

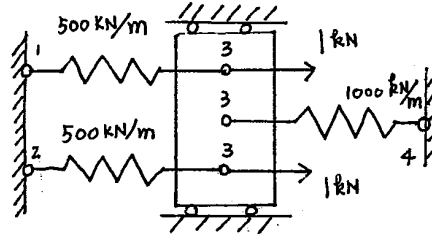
九十一學年度第一學期博士學位候選人資格考試時間表

時 間	考 試 科 目	考試地點
8:30 10:10	✓▲ 有限元素法 (CLOSED BOOK) ✓▲ 彈性力學 (OPEN BOOK) ✓▲ 鋼結構學 (OPEN BOOK) ✓▲ 路面材料 (OPEN BOOK) ✓▲ 基礎工程 (CLOSED BOOK) ✓▲ 工程資訊管理 (OPEN BOOK)	大會議室
10:20 12:00	✓▲ 結構動力學 (CLOSED BOOK) ✓▲ 工程時程控制 (CLOSED BOOK) ✓▲ 鋪面工程 (OPEN BOOK) ✓▲ 混凝土組合律 (CLOSED BOOK)	大會議室
13:30 15:10	✓▲ 土壤力學 (CLOSED BOOK) ✓▲ 岩石力學 (CLOSED BOOK) ✓▲ 施工學 (CLOSED BOOK) ✓▲ 工程成本與財務 (CLOSED BOOK)	大會議室
15:20 17:00	✓▲ 工程地質 (CLOSED BOOK) ✓▲ 作業研究 (CLOSED BOOK)	大會議室

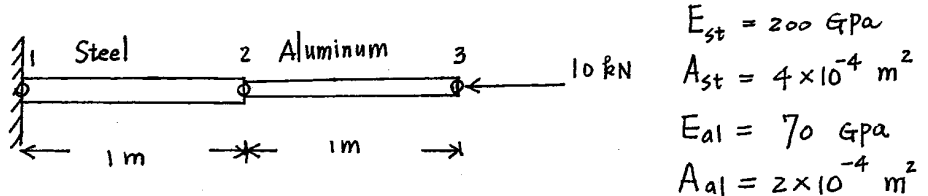
- 考試日期：91年 10月25日 (星期五)
- 地 點：土木系大地工程館一樓47140室
- 考試時請攜帶學生證。

九十一學年度第上學期土研所博士班資格考試(91.10.25)
有限元素法

- (1) For the spring assemblages shown in Fig. 1, determine the nodal displacements, the forces in each element, and the reactions. Use the direct stiffness method for this problem. (15%)



- (2) For the bar assemblages shown in Fig. 2, determine the nodal displacements, the forces in each element, and the reactions. Use the direct stiffness method for this problem. (15%)

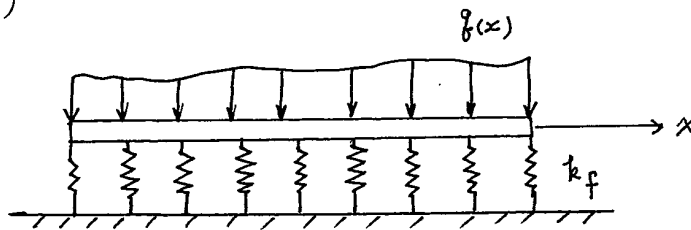


- (3) (a) Derive the equations for the beam element on an elastic foundation using the principle of minimum potential energy. Here k_f is the subgrade spring constant per unit length. The potential energy of the beam is

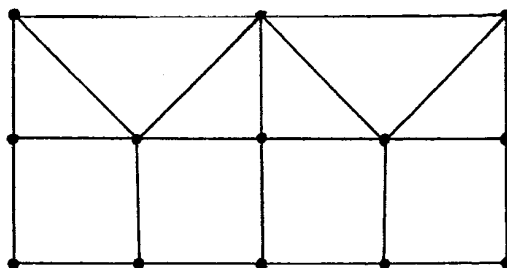
$$\pi_p = \int_0^L \frac{1}{2} EI \left(\frac{d^2 y}{dx^2} \right)^2 dx + \int_0^L \frac{k_f y^2}{2} dx - \int_0^L q y dx \quad (15\%)$$

