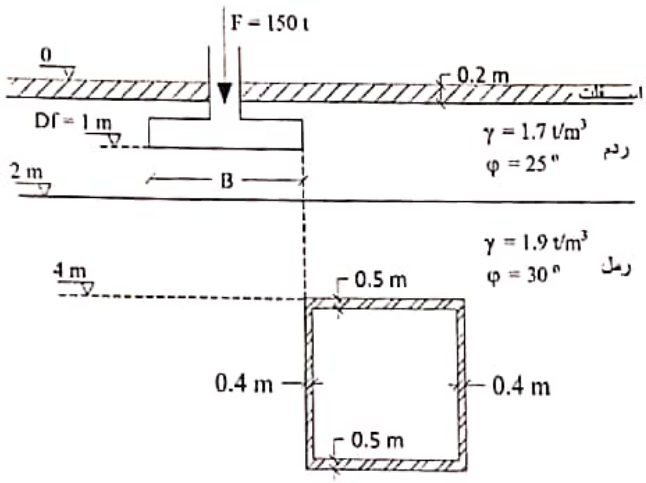
جامعة الفرات
كلية الهندسة المدنية بالرقة
قسم مدني عام

اسم الطالب:
الدرجة: سبعون
المدة: ساعتان

سلم تصحيح مقرر: منشآت مطمورة – السنة: الخامسة – الفصل الثاني 2024-2025

السؤال الأول: (25 درجة)

يراد تنفيذ نفق مشاة بالطريقة المكشوفة على عمق (4 m) اعتباراً من سطح الأرض، وذلك في تربة رملية يعلوها طبقة الرمل طبقة من الردميات كما هو مبين في الشكل:



وبعد تنفيذ النفق تم تنفيذ أساس له المواصفات:

$F = 150\ t,\quad B = 3m,\quad D_f = 1\ m$

فإذا علمت أن الوزن الحجمي لطبقة اسفلت الطريق هو $2.3\ t/m^3$، كما أن المقطع العرضي للنفق مربع الشكل عرضه في الضوء (3 m)، فالمطلوب:

1- حساب الحمولات الشاقولية التصميمية الدائمة المؤثرة على النفق.

2- حساب الحمولات الأفقية التصميمية الدائمة المؤثرة على النفق.

3- رسم المخطط النهائي للحمولات السابقة.

الجواب:

1- حساب الحمولات الشاقولية: نرتب النتائج في الجدول التالي: (6 درجات)

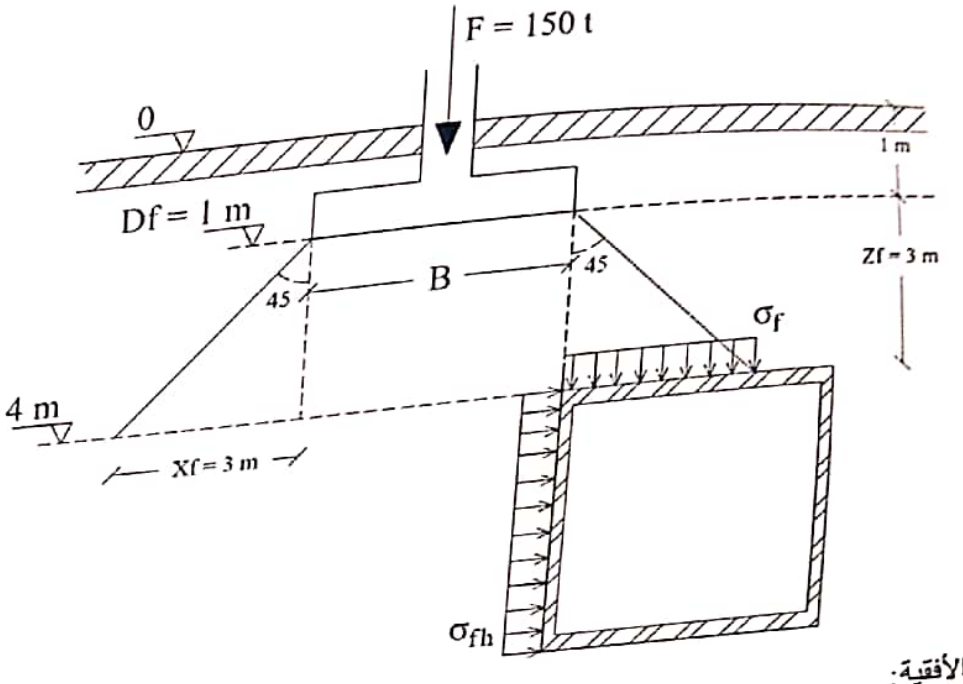
الحمولة	hi (m)	γi (t/m³)	Pi (t/m²)	ni	Pid (t/m²)
اسفلت	0.2	2.3	0.46	1.5	0.69
ردم	1.8	1.7	3.06	1.2	3.672
رمل	2	1.9	3.8	1.2	4.56
بلاطة السقف	0.5	2.5	1.25	1.1	1.375
مج على السقف					10.297
بلاطة أرضية النفق	0.5	2.5	1.25	1.1	1.375
جدار النفق	0.4 * 3.4	2.5	3.4	1.1	3.74

