

ใบงานออนไลน์ : เติมสูตรคุณสมบัติพื้นฐานของดิน (Basic Soil Properties)

ชื่อ-สกุล: _____ เลขที่: _____ ชั้น: _____ วันที่: _____

คำชี้แจง : เติมคำ เติมตัวแปร หรือสูตร ในช่องว่างให้ถูกต้อง (ระหว่างรับฟังคำบรรยาย)

1. องค์ประกอบของดิน (3 Phase)

$V = \square + \square + \square$
 $W = \square + \square \quad (W_a = 0)$
 $V =$ ปริมาตรรวม $W =$ น้ำหนักรวม
 $V_a =$ ปริมาตรอากาศ $W_w =$ น้ำหนักน้ำ
 $V_w =$ ปริมาตรน้ำ $W_s =$ น้ำหนักเม็ดดิน
 $V_s =$ ปริมาตรเม็ดดิน

2. อัตราส่วนและร้อยละ (Ratios & Percentages)

2.1 อัตราส่วนช่องว่าง (Void Ratio)
 $e = \frac{\square}{\square}$

2.2 ความพรุน (Porosity)
 $n = \frac{\square}{\square} = \frac{\square}{\square + \square}$

2.3 ระดับความอิ่มตัว (Degree of Saturation)
 $S_r = \frac{\square}{\square} \times 100\%$

2.4 ปริมาณน้ำ (Water Content)
 $\omega = \frac{\square}{\square} \times 100\%$

2.5 อากาศในดิน (Air Content)
 $A_v = \frac{\square}{\square} \times 100\%$

2.6 ความถ่วงจำเพาะของเม็ดดิน (Specific Gravity)
 $G_s = \frac{\square}{\square} = \frac{\square}{\square} \times \frac{\square}{\square}$

ความสัมพันธ์สำคัญ

$n = \frac{e}{1 + e}$
 $e = \frac{n}{1 - n}$
 $V_v = \dots V_s$
 $V_s = \frac{V}{1 + e}$
 $V_v = V - V_s$
 $= eV_s$
 $= enV$

3. ความหนาแน่น (Density)

ชนิด	สัญลักษณ์	สูตร	หน่วย
3.1 ความหนาแน่นรวม (Bulk Density)	ρ	$\rho = \frac{\square}{\square}$	Mg/m ³ หรือ kg/m ³
3.2 ความหนาแน่นอิ่มน้ำ (Saturated Density)	ρ_{sat}	$\rho_{sat} = \frac{\square + \square}{\square}$	Mg/m ³
3.3 ความหนาแน่นแห้ง (Dry Density)	ρ_d	$\rho_d = \frac{\square}{\square}$	Mg/m ³
3.4 ความหนาแน่นใต้น้ำ (Submerged Density)	ρ'	$\rho' = \square - \square$	Mg/m ³

ความสัมพันธ์สำคัญ

$\rho = (1 + \omega) \rho_d$ $\rho_d = \frac{\square}{1 + \omega}$ $\gamma_d = \frac{\square}{1 + e} \rho_w$
 $\rho_{sat} = \frac{\square + \square}{1 + e} \rho_w$

4. หน่วยน้ำหนัก (Unit Weight)

ชนิด	สัญลักษณ์	สูตร	หน่วย
4.1 หน่วยน้ำหนักรวม (Bulk Unit Weight)	γ	$\gamma = \frac{\square}{\square} = \rho g$	kN/m ³
4.2 หน่วยน้ำหนักอิ่มน้ำ (Saturated Unit Weight)	γ_{sat}	$\gamma_{sat} = \frac{\square + \square}{\square}$	kN/m ³
4.3 หน่วยน้ำหนักแห้ง (Dry Unit Weight)	γ_d	$\gamma_d = \frac{\square}{\square} = \rho_d g$	kN/m ³
4.4 หน่วยน้ำหนักใต้น้ำ (Submerged Unit Weight)	γ'	$\gamma' = \gamma_{sat} - \square$	kN/m ³

ความสัมพันธ์สำคัญ

$\gamma = (1 + \omega) \gamma_d$ $\gamma_d = \frac{\gamma}{1 + \omega}$ $\gamma_w = \rho_w g = \square \text{ kN/m}^3$
 $\gamma_d = \frac{\square}{\square} + \frac{\square}{\square} \gamma_w$
 $\gamma' = \square - \square \gamma_w$