- (b) Derive the above equations again using Galerkin's method. The basic differential equation for the beam on an elastic foundation is

$$\frac{d^2}{dx^2} \left(EI \frac{d^2 y}{dx^2} \right) = -q + k_f y \quad (15\%)$$



- (4) Consider the pattern of interconnected rods shown in Fig.4. The indicated mesh assigns one element per rod. Devise a numbering pattern for the nodes that achieves a half-bandwidth of only 5 for the system stiffness matrix. (15%)



- (5) For the plane strain elements shown in Fig. 5, the nodal displacements are given as $u_1 = 0.001$ in, $v_1 = 0.005$ in, $u_2 = 0.001$ in, $v_2 = 0.0025$ in, $u_3 = 0.0$ in, $v_3 = 0.0$ in. Determine the element stresses $\sigma_x, \sigma_y, \tau_{xy}$, the principal stresses σ_1, σ_2 and the principal angle θ_p . Let $E = 30 \times 10^6$ psi and $\nu = 0.25$, and use unit thickness for plane strain. All coordinates are in inches. (25%)

The displacements are given as follows:

$$u(x, y) = \sum_{i=1}^3 u_i^{(e)} N_i, \quad v(x, y) = \sum_{i=1}^3 v_i^{(e)} N_i$$

$$N_i = \frac{1}{2A_e} (\alpha_i^e + \beta_i^e x + \gamma_i^e y) \quad i = 1, 2, 3$$

where A_e is the area of the triangle, and

$$\alpha_i = x_j y_k - x_k y_j, \quad \beta_i = y_j - y_k, \quad \gamma_i = x_k - x_j, \quad i, j \text{ and } k \text{ permute in a natural order.}$$

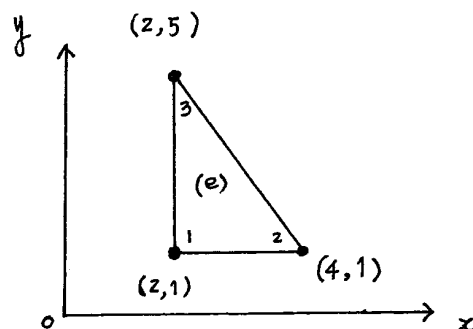
The stiffness matrix is given as

$$\mathbf{C} = \frac{E}{1-\nu^2} \begin{bmatrix} 1 & \nu & 0 \\ \nu & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1-\nu}{2} \end{bmatrix}$$

The principle stresses are

$$\sigma_p = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$$

$$\tan 2\theta_p = \frac{2\tau_{xy}}{\sigma_x - \sigma_y}$$



彈性力學

試題

1. If the load acting on the cantilever beam shown in Fig. 1 is a distributed load varying linearly with respect to x , we have the case of a vertical cantilever loaded by hydrostatic pressure. Denote the density of the liquid by ρ . Assume that the boundary conditions are $\sigma_y = -\rho x$ on $y = d/2$, $\sigma_y = 0$ on $y = -d/2$, $\tau_{xy} = 0$ on $y = \pm d/2$, $\sigma_x = 0$ at $x = 0$, and $\int_{-d/2}^{d/2} \tau_{xy} dy = 0$. Find the stress function and the stress components. Hint: Take as a trial function $\sigma_x = \partial^2 \phi / \partial^2 y = x^3 f_1(y) + x f_2(y)$. (50%)