- دراسة حمولة الأساس: (2 درجة)

$$\sigma_f = \frac{F}{L}.n \quad ; \quad L = B + 2x_f = 3 + 2(3) = 9\ m$$

$$\Rightarrow \sigma_f = \frac{150}{9} \times 1.1 = 18.33\ \ t/m^2$$

الممسوحه ضوئيا بـ CamScanner



2- حساب الحمولات الأفقية:

- معامل ضغط التربة الجانبي لطبقة الرمل: $k_0 = 1 - \sin\varphi = 1 - \sin 30 = 0.5$ **(1 درجة)**

- نحول طبقة الاسفلت لطبقة مكافئة من الردم يحسب ارتفاعها h_0 ليعطي الارتفاع الجديد للردمية h` : **(2 درجة)**

$$h_0 = \frac{0.46}{1.7} = 0.27\ \text{m} \Rightarrow h` = 1.8 + 0.27 = 2.07\ \text{m}$$

- يحسب ضغط التربة الجانبي عند كل من سقف وأرضية النفق حيث:

$$P_h = \gamma \,.\, h.\ k_0 \,.\, n$$

(3 درجة)

$$\begin{cases} P_{h1} = (2.07 \times 1.7 + 2 \times 1.9) \times 0.5 \times 1.2 = 4.39\ \text{t/m}^2 \\ P_{h2} = 4.39 + (4 \times 1.9 \times 0.5 \times 1.2) = 8.95\ \text{t/m}^2 \end{cases}$$

- الضغط الجانبي الناتج عن الأساس: **(1 درجة)**

$$\sigma_{F\,h} = \sigma_F \times k_0 = 18.33 \times 0.5 = 9.165\ \text{t/m}^2$$

3- رسم المخطط النهائي للحمولات: **(3 درجة)**

نحسب رد فعل التربة على أرضية النفق:

$$B = 3 + 0.8 = 3.8\ \text{m} \quad < \quad 5\ \text{m}$$

$$\Rightarrow P_V = \frac{\sum V}{B}\ ;\ \sum V = \text{down}\sum V - \text{up}\sum V$$

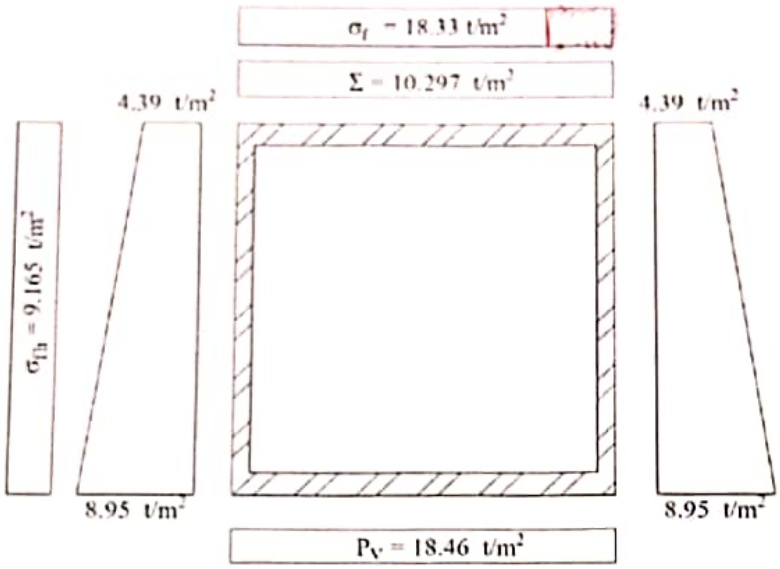
$$\text{down}\sum V = 3.8 \times (10.297 + 1.375) + 2 \times 3.74 + 18.33 = 70.16\ \text{t/m`}$$

