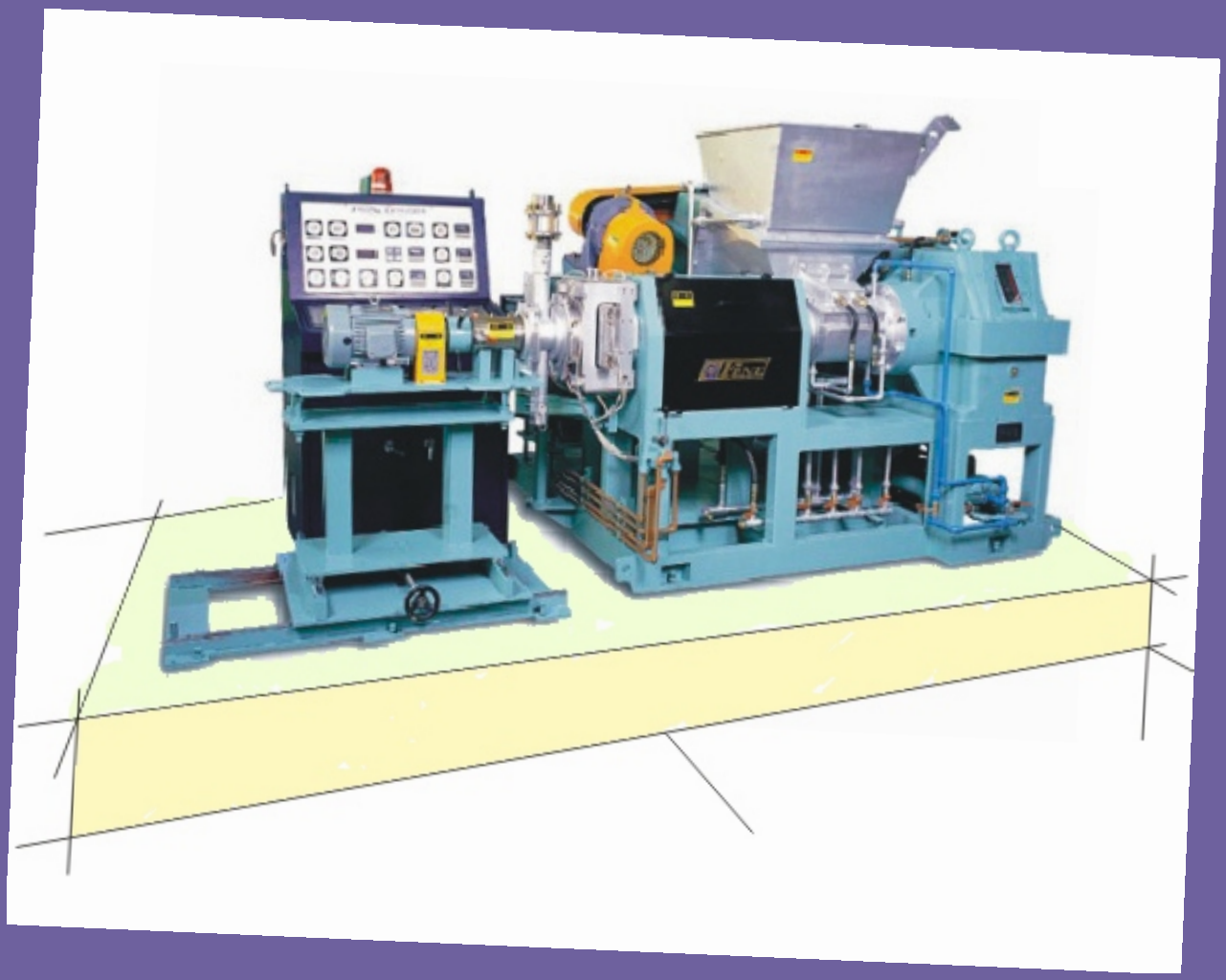
วิธีการคำนวณและออกแบบ
ฐานรากคอนกรีตเสริมเหล็กรองรับเครื่องจักร

How to Calculate and Design
Foundations Under Heavy Machinery



Editor
Gnem Rvc

.