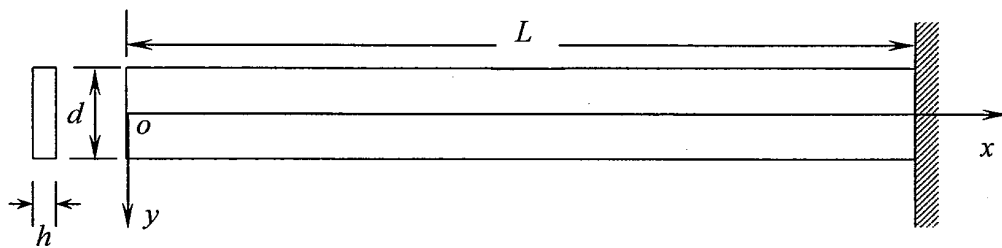


Fig. 1

2. Given a circular tube with an outside diameter of a , and a thickness of $t \ll a$. Compare the angle of twist and the maximum shearing stress of this tube with those of the same tube after it has been split by cutting along an element (an open section tube). (50%)

STEEL STRUCTURE

- Determine the capacity of the splice shown in Fig.1 using the ASD method. All the material is $F_y=40$ ksi, $F_u=62$ ksi). Fastener is 3/4 in bolts, A325SC (Slip-critical connection) (30%).

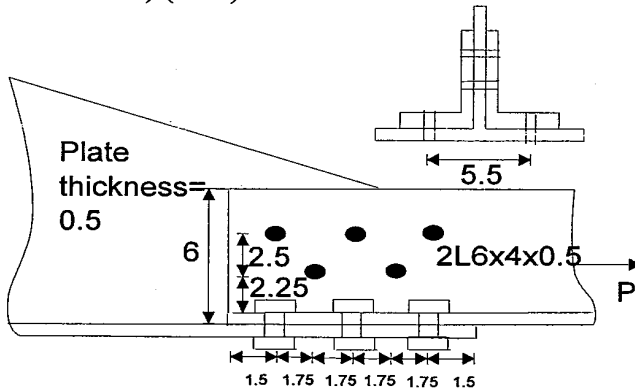


Fig.1

- Do the analysis work for the problem in Fig.1 using the LRFD method (30%).
- A W18x55 consisting of a steel with $F_y=43$ ksi is used for the span loads of Fig.2. Is the section satisfactory if lateral support length (L_b) is 12.5 ft. Please check bending, shear and deflection. Assume deflection is $5wL^4/(384EI) + PL^3/(8EI)$, and the allowable deflection is $L/360$. Assume max. shear force = 35 kips. ($d=18.11$, $t_w=0.39$, $b_f=7.53$, $t_f=0.63$, $A=16.2$, $r_x=7.41$, $r_y=1.67$, $r_T=1.95$, $I_x=890$, $I_y=44.9$, unit=in) (Please use the ASD method (40%))