لا يوجد رفع ماء: $\text{up}\sum V = 0$

$$\Rightarrow P_V = \frac{70.16}{3.8} = 18.46\ t/m^2$$

ممسوحه ضوئيا بـ CamScanner

فيكون المخطط النهائي للحمولات المؤثرة على عناصر النفق كالتالي: **(5 درجات)**

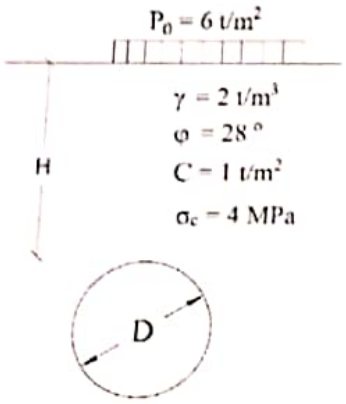


السؤال الثاني: (25 درجة)

يراد تنفيذ نفق دائري المقطع بقطر (D = 9m) في وسط يتمتع بالمواصفات المبينة في الشكل:

تم اقتراح تنفيذ النفق على الأعماق التالية في مرحلة الدراسة الأولية للمشروع وهي:

$H_1 = 32m$, $H_2 = 60$ m



فإذا علمت أن سطح الأرض الطبيعية محمل بحمولة موزعة بانتظام شدتها $P_0 = 6$ t/m³ ، فالمطلوب:

1- حساب قيمة الضغط الجبلي الذي ستتعرض له حفرية النفق على الأعماق السابقة حسب نظرية Terzaghi.

2- حساب قيمة الضغط الجبلي حسب نظرية Protod Yakonov.

3- قارن بين النتائج التي حصلت عليها من النظريتين.

الجواب:

1- حسب نظرية ترزاقي يجب أولاً حساب عرض الكتلة الهابطة فوق النفق B: **(2 درجة)**

$$B = 2R \cdot \text{ctg}\left(\frac{45}{2} + \frac{\varphi}{4}\right) = 9 \times \text{ctg}\left(\frac{45}{2} + \frac{28}{4}\right) = 9 \times \text{ctg}(29.5) = 15.91 \text{ m}$$

الحالة الأولى: $H_1 = 32$ m

2 درجة

$\Rightarrow 2.5\,B = 2.5 \times 15.91 = 39.78$ m

$H_1 = 32 < 2.5\,B = 39.78$ m

2 درجة $\Rightarrow P_V = \gamma \cdot H_1 = 2 \times 32 = 64$ t/m²

الحالة الأولى: $H_2 = 60$ m

1 درجة $H = 60$ m $> 2.5\,B = 39.78$ m

2 درجة

$\Rightarrow H_2 = 2.5\,B = 39.78$ m

$\Rightarrow H_1 = 60 - 39.78 = 20.22$ m

الممسوحه ضوئيا بـ CamScanner

2 درجة

$$\Rightarrow P_{o1} = \gamma . H_1 = 2 \times 20.22 = 40.44 \ t/m^2$$

3 درجة

$$\Rightarrow P_v = \frac{B\left(\gamma - \frac{2c}{B}\right)}{2k.tg\varphi}\left(1 - e^{-2k.tg\varphi.\frac{H_2}{B}}\right) + (P_0 + P_{o1}).e^{-2k.tg\varphi.\frac{H_2}{B}}$$

$$= \frac{15.91\left(2 - \frac{2 \times 1}{15.91}\right)}{2 \times 1 \times tg28}\left(1 - e^{-2\times1\times tg28\times\frac{39.78}{15.91}}\right) + (6 + 40.44).e^{-2\times1\times tg28\times\frac{39.78}{15.91}}$$

$$\Rightarrow P_v = 26.079 + 3.251 = 29.33 \ t/m^2$$

2- حساب نظرية Protod Yakonov.