หนังสืออ้างอิง..... (lЖ┤Ht╞ψ╒ε╨)┤

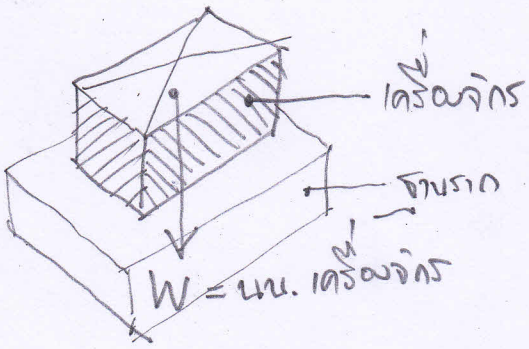
Machienery 's Hand Book,20th edition:Hoton,Jone,& Oberg
(Industrial Press,Newyork,pp.-2190-2

Architectural Engineering Design ,Robert Brown Butler,McGraw-Hill
Newyork,pp 39-41,474-477

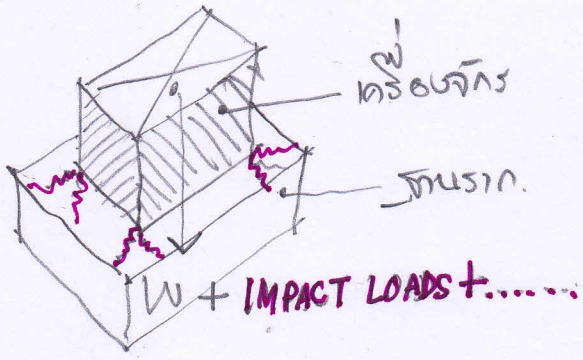
วิธีการคำนวณและออกแบบฐานราก ค.ส.ก. รองรับเครื่องจักรขนาดใหญ่

R.C. FOUNDATIONS UNDER HEAVY MACHINERY

ปรกติก่อวางเครื่องจักร ทรงคิด น.น. เครื่องจักร เรา สามารถประเมิน น.น. เครื่องจักร ได้อยู่แล้ว โดยวิธี STATIC (สถิตศาสตร์) แต่ถ้าเครื่องจักรทำงาน จะเกิดแรงขึ้นมาก นอกเหนือจาก น.น. ของตัวเครื่องจักร เช่น IMPACT LOADS, WAVE ต่างๆ แล้วแต่ลักษณะ การหา IMPACT LOAD ในแต่ละกรณี ย่อมแตกต่างกัน