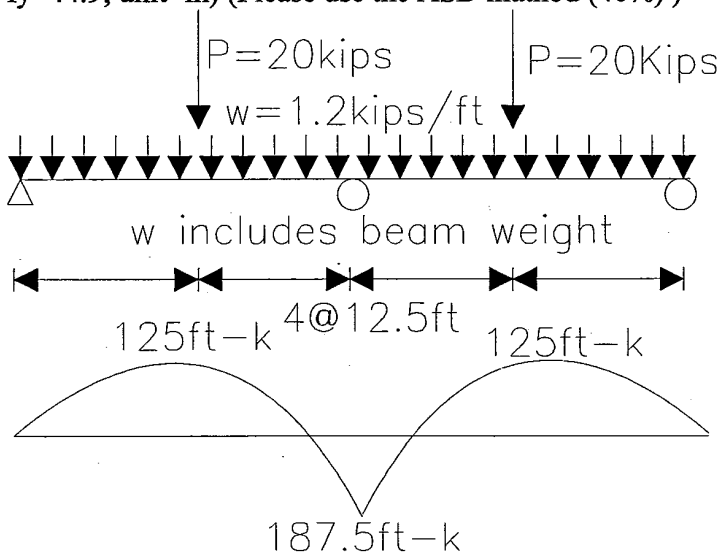


Fig.2 Problem 3

國立成功大學土木工程系 91 學年度第一學期博士班資格考試

路面材料試題

1. 目前提倡回收材料應用於鋪面工程，例如廢玻璃、廢輪胎、瀝青刨除料、營建事業廢棄物等等。請說明如何評定是否適用於路面工程。(需經過哪些性質的測定，這些項目與路面功能的關聯)(15%)
2. 近來國內路面工程回填料正推廣流動度高的控制性低強度材料，以解決養護工程或管線工程後之回填沉陷問題，及橋台、擋土牆背填土的沉陷問題。請列舉在開發這類水硬性路面工程材料時，應該把握的原則，在維持正常路面使用功能上，解決沉陷問題。(例如設計強度的拿捏、、)(15%)
3. SMA 瀝青目前廣受注意。其設計原理與特色為何?(5%)
使用 SMA 瀝青鋪築路面有哪些缺點？失敗的原因有哪些(10%)
4. 土工織物(geosynthetics)長久以來已經廣泛應用在路面工程，請列舉它各種不同的用法與功能。(15%)
5. 在閱讀下文內容後，請解釋 macrotexture 與 microtexture 之不同。(15%)

Microtexture : One of the major reasons for a pavement to lose skid resistance is through polishing of the aggregate. Under the repeated kneading action of the rubber tires, the surface of the aggregate becomes smooth, which results in less friction between the tires and aggregate. This wearing away, or polishing, produces a loss of microtexture on the aggregate surface. Polishing is controlled by mineralogical composition of the aggregate particles.

Macrotexture : Skid resistance can be lost even with good polishing resistant aggregate when the aggregate itself loses contact with the tire. The exposure of aggregate particles to the tire is macrotexture. Even though an aggregate may have good microtexture, if the aggregate is not in contact with the tire, the skid resistance will be low. An example of this is when an asphalt surface develop bleeding. The slick asphalt cement fills the space between the aggregates, and even covers the aggregates.

6. 目前大多數主要路面設計規範都採用 M_R 作為路基材料的強度指標
 - a. M_R 之定義為何?(5%)
 - b. M_R 值與 E 值有何差異?(10%)
 - c. 路面材料常有 stress-dependent 特性。請列舉兩種並加以說明。(10%)

國立成功大學 基礎工程學博士班(91 上)資格考試題

1. (a) 試述德札基(Terzaghi)之基礎支承力理論之基本假設(至少五點)。
 (b) 德札基之基礎支承力公式中，試述支承力包含之三大主要控制因素，以及土壤抗剪角 ϕ 與支承力公式之關係。
 (c) 試述目前採用 Meyerhof 與 Hansen 支承力公式與德札基支承力公式之最主要不同部份。(25%)

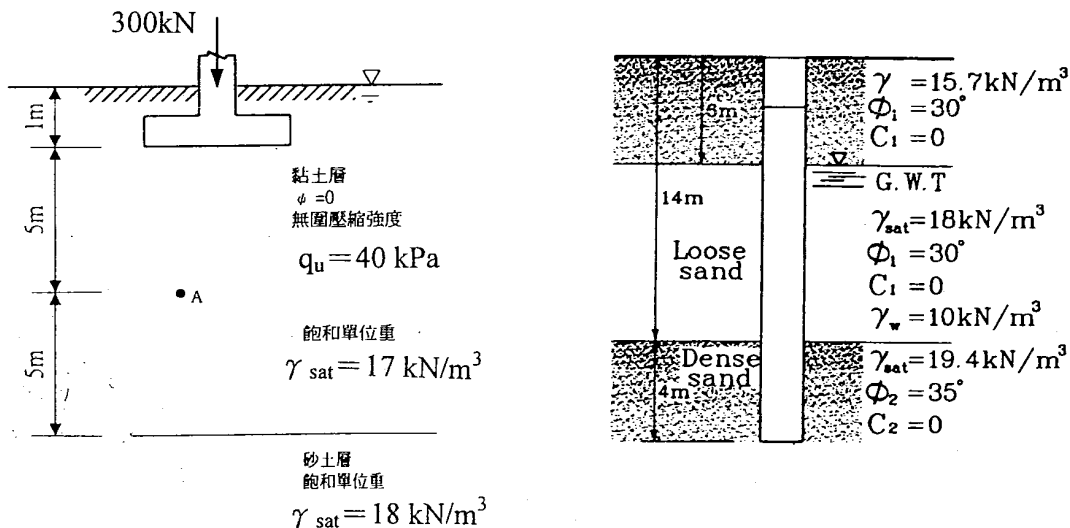
2. 如下圖左所示：已知一方形基腳，承受 300kN 之外力，若建造於黏土層上面，其無圍壓縮強度 $q_u=40$ kPa，飽和單位重 $\gamma_{sat}=17$ kN/m³，假設地下水位在地表面處，試問：(25%)
 (a) 若取支承力之安全係數為 3，試依 Terzaghi 公式求此基腳之容許支承力？
 (b) 若基腳下黏土層厚度為 10m，在 A 點處黏土層之原壓縮指數 $C_c=0.32$ ，再壓縮指數 $C_r=0.13$ ，預壓密壓力 $P'_c=40$ kPa，初始孔隙比 $e_o=0.6$ ，求此基腳在 A 點之壓密沈陷量？ mm。
 (c) 若此基腳在 A 點之容許沈陷量為 60mm，求基腳寬度？ m。

