัตถุ เช่น พระพุทธรูปหรือเจดีย์ที่มีความสูงตั้งแต่ ๖ เมตรขึ้นไป

(๕) โครงสร้างสะพานที่มีช่วงระหว่างศูนย์กลางตอม่อช่วงใดช่วงหนึ่งยาวตั้งแต่ ๑๐ เมตรขึ้นไป

(๖) ท่าเทียบเรือหรืออู่เรือสำหรับเรือที่มีระวางขับน้ำตั้งแต่ ๕๐ เมตริกตันขึ้นไป

(๗) ชิ้นส่วนโครงสร้างคอนกรีตหล่อสำเร็จหรือคอนกรีตอัดแรงหล่อสำเร็จทุกชนิดที่มีความยาวตั้งแต่ ๕ เมตรขึ้นไป

วิศวกรรมควบคุม



กฎกระทรวง

กำหนดสาขาวิชาชีพวิศวกรรมและวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม

พ.ศ. ๒๕๕๐

(๘) เสาเข็มคอนกรีตที่มีความยาวตั้งแต่ ๖ เมตรขึ้นไป หรือที่รับน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยตั้งแต่ ๓ เมตริกตันขึ้นไป

(๙) งานเสริมความมั่นคงของฐานรากทุกขนาด

(๑๐) นั่งร้านหรือค้ำยันชั่วคราวที่มีความสูงตั้งแต่ ๔ เมตรขึ้นไป

(๑๑) แบบหล่อคอนกรีตสำหรับเสาที่มีความสูงตั้งแต่ ๔ เมตร หรือคานที่มีช่วงคานตั้งแต่ ๕ เมตรขึ้นไป

(๑๒) โครงสร้างใต้ดิน สิ่งก่อสร้างชั่วคราว กำแพงกันดิน คั่นดินป้องกันน้ำ หรือคลองส่งน้ำที่มีความสูงหรือความลึกตั้งแต่ ๑.๕๐ เมตรขึ้นไป

(๑๓) โครงสร้างของระบบขนส่งสาธารณะ ทางรถสาธารณะ หรือทางวิ่งสนามบินทุกขนาด

(๑๔) ทางรถไฟ ทางรถรางสาธารณะ ทางหลวง ทางสาธารณะ หรือทางวิ่งสนามบินทุกขนาด

(๑๕) เขื่อน ฝาย อุโมงค์ ท่อระบายน้ำ หรือระบบชลประทานที่มีความสูงตั้งแต่ ๑.๕๐ เมตรขึ้นไป หรือมีความจุตั้งแต่ ๕๐ ลูกบาศก์เมตรขึ้นไป หรือที่มีอัตราการไหลของน้ำตั้งแต่ ๑ ลูกบาศก์เมตรต่อวินาทีขึ้นไป

วิศวกรรมควบคุม



กฎกระทรวง

กำหนดสาขาวิชาชีพวิศวกรรมและวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม

พ.ศ. ๒๕๕๐

(๑๖) โครงสร้างที่มีการกักของไหล เช่น ถังเก็บน้ำ ถังเก็บน้ำมัน อุโมงค์ส่งน้ำ หรือสระว่ายน้ำ ที่มีความจุตั้งแต่ ๕๐ ลูกบาศก์เมตรขึ้นไป

(๑๗) ท่อส่งน้ำ ท่อระบายน้ำ หรือช่องระบายน้ำที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ ๐.๘๐ เมตรขึ้นไป หรือพื้นที่หน้าตัดตั้งแต่ ๐.๕๐ ตารางเมตรขึ้นไปและมีโครงสร้างรองรับ หรือมีความยาวตั้งแต่ ๑๐๐ เมตรขึ้นไป

(๑๘) ระบบชลประทานที่มีพื้นที่ชลประทานตั้งแต่ ๕๐๐ ไร่ต่อโครงการขึ้นไป

(๑๙) ป้ายหรือสิ่งก่อสร้างขึ้นสำหรับติดหรือตั้งป้ายที่มีพื้นที่ตั้งแต่ ๕๐ ตารางเมตรขึ้นไปและมีความสูงจากพื้นดินตั้งแต่ ๑๕ เมตรขึ้นไป หรือป้ายหรือสิ่งก่อสร้างขึ้นสำหรับติดหรือตั้งป้ายที่มีพื้นที่ตั้งแต่ ๒๕ ตารางเมตรขึ้นไปที่ตั้งอยู่บนหลังคา คาดฟ้า หรือกันสาด หรือที่ติดกับส่วนใดส่วนหนึ่งของอาคาร

(๒๐) อัฒจันทร์ที่มีพื้นที่ตั้งแต่ ๑,๐๐๐ ตารางเมตรขึ้นไป

(๒๑) โครงสร้างสำหรับใช้ในการรับส่งหรือติดตั้งอุปกรณ์รับส่งวิทยุหรือโทรทัศน์ที่มีความสูงจากระดับฐานของโครงสร้างตั้งแต่ ๒๕ เมตรขึ้นไป หรือที่มีน้ำหนักตั้งแต่ ๒๐๐ กิโลกรัมขึ้นไป

วิศวกรรมควบคุม

“อาคารสาธารณะ” ตามกฎกระทรวงฉบับที่ 4 (พ.ศ.2526) และกฎกระทรวงฉบับที่ 55 (พ.ศ.2543) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 หมายความว่า **อาคารที่ใช้เพื่อประโยชน์ในการชุมนุมคนได้โดยทั่วไป เพื่อกิจกรรมทางราชการ การเมือง การศึกษา การศาสนา การสังคม การนันทนาการหรือ การพาณิชยกรรม เช่น โรงมหรสพ หอประชุม โรงแรม โรงพยาบาล สถานศึกษา หอสมุด สนามกีฬากลางแจ้ง สถานที่กีฬาในร่ม ตลาด ห้างสรรพสินค้า ศูนย์การค้า สถานบริการ ท่าอากาศยาน อุโมงค์ สะพาน อาคารจอดรถ สถานีรถ ท่าจอดเรือ โป๊ะจอดเรือ สุสาน ฼าปนสถาน ศาสนสถาน เป็นต้น**

วิศวกรรมควบคุม

พรบ ที่เกี่ยวข้องกั้งงานวิศวกรรม



กฎกระทรวง

ฉบับที่ ๑๑ (พ.ศ. ๒๕๒๘)

ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร

พ.ศ. ๒๕๒๒

วิศวกรรมควบคุม



กฎกระทรวง

ฉบับที่ ๑๑ (พ.ศ. ๒๕๒๘)

ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร

พ.ศ. ๒๕๒๒

พรบ ที่เกี่ยวข้องกั้งงานวิศวกรรม

ข้อ ๑ การกระทำดังต่อไปนี้ ไม่ถือเป็นการดัดแปลงอาคาร คือ

(๑) การเปลี่ยนโครงสร้างของอาคารโดยใช้วัสดุขนาด จำนวน และชนิดเดียวกับของเดิม เว้นแต่การเปลี่ยนโครงสร้างของอาคารที่เป็น คอนกรีตเสริมเหล็ก คอนกรีตอัดแรง หรือเหล็กโครงสร้างรูปพรรณ

(๒) การเปลี่ยนส่วนต่าง ๆ ของอาคารที่ไม่เป็นโครงสร้างของอาคาร โดยใช้วัสดุชนิดเดียวกับของเดิม หรือวัสดุชนิดอื่นซึ่งไม่เป็นการเพิ่มน้ำหนักให้แก่โครงสร้างของอาคารเดิมส่วนหนึ่งส่วนใดเกินร้อยละสิบ

วิศวกรรมควบคุม



กฎกระทรวง

ฉบับที่ ๑๑ (พ.ศ. ๒๕๒๘)

ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร

พ.ศ. ๒๕๒๒

พรบ ที่เกี่ยวข้องกั้งงานวิศวกรรม

(๓) การเปลี่ยนแปลง การต่อเติม การเพิ่ม การลด หรือการขยายซึ่งลักษณะขอบเขต แบบ รูปทรง สัดส่วน น้ำหนัก เนื้อของส่วนต่าง ๆ ของอาคารที่ไม่เป็นโครงสร้างของอาคาร ซึ่งไม่เป็นการเพิ่มน้ำหนักให้แก่โครงสร้างของอาคารเดิมส่วนหนึ่งส่วนใดเกินร้อยละสิบ

(๔) การลดหรือการขยายเนื้อที่ของพนชนหนึ่งชนใด ให้มีเนื้อที่น้อยลงหรือมากขึ้น รวมกันไม่เกินห้าตารางเมตร โดยไม่ลดหรือเพิ่มจำนวนเสาหรือคาน หรือ

(๕) การลดหรือการขยายเนื้อที่ของหลังคา ให้มีเนื้อที่มากขึ้น รวมกันไม่เกินห้าตารางเมตร โดยไม่ลดหรือเพิ่มจำนวนเสาหรือคาน

วิศวกรรมควบคุม

ตามมาตรา 26 ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522 กำหนดไว้ดังนี้

ในกรณีที่ **การก่อสร้าง ดัดแปลง รื้อถอน หรือเคลื่อนย้ายอาคาร** ที่ขออนุญาตนั้นมีลักษณะหรืออยู่ในประเภทที่ได้กำหนดเป็นวิชาชีพ วิศวกรรมควบคุมตามกฎหมายว่าด้วย วิชาชีพวิศวกรรมหรือเป็นวิชาชีพ สถาปัตยกรรมควบคุม ตามกฎหมายว่าด้วยวิชาชีพสถาปัตยกรรม **ถ้าวิศวกร** หรือสถาปนิกผู้รับผิดชอบในการนั้นตามที่ระบุไว้ในคำขอ **มิได้เป็นผู้ได้รับใบอนุญาต** ให้ ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมหรือวิชาชีพ สถาปัตยกรรมควบคุมตามกฎหมายดังกล่าว แล้วแต่กรณีให้เจ้าพนักงานท้องถิ่นปฏิเสธ **ไม่รับพิจารณาคำขออนั้น**

วิศวกรรมควบคุม

พรบ ที่เกี่ยวข้องกั้งงานวิศวกรรม



ข้อบังคับสภาวิศวกร

ว่าด้วยหลักเกณฑ์และคุณสมบัติของผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมแต่ละระดับ

สาขาวิศวกรรมโยธา

พ.ศ. ๒๕๕๑

วิศวกรรมควบคุม

ข้อบังคับสภาวิศวกร

ว่าด้วยหลักเกณฑ์และคุณสมบัติของผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมแต่ละระดับ

สาขาวิศวกรรมโยธา

พ.ศ. ๒๕๕๑

ข้อ ๔ ให้ผู้ได้รับใบอนุญาตเป็นผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม สาขาวิศวกรรมโยธา

ระดับวุฒิวิศวกร

ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม สาขาวิศวกรรมโยธา

ได้ทำงาน ทุกประเภท

และทุกขนาด

ข้อ ๕ ให้ผู้ได้รับใบอนุญาตเป็นผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม สาขาวิศวกรรมโยธา

ระดับสามัญวิศวกร

ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม สาขาวิศวกรรมโยธา ได้เฉพาะงานวางโครงการ

งานออกแบบและคำนวณ งานควบคุมการสร้างหรือการผลิต งานพิจารณาตรวจสอบ หรืองาน

อำนวยความสะดวก ใช้ ทุกประเภทและทุกขนาด ยกเว้น งานให้คำปรึกษา !

วิศวกรรมควบคุม

ข้อบังคับสภาวิศวกร

ว่าด้วยหลักเกณฑ์และคุณสมบัติของผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมแต่ละระดับ

สาขาวิศวกรรมโยธา

พ.ศ. ๒๕๕๑

ข้อ ๖ ให้ผู้ได้รับใบอนุญาตเป็นผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม สาขาวิศวกรรมโยธา
ระดับภาคีวิศวกร ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม สาขาวิศวกรรมโยธา ได้เฉพาะงาน ประเภท
และขนาดดังนี้

(๑) งานออกแบบและคำนวณ

(ก) อาคารที่มีความสูงไม่เกิน ๔ ชั้น หรือโครงสร้างของอาคารที่ชั้นใดชั้นหนึ่งมีความสูง
ไม่เกิน ๕ เมตร หรืออาคารที่มีช่วงคานยาวทุกขนาด

(ข) คลังสินค้า ไซโล ห้องเย็น หรือถังจางที่มีความจุไม่เกิน ๑,๐๐๐ ลูกบาศก์เมตร

(ค) โครงสร้างที่มีลักษณะเป็นหอ ปล่อง หรือศาสนวัตถุ เช่น พระพุทธรูป หรือเจดีย์
ที่มีความสูงไม่เกิน ๑๕ เมตร

(ง) นั่งร้านหรือค้ำยันชั่วคราวที่มีความสูงไม่เกิน ๒๕ เมตร

วิศวกรรมควบคุม

ข้อบังคับสภาวิศวกร

ว่าด้วยหลักเกณฑ์และคุณสมบัติของผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมแต่ละระดับ

สาขาวิศวกรรมโยธา

พ.ศ. ๒๕๕๑

(๒) งานควบคุมการสร้างหรือการผลิต

(ก) อาคารที่มีความสูงไม่เกิน ๘ ชั้น

(ข) อาคารสาธารณะที่มีความสูงไม่เกิน ๘ ชั้น

(ค) คลังสินค้า ไซโล ห้องเย็น หรืออุ้งนางทุกขนาด

(ง) โครงสร้างที่มีลักษณะเป็นหอ ปล่อง ที่มีความสูงไม่เกิน ๔๐ เมตร หรือศาสนวัตถุ

เช่น พระพุทธรูป หรือเจดีย์ ที่มีความสูงไม่เกิน ๒๓ เมตร

(จ) โครงสร้างสะพานที่มีช่วงระหว่างศูนย์กลางตอม่อช่วงใดช่วงหนึ่งยาวไม่เกิน

๑๒ เมตร

(ฉ) ชิ้นส่วนโครงสร้างคอนกรีตหล่อสำเร็จหรือคอนกรีตอัดแรงหล่อสำเร็จรูปทุกชนิด

ที่มีความยาวทุกขนาด

(ช) เสาเข็มคอนกรีตทุกขนาด

(ซ) นั่งร้านหรือค้ำยันชั่วคราวที่มีความสูงไม่เกิน ๔๒ เมตร

ตอนที่ 3

นำหน้านักบรรพบุรุษ

วัสดุวิศวกรรม : กลสมบัติของวัสดุ

- ความถ่วงจำเพาะ



ความถ่วงจำเพาะ SPECIFIC GRAVITY

ถ.พ. ของสาร = $\frac{\text{มวลของสาร}}{\text{น้ำหนักของน้ำที่อุณหภูมิ 4 °C}}$

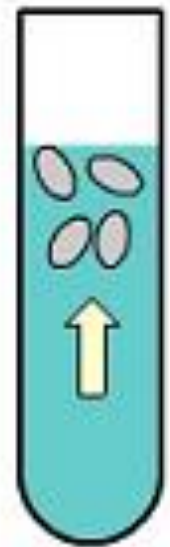
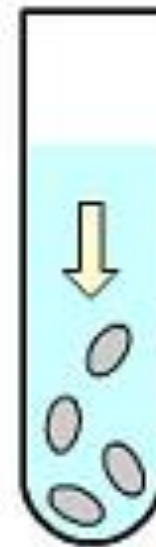
* น้ำที่ใช้เป็นสารมาตรฐานเทียบ ถ.พ.นี้ ใช้ น้ำที่มีอุณหภูมิ 4 °C

ของแข็ง	ถ.พ.	ของเหลว	ถ.พ.
ไม้โอ๊ก OAK	0.8	อีเทอร์ ETHER	0.7
น้ำแข็ง ICE	0.92	น้ำมันเชื้อเพลิง PETROL	0.7
ถ่านหิน COAL	1.3-1.8	แอลกอฮอล์ ALCOHOL	0.8
อะลูมิเนียม	2.7	น้ำมันสน TURPENTINE	0.9
แก้ว GLASS	2.5-3.6	กรดไฮโดรคลอริก	1.2
ตะกั่ว TIN	7.3	กลีเซอรีน GLYCERINE	1.3
เหล็ก IRON	7.9	กรดไนตริก NITRIC ACID	1.5
ทองเหลือง BRASS	8.2-8.7	กรดกำมะถัน	1.8
ทองแดง COPPER	8.2-8.7	ปรอท MERCURY	13.6
เงิน SILVER	10.5		
ตะกั่ว LEAD	11.3		
ทอง GOLD	19.3		

ถ้า ถ.พ. มากกว่า 1

นั่นคือ วัตถุจะจม แต่น้อยกว่า

1 วัตถุจะลอย



(นวมิตร ลีธนมงคล, คู่มือรวมข้อมูลก่อสร้าง, 2538)

วัสดุวิศวกรรม : กลสมบัติของวัสดุ

– หน่วยน้ำหนัก

(หน่วยตร ลีวณมกคส, คู่มือรวมข้อมูลก่อสร้าง, 2538)



หน่วยน้ำหนัก (Unit Weight) นิยามด้วย

$$\gamma = W/V$$

เมื่อ W คือ น้ำหนัก (Weight)

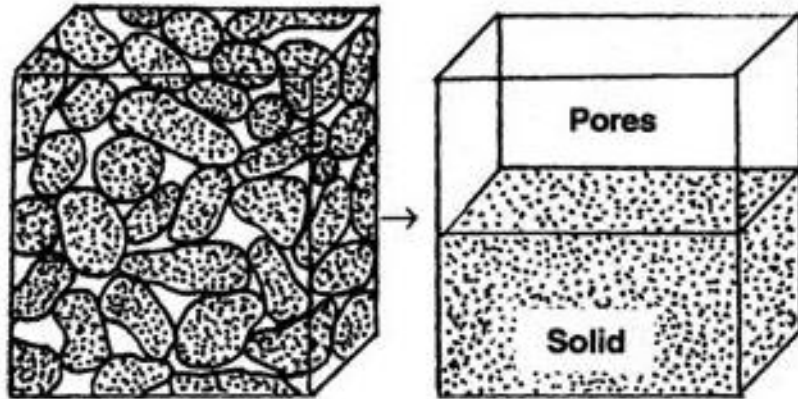
V คือ ปริมาตร (Volume) ที่สมนัยกับน้ำหนักข้างต้น

ชื่อวัสดุ	น้ำหนัก กก./ลบ.ม	ชื่อวัสดุ	น้ำหนัก กก./ลบ.ม	ชื่อวัสดุ	น้ำหนัก กก./ลบ.ม
ปลาทัน	21305	หินอ่อน	2645	แอลกอฮอล์ 100%	1200
ทองคำ	19305	อะลูมิเนียม	2640	กรกมวเรียดค	1200
กังสด	18900	กระจก	2560	โนล่อน	1100
ปรอท	13585	ยิบซัม	2545	ยางสน	1070
ตะกั่ว	11375	แรมบอไซส์	2545	ซีเมนต์	960
เงิน	10510	ซีลคอน	2480	ยางอ่อน	930
โมลิตัน	9000	แอสเบสตอส	2450	น้ำมันพืช	930
นิเกิล	8730	กระเบื้องโพลิน	2400	โซดา 66%	930
ทองเหลือง	8425	หินเทียว	2195	น้ำแข็ง	916
เหล็กเทียว	7830	ซอลท์	2195	น้ำมันแร่	915
ทองแดง	7700	ตะกั่วดำ	2165	ไขมันพาราฟิน	895

ชื่อวัสดุ	น้ำหนัก กก./ลบ.ม	ชื่อวัสดุ	น้ำหนัก กก./ลบ.ม	ชื่อวัสดุ	น้ำหนัก กก./ลบ.ม
ทึบ	7350	คาร์บอน	2065	น้ำมันปิโตรเลียม	880
แมกนีสิ	7305	กระจกซัลเฟอร์	2050	เบนซิน 100%	735
เหล็กหล่อ	7210	ฟอสฟอรัสขาว	1825	ถ่านไฟ	720
สังกะสี	7190	กรกซัลฟริก 87%	1795	แกสโซลีน	670
โครเมียม	6850	บอแร็ค	1745	คอนกรีตเบา	500
พลวง	6665	แมกเนเซียม	1745	ถ่านชาโค	368
วานาเดียม	5605	ถ่านหินแอนโธไซ 1550		ไม้ก๊อก	240
หินฟอสเฟต	3205	กรกไนตริก 91%	1505	หินะ	128
ผลึกแก้ว	2945	ปูนซีเมนต์	1440	พลาสติก พีวีซี	60
หินบาสอลต์	2945	อะซีติก	1440	โพลียูเรเทน	30
หินแกรนิต	2800	ถ่านหินน้ำมัน	1345		
หินเขียวทูนาน	2645	ถ่านลิกไนท์	1250		

วัสดุวิศวกรรม : กลสมบัติของวัสดุ

- หน่วยน้ำหนักงานดิน



bulk density

solid density



(นามิตร ลีวัฒนมงคล, คู่มือรวมข้อมูลก่อสร้าง, 2538)