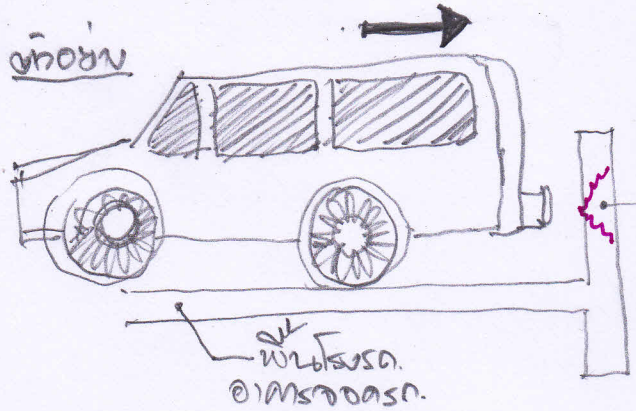


STATIC



DYNAMIC

ตัวอย่าง

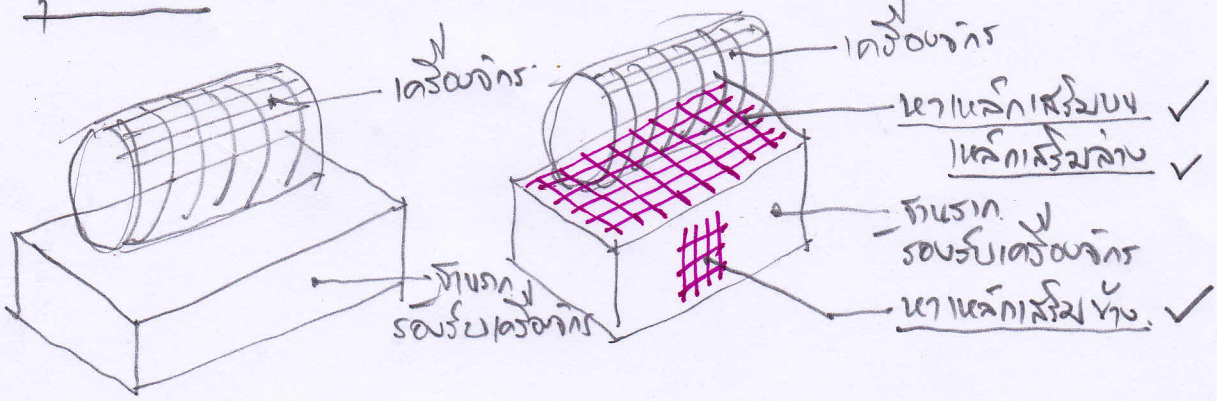


จุดประสงค์ เป็นเรื่องสำคัญ

กำแพงกันดิน ค.ส.ล.
หาความหนาตามหลัก ค.ส.ก. ✓

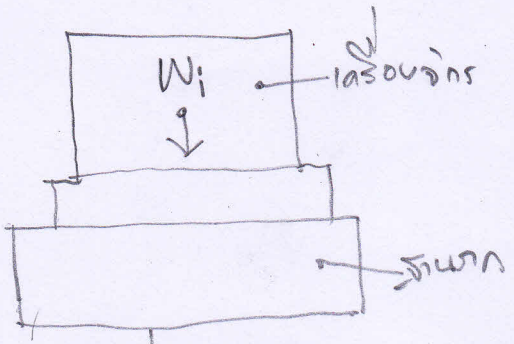
ซึ่งสูตรการคำนวณหา IMPACT LOADS แตกต่างกับฐานราก

จุดประสงค์ ของการออกแบบฐานราก

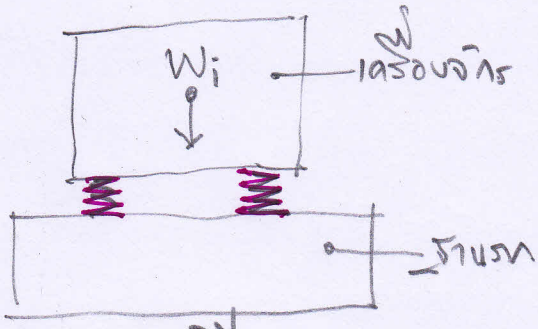


หาขนาดของฐานราก
กว้าง x ยาว x ลึก ✓

ถ้าคุณอยากออกแบบประหยัด คุณต้องหาทาง REDUCE IMPACT LOADS ลง.



สมมุติ เครื่องจักรหนัก 7 ตัน.
พอดีต IMPACT LOADS รวม
อาจหนักถึง 10 ตัน. ✓



ถ้าหาวิธีลดแรง
IMPACT LOADS
อาจเหลือ 5 ตัน - 8 ตัน. ✓
(สมมุติเท่านั้น)

สูตรทั่วไปที่ใช้หา IMPACT LOADS.

$$P_1 K_e = P(1+V_1)$$

P_1 = น.น. ที่จะนำไปคิดคำนวณเพื่อออกแบบฐานราก.

K_e = ELASTIC FACTOR ของโครงสร้างที่รองรับ.

P = น.น. เครื่องจักร

V_1 = VELOCITY OF MOVING LOADS

ขยายความ K_e

ใช้ตอนที่ต้องการเพื่อออกแบบฐานราก ค.ส.ล.

	STEEL	WOOD	CONCRETE OR MASONY ON GRADE	CONCRETE OR MASONY NOT ON GRADE	แผ่นยาง.
ค่า K_e	1.50	1.65	1.10	1.05	?

บดอัดแน่น

ไม่ได้บดอัด

เสดงว่าใช้ไม้แผ่นดีสำหรับรองรับแต่ละพวกเราใช้แผ่นยาง.

ขอขยายความ V_1 VELOCITY OF MOVING

แยกเป็น 2 ลักษณะ คือ (1) แรงกระแทก ↓ เช่น น. ตกกระแทก

(2) แรงกระเทือน → เช่น รถยนต์วิ่งชน.

ใน CASE ทรงออกแบบรับแรก ค.ช.ล. คือแรงกระแทก ↓

↓ (1) $V_1 = 8\,H^{0.5}$ (สำหรับแรงกระแทก) แรงแนวดิ่ง ✓

→ (2) $V_1 = 1.47 \times V$ (สำหรับแรงกระเทือน หรือแรงชนแนวนอน)

ตัวอย่าง. เครื่องจักรหนัก 1000 kg. (↓ กระแทก สูง 0.20 M.
กระเทือน)
จะเกิดแรงเท่าใด ?

$V_1 = 8\,H^{0.5}$

$= 8 \times 0.20^{0.5} = 3.578$

$P_1 \times 1.05 = 1000\,(1 + 3.578)$

$\rightarrow P_1 = \dfrac{4578}{1.05} = 4360$ kg. ✓

น้ำหนัก P_1 ที่ใช้ในการออกแบบ. * (ตัวนี้ยังไม่ได้รวม SAFTY น.ครับ)

ข้อสังเกต จะเห็นว่า เครื่องจักรหนัก 1000 kg.
แต่จะไปคำนวณออกแบบต้องใช้ 4360 kg.