3. 某一預鑄混凝土基樁 400 mm× 400 mm，其混凝土強度為 250 kgf/cm²(28 天)，此基樁以錘擊法貫入砂質土層中(如下圖右所示)，利用 Meyerhof 基樁極限承載荷重公式：(25%)
 (a) 利用下列公式估算端點極限承載荷重公式；

$$Q_p = A_p q' N'_q \tan \phi \leq 50 N'_q \tan \phi \quad (N'_q = 120)$$

 (b) 利用下列公式估算樁身摩擦極限阻抗；
 採用臨界深度 $L' = 15D$ ， $Q_s = \sum p \Delta L f$ ， $f = k \sigma_v \tan \delta$ ， $k = 1.4 \delta = 0.6 \phi$ 。
 (c) 採用總體安全系統 F.S.=2.5，估算該基樁容許承載荷重；
 (d) 該基樁錘擊過程中，如何控制其極限承載荷重。

4. 何謂基樁的負載摩擦力？基樁在那些情況下會產生負載摩擦力？應如何減低其對基樁承載力之影響？(25%)



**Construction Management Information System
Qualification**

1. Please briefly describe (1) the types of network topologies and (2) their pros and cons. (10%)
2. Please briefly describe (1) the types of database structures and (2) their pros and cons. (10%)
3. What is VPN? How can we apply it to the business operation? (10%).
4. What is the data warehouse? What kind type of the database structure is best suited for the data warehousing, why? Assume that you are a construction material supplier and wish to build up an OLAP system of the material management. Please develop the system framework, which includes the hardware, software, technology, data, people, and networks. You have to explain the design process in detail. (20%)
5. Please solve the following problems based on the Figure 1

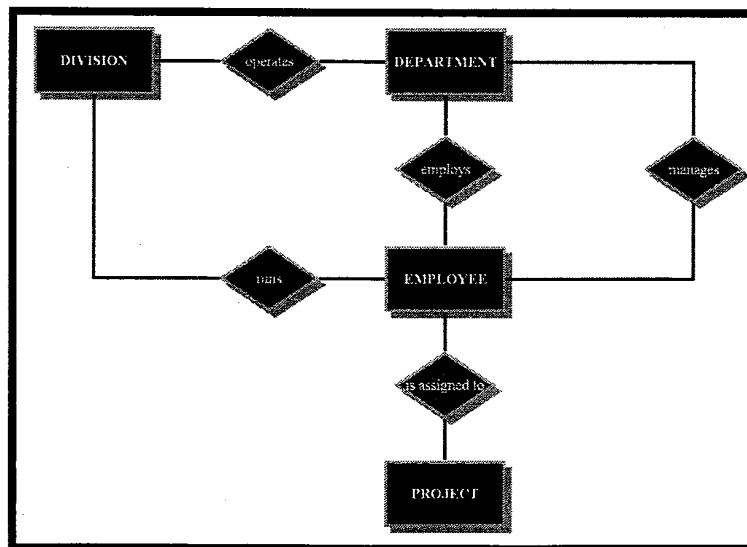


Figure 1

(a) Use the following business rules to write all appropriate connectivities in the Figure 1. (25%)