วัสดุ	น้ำหนัก (กก./ลบ.ม)
น้ำ ที่ 100 °C	958.38
น้ำ ที่ 4 °C	999.99
น้ำฝน หรือน้ำบริสุทธิ์	1000
น้ำทะเล	1025
ดินเหนียวในน้ำ	900-1100
ดินร่วนทั่วไป	1200
ดินร่วนซุย	1280
ดินเหนียวแห้ง	1200-1300
ดินร่วนอัดแน่น	1500
ทรายแห้ง	1500
หินย่อย	1500
กรวด	1600
ดินเหนียวเปียก	1500-1750
ดินเหนียวปนกรวด	1600-1700
ทรายปนกรวด (อัดแน่น)	1700
ทรายเปียก	1680-1850
หินทราย	2400
หินปูน	2550
หินอัคนี	2650

วัสดุวิศวกรรม : กลสมบัติของวัสดุ

- นำหนักแผ่นของวัสดุปู



ชนิดพื้น

น้ำหนัก (กก./ม²)

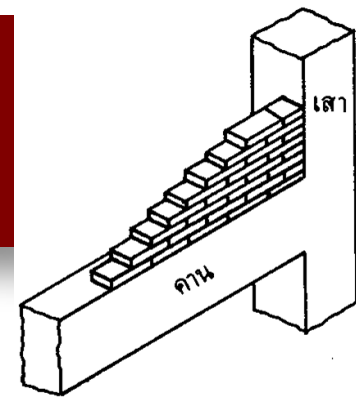
ซีเมนต์ซีคมันหนา 2.5 ซม.	55
คอนกรีตเสริมเหล็กหนา 10 ซม.	240
พื้นไม้สักหนา 1 นิ้ว	18
ปาเก้ไม้สักหนา 1/2 นิ้ว	10
ปาเก้ไม้แดงหนา 1/2 นิ้ว	14
กระเบื้องยางหนา 1.6 มม.	3.4
กระเบื้องยางหนา 2 มม.	4.2
พื้นสำเร็จรูป+อิฐโปรง+คานรูปทึบ+คอนกรีตทับหน้า 3 ซม.	175
พื้นหินขัดหนา 2.5 ซม. รวมการฝังเส้นทองเหลือง	80



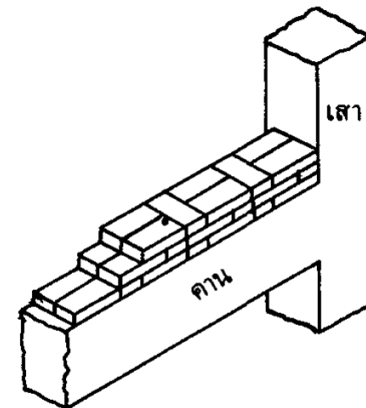
วัสดุวิศวกรรม : กลสมบัติของวัสดุ

– นำหนักแผ่นของวัสดุก่อ

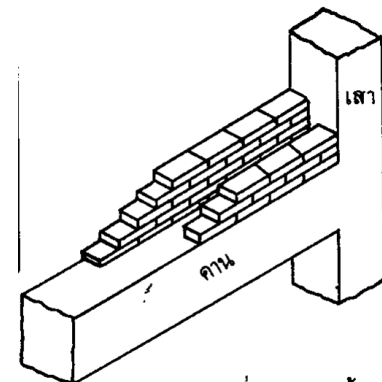
ชนิดผนัง กำแพง	$w_p, \text{kg/m}^2$
ผนังอิฐมวลเบาก่อครึ่งแผ่นฉาบปูน	180
ผนังอิฐมวลเบาก่อเต็มแผ่นฉาบปูน	360
ผนังคอนกรีตบล็อก หนา 7 ซม.	120
ผนังคอนกรีตบล็อก หนา 9 ซม.	160
ฝาไม้ ไม้อัด รวมเกร้า	12 - 30
ฝาเซลโลกริต รวมเกร้า หรือแกนฟางอัด	30
ดินซีเมนต์ขนาดเท่าอิฐบล็อก แต่ตันทั้งแท่ง	170
ผนังอิฐ บางปลากด ก่อครึ่งแผ่น	220
ผนังอิฐ บางปลากด ก่อเต็มแผ่น	440



(ก) กำแพงอิฐมวลเบาก่อครึ่งแผ่น



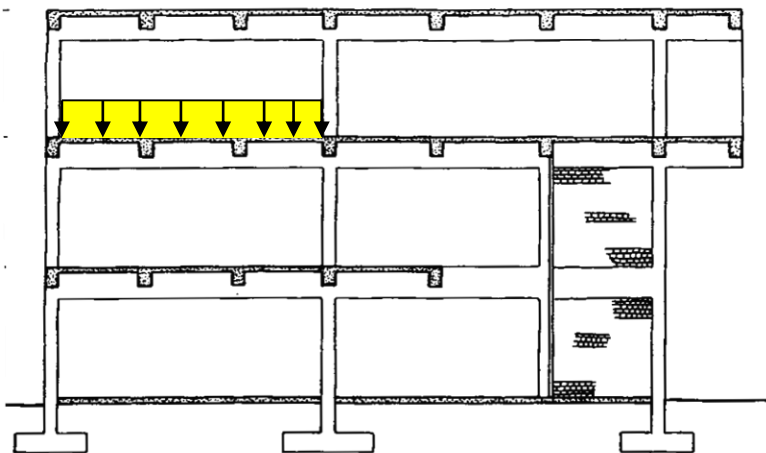
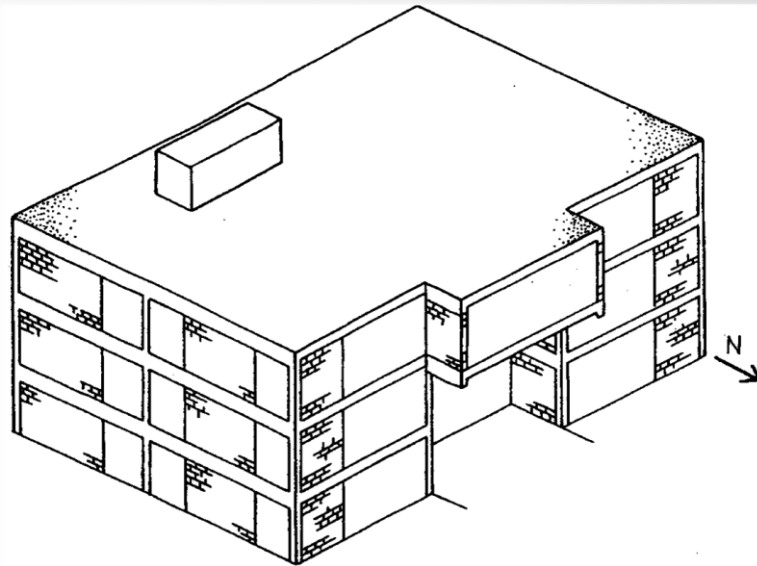
(ข) กำแพงก่ออิฐเต็มแผ่น



(ค) กำแพงอิฐครึ่งแผ่นสองชั้น

(สมศักดิ์ คำปลิว, การออกแบบอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก, 2535)

มาตรฐานออกแบบ/ก่อสร้าง : มาตรฐาน - น้ำหนักบรรทุกออกแบบ



(หน่วย: ลิ่วหนมกคล, คู่มือรวมข้อมูลก่อสร้าง, 2538)

กฎกระทรวงฉบับที่ 6/2527 ตามข้อบัญญัติของ กทม. พ.ศ 2522

ประเภทการใช้อาคาร

น้ำหนักบรรทุก
ไม่ให้น้อยกว่า
(กก./ตร.ม)

1	หลังคา	30
2	กันสาดหรือหลังคาคอนกรีต	100
3	ที่พักอาศัย โรงเรียนอนุบาล ห้องน้ำ ห้องส้วม	150
4	ห้องแถว ตึกแถว อาคารชุด หอพัก โรงแรม ห้องคนใช้	200
5	สำนักงาน ธนาคาร	250
6	ก) อาคารพาณิชย์ส่วนของห้องแถว ตึกแถวที่ใช้เพื่อการพาณิชย์ มหาวิทยาลัย วิทยาลัย โรงเรียน	300
	ข) ห้องโถง บันได ช่องทางเดินของอาคารชุด หอพัก โรงแรม โรงพยาบาล สำนักงาน ธนาคาร	300
7	ก) ตลาด ห้างสรรพสินค้า หอประชุม ห้องอ่านหนังสือ ในหอสมุด โรงมหรสพ ภัตตาคาร ที่จอดรถ	400
	ข) ห้องโถง บันได มหาวิทยาลัย วิทยาลัย โรงเรียน ช่องทางเดินของอาคารพาณิชย์	400
8	ก) คลังสินค้า โรงกีฬา อัฒจันทร์ พิพิธภัณฑ์ โรงพิมพ์ โรงงานอุตสาหกรรม ห้องเก็บเอกสารพิเศษ	500
	ข) ห้องโถงบันได ช่องทางเดินของตลาด ภัตตาคาร ห้างสรรพสินค้า หอประชุม โรงมหรสพ หอสมุด	500
9	ห้องเก็บหนังสือของหอสมุด	600
10	ที่จอดรถหรือเก็บรถยนต์บรรทุกทุกประเภทและรถอื่นๆ	800

หมายเหตุ ■ หากปรากฏว่าพื้นที่ส่วนใดต้องรับน้ำหนักเครื่องจักร หรืออุปกรณ์ หรือน้ำหนักบรรทุกให้ใช้จำนวนที่มากกว่านั้น เฉพาะส่วนที่รองรับน้ำหนักเพิ่มขึ้น

มาตรฐานนอกแบบ/ก่อสร้าง : มาตรฐาน

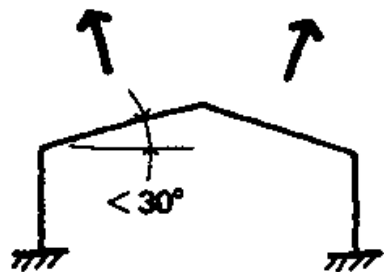
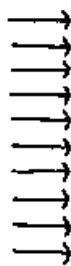
- แรงลมนอกแบบ



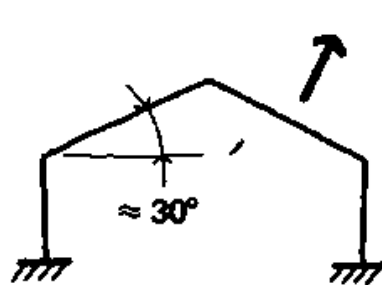
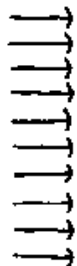
(หน่วยวัด ลีวณหงคส, คู่มือรวมข้อมูลก่อสร้าง, 2538)

หน่วยแรงลม (ตามข้อบัญญัติของ กทม. พ.ศ.2522)

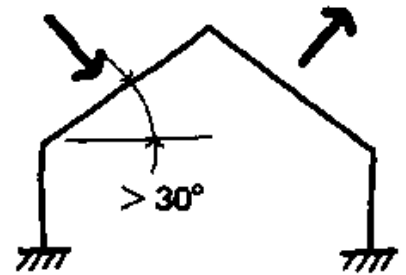
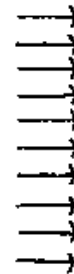
ความสูงของอาคารหรือส่วนของอาคาร	หน่วยแรงลมอย่างน้อย (กก./ตร.ม.)
1 ส่วนสูงของอาคารที่สูงไม่เกิน 10 เมตร	50
2 ส่วนสูงของอาคารที่สูงกว่า 10 เมตรแต่ไม่เกิน 20 เมตร	80
3 ส่วนสูงของอาคารที่สูงกว่า 20 เมตรแต่ไม่เกิน 40 เมตร	120
4 ส่วนสูงของอาคารที่สูงเกินกว่า 40 เมตรขึ้นไป	160



(a)

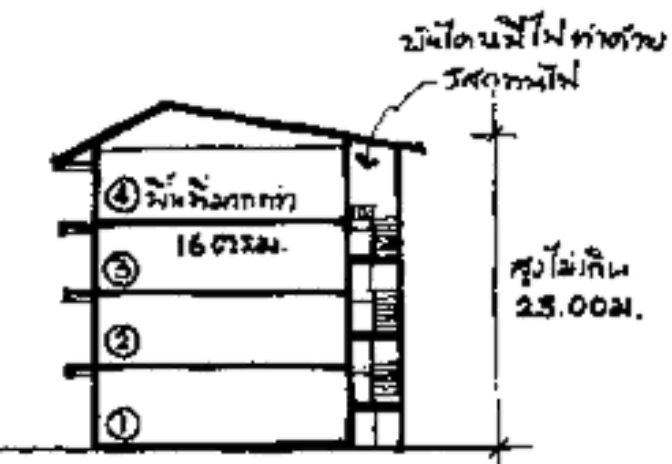
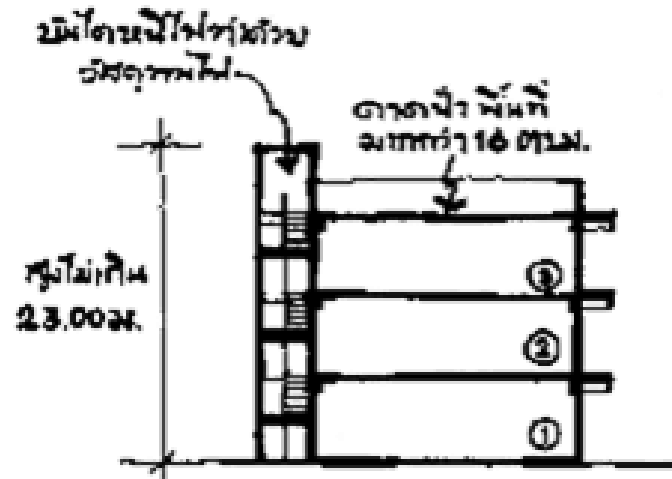


(b)



(c)

มาตรฐานออกแบบ/ก่อสร้าง : มาตรฐาน - อาคารทนไฟ



(นามิตร ลีวัฒนมงคล, คู่มือรวมข้อมูลก่อสร้าง, 2538)

ตามประกาศ กทม. ลงวันที่ 8 พ.ย. 2531

- 1 ตึกแถวที่มีความสูงเกิน 4 ชั้นต้องมีบันไดหนีไฟทุกห้อง
- 2 อนุญาตให้บันไดหนีไฟเป็นแนวดิ่ง สร้างด้วยวัสดุไม่ติดไฟ ติดตั้งในส่วนที่ว่างหลังอาคาร
- 3 ความกว้างบันไดไม่น้อยกว่า 40 ซม. ระยะห่างของขั้นไม่น้อยกว่า 40 ซม. ไม่มากกว่า 60 ซม.
- 4 บันไดชั้นล่างสุดต้องห่างจากพื้นดินไม่เกิน 3.50 ม.
- 5 อาคารที่ไม่ใช่ตึกแถวสูงเกิน 4 ชั้นแต่ไม่เกิน 7 ชั้น ดาดฟ้าต้องมีบันไดหนีไฟภายในและภายนอก กว้างอย่างน้อย 90 ซม. ลูกลอกกว้างไม่น้อยกว่า 22 ซม. ลูกตั้งไม่สูงเกิน 20 ซม. ถ้าต้องมีบันไดหนีไฟ 2 ตัวอนุญาตให้บันไดหลักเป็นบันไดหนีไฟได้ แต่ต้องมีระยะห่างกันสองบันไดไม่เกิน 60 เมตร
- 6 ประตูทางเข้าออกสู่บันไดหนีไฟ ต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า กว้าง×สูง = 80×200 ซม. เป็นบานเปิดไม่ใช่บานเลื่อนและไม่มีธรณีประตู
- 7 อาคารสูงเกิน 7 ชั้น แต่ไม่เกิน 12 ชั้น
 - ก) บันไดหนีไฟต้องสร้างด้วยวัสดุทนไฟ มีผนัง ค.ส.ล. โดยรอบ หนาไม่น้อยกว่า 12 ซม.
 - ข) ถ้าเป็นผนังอิฐหนาไม่น้อยกว่า 20 ซม.
 - ค) ถ้าใช้ผนังอื่นต้องทนไฟได้ ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง
 - ง) ต้องมีป้ายเรืองแสงแสดงทางออกสู่บันไดหนีไฟ



ตอนที่ 4

การควบคุมงาน

เสาเข็มและฐานราก

วิศวกรรมปฐพีและฐานราก : Soil Engineering



ทราย (Sand) ประกอบด้วยเม็ดใหญ่น้อยที่ *ไม่มีความเชื่อมแน่น (Cohesionless soils)* หรือไม่มีแรงยึดเกาะกันระหว่างเม็ดน้ำซึมผ่านได้ง่าย รับแรงแบกทานได้ดี



ดินทรายที่ความลึก 18 ม. (กรุงเทพฯ)

ดินตะกอนหรือดินเหนียว (Silt and clay) เป็นดินเม็ดละเอียด *มีความเชื่อมแน่น (Cohesive soils)* หรือมีแรงยึดเกาะกันระหว่างเม็ดดิน น้ำซึมผ่านได้ยาก มีการยึดพองตัว (*heave*) ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงปริมาตรได้



ดินเหนียวอ่อนที่ความลึก 3-10 ม. (กรุงเทพฯ)

การเจาะสำรวจดิน



การเก็บตัวอย่างดินเหนียว
thin tube sampler



การเก็บตัวอย่างชั้นทราย
split sampler

ชั้นดินเหนียว
(ดินอ่อน)
ใช้แรงดันน้ำใน
การกดกระบอก



ชั้นดินทราย
(ดินแข็ง)
ใช้ตุ้มตอกใน
การกดกระบอก
+ SPT-N value



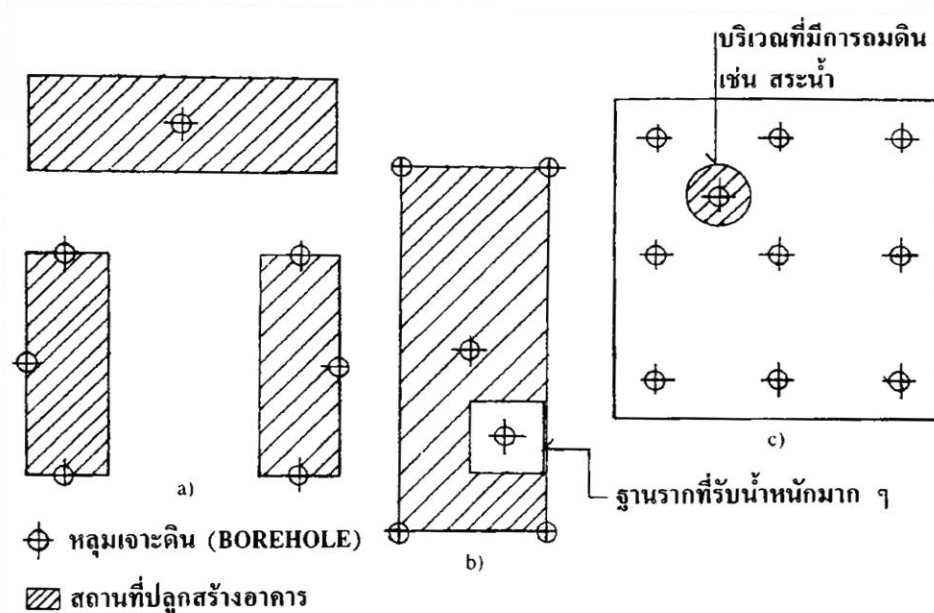
วิศวกรรมปฐพีและฐานราก : Soil Engineering

– การเจาะสำรวจ



ระยะห่างหลุม
เจาะสำรวจสำหรับ
ชั้นดินอ่อนที่มีความ
สม่ำเสมอ

ลักษณะสิ่งก่อสร้าง	ระยะห่างหลุมเจาะ (ม)	จำนวนหลุมเจาะ (หลุม)
อาคารโรงงานชั้นเดียว	50 – 90	3
อาคารสูง	15 – 45	4
ตอม่อสะพาน	8 – 30	ฐานละ 1 – 2 หลุม
บ่อฝังวัสดุ	30 – 120	
เขื่อนดิน, คันดิน	15 – 60	
ถนน	60 – 600	



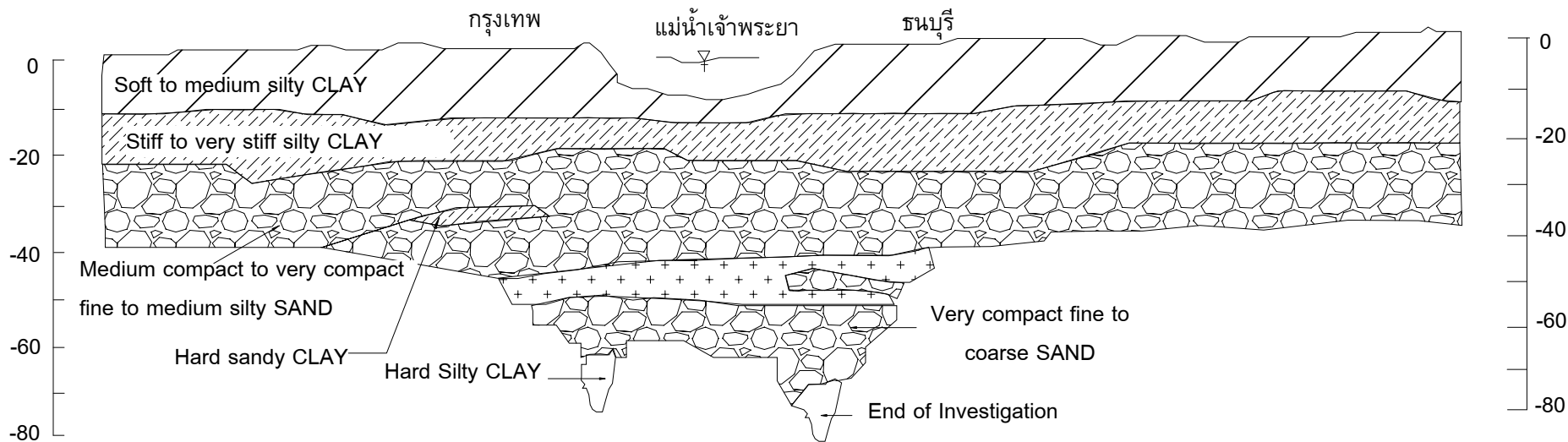
ตำแหน่งหลุมเจาะที่
แนะนำตามแต่พื้นที่ก่อสร้าง
รูปแบบต่างๆ

วิศวกรรมปฐพีและฐานราก : Soil Engineering

– Soil Profiles



พื้นที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่างมีลักษณะชั้นดินแบบดินเหนียวอ่อนปากแม่น้ำ หรือเป็นดินตะกอนที่ถูกพัดมาทับถมกัน หนาประมาณ 18 กม. มีชื่อเฉพาะว่า **Bangkok Clay**



วิศวกรรมปฐพีและฐานราก : Soil Engineering

– Soil Profiles



ดินชั้นบนของ Bangkok Clay ดินเหนียวอ่อน (Soft clay) หนาประมาณ 12 – 15 ม. รับน้ำหนักสิ่งก่อสร้างขนาดใหญ่ไม่ได้

โดยทั่วไปต้องวางเข็มไปที่ชั้น ดินเหนียวแข็ง (Stiff clay) จนไปถึงชั้นทรายชั้นที่ 1 ซึ่งมีความลึกตั้งแต่ 19 – 27 ม.