โดยที่

$\gamma_w = \rho_w g = \square \text{ kN/m}^3$
 $g = \square \text{ m/s}^2$

5. ช่วงค่าปกติของดิน

ตัวแปร	ช่วงค่าปกติ
อัตราส่วนช่องว่าง (e)	0.20 - 2.00
ความพรุน (n)	20% - 60%
ระดับความอิ่มตัว (S _r)	0 - 100%
ปริมาณน้ำ (ω)	0% - 60%+
ความถ่วงจำเพาะ (G _s)	2.60 - 2.80
หน่วยน้ำหนักแห้ง (γ _d)	10 - 21 kN/m ³
หน่วยน้ำหนักรวม (γ)	12 - 22 kN/m ³
หน่วยน้ำหนักอิ่มน้ำ (γ _{sat})	18 - 24 kN/m ³
หน่วยน้ำหนักใต้น้ำ (γ')	8 - 14 kN/m ³

6. สูตรแปลงหน่วยและความสัมพันธ์ทั่วไป

การแปลงหน่วย

- 1 Mg/m³ = \square kg/m³
- 1 kN/m³ = \square kPa/m
- γ (kN/m³) = ρ (kg/m³) × \square / \square
- ρ (Mg/m³) = γ (kN/m³) / \square

ความสัมพันธ์ทั่วไป

- $W_s = \square G_s \rho_w V_s$
- $W_w = \rho_w \square$
- $V = V_s + V_w = V_s (1 + e)$
- $V_v = V_a + V_w$
- $S_r = \frac{\square}{\square} \Rightarrow W_w = S_r V_v$

7. สูตรที่ใช้แก้ปัญหา (สรุปใช้งานบ่อย)

- หา V_s จาก W_s
 $V_s = \frac{\square}{(G_s \rho_w)}$
- หา V_v จาก e
 $V_v = e \square$
- หากจาก e
 $n = \frac{\square}{1 + e}$
- หา e จาก n
 $e = \frac{\square}{1 - n}$
- หา S_r เมื่อรู้ V_w, e
 $S_r = \frac{\square}{e V_s} \times 100\%$
- หา S_r เมื่อรู้ V_w, W_s
 $S_r = \frac{\square}{W_s} \times 100\%$
- หา ω เมื่อรู้ W_w, W_s
 $\omega = \frac{\square}{\square} \times 100\%$
- หา ρ_d เมื่อรู้ G_s, e
 $\rho_d = \frac{\square}{1 + e} \rho_w$
- หา ρ_{sat} เมื่อรู้ G_s, e
 $\rho_{sat} = \frac{\square + \square}{1 + e} \rho_w$
- หา W เมื่อรู้ γ, V
 $W = \square \times \square$

8. ขั้นตอนการคำนวณ (แนะนำ)

- อ่านโจทย์ → กำหนดสิ่งที่ต้องหา _____
- เขียนสิ่งที่โจทย์ให้ _____
- เลือกสูตรที่เกี่ยวข้อง _____
- คิดรูป/แทนค่า _____
- ตรวจสอบหน่วยและเหตุผล _____

ทริคจำง่าย

$e = \frac{\square}{\square} \rightarrow$ ช่องว่างเม็ดดิน เพิ่มน้ำ → \square เพิ่ม
 $n = \frac{\square}{\square} \rightarrow$ ช่องว่างต่อทั้งหมด เพิ่ม e → \square เพิ่ม
 $S_r = \frac{\square}{\square} \rightarrow$ น้ำต่อช่องว่าง เพิ่ม S_r → \square
 $\omega = \frac{\square}{\square} \rightarrow$ น้ำต่อเม็ดดิน เพิ่ม γ → \square ขึ้น

9. สรุปลำดับความหนาแน่น/หน่วยน้ำหนัก

ความหนาแน่น

$\rho_d < \square < \rho_{sat}$

$\rho' < \square$

หน่วยน้ำหนัก

$\gamma_d < \square < \gamma_{sat}$

$\gamma' < \square$

หมายเหตุ: ค่าใดไม่ใช่ค่าขนาดแรงลอยตัวเสมอ

$\gamma' = \gamma_{sat} - \square$

10. ค่าคงที่ที่ใช้บ่อย

$\rho_w = \square \text{ kg/m}^3$
 $\gamma_w = \square \text{ kN/m}^3$
 $g = \square \text{ m/s}^2$
 G_s (ดินทั่วไป) = \square

สัญลักษณ์ย่อ

V = ปริมาตร (m³)
W = น้ำหนัก (N)
ρ = ความหนาแน่น (Mg/m³)
γ = หน่วยน้ำหนัก (kN/m³)
e = อัตราส่วนช่องว่าง
n = ความพรุน
S_r = ระดับความอิ่มตัว (%)
ω = ปริมาณน้ำ (%)
G_s = ความถ่วงจำเพาะ