- A department employs many employees, but each employee is employed by one department.
- Some employees, know as “Rover,” are not assigned to any department.
- A division operates many departments, but each department is operated by one division.
- An employee may be assigned to many projects and a project may have many employees assigned to it.
- A project must have at least one employee assigned to it.

- One of the employees manages each department.
- One of the employees runs each division.

(b) Write all the cardinalities into the model.

(c) Modify the E-R model by splitting the M:N relationship into two 1:M relationships that are connected through a composite entity. Then rewrite the connectivities and cardinalities to match the changes you have made.

6. Please try to normalize Table 1 to several 3NF tables. You need to show each normalization process in detail. (25%)

(a) You need to identify the dependency diagrams and build up the tables along with each normalization process.

(b) The primary key and foreign keys of each 3NF table should be determined.

(c) Determine the relationships between 3NF tables.

In Table 1

- a. 發票號碼為主索引值，客戶資料及產品資料重複在不同的發票記錄中出現
- b. 發票包括發票號碼、客戶編號、銷貨單號碼、付款條件、發票日期、運貨日期、銷貨總額、營業稅
- c. 客戶資料決定客戶編號、客戶名稱、客戶電話、付款條件、信用等級、賒銷額度
- d. 產品資料決定品號、品名/規格、單價
- e. 可賒銷額度由信用等級決定

Table 1

發票 號碼	客戶編 號	客戶 名稱	客戶 電話	付款 條件	信用 等級	賒銷 額度	銷貨單 號碼	發票 日期	運貨 日期	銷貨 總額	營業 稅	品號	品名/ 規格	單價	數 量
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	-----------	----------	----------	----------	---------	----	-----------	----	--------

↖ Primary key

九十一學年度第一學期土木所博士學位候選人資格考試

考試科目： 結構動力學

作答方式： **Close Book**

考試時間： 100分鐘

及格標準： 共五題，每題20分，65分通過資格考試。

- 一、(a) 給定一地表加速度歷時，試簡述如何製作反應譜；
(b) 並說明其與設計震譜之區別。

- 二、初始狀態為靜止的單自由度黏滯阻尼振動系統承受單位衝量力 $\delta(t)$ 的位移反應為 Impulse Response Function $h(t)$ 。同一振動系統承受單位簡諧複數外力 $e^{i\omega t}$ 的穩態位移反應為 $H(\omega)e^{i\omega t}$ ，其中 $H(\omega)$ 為 Frequency Transfer (或 Response) Function。試證 $h(t)$ 和 $H(\omega)$ 為富立葉轉換對，並就物理意義解釋之。

- 三、(a) 何種情況下，無法由單自由度黏滯阻尼振動系統的反應歷時約略得知系統的自然振動頻率？
(b) 何種情況下，某一雙自由度黏滯阻尼振動系統的反應可由兩個單自由度振動系統的反應求得？

- 四、(a) 就某一單自由度振動系統而言，已知外力為 $p_1(t)$ 時，其位移反應為 $u_1(t)$ ，是否可由 $p_1(t)$ 和 $u_1(t)$ 判斷此系統為線性非時變系統？若可判斷，試述其步驟；若無法判斷，試述其原因。
(b) 若該系統確實為線性非時變系統時，給定另一外力 $p_2(t)$ ，試求位移反應 $u_2(t)$ 。