หากสิ่งก่อสร้างมีน้ำหนักบรรทุกมากขึ้น เช่น อาคารสูงตั้งแต่ 20 ชั้นขึ้นไป อาจต้องวางเข็มไปที่ชั้น ดินเหนียวแข็งมาก (Hard clay) หรือชั้นทรายชั้นที่ 2 ซึ่งอาจพบที่ความลึกตั้งแต่ 38 – 49 ม. เป็นต้นไป

ในบางกรณีอาจจำเป็นต้องวางปลายเข็มไว้ในชั้นทรายชั้นที่ 3 ซึ่งมีความลึกตั้งแต่ 54 – 55 ม. เป็นต้นไป

มาตรฐานออกแบบ/ก่อสร้าง : มาตรฐานออกแบบ - น้ำหนักบรรทุกของดิน



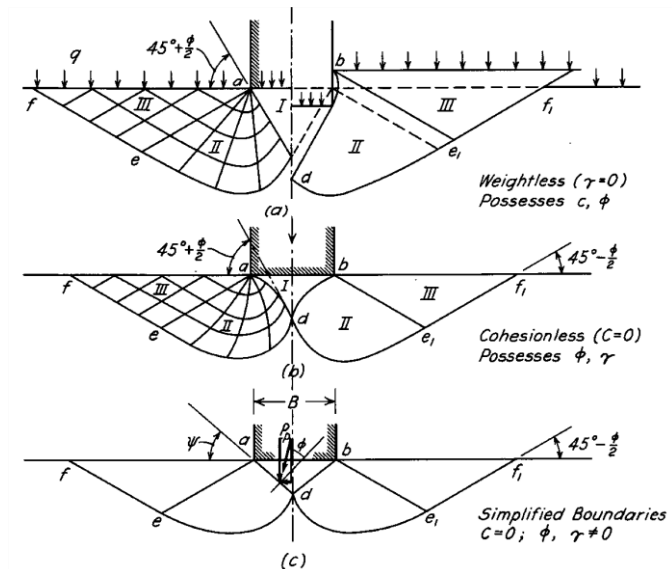
กฎกระทรวงฉบับที่ 6/2527 ตาม พ.ร.บ. ควบคุมอาคาร พ.ศ.2522

ประเภทดิน	รับน้ำหนักได้ (เมตริกตัน/ตร.ม)
ดินอ่อนหรือถมดินไว้นานตัวเต็มที่แล้ว	2
ดินปานกลางหรือทรายร่วน	5
ดินแน่นหรือทรายหยาบ	10
กรวดหรือดินดาน	20
หินดินดาน	25
หินปูนหรือหินทราย	30
หินอัคนีที่ยังไม่แปรสภาพ	100

หมายเหตุ ■

ทั้งนี้ เว้นแต่จะได้แสดงให้เป็นที่เชื่อถือได้ว่า จะจัดการเพิ่มอัตราการรับน้ำหนักบรรทุกแห่งฐานรากของอาคารได้เป็นอย่างอื่น

(ทวมิตร ลีวัฒนมงคล, คู่มือรวมข้อมูลก่อสร้าง, 2538)



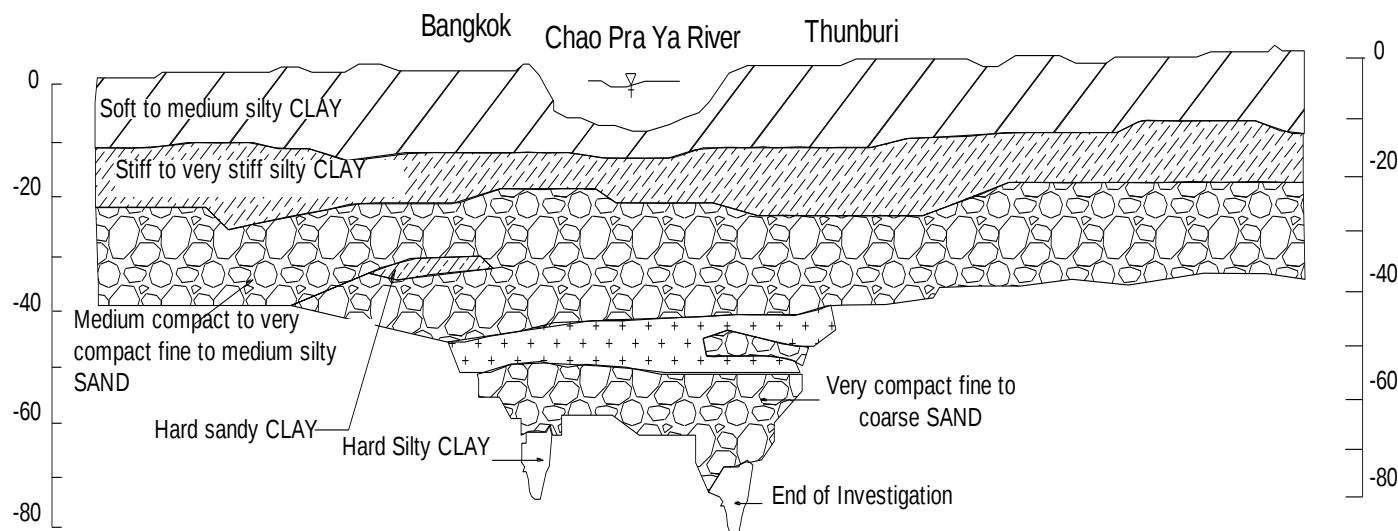
มาตรฐานออกแบบ/ก่อสร้าง : **ข้อแนะนำ**

- **น้ำหนักบรรทุกของดิน**



(สมศักดิ์ คำปลิว, การออกแบบอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก, 2535)

บริเวณ	กำลังแบกทานปลอดภัย T/m^2
กรุงเทพมหานคร, ลุ่มน้ำเจ้าพระยา-บางปะกง, ริมฝั่งแม่น้ำที่เป็นดินเหนียว	2
ภาคเหนือ, ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พื้นที่ทั่ว ๆ ไป	8
ภาคเหนือ, ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, ภาคตะวันออก, ภาคตะวันตก, ภาคใต้, พื้นที่ทั่วไป	10 - 12
บริเวณดินแข็งใกล้ภูเขา, มาเลเซียตอนบน	12 - 15



วิศวกรรมปฐพีและฐานราก :

Foundation Engineering

- ข้อดี-ข้อเสียของฐานรากเสาเข็มแบบต่างๆ

(วิฑูรย์ ลิทธิกุล, เทคนิคก่อสร้าง, 2544)

ชนิดของ เสาเข็ม	รับน้ำหนัก ปลอดภัย	ข้อดี	ข้อเสีย	การใช้งาน
ไม้	สูงสุด 2 ตัน/ตัน	- ราคาถูก - ขนส่งสะดวก - ติดตั้งค่อนข้างง่าย - ตอกง่าย ใช้เครื่องทุ่นแรงแบบธรรมดา - ไม่จำเป็นต้องใช้ช่างฝีมือทำงาน	- รับน้ำหนักได้น้อย - ตอกผ่านทะลุชั้นดินแข็งกรวด , หยาบไม่ได้ - อายุการใช้งานสั้นลงเนื่องจากการทำปฏิกิริยากับน้ำใต้ดิน, ปลวก และเชื้อรา - ต้องอยู่ต่ำกว่า ระดับน้ำใต้ดินตลอดเวลา	- ใช้รับโครงสร้างที่มีน้ำหนักบรรทุกไม่มากนัก - ใช้รับฐานรากอาคารชั่วคราว - ใช้รับแรงกระแทกจากเรือตอเรือเทียบท่า
เสาเข็มคอนกรีตหล่อสำเร็จรูป	7.5 - 120 ตัน/ตัน ขึ้นอยู่กับขนาดเสาเข็ม, ความยาว และสภาพดิน	- สามารถตอกผ่านชั้นดินอ่อน และชั้นดินแข็งได้ - สามารถตอกในน้ำได้ - ต้านทานต่อการกัดกร่อน และปฏิกิริยาทางเคมี - ควบคุมคุณภาพคอนกรีตได้ - การวางตำแหน่งเหล็กเสริมถูกควบคุมถูกต้อง - คอนกรีตถูกบ่มเพื่อให้ได้กำลังอัดเต็มที่ ก่อนนำมาใช้งาน	- มีน้ำหนักมาก ยุ่งยากกับการขนส่ง - มีโอกาสเสียหายจากการสั่นสะเทือนระหว่างการขนส่ง - ต้องมีเหล็กเสริมพิเศษสำหรับการขนย้าย - เสียพื้นที่กองเก็บ - ต้องใช้เครื่องมือหนักในการตอก และขนส่ง - หากขบวนการผลิตไม่ดีอาจเสียหายได้ ในขณะที่ตอกหรือขนส่ง	- ใช้เป็นขาน้ำของสะพาน - ใช้รับฐานรากของอาคาร และสะพาน - ใช้เป็นกำแพงกันดิน

วิศวกรรมปฐพีและฐานราก : Foundation Engineering

– ข้อดี-ข้อเสียของฐานรากเสาเข็มแบบต่าง ๆ



ชนิดของ เสาเข็ม	รับน้ำหนัก ปลอดภัย	ข้อดี	ข้อเสีย	การใช้งาน
คอนกรีต หล่อในที่	35 - 300 ตัน ขึ้นอยู่กับขนาด เสาเข็ม, ความยาว และสภาพดิน	- มีความแข็งแรง และไม่เสียหายจากการตอกและขนส่ง - ไม่ทำให้อาคารข้างเคียงเสียหาย - เลือกความยาวได้ตามความต้องการ - ไม่ต้องออกแบบเผื่อความแข็งแรงระหว่างขนส่งและการตอก - รับน้ำหนักได้มาก - ทนทาน	- การก่อสร้างงานใต้น้ำมีความยุ่งยาก - กรณีก่อสร้างที่ดินแห้งคอนกรีตจะสูญเสียน้ำเนื่องจากการดูดซึม - ต้องใช้เทคนิคอุปกรณ์เครื่องมือพิเศษ - การทำให้คอนกรีตแน่นยุ่งยาก - ตรวจสอบคุณภาพได้ยาก - ขณะเทคอนกรีตตำแหน่งเหล็กเสริมอาจคลาดเคลื่อนได้	ใช้กับฐานรากของอาคารและสะพานได้ทุกขนาดของน้ำหนักบรรทุก

วิศวกรรมปฐพีและฐานราก : Foundation Engineering

– ข้อดี-ข้อเสียของฐานรากเสาเข็มแบบต่าง ๆ



ชนิดของ เสาเข็ม	รับน้ำหนัก ปลอดภัย	ข้อดี	ข้อเสีย	การใช้งาน
เหล็ก	สูงสุด 120 ตัน	☞ รับน้ำหนักได้มาก ☞ สามารถต้านทานต่อแรงดันด้านข้างได้ดี ☞ ขนส่งและตอกได้สะดวก รวดเร็ว ☞ สามารถตอกทะลุชั้นดินแข็ง ทราบแน่นอนได้ ☞ เพิ่มความยาวเสาเข็มได้ โดยการต่อเชื่อม	☞ ราคาแพง ☞ เสี่ยงหายจากการกัดกร่อนได้ ไม่ควรให้เสาเข็มอยู่ในสภาวะที่แห้งหรือเปียกสลับกัน การป้องกันด้วยการทาสีหรือเคลือบผิวเหล็กก่อนการตอก	☞ ใช้กับฐานรากอาคารที่รับน้ำหนักมากๆ
เสาเข็มประกอบ	ขึ้นอยู่กับชนิดของเสาเข็ม	☞ ราคาถูก ☞ ก่อสร้างง่าย	☞ รับน้ำหนักได้น้อย ☞ ต้องระวังส่วนต่อเป็นพิเศษ อาจเสียหายขณะตอกได้	☞ รับน้ำหนักอาคารทุกชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับฐานรากที่บางส่วนจมอยู่ใต้ระดับน้ำใต้ดินอีกบางส่วนอยู่เหนือระดับน้ำใต้ดิน

วิศวกรรมปฐพีและฐาน

ราก : **Foundation**

Engineering

– ข้อดี-ข้อเสียของฐาน

รากเสาเข็มแบบต่าง ๆ



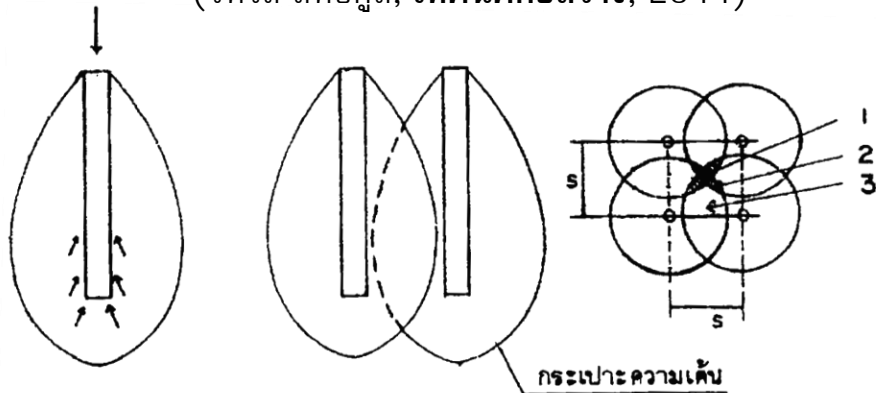
	แบบลูกตุ้มปล่อยตก	แบบตีเชล	แบบไอน้ำ
ข้อดี	- ใช้เครื่องมือง่ายๆ - สามารถควบคุมระยะตกของลูกตุ้มได้เสรี - ไม่ยุ่งยาก เสียค่าใช้จ่ายน้อย	- ปฏิบัติงานได้คล่องตัวดีมาก - ต้องใช้กำลังในการตอกสูง - ปฏิบัติงานได้ดี - ค่าเชื้อเพลิงต่ำ	- ปฏิบัติงานได้ดี - เครื่องบางชนิดสามารถตอกเฉียง หรือตอกต่อเนื่องได้ - หัวเข็มไม่ค่อยเสียหาย - เครื่องบางชนิดสามารถถอนเสาเข็มได้
ข้อเสีย	- หัวเข็มอาจเสียหาย - ความยาวของเสาเข็มถูกจำกัด - มีโอกาสเกิดการเบี่ยงศูนย์กลางเสาเข็ม - มีอัตราการตอกช้า - มีอันตรายมากในการตอกแบบเฉียง	- เครื่องมือมีขนาดใหญ่ เพราะน้ำหนักมาก - ปฏิบัติงานไม่ค่อยดี ในดินอ่อน - เสียงตอกดังมาก และน้ำมันกระเซ็นออกมา	- ต้องใช้หมอน้ำ (เครื่องอัดอากาศ) ขนาดใหญ่ - มีท่อผ้าใบกีดขวาง - ควบคุมความสูงของระยะลูกตุ้มไม่ได้ - เสี่ยงกระแทกคอนข้างดัง มีเสียงและควันจากเครื่องอัดอากาศ
การรับสภาพ	- ใช้ได้กับดินทุกชนิด เมื่อหน้าตัดเข็มค่อนข้างเล็ก - ปรับสภาพการตอกเข็มได้	- เหมาะที่สุดกับดินแข็ง - ปรับใช้กับดินทุกชนิดได้	- ใช้ได้กับดินทุกชนิด - เหมาะสำหรับการตอกเฉียง - ตอกตรงๆได้ โดยไม่ต้องมีราง

วิศวกรรมปฐพีและฐานราก : Foundation Engineering

– ระยะห่างของเสาเข็มในฐานราก



(วิทวัส สิทธิกุล, เทคนิคก่อสร้าง, 2544)



1. การกระจายความเค้นจากเสาเข็ม 4 ต้น
2. การกระจายความเค้นจากเสาเข็ม 3 ต้น
3. การกระจายความเค้นจากเสาเข็ม 2 ต้น

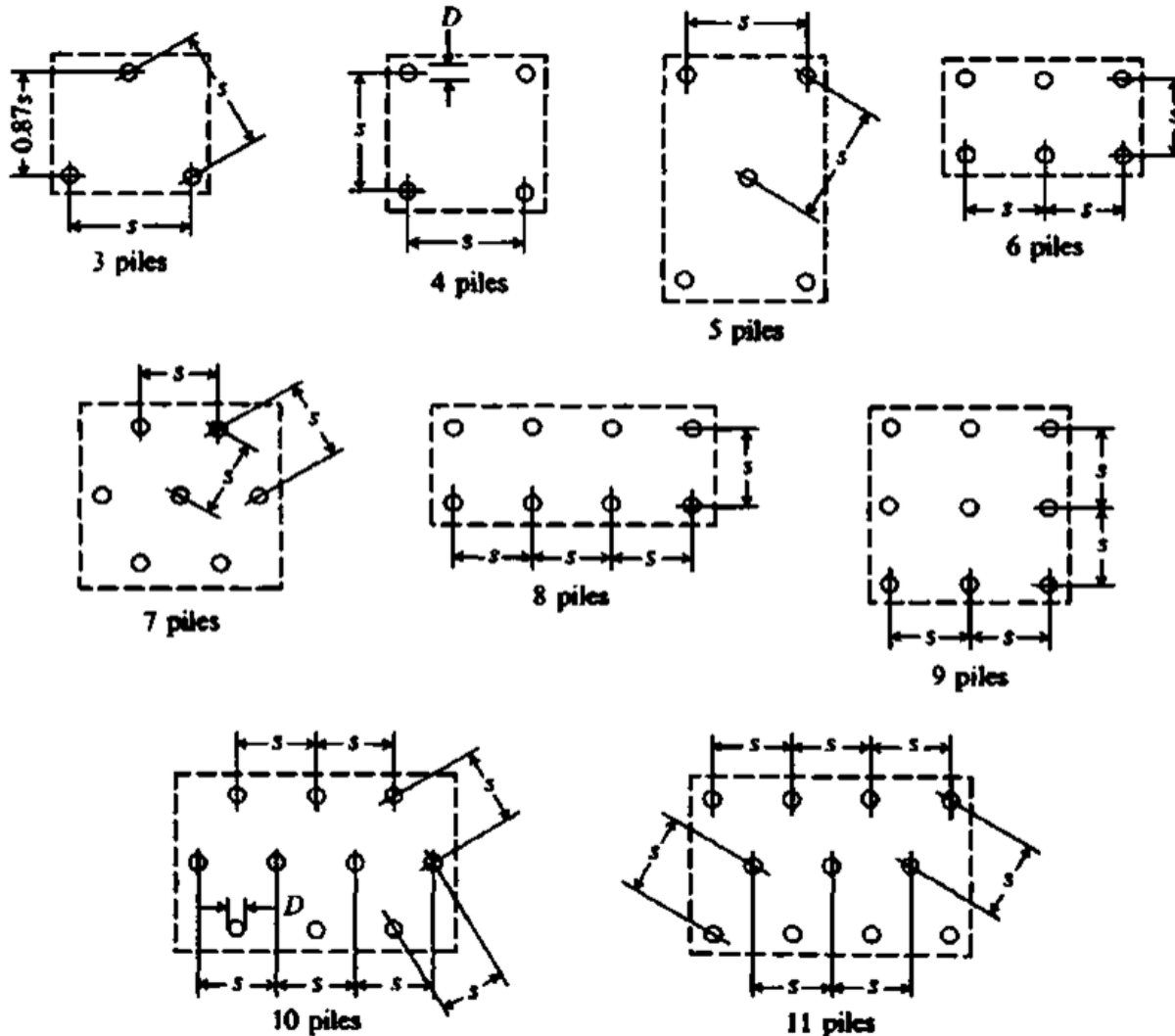
หากตอกเสาเข็มใกล้กัน
มาก อาจทำให้กำลังรับน้ำหนัก
ของเสาเข็มลดลงได้ หรือที่
เรียกว่า **Pile Group Effect**

↪ แนะนำระยะห่างของเสาเข็มในแต่ละฐาน

ลักษณะของชั้นดิน ที่ปลายเสาเข็ม	เสาเข็มกลม	เสาเข็มเหลี่ยม	ระยะห่างเสาเข็ม
ชั้นดิน หรือชั้นดินเหนียว	2 เท่าของเส้นผ่า ศูนย์กลาง (2D)	1.75 เท่าของ ระยะทแยงมุม	ไม่น้อยกว่า 75 ซม.
ชั้นหิน หรือชั้นทรายแข็ง	2 เท่าของเส้นผ่า ศูนย์กลาง (2D)	1.75 เท่าของ ระยะทแยงมุม	ไม่น้อยกว่า 60 ซม.