يحسب معامل الصلابة (f): 2 درجة $f = \frac{\sigma_c\,(MPa)}{10} = \frac{4}{10} = 0.4$

نحسب ارتفاع قوس الضغط h_1 :

2 درجة $h_1 = \frac{B}{2f} = \frac{15.91}{2 \times 0.4} = 19.89 \ m$

2 درجة $\Rightarrow P_v = \frac{2}{3} . \gamma . h_1 = \frac{2}{3} \times 2 \times 19.89 = 26.52 \ t/m^2$

3- المقارنة: (5 درجة)

حسب نظرية ترزاكي: فإن الكتلة الهابطة تخضع لضغط شاقولي ناتج عن وزنها الذاتي وعن وزن الطبقات التي تعلوها، حيث يتم مقاومة هبوط هذه الكتلة من خلال الاحتكاك على سطوح الانزلاق الجانبية. كما أن هذه النظرية تأخذ بعين الاعتبار وجود حمولة سطحية على سطح الأرض، وأيضاً بحسب ترزاكي فإن حفر الأنفاق على أعماق كبيرة نسبياً يسبب اضطراباً في حالة الإجهادات الأولية السائدة في الوسط المحيط بحفرية النفق وذلك بسماكة معينة بحسب ارتفاع طبقة التغطية أعلى النفق.

أما حسب نظرية Protod Yakonov: تم اعتبار أن الوسط المحيط بالنفق نتيجة احتوائه على التشققات والفواصل يسلك سلوك جسم مفكك ترتبط عناصره من خلال قوى احتكاك فيما بينها. كما أن الكتلة المسببة للضغط الجبلي أعلى النفق وفق هذه النظرية تكون محدودة بقوس الضغط وهو قوس طبيعي يتوازن تحت تأثير الإجهادات الضاغطة ويتخذ شكل قطع مكافئ. وبالتالي فإن هذه النظرية لا تأخذ بعين الاعتبار عمق تنفيذ النفق المدروس.

السؤال الثالث: (20 درجة)

1- عرف النفق.

2- يتم تصنيف الأنفاق حسب عدة معايير منها حسب الوظيفة الاستثمارية، ماهي أنواع الأنفاق وفقاً لذلك ؟

3- وماهي المعايير الأخرى لتصنيف الأنفاق؟ (تعداد فقط).

الجواب:

1- النفق هو عبارة عن منشآت هندسية تحت أرضية (مطمورة) يتم تنفيذها تحت سطح الأرض. ويكون طول النفق اكبر بكثير من أبعاد مقطعه العرضي، وتستخدم لأغراض متعددة (أنفاق مواصلات، أنفاق خدمية، أنفاق ري .....). وعندما يكون طول النفق صغير (اقل من 90 m) تسمى عبارات (Underpass). وأنفاق مواصلات النقل بالسكك الحديدية تسمى في بريطانيا (U-bahn) وفي المانيا (Metro) وفي فرنسا (Subway) وفي أمريكا (Underground tunnel). **(6 درجة)**

2- حسب الوظيفة الاستثمارية: (9 درجة)

- أنفاق المواصلات: هي عبارة عن أنفاق تستخدم لتمرير وسائط مختلفة من المواصلات وأهمها: أنفاق مشاة، أنفاق سيارات، أنفاق مترو، أنفاق قطارات (سكك حديدية)، أنفاق سفن.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

- أنفاق مائية: هي عبارة عن أنفاق تستخدم لتمرير المياه وأهمها: أنفاق مياه الشرب، أنفاق ري، أنفاق صرف صحي، أنفاق تدفئة، أنفاق خاصة في المحطات والمنشآت المائية (أنفاق تحويل، أنفاق تفريغ ...).
- أنفاق خدمية: هي عبارة عن أنفاق تستخدم داخل المدن الكبيرة حيث يتم فيها تجميع أهم خطوط وكابلات الكهرباء والماء والهاتف والغاز والصرف الصحي في نفق واحد.

3- المعايير الأخرى لتصنيف الأنفاق: (5 درجة)

- حسب عمق النفق
- حسب طريقة التنفيذ
- حسب شكل المقطع العرضي للنفق
- حسب موقع النفق
- حسب قشرة النفق

انتهت الأسئلة

التاريخ 2025/8/13

مع التمنيات بالتوفيق والنجاح

مدرس المقرر
د.م. بشار عبد النور

عميد الكلية
د.م. زياد الموسى المكسور

الممسوحه ضوئيا بـ CamScanner