* ยิ่งถ้าเครื่องจักรมีการสั่นสะเทือนสูงเท่าใด แรงยิ่งมากขึ้นเท่านั้น

$\rightarrow P_1 = (W_i)$ ✓

W_i = EFFECTIVE WEIGHT OF ANY IMPACT LOAD

ตัวอย่างการออกแบบและคำนวณ

ขนาดฐานเครื่องจักร 0.90 m. X 1.50 m.

Wm = นน.เครื่องจักร = 1000 kg.

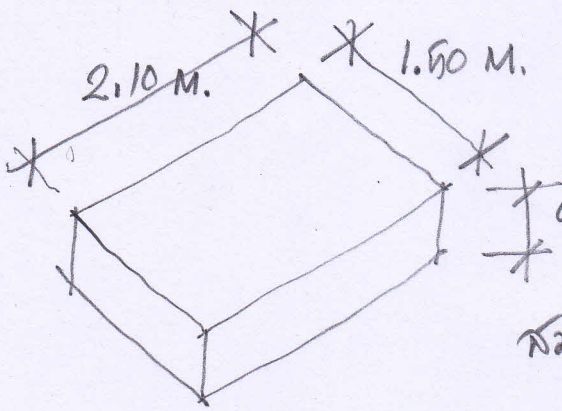
แรงกระแทกสะเทือนสูง 20 cm./sec

กำหนดความกว้างฐาน = 0.90 +0.30+0.30 =1.50 M.

กำหนดความยาวฐาน = 1.50 +0.30+0.30 =2.10 M.

สมมุติ ความหนาฐาน = 0.40 M.

ตัวอย่าง
การคำนวณและออกแบบฐานรากรองรับเครื่องจักรขนาด 1 ตัน.



สมมุติฐานรากลึก 0.40 M. = 40 cm.

W_f = น้ำหนักของฐานราก
= 1.50 × 2.10 × 0.40 × 2400 kg = 3,024 Kg.

① คำนวณหา น้ำหนัก ทั้งหมด (W_T)

จากสูตร $W_T = 2.5\,(W_M + W_i) + W_f$ *

$W_T = 2.5(1000 + 4360) + 3024 = 16,424$ Kg.
= 16.424 ตัน.

FACTOR SAFTY — น้ำหนักเครื่องจักร — IMPACT LOADS ของการสั่นสะเทือนด้านหน้า

สรุป W_T = 16,424 Kg.

② คำนวณหาค่า d_e d_e = EFFECTIVE DEPTH OF FOUNDATION

จากสูตร $W_T L = 0.60\, f_c\, b\, d_e^2$ *

ความยาวฐานราก — ค่า f_c — ความกว้างฐานราก

$16424 \times 210 = 0.60 \times 210 \times 150 \times d_e^2$

$d_e^2 = \dfrac{16424 \times 210}{0.60 \times 210 \times 150} = 182.49$

$d_e = \sqrt{182.49} = 13.51$ cm.

$d_e + 10$ cm. = 14 + 10 = 24 cm. < 40 cm.
OK.

10 — COVER CONCRETE ของฐานราก

ความลึกฐานราก D = 40 cm. ใช้ได้

(3) คำนวณหาเหล็กต.แกรงฐานราก

จากสูตร $W_T L = 4.2 f_y A_s d_e$ *

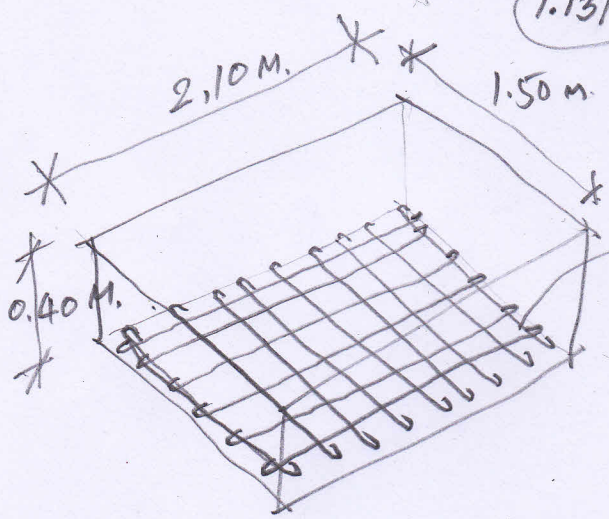
$16424 \times 210 = 4.2 \times 1200 \times A_s \times 24$