วิศวกรรมปฐพีและฐานราก : Foundation Engineering

– รูปแบบการจัดเรียงเสาเข็มในฐาน



รูปแบบการจัดเรียงเสาเข็มในฐานแบบต่างๆ

ทั้งนี้ระยะ s ให้พิจารณาถึง **Pile Group Effect**

มาตรฐานนอกแบบ/ก่อสร้าง : มาตรฐานนอกแบบ

- กำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มไม้



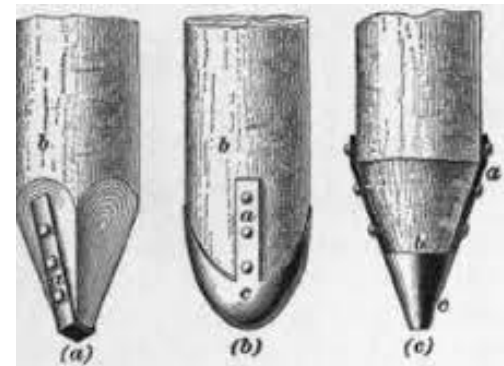
ขนาดเสาเข็ม Ø × ความยาว (นิ้ว × เมตร)	เส้นรอบรูป (ซม.)	รับน้ำหนักสูงสุด (1) (กก.)	ให้น้ำหนักได้ (2) (กก.)
Ø 2" × 2.00	16.0	192	153.6
Ø 3" × 3.00	23.9	430	344.0
Ø 4" × 4.00	31.9	765	612.0
Ø 5" × 5.00	39.9	1017	813.6
Ø 6" × 6.00	47.9	1724	1379.2
Ø 8" × 8.00	63.8	3250	2600.0

หมายเหตุ ■

(1) ใช้สูตรหน่วยแรงฝักที่ยอมให้ = $800 + 200 L$ กก./ตร.ม

L = ความยาวเสาเข็มส่วนที่เกินกว่า 7.00 เมตร

(2) ค่าแนะนำให้ใช้เสาเข็มรับน้ำหนักไม่เกิน 80 % ของน้ำหนักสูงสุด



วิศวกรรมปฐพีและฐานราก : Foundation Engineering

- กำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มตอก โดยประมาณ



(นามิตร์ ลีวัณมงคล, คู่มือรวมข้อมูลก่อสร้าง, 2538)

รหัส	รูปตัด	ขนาด ซม×ซม × ม. หลุม	กำลัง รับน้ำหนัก ก.ว. ซม.	เส้นรอบรูป ซม.	น้ำหนัก ก.ก./ม.	รับน้ำหนัก ตัน *
I18		0.18x0.18x12.00	235	83	57	7.5
		x14.00	235	83	57	12.0
		x16.00	235	83	57	15.0
		x18.00	235	83	57	15.0
		x21.00	235	83	57	15.0
I22		0.22x0.22x 7.00x3	332	105	80	22.0
		x10.50x2	332	105	80	22.0
		x21.00	332	105	80	22.0
I26		0.26x0.26x 7.00x3	460	126	110	30.0
		x10.50x2	460	126	110	30.0
		x21.00	460	126	110	30.0
I30		0.30x0.30x 7.00x3	570	154	137	37.0
		x10.50x2	570	154	137	37.0
		x21.00	570	154	137	37.0
		x21.00	660	141	158	43.0
I35		0.35x0.35x 7.00x3	880	165	211	57.0
		x10.50x2	880	165	211	57.0
		x21.00	880	165	211	57.0
I40		0.40x0.40x21-24.00	1235	180	211	70-80
S16		0.16x0.16x 2.00	256	64	61	0.58
		x 3.00	256	64	61	0.93
		x 4.00	256	64	61	1.32
		x 5.00	256	64	61	1.74
		x 6.00	156	64	61	2.19
S18		0.18x0.18x 7.00x3	324	72	78	21.0
		x10.50x2	324	72	78	21.0
		x21.00	324	72	78	21.0
		x16.00	324	72	78	15.5
		x18.0	324	72	78	21.0

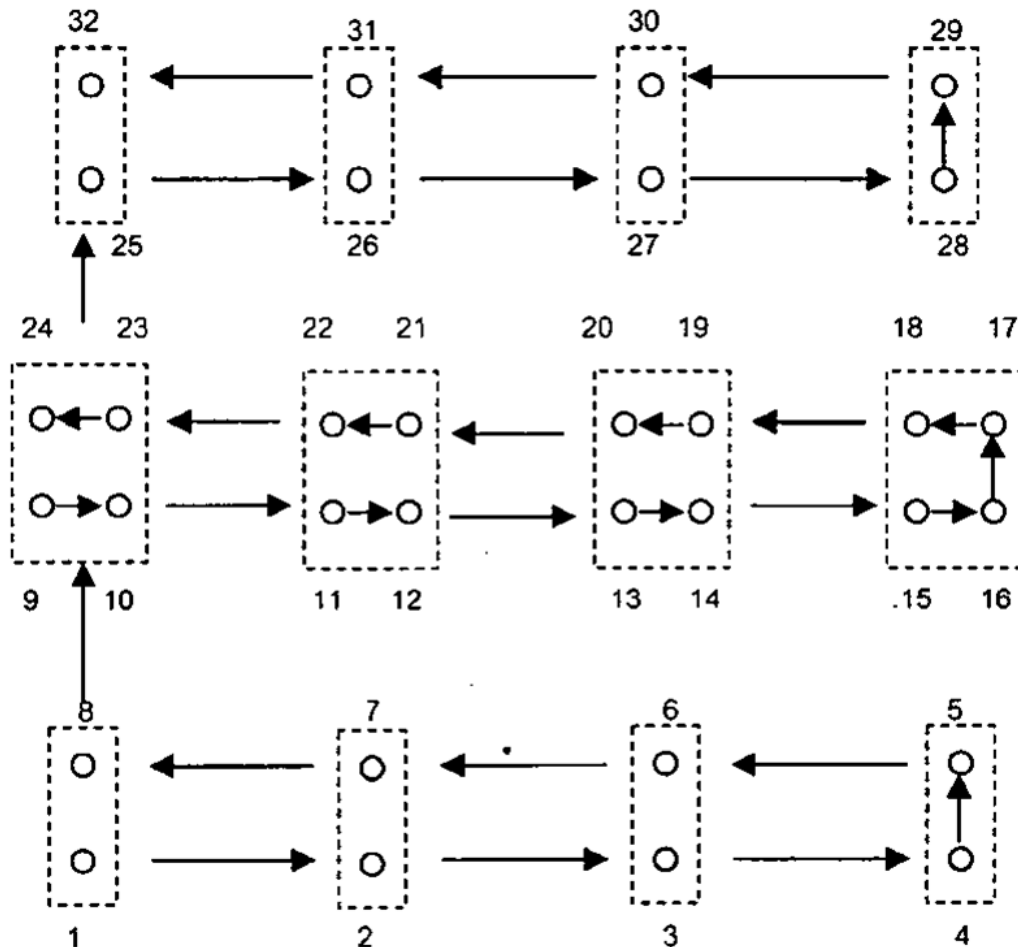
* รับน้ำหนักโดยประมาณ ควรตรวจสอบจากผู้ผลิตก่อนใช้

รหัส	รูปตัด	ขนาด ซม×ซม × ม. หลุม	กำลัง รับน้ำหนัก ก.ว. ซม.	เส้นรอบรูป ซม.	น้ำหนัก ก.ก./ม.	รับน้ำหนัก ตัน *
S22		0.22x0.22x 7.00x3	484	88	116	30.0
		x10.50x2	484	88	116	30.0
		x21.00	484	88	116	30.0
		x16.00	484	88	116	19.0
		x18.00	484	88	116	26.0
S26		0.26x0.26x 7.00x3	676	104	160	43.0
		x10.50x2	676	104	160	43.0
		x21.00	676	104	160	43.0
S30		0.30x0.30x 7.00x3	900	120	216	50.0
		x 7.00x2	900	120	216	50.0
		x21.00	900	120	216	50.0
S35		0.35x0.35x21.00	1225	140	294	60-80
S40		0.40x0.40x21.00	1600	160	384	70-100
S040		0.40x0.40x21-26.00	1286	160	309	60-80
S0525		0.525x0.525x21-26	2650	210	492	80-120
HP15		0.15x0.15x 3.00	138	50	33	0.72
		x 4.00	138	50	33	1.03
		x 5.00	138	50	33	1.35
		x 6.00	138	50	33	1.71

* รับน้ำหนักโดยประมาณ ควรตรวจสอบจากผู้ผลิตก่อนใช้

วิศวกรรมปฐพีและฐานราก : Foundation Engineering

– ลำดับการตอกเสาเข็ม



เพื่อให้ปัญหาการย้าย
ปั้นจั่นลดลง ควรมีการ
จัดลำดับ (Sequence) ของ
การตอกเสาเข็มให้ชัดเจน

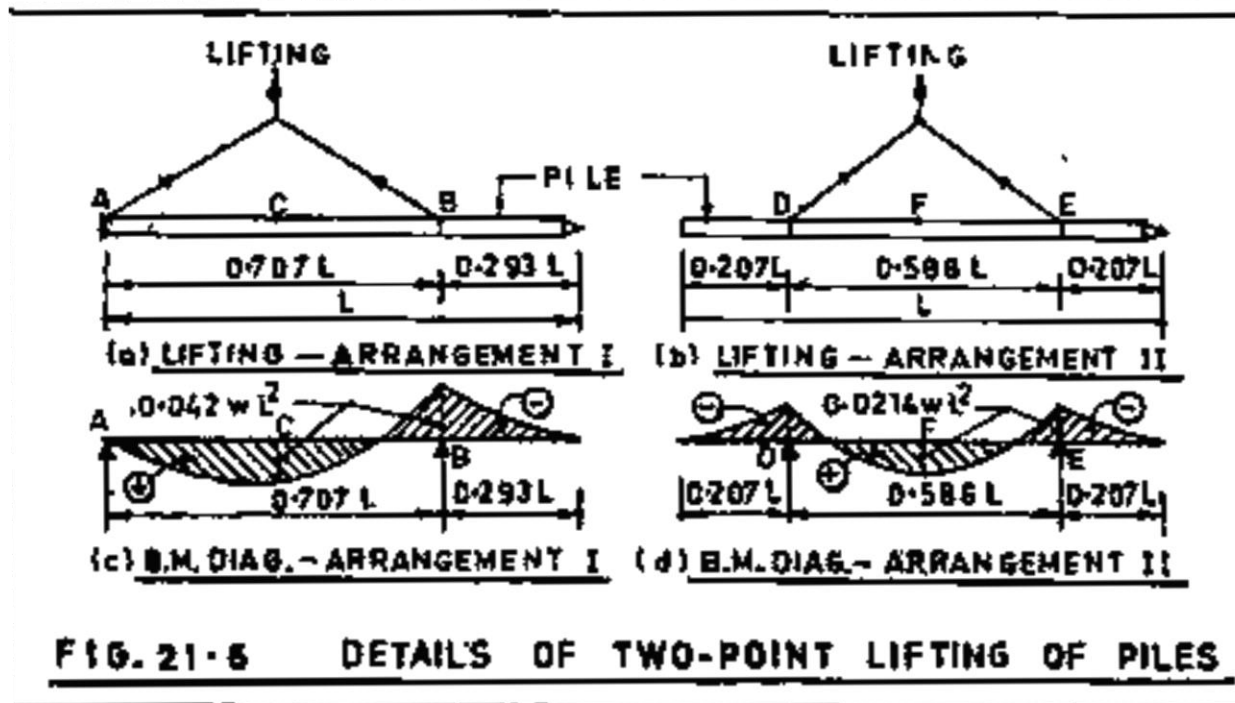
อีกทั้งการกำหนด
ทิศทางที่ถูกต้องจะลดปัญหา
เรื่องการบวมตัวของดิน
เนื่องจากการตีอีกด้วย

วิศวกรรมปฐพีและฐานราก : Foundation Engineering

– การยกเสาเข็ม



ตำแหน่งยกเสาเข็มจะถูกออกแบบมาโดยวิศวกร เพื่อปรับให้เกิดโมเมนต์ในเสาเข็มน้อยที่สุด หรือเกิดความสมมาตร ซึ่งจะทำให้เหล็กเสริม/ลวดอัดแรงที่ออกแบบมีประสิทธิภาพสูงสุด

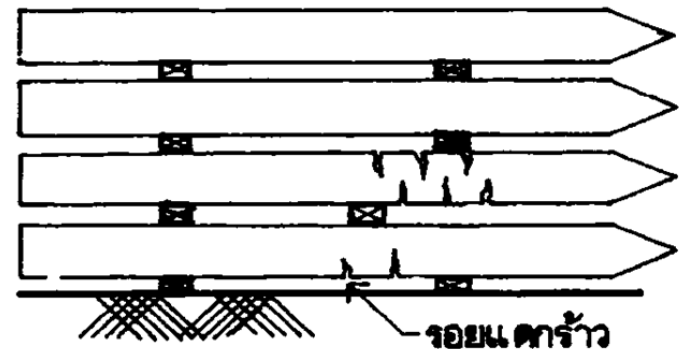
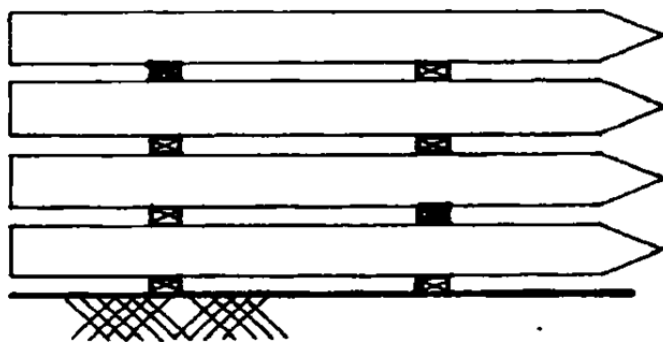
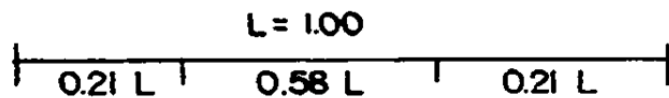


วิศวกรรมปฐพีและฐานราก : **Foundation Engineering**

– การกองเก็บเสาเข็ม

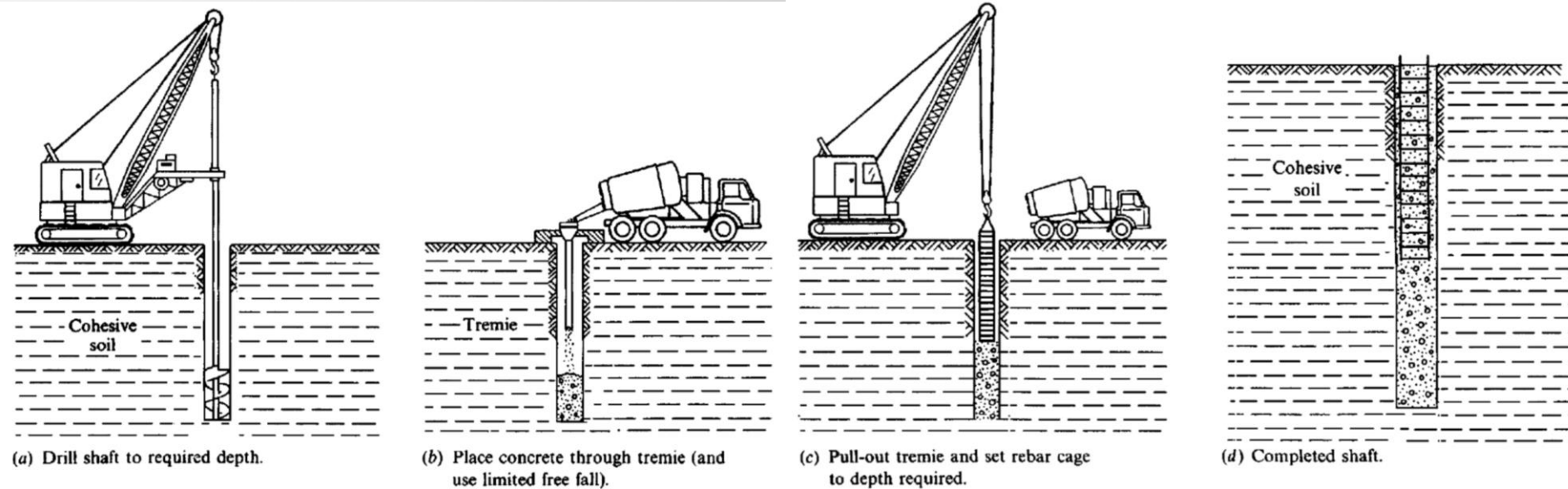


หลังจากเตรียมพื้นที่ (ไม่มีแนวโน้มการทรุดตัวของพื้นที่) ให้ใช้ไม้ขนาด 1.5 นิ้ว x 3 นิ้ว รองคั่นระหว่างเสาเข็มแต่ละต้น ทั้งนี้ต้องวางตำแหน่งของไม้ดังกล่าวให้ตรงกัน โดยการเพิ่มตำแหน่งของไม้รองอาจลดขนาดของโมเมนต์ที่เกิดจากการกองเก็บในเสาเข็มได้



วิศวกรรมปฐพีและฐานราก : Foundation Engineering

– เส้าเข็มเจาะแบบแห้ง (Dry Method)



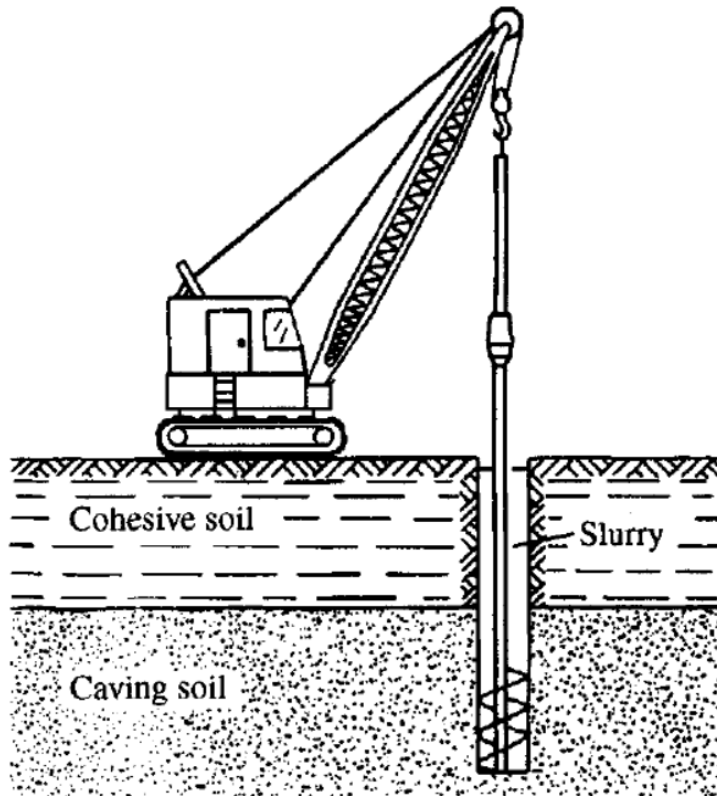
(วิทวัส สติธิกุล, เทคนิคก่อสร้าง, 2544)