- 五、線性離散振動系統可由何種條件求得各振態的振動頻率？線性連續振動系統又可由何種條件求得各振態的振動頻率？這兩種條件有何相異和相同之處？

工程時程控制 博士資格考 91 年 10 月

一、把準備此科博士資格考當一專案，從你開始準備到今天考試為止。

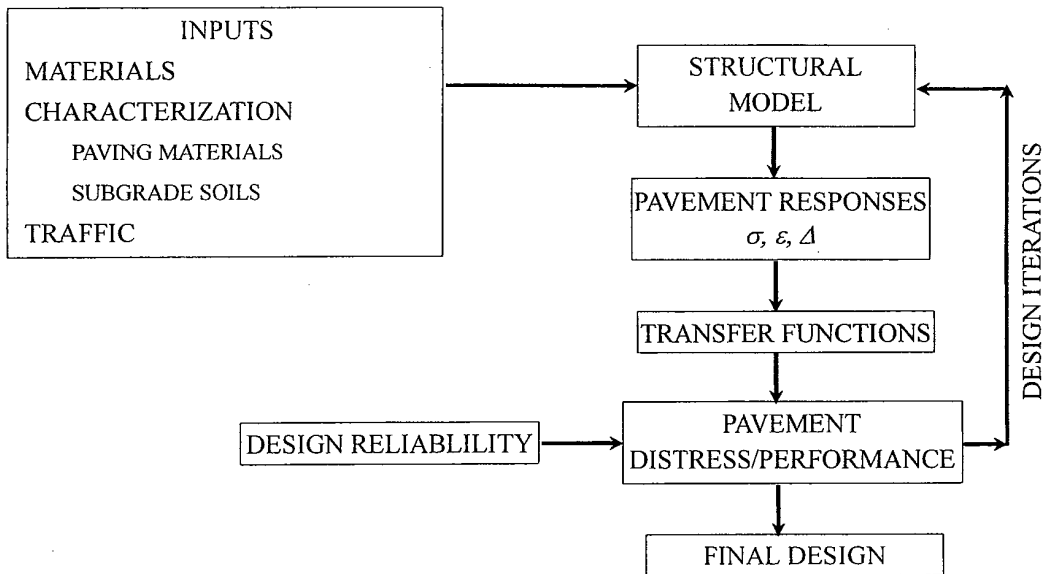
- (1) 請說明你的預定計畫，即，列出準備作業名稱(最少六個)、預計工期、關係、資源，計算各作業最早、最晚時間、總浮時，劃出網圖，指出要徑。(20分)
- (2) 就實際情況，與 (1) 做比較，計算各作業的 SV (schedule variance)，並指出落後或超前原因。(20分)

二、某工作有下列作業、工期與關係，工期中 a 為最樂觀，m 最可能，b 為最悲觀時間。請畫出網圖，請說明 50 天以內完工機率的算法，及計算 95% 機率的完工天數。單尾常態分配表中，機率 95% 之 $Z = 1.645$ 。(30分)

作業	工期			前置作業
	a	m	b	
A	8	10	16	
B	11	12	14	A
C	7	12	19	B
D	6	6	6	B
E	10	14	20	B
F	6	10	10	C, D
G	5	10	17	D
H	4	8	11	E, G

三、關於時程規劃與控制，實務上有不同程度做法，有的工程可能只畫個桿狀圖，有的工程可能只在最初畫一網圖，後續也不再更新。請對中大型工程，說明正規做法。(30分)

1. 請說明下圖中 Transfer function 之功能 (20%)



2. 交通量在鋪面設計中扮演關鍵角色。機場計算交通量方式與公路車輛交通量有何不同？(5%) 為何機場要採用此一異於公路交通量的計算方式？(5%) 在此情況下，機場鋪面交通量會受到哪些因素的影響？(10%)
3. 鋪面管理系統中，鋪面現況評估是主要環節之一。目前常見的評估指標包括 PSI 與 PCI。請分別說明這兩種指標。(20%)
4. 剛性路面分析理論是否適合被用來分析柔性鋪面？請說明原因(20%)
5. 公路工程單位近來常受到公路經過垃圾濫填區的困擾，在不確定濫填深度、範圍、組成、等等條件下，請您擬定各項步驟，條列所欲解決之問題與手段，供工程單位參考克服困難。(20%)