(16424 = น.น.ทั้งหมด, 210 = ความยาวฐาน, 1200 = f_y, 24 = d_e ดูรายการคำนวณก่อนหน้า)

$$A_s = \frac{16424 \times 210}{4.2 \times 1200 \times 24}$$

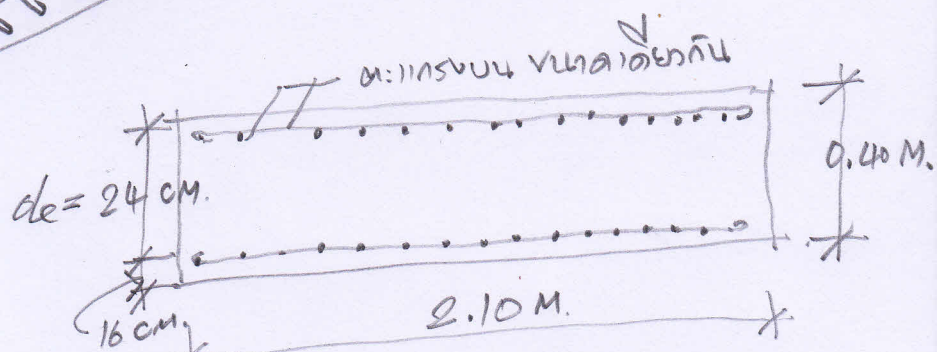
$$A_s = \frac{3449040}{120960} = 28.51 \text{ cm.}^2$$

USE ϕ12 มม. $= \frac{28.51}{1.131} = 7.52$ cm.

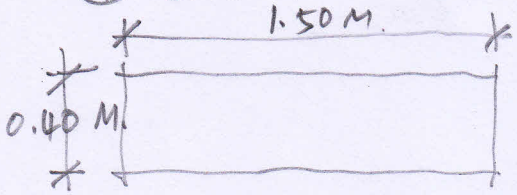


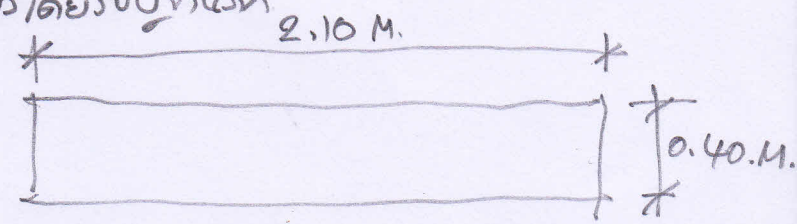
DESIGN THE FOUNDATION'S TENSILE REINFORCEMENT NEAR IT BASE

USE ϕ12 มม. @ 7.5 CM.
BOTTOM (BASE)



(4) ออกแบบเหล็กเสริมผนังกันร่วงโดยรอบฐานแผ่





$A_s = 0.0025 A_c$

$A_c = 40 \times 150 = 6000 \text{ cm.}^2$

$A_s = 0.0025 \times 6000$

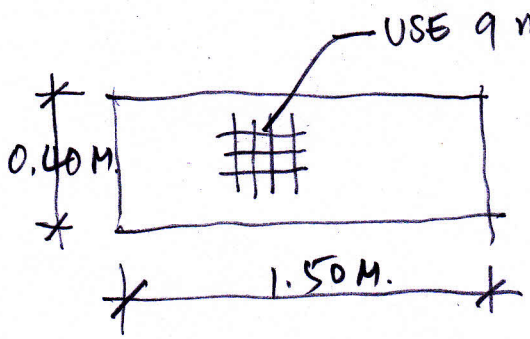
$= 15 \text{ cm.}^2$

$A_s = 0.0025 A_c$

$A_c = 40 \times 210 = 8400 \text{ cm.}^2$

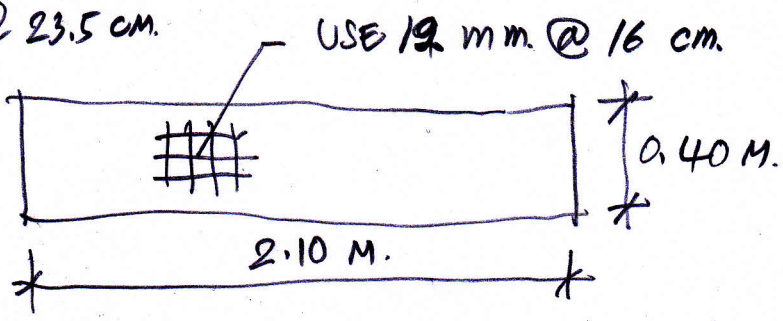
$A_s = 0.0025 \times 8400$

$= 21 \text{ cm.}^2$



$A_S = 15 \text{ cm.}^2$

USE ϕ 9 mm. @ 23.5 cm



$A_S = 21 \text{ cm.}^2$

USE ϕ 12 m.m. @ 16 cm.