กำลังรับ
น้ำหนักปลอดภัยของ
เส้าเข็มเจาะ ที่ก่อสร้าง
แบบแห้ง

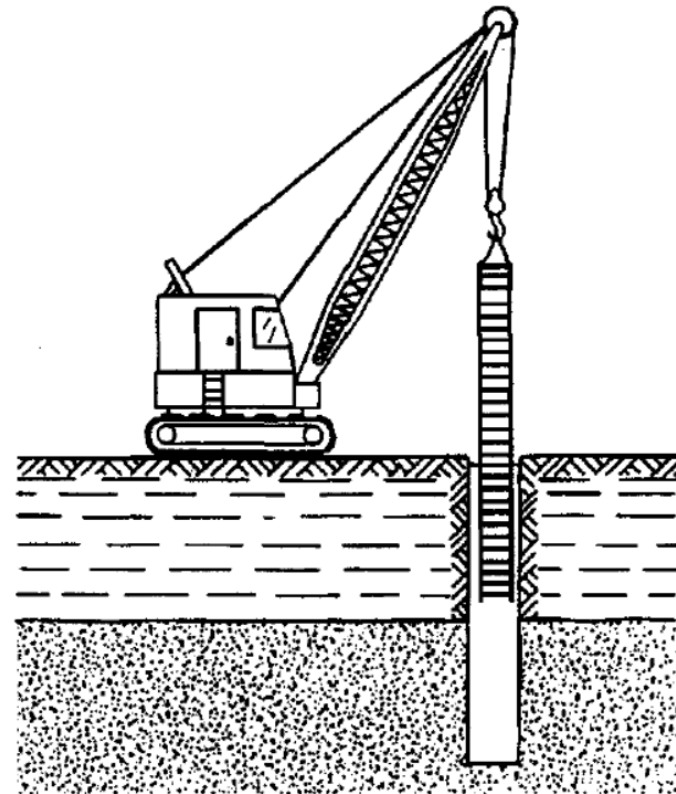
ขนาดเส้าเข็ม (ซม.)	พื้นที่หน้าตัด (ซม. ²)	เส้นรอบรูป (ซม.)	ความลึก (เมตร)	รับ น้ำหนัก ปลอดภัย (ตัน)
Ø 35	962	110	18 – 23	25 - 35
Ø 43	1452	135	18 – 23	40 - 50
Ø 50	1963	157	18 – 23	50 – 70
Ø 60	2827	188	18 – 23	60 – 80

วิศวกรรมปฐพีและฐานราก : **Foundation Engineering**

– เสาค้ำเจาะแบบปลอก (Casting Method)



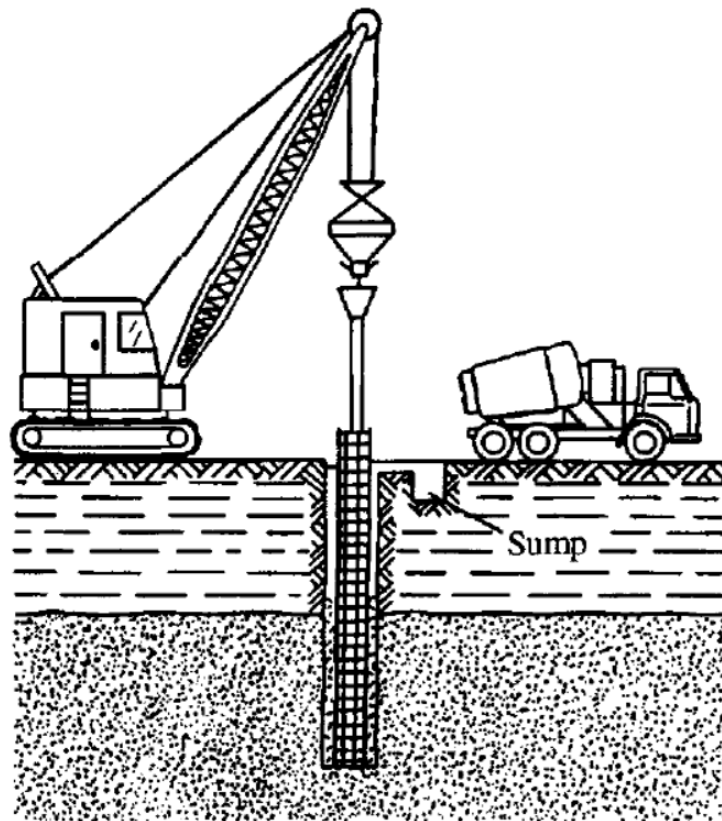
(a) Drill into caving soil and add slurry as necessary for adequate head and to required depth.



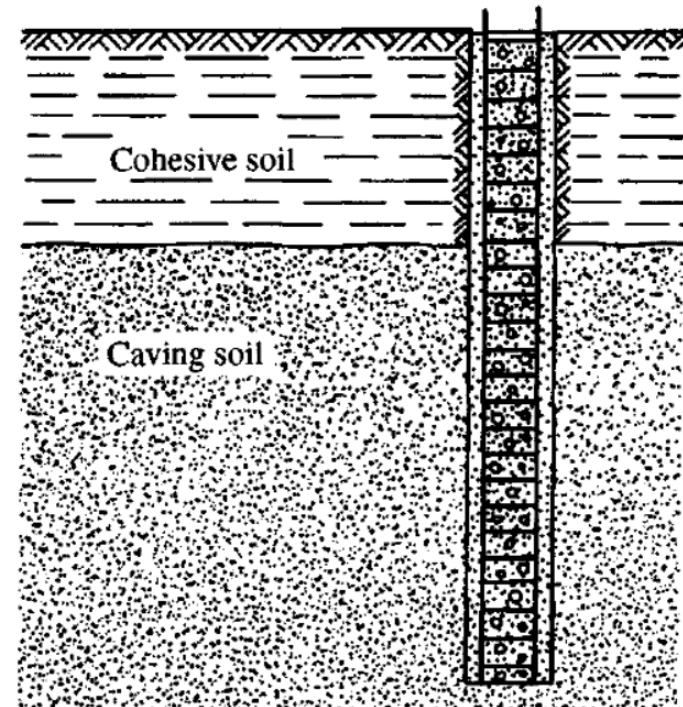
(b) Pull drill and insert rebar cage.

วิศวกรรมปฐพีและฐานราก : **Foundation Engineering**

– เสาค้ำเจาะแบบปลอก (Casting Method)

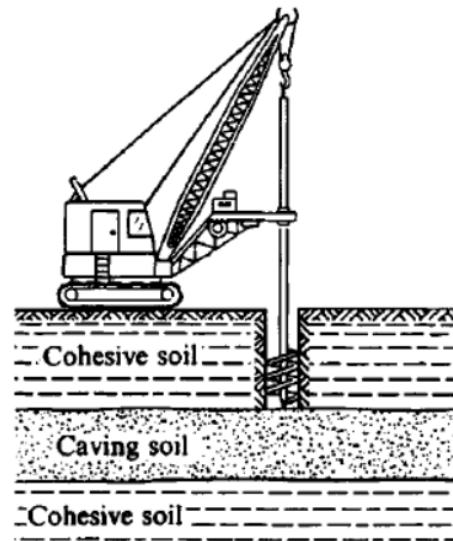


(c) Add tremie and pump cement.
Catch displaced slurry in sump pit.

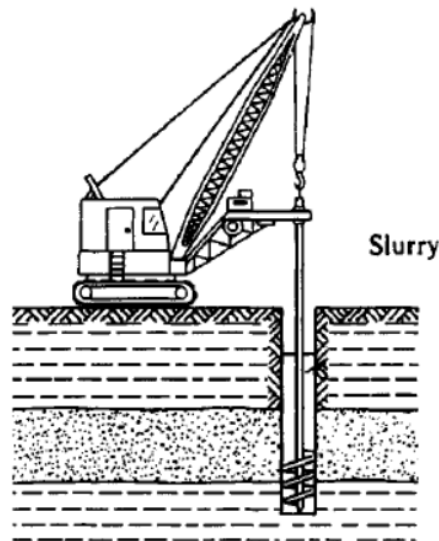


(d) Completed shaft.

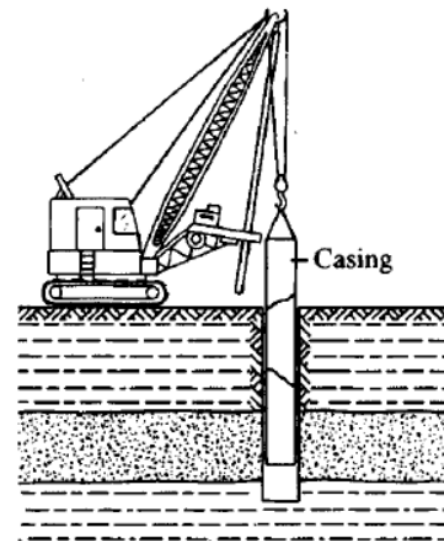
วิศวกรรมปฐพีและฐานราก : Foundation Engineering – เสาค้ำเข็มเจาะแบบเปียก (Wet/Slurry Method)



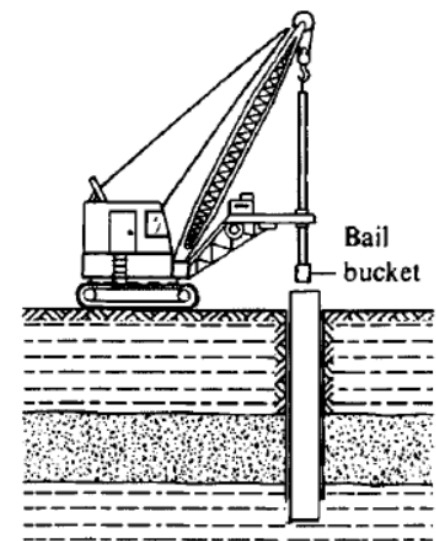
(a) Start drilling.



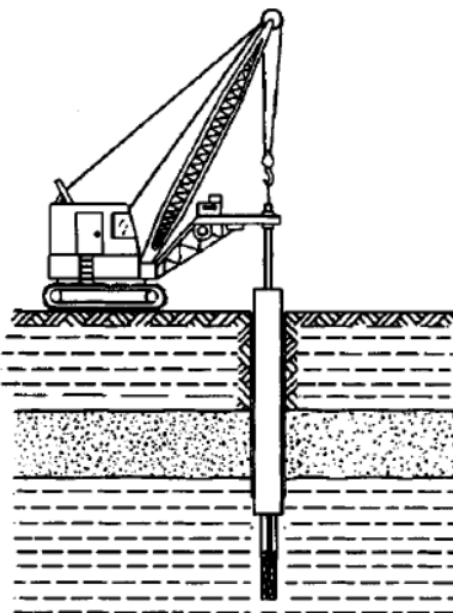
(b) Add slurry.



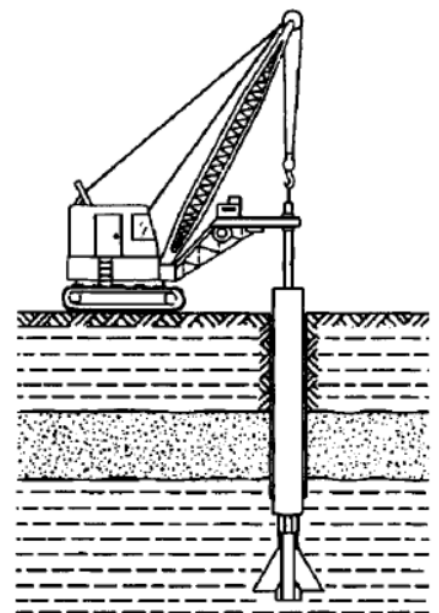
(c) Insert casing.



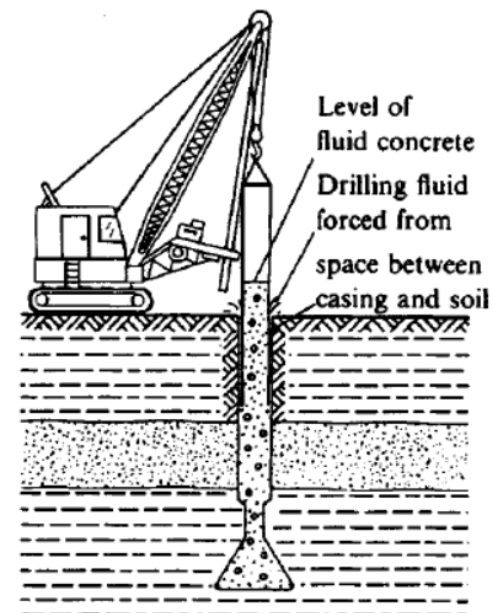
(d) Bail slurry.



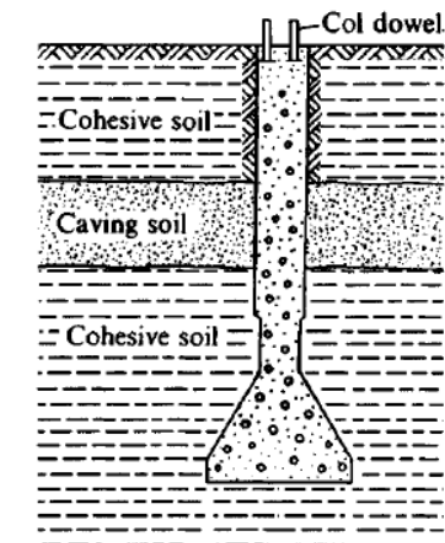
(e) Resume drilling.



(f) Under-ream for bell.



(g) Place concrete and pull casing.



(h) Completed pier.

วิศวกรรมปฐพีและฐานราก : Foundation Engineering

– เสาค้ำเข็มเจาะแบบเปียก (Wet/Slurry Method)



กำลังรับน้ำหนักปลอดภัยของเสาค้ำเข็มเจาะ ที่ก่อสร้างแบบเปียก

ขนาดเสาค้ำเข็ม (ซม.)	พื้นที่หน้าตัด (ซม. ²)	เส้นรอบรูป (ซม.)	ความลึก (เมตร)	รับ น้ำหนัก ปลอดภัย (ตัน)
Ø 50	1963	157	25 – 36	70 – 100
Ø 60	2827	188	25 – 36	90 – 160
Ø 80	5026	251	25 – 46	140 – 270
Ø 90	6362	283	25 – 46	160 – 300
Ø 100	7854	314	25 – 46	180 – 350
Ø 120	11310	377	25 – 46	220 – 500



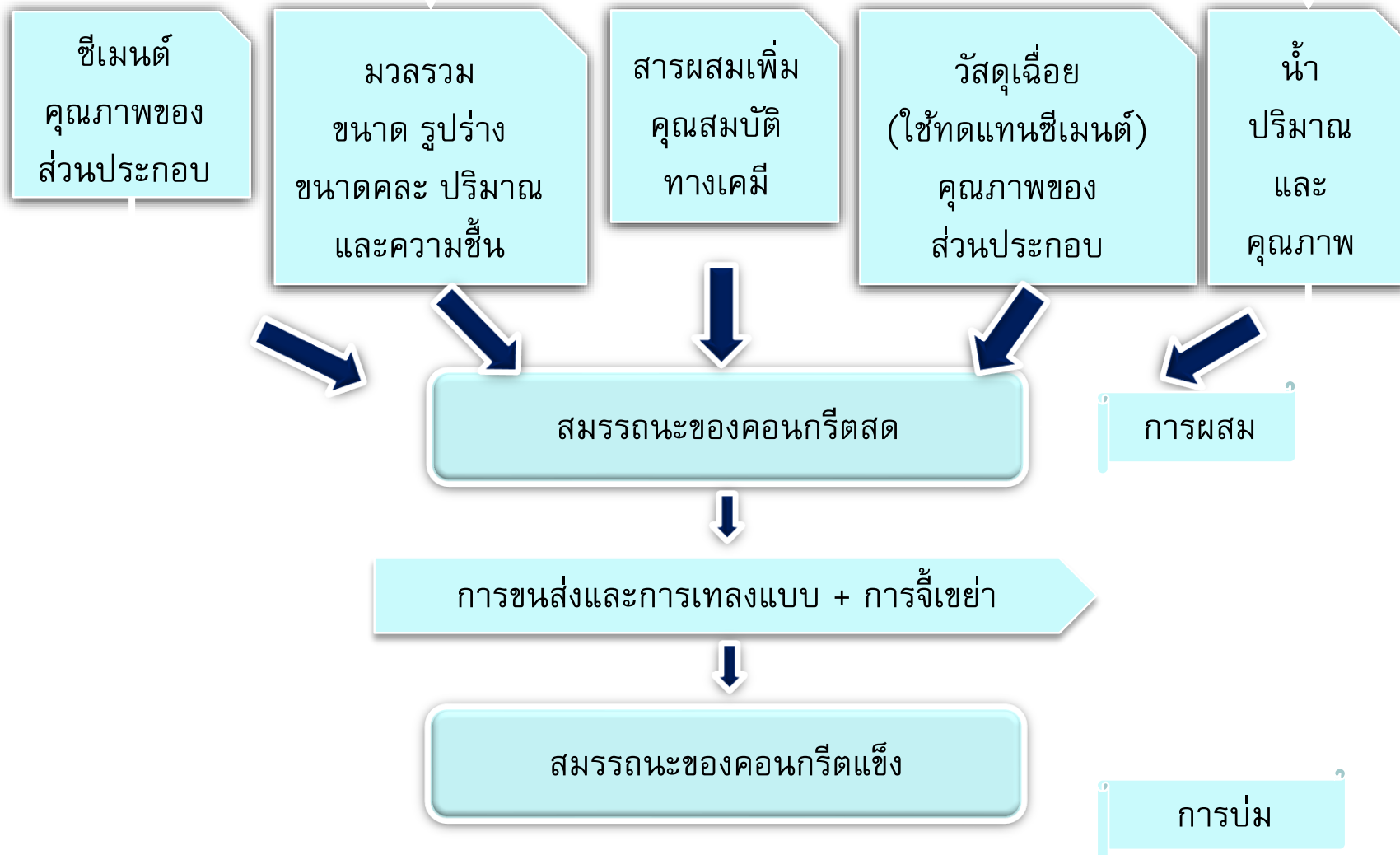
ตอนที่ 5

การควบคุมงาน

คอนกรีต

วิศวกรรมคอนกรีต : คอนกรีตสด

- ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพคอนกรีต



วิศวกรรมปฐพีและฐานราก : คอนกรีตสด

–การจำแนกประเภทของคอนกรีตโดยน้ำหนัก



หากจำแนกตามน้ำหนักของคอนกรีต จะแบ่งได้ดังนี้

คอนกรีตมวลเบา (Light weight concrete) คือ คอนกรีตที่มี
หน่วยน้ำหนักน้อยกว่า 1,800 กก./ม.³

คอนกรีตมวลปกติ (Normal weight concrete) คือ คอนกรีตที่มี
หน่วยน้ำหนักประมาณ 2,400 กก./ม.³

คอนกรีตมวลหนัก (Heavy weight concrete) คือ คอนกรีตที่มี
หน่วยน้ำหนักมากกว่า 3,200 กก./ม.³

วิศวกรรมคอนกรีต : คอนกรีตสด

–การจำแนกประเภทของคอนกรีตโดยกำลังอัด



กำลังอัด (compressive strength, f'_c) เป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของคอนกรีต คำนวณได้จากการนำแรงประลัย (Ultimate compressive force, P_u) ที่กดขึ้นทดสอบคอนกรีต (รูปทรงกระบอกมาตรฐานที่ 28 วัน) หารด้วยพื้นที่รับแรง (Projected area, A) หรือ $f'_c = P_u/A$

สำหรับประเทศไทย เมื่อแรงมีหน่วยเป็น “กก.” และพื้นที่รับแรงมีหน่วยเป็น “ชม.²” ค่ากำลังอัดจะมีหน่วยเป็น “กก./ชม.²” หรือ ksc

ในหน่วย SI ค่ากำลังอัดมีหน่วยเป็น N/mm.² หรือ MPa ซึ่งมีค่าน้อยกว่า ksc ประมาณ 10 เท่า

วิศวกรรมคอนกรีต : คอนกรีตสด

–การจำแนกประเภทของคอนกรีตโดยกำลังอัด



ในกรณีของ “คอนกรีตมวลปกติ” หากแบ่งตามกำลังอัดประลัย (compressive strength) ที่ 28 วัน คือ

คอนกรีตกำลังต่ำ (Low-strength concrete) คือ คอนกรีตที่มีกำลังอัดน้อยกว่า 200 กก./ชม.²

คอนกรีตกำลังปานกลาง (Moderate-strength concrete) คือ คอนกรีตที่มีกำลังอัดระหว่าง 200 – 400 กก./ชม.²

คอนกรีตกำลังสูง (High-strength concrete) คือ คอนกรีตที่มีกำลังอัดสูงกว่า 400 กก./ชม.²

วิศวกรรมคอนกรีต : คอนกรีตสด

– คุณสมบัติของคอนกรีต vs. วัสดุอื่น ๆ



<i>Material</i>	<i>Density (kg/m³)</i>	<i>Tensile Strength (MPa)</i>	<i>Elastic Modulus (GPa)</i>	<i>Coefficient of Thermal Expansion (10⁻⁶/°C)</i>	<i>Thermal Conductivity (W/m · K)</i>	<i>Energy Requirement (GJ/m³)</i>
Aluminum						
Pure	2800	100	70	23	220	360
Alloy	2800	300	70	23	125	360
Steel						
Mild	7800	400	210	12	50	300
High strength	7800	1900	210	12	50	300
Glass	2500	60	65	6	3	50
Wood						
Soft	350	50	5.5	—	0.2–0.6	—
Hard	700	100	10	—	0.2–0.6	—
Plastic (polystyrene)	1000	~50	~3	72	0.1	—
Rock (granite)	2600	~20 (~25 ^b)	~50	7–9	3	—
Concrete	2300	3(35 ^b)	~25	10	3	3.4

^aConversion factors: $\text{kg/m}^3 \times 0.062 = \text{lb/ft}^3$; $\text{MPa} \times 145 = \text{lb/in.}^2$; $\text{GPa} \times 0.145 = 10^6 \text{ lb/in.}^2$;
 $10^{-6}/^\circ\text{C} \times 0.556 = 10^{-6}/^\circ\text{F}$; $\text{W/m} \cdot \text{K} \times 0.578 = \text{Btu/ft} \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{F}$; $\text{GJ/m}^3 \times 26.9 \times 10^3 = \text{Btu/ft}^3$.

^bIn compression.

วิศวกรรมคอนกรีต : คอนกรีตสด

– ตัวอย่างปริมาณส่วนผสม/กำลัง



ส่วนผสม	กำลังต่ำ กก./ม. ³	กำลังปานกลาง กก./ม. ³	กำลังสูง กก./ม. ³
ปูนซีเมนต์	255	356	510
น้ำ	178	178	178
มวลรวมละเอียด	801	848	890
มวลรวมหยาบ	1,169	1,032	872
อัตราส่วนซีเมนต์เพลสต่อน้ำหนัก	18	22.1	28.1
อัตราส่วนซีเมนต์เพลสต่อปริมาตร	26	29.3	34.3
อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ (W/C) โดยน้ำหนัก	0.70	0.50	0.35
กำลังรับแรงอัด (กก./ซม. ²)	180	300	600

วิศวกรรมคอนกรีต : คอนกรีตสด

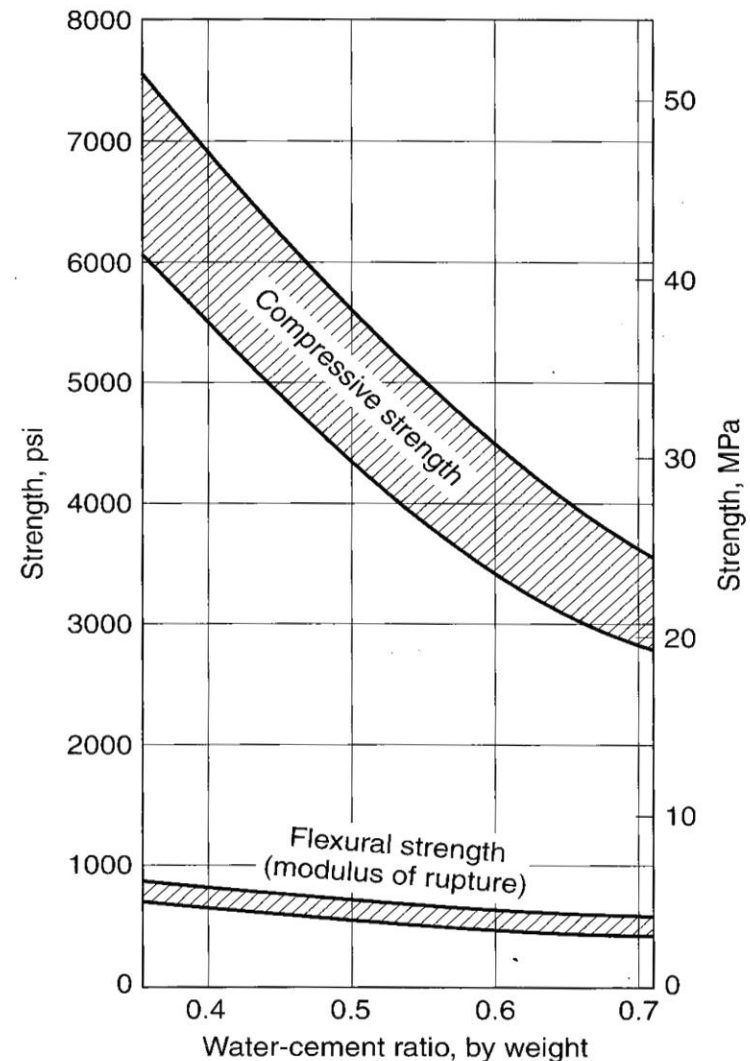
– กำลังของคอนกรีต vs. ปริมาณน้ำ



กำลังอัดของคอนกรีตขึ้นอยู่กับ

1. อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ (W/C ratio) หรือปริมาณน้ำต่อวัสดุประสาน
2. ความต่อเนื่องของปฏิกิริยาไฮเดรชัน
3. การบ่มและสภาวะแวดล้อม และ
4. อายุของคอนกรีต ฯ

อย่างไรก็ดีค่า w/c ถือว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญอันดับต้นๆ



วิศวกรรมคอนกรีต : คอนกรีตสด

– ส่วนผสมของคอนกรีตอย่างง่าย



กำลังอัดประลัย เมื่ออายุ 28 วัน (กก./ตร.ซม.)	ผสมกับทรายละเอียด				ผสมกับทรายหยาบ			
	ซีเมนต์ กก.	ทราย กก.	หิน กก.	น้ำ กก.	ซีเมนต์ กก.	ทราย กก.	หิน กก.	น้ำ กก.
150	250	665	1275	170	250	735	1205	170
200	270	655	1275	180	270	725	1205	180
250	290	630	1275	180	290	705	1205	180
300	335	595	1275	180	335	665	1205	180
350	405	540	1275	180	405	610	1205	180
400	450	490	1275	180	450	575	1205	180

* ขนาดของหิน 3/4" - 1.5"

(นามิตร ลีวัฒนมงคล, คู่มือรวมข้อมูลก่อสร้าง, 2538)

วิศวกรรมคอนกรีต : คอนกรีตสด

– ส่วนผสมของคอนกรีตอย่างง่าย



ปูนซีเมนต์ : ทราย : หิน

อัตราส่วนผสม (โดยปริมาตร)	ประเภทงาน
1:1:2	ใช้กำลังสูงแต่ไม่ประหยัด แกร่งง่าย ส่วนมากใช้กับงาน โครงสร้างรับน้ำหนักมากที่รับแรงอัดและแรงคัต
1:1.5:3	เหมาะกับเสา โครงสร้างสภาวะอากาศรุนแรง หรือ โครงสร้างที่ต้องการความทนน้ำ
1:2:4	เหมาะกับพื้น คาน เสา และงานคอนกรีตทั่วไป
1:2.5:4	เหมาะกับพื้นถนน เชื้อกันดิน ฐานราก คอม่่อ ทางเท้า
1:3:5	เหมาะกับงานคอนกรีตขนาดใหญ่ ผนังทึบ ฐานราก
1:3:6	เหมาะกับงานคอนกรีตที่ใช้งานชั่วคราว หรือคอนกรีตที่ไม่ เสริมเหล็ก



(นมมิตร ลีวัฒนมงคล, คู่มือรวมข้อมูลก่อสร้าง, 2538)

วิศวกรรมคอนกรีต : คอนกรีตสด

– ส่วนผสมของคอนกรีตอย่างง่าย



หมายเหตุ ■

ในทางปฏิบัติควรเผื่อการสูญเสีย 5 - 15 %

ความชื้นในมวลคละ = 10 %

อัตราส่วนน้ำ : ซีเมนต์ = 0.44 : 0.65 (โดยประมาณ)

ความเหมาะสมในการใช้งาน ให้วิศวกรเป็นผู้กำหนด

ตารางข้างบนเป็นปริมาณโดยประมาณ

อัตราส่วนผสม	ซีเมนต์		ทราย	หิน	น้ำ(ลิตร/ลบ.ม)	
	กก.	ถุง	ลบ.ม	ลบ.ม	น้อยสุด	มากสุด
1: 1: 2	519	10.4	0.39	0.79	233	337
1: 1: 3	415	8.3	0.31	0.95	187	270
1: 1.5: 2	461	9.2	0.52	0.70	207	300
1: 1.5: 3	377	7.5	0.43	0.86	170	245
1: 1.5: 4	319	6.3	0.36	0.97	143	207
1: 2: 2	415	8.3	0.63	0.63	187	279
1: 2: 2.5	377	7.5	0.57	0.71	170	245
1: 2: 3	346	6.9	0.52	0.79	155	225
1: 2: 4	296	5.9	0.45	0.90	133	193
1: 2: 5	259	5.1	0.39	0.98	116	168
1: 2.5: 2.5	346	6.9	0.65	0.65	155	225
1: 2.5: 3	319	6.3	0.60	0.72	143	207
1: 2.5: 4	277	5.5	0.52	0.84	124	180
1: 2.5: 5	244	4.8	0.46	0.92	110	158
1: 2.5: 5.5	230	4.6	0.43	0.96	103	150
1: 3: 3	296	5.9	0.67	0.67	133	193
1: 3: 4	259	5.1	0.59	0.79	116	168
1: 3: 5	230	4.6	0.52	0.87	103	150
1: 3: 6	207	4.1	0.47	0.94	93	135
1: 3: 7	188	3.7	0.43	1.00	85	122
1: 4: 5	207	4.1	0.63	0.79	93	135
1: 4: 6	188	3.7	0.57	0.86	85	122
1: 4: 7	173	3.4	0.52	0.92	77	112
1: 5: 6	173	3.4	0.65	0.79	77	112
1: 5: 7	159	3.1	0.60	0.85	71	103

(หน่วย: ลิตร/ลบ.ม, คู่มือรวมข้อมูลก่อสร้าง, 2538)

กำลังอัดเฉลี่ยที่ 28 วัน

(กก./ชม.²)

คอนกรีตผสมเสร็จ

ค่ายุบตัว
(ชม.)

ทรงลูกบาศก์
15x15x15 ซม.

ทรงกระบอก
15x30 ซม.

180

140

7.5 ± 2.5

210

180

7.5 ± 2.5

240

210

7.5 ± 2.5

280

240

7.5 ± 2.5

320

280

7.5 ± 2.5

350

300

7.5 ± 2.5

380

320

7.5 ± 2.5

400

350

7.5 ± 2.5

420

380

7.5 ± 2.5

450

400

7.5 ± 2.5

210

180

10 ± 2.5

240

210

10 ± 2.5

280

240

10 ± 2.5

320

280

10 ± 2.5

350

300

10 ± 2.5

380

320

10 ± 2.5

400

350

10 ± 2.5

420

380

10 ± 2.5

450

400

10 ± 2.5

วิศวกรรมคอนกรีต : คอนกรีตสด -
รูปทรงของชิ้นทดสอบ



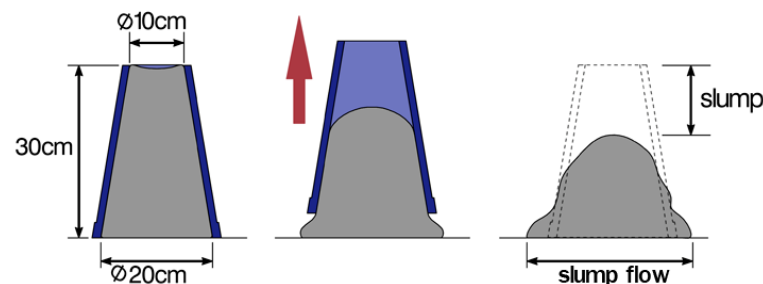
กระบอก

= 0.875x



ลูกบาศก์

พบว่ากำลังของชิ้นทดสอบแบบกระบอกมีค่าน้อย
กว่าแบบลูกบาศก์ ประมาณ 12.5%



ใช้ค่าการยุบตัว (slump) เป็นตัวควบคุม

วิศวกรรมคอนกรีต : คอนกรีตสด

– การทดสอบการไหล



การวัดการยุบตัว (slump test), การทดสอบการไหล (flow test), การจมของลูกบอล (ball penetration test) และการอัดแน่น (compaction test) เป็นวิธีที่ใช้โดยทั่วไป

อย่างไรก็ดี 2 วิธีที่เป็นที่นิยม คือ (1) slump test และ (2) flow test เนื่องจากทำได้ง่าย

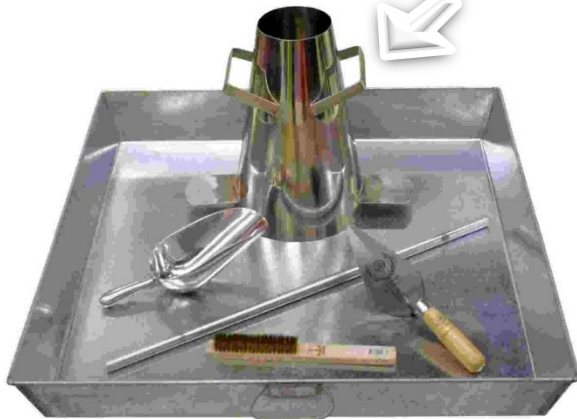
วิศวกรรมคอนกรีต : คอนกรีตสด

– Slump Test



- ปริมาณน้ำและความสามารถในการทำงานได้ของคอนกรีตสามารถทดสอบได้จาก “การยุบตัวหรือ slump test”

กรวยสูง 30 ซม.



เครื่องมือ



ชก slump



วัด slump

– Slump Test

- ปริมาณน้ำและความสามารถในการทำงานได้ของคอนกรีตสามารถทดสอบได้จาก “การยุบตัวหรือ slump test”

ขั้นที่ 1



เติมคอนกรีตในกรวยประมาณ $1/3$
โดยปริมาตรแล้วกระทุ้ง 25 ครั้ง

ขั้นที่ 2



เติมอีก $1/3$ ($= 2/3$) แล้ว
กระทุ้ง 25 ครั้ง

วิศวกรรมคอนกรีต : คอนกรีตสด

– Slump Test



ขั้นที่ 3



เติมคอนกรีตจนล้นแล้ว
กระทุ้ง 25 ครั้ง

ขั้นที่ 4



หลังจากนั้นปาดคอนกรีตที่ล้น
ออกให้สะอาด

วิศวกรรมคอนกรีต : คอนกรีตสด

– Slump Test

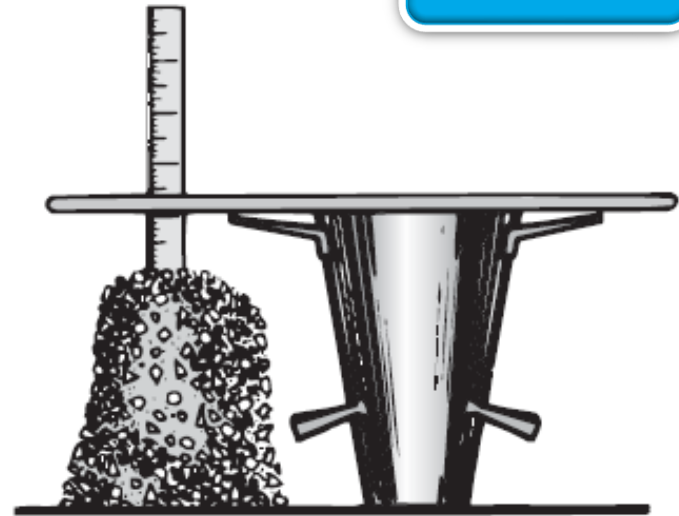


ขั้นที่ 5



ตั้งกรวยขึ้นตรง ๆ ช้า ๆ

ขั้นที่ 6



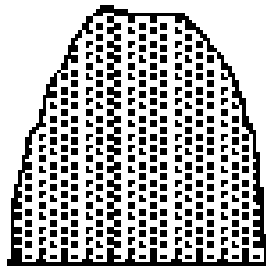
วัดระยะการยุบตัว

วิศวกรรมคอนกรีต : คอนกรีตสด

– Slump Test

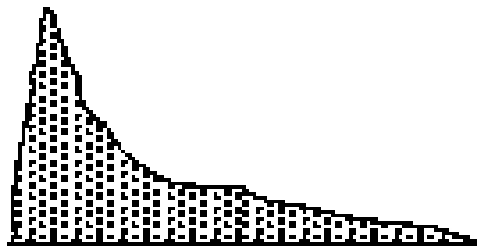


หากคอนกรีตตั้งอยู่ดีจะสามารถวัดการยุบตัวได้ (รูป ก) แต่หากคอนกรีตเปื่อยและเกาะกันไม่ได้ กองก็จะค่อยๆ พังลงมาข้างใดข้างหนึ่ง (รูป ข) และถ้ามีน้ำผสมมากกองนั้นก็จะยุบตัวไปกองกับพื้น (รูป ค) การยุบตัว 2 แบบหลังไม่ถูกต้องและไม่เป็นที่ต้องการ



True

(ก)



Shear

(ข)



Collapse

(ค)

วิศวกรรมคอนกรีต : คอนกรีตสด

– Slump Test



ค่าการยุบตัวยิ่งมากกำลังของคอนกรีตก็จะยิ่งน้อย แต่หากคอนกรีตแห้งมากไปก็จะทำให้คอนกรีตเทเข้าแบบยาก

ทั้งนี้คอนกรีตที่มีหินหรือกรวดที่มีขนาดโตกว่า 2 นิ้ว การวัดค่าความชื้นเหลวด้วยวิธีนี้จะไม่ค่อยมีประสิทธิภาพ

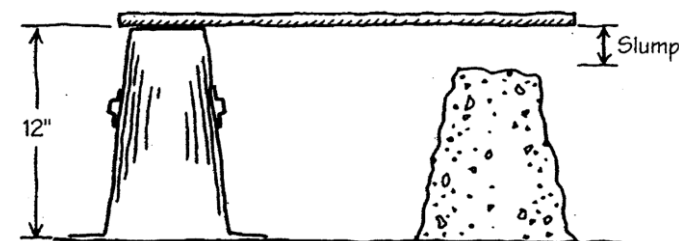
การเริ่มก่อตัวของคอนกรีตตรวจสอบได้จาก “ความสามารถในการเทได้ที่สูงสูญหายไป” หรือ “slump loss”

วิศวกรรมคอนกรีต : คอนกรีตสด

– Slump Test



ประเภทงาน	ค่ายุบตัว (ซม.)	
	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด
■ ค.ส.ล. ใช้ในงานฐานราก ก่อผนัง	12.5	5.0
■ งานฐานรากคอนกรีตไม่เสริมเหล็ก	10.0	2.5
■ ค.ส.ล. ใช้งานพื้น คาน ผนัง	15.0	7.5
■ ค.ส.ล. ใช้งานเสา	15.0	7.5
■ ค.ส.ล. ใช้งานพื้น ถนน	7.5	5.0
■ ค.ส.ล. ใช้งานก่อสร้างขนาดใหญ่	7.5	2.5
■ หมายเหตุ โดยไม่ใช้การสันนิษฐาน		



(นวมิตร ลีวัฒนมงคล, คู่มือรวมข้อมูลก่อสร้าง, 2538)

วิศวกรรมคอนกรีต : คอนกรีตสด

– การเข้มนและการแยกตัว



การแยกตัวสัมพันธ์กับการลำเลียงและการเท โดย
แนวโน้มการแยกตัวจะเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดของมวลรวม,
ปริมาณของมวลรวมและปริมาณน้ำเพิ่มขึ้น

ในกรณีที่ส่วนผสมมีความเหมาะสม การแยกตัว
สามารถลดลงได้ โดย

1. หลีกเลียงการเทคอนกรีตจากที่สูง
2. จี้เขย่าอย่างถูกวิธี และ
3. อย่าจี้เขย่านานเกินไป

วิศวกรรมคอนกรีต : คอนกรีตสด

– การเฝ้าและการแยกตัว



เป็นรูปแบบหนึ่งของการแยกตัว เนื่องจากน้ำที่มากเกินไป ทำให้คอนกรีตมีพฤติกรรมเป็นสารแขวนลอย มวลหนัก (หินทรายและซีเมนต์) จะตกลงล่างและน้ำจะลอยขึ้นบน



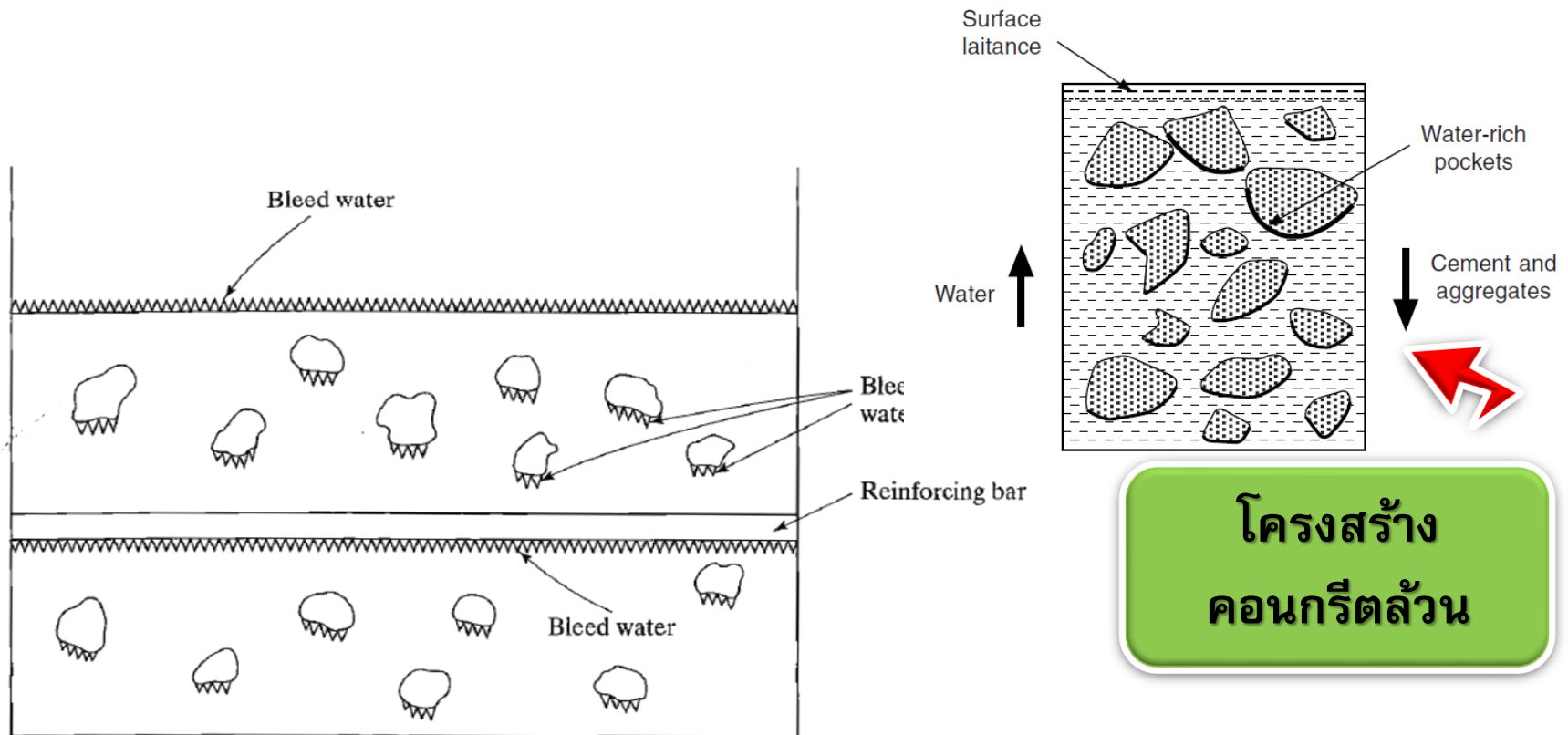
สภาพน้ำที่เฝ้า



ผิวบนหลุดร่อนเนื่องจากมีแต่น้ำ

วิศวกรรมคอนกรีต : คอนกรีตสด

– ผลจากการเข้มน้ำ



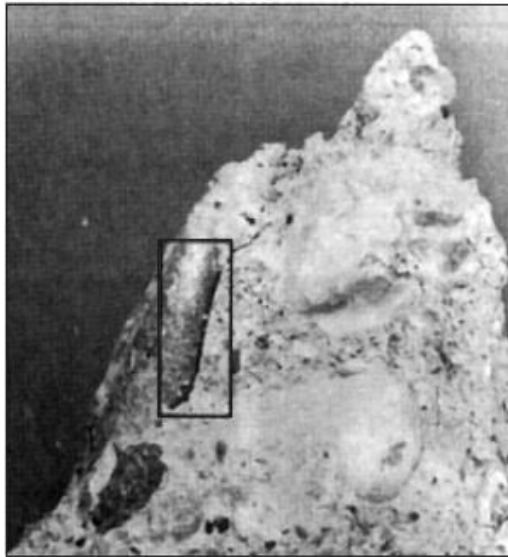
จำลองการเกิด bleeding ในโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

วิศวกรรมคอนกรีต : คอนกรีตสด

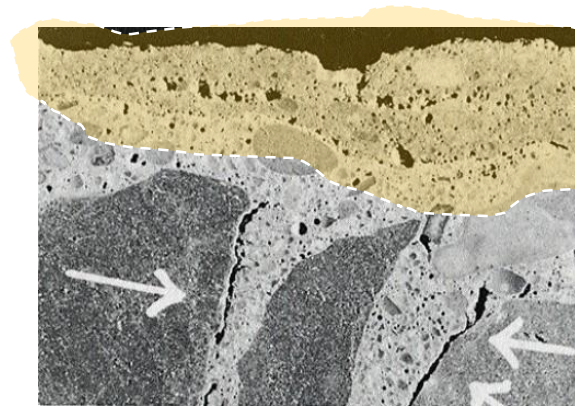
– ผลจากการเข้มน



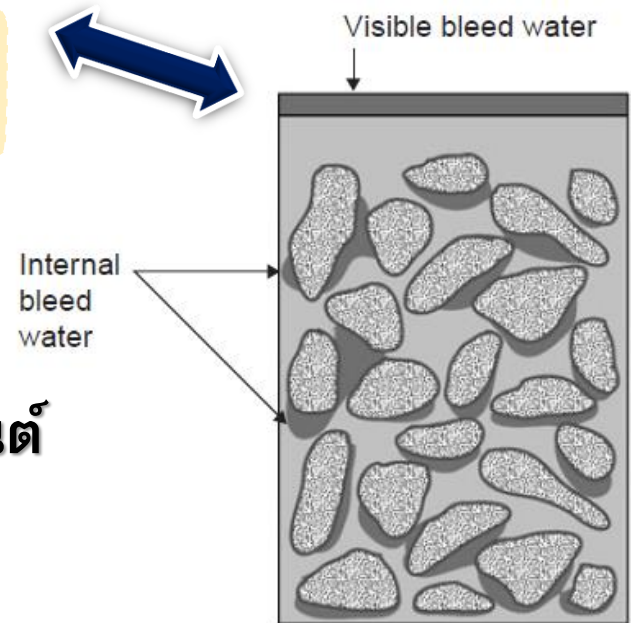
ทั้งน้ำที่ไหลขึ้นบน (ซึ่งผ่านรอยต่อของหินและซีเมนต์เฟลสต์)
จะสร้างร่องและทำให้แรงยึดหน่วงตกลงและเป็นผลให้กำลังตกลงได้



Shear-bond failure



ร่องน้ำระหว่างหินและซีเมนต์



วิศวกรรมคอนกรีต : คอนกรีตสด

– ปัญหาสู่การออกแบบ



เพื่อแก้ไขปัญหาข้างต้น จึงควรทำการออกแบบส่วนผสมคอนกรีตอย่างถูกต้อง โดยคำนึงถึงปริมาณน้ำในธรรมชาติของหินและทราย



ปัญหาการหดตัว



ปัญหาการแยกตัว

วิศวกรรมคอนกรีต : คอนกรีตสด – การ ขนส่งและการลำเลียง

การขนส่งคอนกรีตสามารถ
ทำได้หลายวิธีและด้วยเครื่องมือ
หลายชนิด ไม่ว่าจะเป็น รถเข็น รถ
ผสม ท่อ สายพานและปั๊ม



สายส่ง



รถส่ง



shotcrete



tremie



pump

(e) Pumping

วิศวกรรมคอนกรีต : คอนกรีตสด

– การขนส่งและการลำเลียง



1. การแยกตัว ซึ่งมักจะเกิด ณ จุดที่คอนกรีตเปลี่ยนภาชนะจากอันหนึ่งไปอีกอันหนึ่ง

ดังนั้นในจุดดังกล่าวจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ที่จะช่วยให้คอนกรีตรวมตัว และควรหลีกเลี่ยงท่อเหลี่ยมเนื่องอาจจะเกิดการติดค้างตามมุม

2. การสูญเสียน้ำ หรือ w/C ลดลง ซึ่งอาจเกิดจากการลำเลียงที่มีระยะทางไกล ในกรณีของสายส่งควรมีหลังคา

วิศวกรรมคอนกรีต : คอนกรีตสด

– การล้างทำความสะอาด



26 5:32PM

วิศวกรรมคอนกรีต : คอนกรีตสด

–ระยะหุ้ม – GOOD



22 2:04PM

วิศวกรรมคอนกรีต : คอนกรีตสด

-ระยะหุ้ม - GOOD



วิศวกรรมคอนกรีต : คอนกรีตสด

-ระยะหุ้ม - POOR



วิศวกรรมคอนกรีต : คอนกรีตสด

-ระยะหุ้ม - POOR



วิศวกรรมคอนกรีต : คอนกรีตสด

–ระยะหุ้ม



ความหนาของคอนกรีตที่หุ้มเหล็กเสริม :

สำหรับส่วนต่างๆของโครงสร้าง คสล. ที่หล่อในที่ ต้องมีคอนกรีตหุ้มเหล็กเสริมเพื่อการกัดกร่อน กันอัคคีภัย และให้มีการถ่ายแรงระหว่างคอนกรีตกับเหล็กเสริม ทั้งนี้ความหนาของคอนกรีตหุ้มซึ่งวัดจากผิวนอกสุดของเหล็กเสริมถึงผิวของคอนกรีต ต้องไม่น้อยกว่าเกณฑ์ต่อไปนี้

ก. หุ้มเหล็ก 7.5 ซม. สำหรับแผ่นพื้น ฐานราก และคานดินที่เทลงบนดินโดยไม่ใช้ไม้แบบ

ข. หุ้มเหล็ก 5 ซม. สำหรับแผ่นพื้นและคานดินที่ใช้ไม้แบบเมื่อใช้เหล็กเสริมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่า 16 มม.

ค. หุ้มเหล็ก 4 ซม. สำหรับแผ่นพื้นและคานดินที่ใช้ไม้แบบเมื่อใช้เหล็กเสริมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่าหรือเท่ากับ 16 มม.

ง. หุ้มเหล็ก 2 ซม. สำหรับแผ่นพื้น กำแพงและดงที่อยู่ในร่มซึ่งไม่สัมผัสกับดิน หรือไม่ถูกแดดหรือฝน

จ. หุ้มเหล็ก 3 ซม. สำหรับคานในที่ร่มซึ่งไม่สัมผัสกับดินหรือไม่ถูกแดดหรือฝน

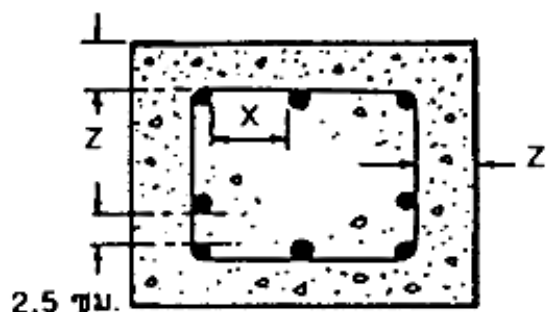
ฉ. หุ้มเหล็ก 3.5 ซม. สำหรับเสาทุกชนิดซึ่งไม่สัมผัสกับดินหรือไม่ถูกแดดหรือฝน

วิศวกรรมคอนกรีต : คอนกรีตสด

–ระยะหุ้ม



คาน :



$X \geq$ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กเสริม (d_b)

$X \geq 1.34$ เท่าของขนาดโตสุดของหิน

$X \geq 2.5$ ซม.

$Z \geq$ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กเสริม (d_b)

เมื่ออยู่ในที่ร่ม ไม่สัมผัสกับดิน หรือ ไม่ถูกแดด ฝน :

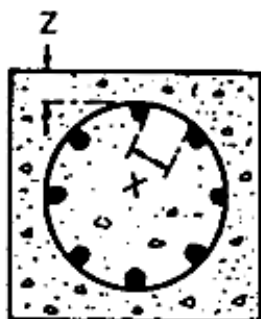
$Z \geq 3$ ซม.

เมื่อต้องถูกแดด ฝน หรือสัมผัสกับดิน :

$Z \geq 4$ ซม. เมื่อ $d_b \leq 16$ มม.

$Z \geq 5$ ซม. เมื่อ $d_b > 16$ มม.

เสาปลอกเดี่ยวหรือเสาปลอกเกลียว :



$X \geq 1.5$ เท่าของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กยึน

$X \geq 1.34$ เท่าของขนาดโตสุดของหิน

$X \geq 4$ ซม.

$Z \geq$ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กยึน

เมื่ออยู่ในที่ร่ม ไม่สัมผัสกับดิน หรือ ไม่ถูกแดด ฝน :

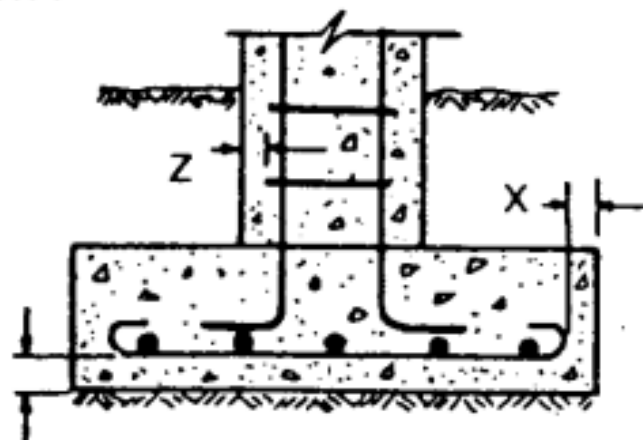
$Z \geq 3.5$ ซม.

$Z \geq 1.34$ เท่าของขนาดโตสุดของหิน

เมื่อต้องถูกแดด ฝน หรือสัมผัสกับดิน :

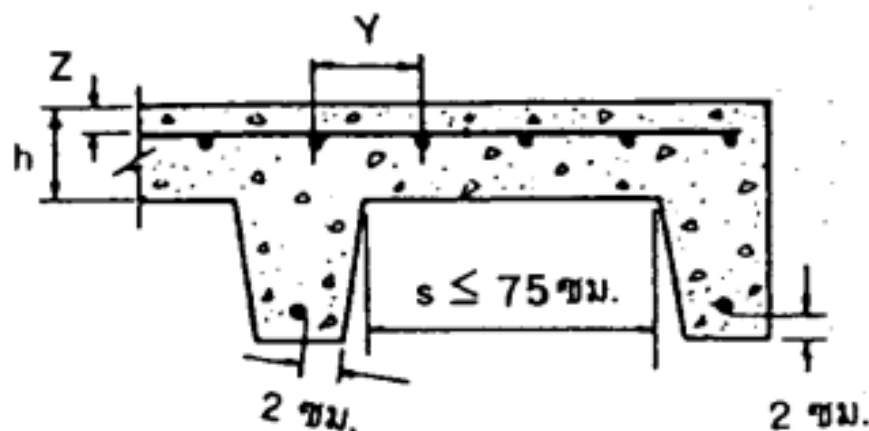
$Z \geq 5$ ซม.

ฐานราก :



7.5 ซม.

แผ่นพื้น กำแพงหรือตง :



$X \geq 5$ ซม. เมื่อหล่อโดยใช้ไม้แบบ

$X \geq 7.5$ ซม. เมื่อหล่อโดยไม่ใช้ไม้แบบ

เมื่อต้องถูกตัด ฝน หรือสัมผัสกับดิน :

$Z \geq 5$ ซม. เมื่อหล่อโดยใช้ไม้แบบ

เมื่ออยู่ในที่ร่ม ไม่สัมผัสกับดิน หรือ ไม่ถูกตัด ฝน :

Z หรือ $X \geq$ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กเสริม (d_b)

Z หรือ $X \geq 1.34$ เท่าของขนาดโตสุดของหิน

$Y \leq 3$ เท่าของความหนาของแผ่นพื้น

$Y \leq 45$ ซม.

$Y \geq$ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กเสริม (d_b)

$Y \geq 1.34$ เท่าของขนาดโตสุดของหิน

$Y \geq 2.5$ ซม.

เมื่ออยู่ในที่ร่ม ไม่สัมผัสกับดิน หรือ ไม่ถูกตัด ฝน :

$Z \geq 2$ ซม. เมื่อ $d_b \leq 16$ มม.

$Z \geq 4$ ซม. เมื่อ $d_b > 16$ มม.

เมื่อต้องถูกตัด ฝน หรือสัมผัสกับดิน :

$Z \geq 4$ ซม. เมื่อ $d_b \leq 16$ มม.

$Z \geq 5$ ซม. เมื่อ $d_b > 16$ มม.

วิศวกรรมคอนกรีต : คอนกรีตสด

– การเทคอนกรีต



คอนกรีตที่มีคุณภาพดีแต่หากเทคอนกรีตลงแบบ
ไม่ดีอาจทำให้กำลังตกลงได้ โดยก่อนที่จะเทคอนกรีต

ต้องเตรียมพื้นที่ให้สะอาด โดยเฉพาะในกรณีที่จะ
เทคอนกรีตใหม่ลงบนคอนกรีตเก่า ต้องมีการเตรียมพื้นที่
ให้มีความหยาบ เพื่อให้เกิดแรงเสียดทาน ทั้งนี้พื้นที่ควร
มีความชื้นที่เพียงพอเพิ่มเสริมการยึดเกาะ

โดยข้อปฏิบัติในการเทมีดังนี้

วิศวกรรมคอนกรีต : คอนกรีตสด

– การเทคอนกรีต



จุดที่ concrete อยู่ควรจะวางไว้ให้ใกล้กับแบบหล่อมากที่สุด

ต้องไม่เทในลักษณะที่จะทำให้คอนกรีตไหลไปเองทางข้าง เพราะจะทำให้เกิดการแยกตัวได้ง่าย

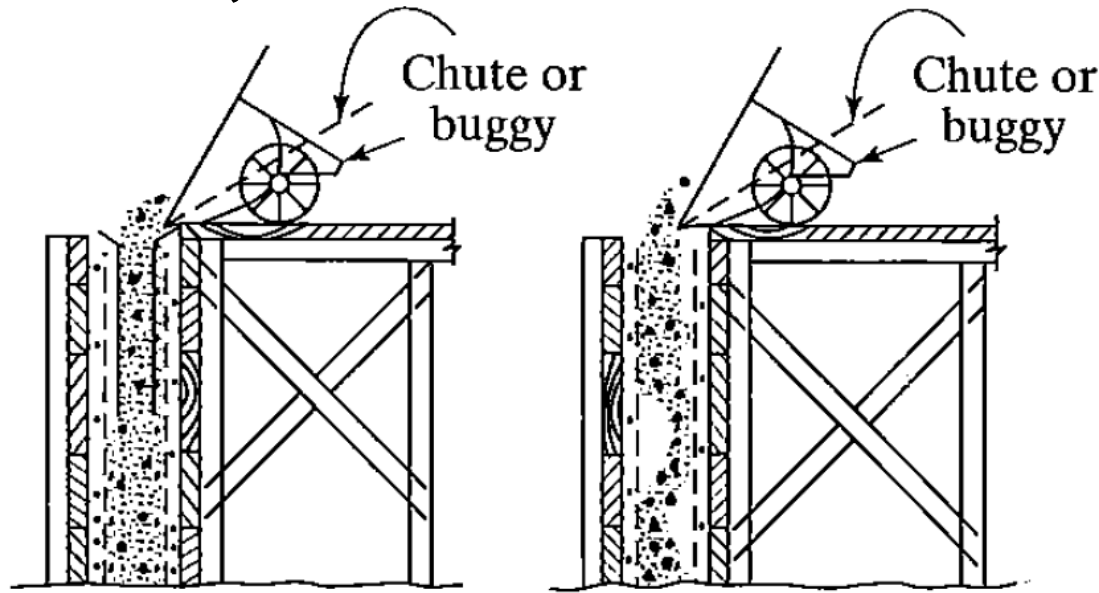
ควรเทคอนกรีตตรงและไม่มีมุม เพื่อป้องกันการแยกตัว ในกรณีที่ใช้ท่อช่วยเทอย่าดึงจนท่อเอียงแล้วค่อยเท ควรแน่ใจว่าท่ออยู่ในแนวตั้งก่อน

วิศวกรรมคอนกรีต : คอนกรีตสด

– การเทคอนกรีต



ในกรณีที่แบบมีความลึก ใช้ท่อหรือแผงกันเพื่อให้คอนกรีตตกลงตรงๆ



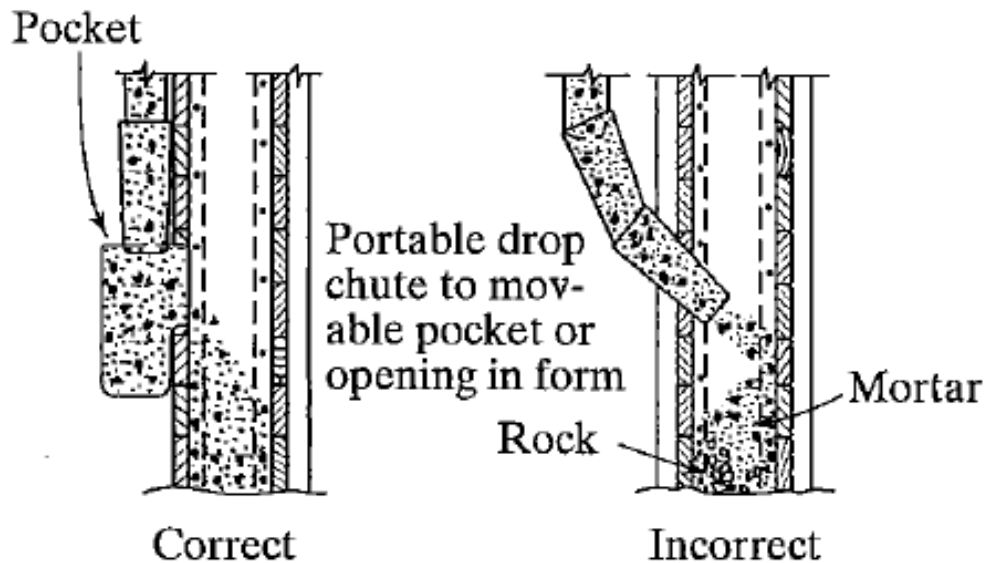
ไม่ควรเทให้คอนกรีตให้กองเป็นเนินสูงๆ ควรแบ่งเทคอนกรีตออกเป็นชั้นๆ ให้แผ่ทั่ว โดยแต่ละชั้นไม่เกิน 45 ซม.

วิศวกรรมปฐพีและฐานราก : คอนกรีตสด

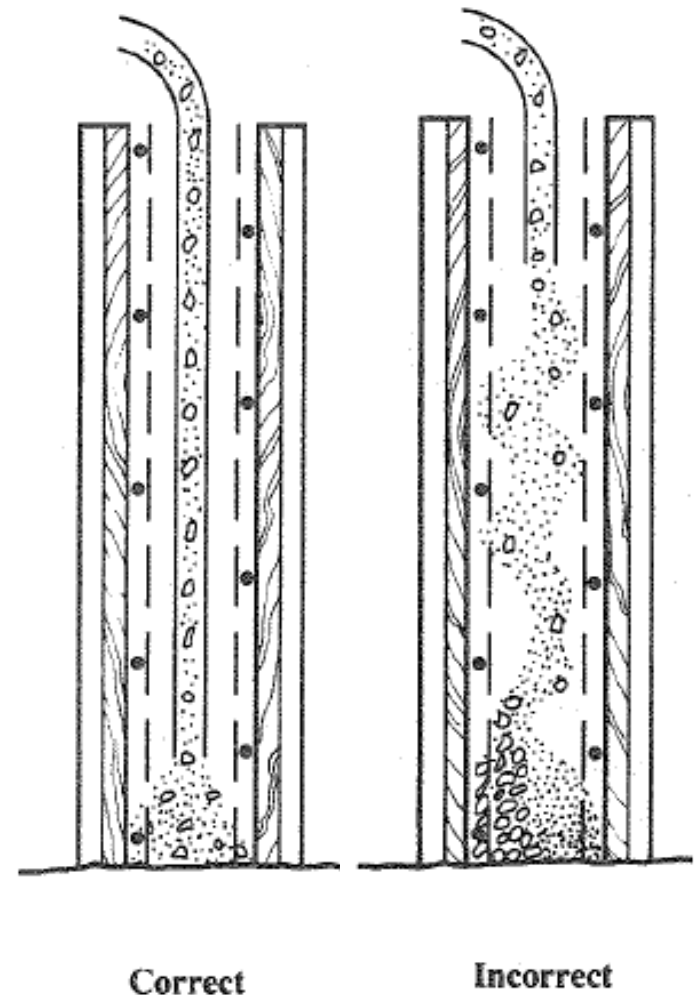
– การเทคอนกรีต



ไม่ควรให้คอนกรีตปะทะกับแบบหล่อโดยตรง



ท่อสั้นอย่างนี้มีโอกาสที่คอนกรีตจะ
กระทบกับแบบหล่อได้



วิศวกรรมคอนกรีต : คอนกรีตสด

– การทำคอนกรีตให้แน่น



การทำให้คอนกรีตแน่นสามารถทำได้โดยการ (1) กระทบด้วยมือ (2) การเคาะไม้แบบ และ (3) ใช้เครื่องมือสั่น โดยวิธีสุดท้ายเป็นวิธีที่มีความเหมาะสมที่สุด

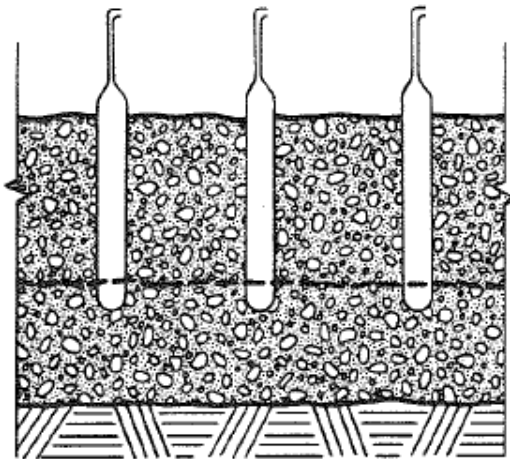


วิศวกรรมคอนกรีต : คอนกรีตสด

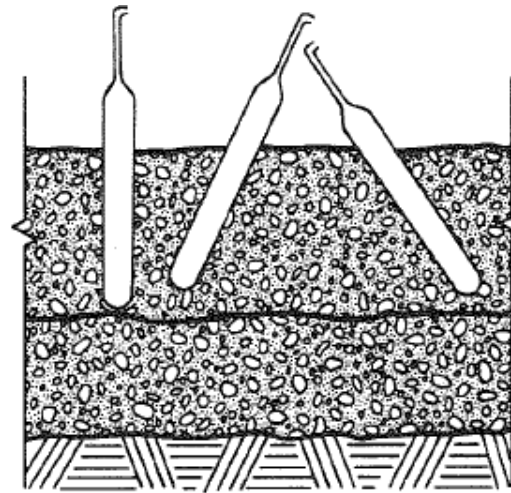
– การทำคอนกรีตให้แน่น



การจี้ควรจุ่มหัวในแนวตั้ง โดยให้ระยะระหว่างจุดที่จุ่มประมาณ 45-75 ซม.



Correct



Incorrect

การสั่นควรทิ้งช่วงไว้ประมาณ 5-15 วินาที และดึงหัวจุ่มออกอย่างช้าๆ (ห้ามใช้วิธีลากไปมา)

วิศวกรรมคอนกรีต : คอนกรีตสด

– การทำคอนกรีตให้แน่น



การสั่นต้องทำให้ตลอดความหนาของชั้นคอนกรีตและให้จุ่มลึกลงไปในพื้นที่ของคอนกรีตที่เทไว้ก่อน (หลายๆเซนติเมตร) → เพื่อให้คอนกรีตเป็นเนื้อเดียวกัน

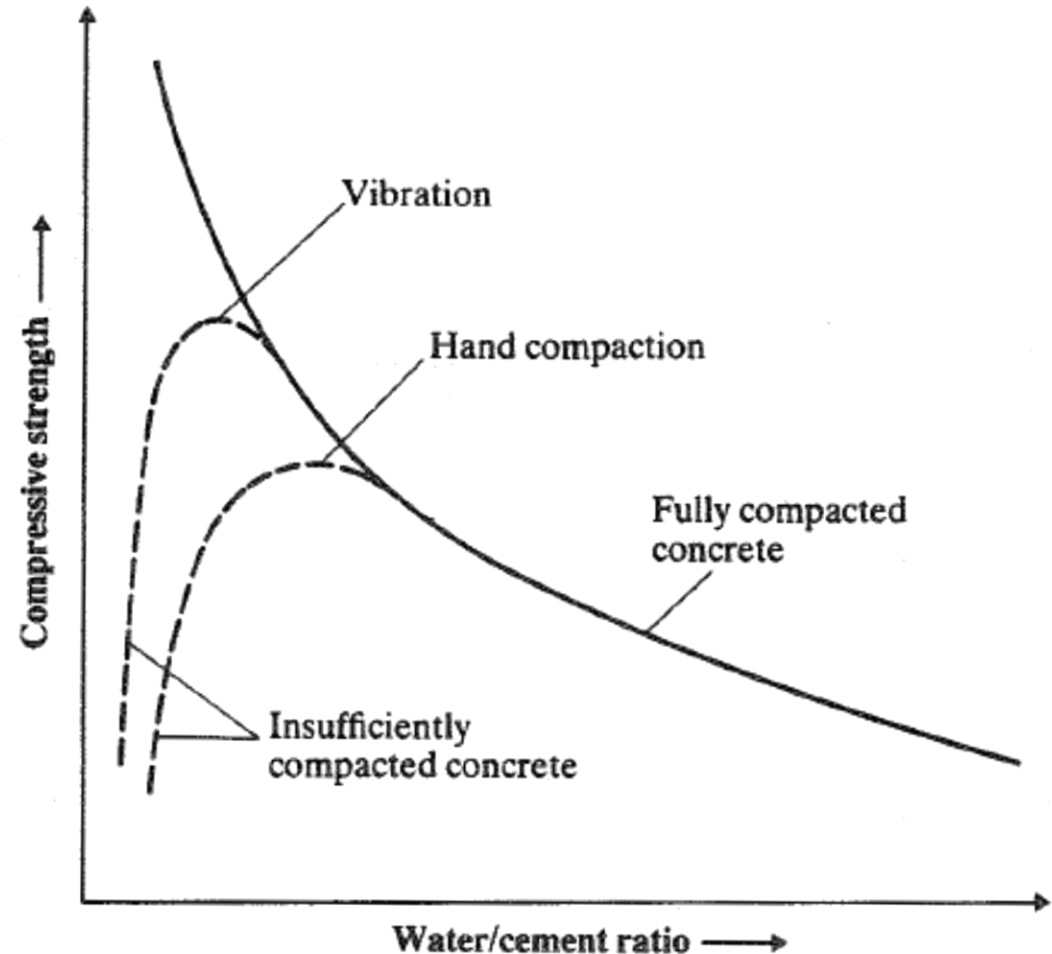
หัวสั่นอาจจะกระทบกับเหล็กเสริมได้ (ต้องผูกเหล็กเสริมให้แน่นก่อน) แต่ไม่ควรให้หัวจี้ไปโดนไม้แบบ เพราะจะทำให้เป็นรอยภายหลังจากการถอดไม้แบบแล้ว

วิศวกรรมคอนกรีต : คอนกรีตสด

– ผลจากคอนกรีตที่แน่น



- เครื่องสั่นไม่ใช่ตัวที่ทำให้คอนกรีตแข็งแรงขึ้น เพียงแต่ช่วยให้ผสมคอนกรีตได้แน่นกว่า ซึ่งจะทำให้คอนกรีตมีกำลังสูงและและมีคุณภาพดี



วิศวกรรมคอนกรีต : คอนกรีตสด

– ผลจากคอนกรีตที่แน่น



คอนกรีตที่มีการสั่นจะมีค่า slump จะลดลง
ได้เกือบครึ่งหนึ่งของคอนกรีตที่ยังไม่สั่น

การสั่นที่ถูกต้องจะไม่ทำให้เกิดการแยกตัว
การเข้มนแต่ต้องส่งผลให้เกิดการความแน่นและเพิ่ม
แรงยึดหน่วงระหว่างเหล็กเสริมและคอนกรีต

Honeycombing



วิศวกรรมคอนกรีต : คอนกรีตสด

– การบ่มคอนกรีต



คือ การบำรุงรักษาคอนกรีตให้มีคุณภาพดี โดยการป้องกันไม่ให้ปริมาณน้ำที่ต้องใช้ในการทำปฏิกิริยาไฮเดรชันสูญเสียไวเกินไป

การสูญเสียดังกล่าวเป็นผลให้คอนกรีตหดตัวและแตกร้าวได้

การบ่มน้ำทันทีที่คอนกรีตควรจะทำทันทีหลังจากการเทและเมื่อคอนกรีตเริ่มมีสภาพหมาดๆ ไปจนคอนกรีตได้กำลังซึ่งแล้วแต่ประเภทของซีเมนต์

วิศวกรรมคอนกรีต : คอนกรีตสด

– การบ่มคอนกรีต



เพื่อให้คอนกรีตมีคุณภาพ ต้องบ่ม
โดยพยายามให้มีอุณหภูมิประมาณ 22
องศา เป็นเวลาอย่างน้อย 3 วัน และบ่ม
ต่อเนื่องไป 7 วัน

วิธีการบ่มโดยทั่วไป มีดังนี้

1. การขังน้ำหรือหล่อน้ำ จากการใช้ดิน
เหนียวและอิฐก่อ โดยให้น้ำมีความสูง
ประมาณ 2 ซม. ทั้งนี้ต้องระวังการรั่วซึม
และต้องแน่ใจว่าพื้นมีความราบ

วิศวกรรมคอนกรีต : คอนกรีตสด

– การบ่มคอนกรีต



2. การใช้วัสดุเปียกขึ้นคลุม โดยมากใช้กระสอบป่านและพรมน้ำให้ชุ่ม วิธีนี้นิยมเนื่องจากง่ายและมีราคาถูก

3. การใช้ทราย ชี้เลื่อย ฟางข้าวหรือดิน ที่ขึ้นคลุม วิธีนี้ง่ายแต่ค่อนข้างสกปรก

4. การใช้กระดาษกันซึมคลุมไว้ โดยกระดาษนี้ต้องพรมน้ำให้เปียกอยู่ตลอดเวลา ค่อนข้างมีราคาแพงเพราะเป็นกระดาษกาวเหนียว 2 ชั้นที่ยึดด้วยกาว



กระสอบคลุม

วิศวกรรมคอนกรีต : คอนกรีตสด

– การบ่มคอนกรีต



5. การใช้พลาสติกคลุม เพื่อป้องกันการระเหยของน้ำในคอนกรีต (คล้ายกับใช้กระดาษ) มีน้ำหนักเบา ทำง่าย ราคาไม่แพงและไม่ต้องคอยรดน้ำ แต่ต้องระวังการฉีกขาดและปลิว
6. การฉีดน้ำ พรมน้ำหรือรดน้ำ เพื่อให้คอนกรีตชุ่มตลอดเวลา แต่ต้องไม่ให้เกิดการเปื่อยกแห้งสลับกันไปมิเช่นนั้นจะเกิดร้าวได้



วิศวกรรมคอนกรีต : คอนกรีตสด

– การบ่มคอนกรีต



7. การใช้สารเคมี (curing compound) ใช้พ่นลงบนพื้นผิวคอนกรีต เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำระเหย ให้ผลดี ง่ายแต่คอนข้างมีราคาแพง



วิศวกรรมคอนกรีต : คอนกรีตสด

– การบ่มคอนกรีต



8. การใช้ไอน้ำ (steam curing) เป็นการให้ความร้อนและความชื้นแก่คอนกรีต จึงช่วยเร่งปฏิกิริยาไฮเดรชัน แต่ต้องมีเนื้อที่ในการบ่ม จึงไม่เหมาะกับคอนกรีตในสนามแต่จะเหมาะกับคอนกรีตแบบหล่อสำเร็จ



วิศวกรรมคอนกรีต : คอนกรีตสด

– ระยะเวลาในการบ่ม



ระยะเวลาในการบ่มขึ้นอยู่กับประเภทของซีเมนต์และส่วนผสมของคอนกรีต กำลังของคอนกรีตที่ต้องการ ขนาดและรูปร่างของโครงสร้างคอนกรีต อุณหภูมิและความชื้นขณะที่ทำการบ่ม

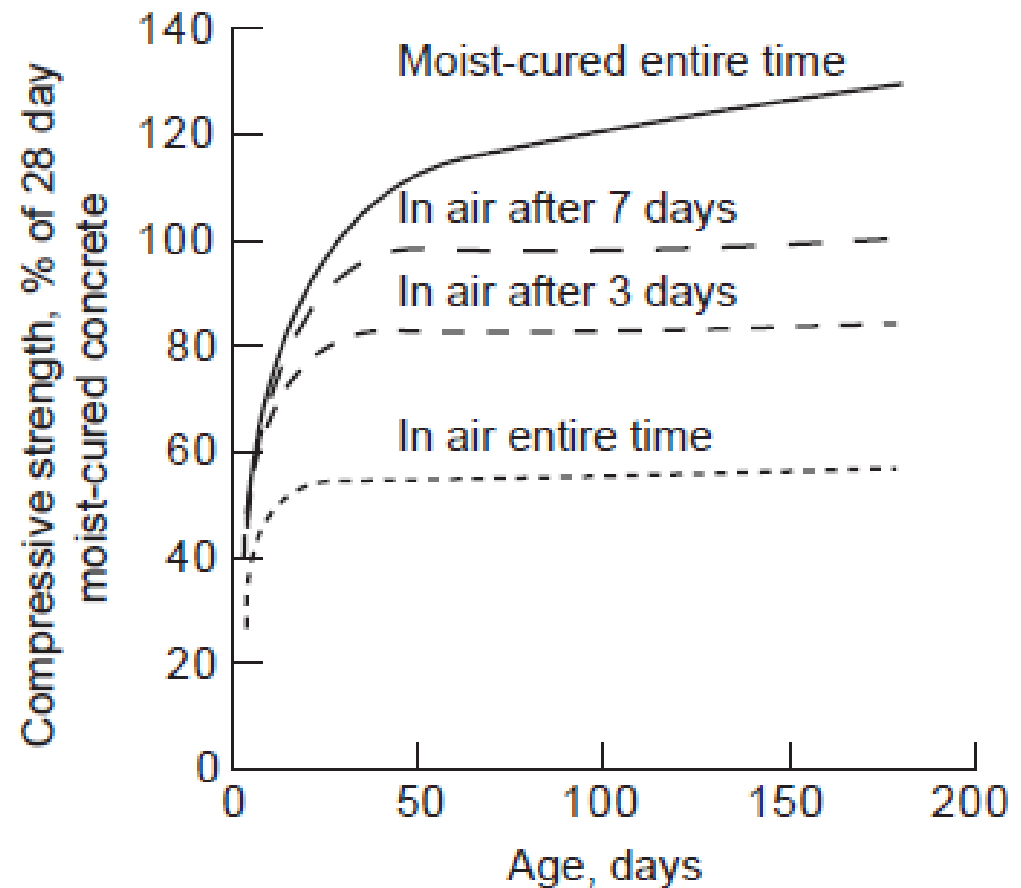
สำหรับโครงสร้างทั่วไป ไม่ควรน้อยกว่า 7 วัน และอาจจะเป็น 28 วัน หรือมากกว่านี้สำหรับคอนกรีตที่มีความหนาหลายๆ เช่น คอนกรีตหนา ๆ

วิศวกรรมคอนกรีต : คอนกรีตสด

– ความรวดเร็วในการบ่ม vs. Strength



เมื่อมีการบ่มคอนกรีต
ทันทีจะพบว่ากำลังรับแรงอัด
สูงกว่าคอนกรีตที่เพิ่มบ่ม
หลังจากปล่อยทิ้งไว้หลายวัน



วิศวกรรมคอนกรีต : คอนกรีตสด

– ระยะเวลาในการถอดแบบ



สำหรับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1

ชนิดของโครงสร้าง	ระยะเวลาถอดแบบหล่อออก
1. แบบข้างคาน กำแพง ฐานราก	24 – 48 ชม.
2. แบบข้างเสา	48 ชม.
3. ค้ำยันใต้แผ่นพื้น	14 วัน
4. ค้ำยันใต้ท้องคาน	14 วัน
5. ค้ำยันคานที่มีช่วงความยาวเกินกว่า 6 ม.	21 วัน

ขอบคุณครับ



หน้าหลัก

เกี่ยวกับหน่วยงาน ▾

บริการ ▾

เอกสารเผยแพร่ ▾

ประหยัฒพลังงาน ▾

ติดต่อหน่วยงาน

ข่าวสาร

ข้อมูลด้านกายภาพ ▾

อัลบั้มภาพ

Service Online

ระบบจองห้องออนไลน์

จองรถออนไลน์

แจ้งซ่อมออนไลน์

แบบฟอร์มต่างๆ

สารสนเทศหน่วยงาน

ระบบสารบรรณ
อิเล็กทรอนิกส์ (DocFlow)

HUman Resource Information System
Srinakharinwirot University

ระบบเงินเดือนพนักงาน(ESS)

ขอรับบริการ/บริการออนไลน์



จองรถยนต์ออนไลน์



แจ้งซ่อมออนไลน์



จองห้องประชุมออนไลน์



การขอใช้ห้องประชุม
นอกเวลาราชการ



การขอยืมวัสดุอุปกรณ์



ตารางเดินรถตู้ รับ-ส่ง อาจารย์และบุคลากร ปฏิบัติงานระหว่าง มศว ประสานมิตร - มศว องครักษ์
ประจำปีการศึกษา 2561 (1 ต.ค.61-30 ก.ย.62)



ตารางเดินรถบัส รับ-ส่ง อาจารย์และบุคลากร ปฏิบัติงานระหว่าง มศว ประสานมิตร - มศว องครักษ์
ประจำปีการศึกษา 2561 (1 ต.ค.61-30 ก.ย.62)

ข่าวสาร/โครงการพัฒนากายภาพ

<http://physdo.op.swu.ac.th/>

เอกสารอ้างอิง



1. ภาณุวัฒน์ จ้อยกัลด, เอกสารประกอบการสอน วิชา วศย ๓๒๑ การออกแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก, ภาควิชาวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม, มศว, 2558.
2. วิทวัส สิทธิกุล, เทคนิคก่อสร้าง (Construction Technique), 2544.
3. วินิต ช่อวิเชียร, การออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ด้วยวิธีกำลัง (Reinforced Concrete Design : Strength Design Method), 2545.
4. นวมิตร ลีวัฒนมงคล, คู่มือรวมข้อมูลก่อสร้าง, 2538.
5. สมศักดิ์ คำปลิว, การออกแบบอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก, 2535.
6. สุขสม เสนานาญ, เขียนแบบก่อสร้าง, สำนักพิมพ์ ส.ส.ท., 2537.