1. Plot and discuss the failure surface of a concrete subjected to tri-axial stresses of $\sigma_{11} = \sigma_{22}$ and σ_{33} when one of the following failure criteria is employed: Tresca, von Mises and Coulomb-Mohr. (25%)
2. A cantilever beam made from a concrete is under a concentrated load P acting at the free end; the span = S , the height = H and the thickness of the beam = B . If the stress relaxation rate of the concrete is described well by the following equation: $\dot{\sigma} = A\varepsilon^n$. Calculate the force relaxation rate dP/dt if the deflection of the concrete beam at the free end is fixed to be δ . (25%)
3. Describe the pull-out load versus fiber displacement for various interfacial friction conditions: (a) $\tau_{fu} / \tau_{au} \geq 1$ (b) $0 < \tau_{fu} / \tau_{au} < 1$ and (c) $\tau_{fu} / \tau_{au} = 0$. Here, τ_{au} is the adhesional shear strength and τ_{fu} is the shear stress at the debonded zone in a fiber reinforced concrete. (25%)
4. Estimate the bulk modulus and Poisson's ratio of a concrete with 20% porosity and with 64% volume fraction of granite aggregate ($E_{aggregate} = 90\text{GPa}$ and $\nu_{aggregate} = 0.2$). (25%)

九十一學年度第一學期博士班資格考試

CLOSE BOOK，考試時間 100 分鐘，及格 70 分

- 一. 試述土壤之 Critical State Strength 理論。(25 分)
- 二. 何謂上界值(Upper bound)，下界值(Lower bound)，試舉基礎承载力為例說明之。(25 分)
- 三. 在 p' - q' 座標上繪出四種典型之應力路徑(Stress Path)並說明這些應力路徑與實際工程形式(如：承载力、主動土壓力...等)間之關係。(25 分)
- 四. 何謂短期穩定問題(Short-term Stability)及長期穩定問題(Long-term stability)。這些與有效應力分析(Effective stress analysis)及總應力分析(Total stress analysis)有何關係。(25 分)

土研所博士資格考試 岩石力學試題 (2002.10)

1. 請說明節理的種類及其成因。 (20%)
2. 請說明斷層的種類及其成因 (20%)
3. 何謂

① RMR	⑤ Brittle	(30%)
② RQD	⑥ Stiff Machine	
③ Strike	⑦ Mohr-Coulomb criterion.	
④ dip	⑧ Deviatoric Compression	

4. 有三座山體 A, B, C 皆由層狀砂岩所構成, 各砂岩層厚相同, 其層面之位置如下表所示:

山體 \ 位置	走向	傾角	傾向
A	正北	30°	正西
B	正北	40°	正西
C	正北	60°	正東

若在 A, B, C 山體中進行边坡開挖工程, 則:

(一) 在 A, B, C 山體上應如何開挖才會挖出會發生滑動的順向坡, 請將開挖面的走向、傾角、傾向列出。 (10%)

(二) 若在 A, B, C 山體中進行 a, b 二種開挖面, a, b 坡面之位置如下:

坡面 \ 位置	走向	傾角	傾向
a	正北	45°	正西
b	正北	45°	正東

則 ① 在 A, B, C 山體中所開挖出的順向坡坡面的穩定性之順序如何? (A 山體中所挖之 a 坡面以 Aa 表之, 其他則以 Ab, Ba, Bb, Ca, Cb 表之)。 (5%)

② 在 A, B, C 山體中所開挖出的逆向坡其穩定性的排序如何? (5%)

(三) 以立體投影法繪出 Aa, Ab, Ba, Bb, Ca, Cb 以及 A, B, C 山體之層面的投影。 (10%)

九十一學年度第一學期博士學位候選人資格考試題 (close book)

科目：施工學

試題：每題 20 分

- 一、 試詳述規劃橫越一處大跨距峽谷拱橋可行之施工步驟及要點並以文字輔以圖形說明。由於峽谷深淵難及，無法於跨間落墩，其他條件請自行設定。
- 二、 請敘述並繪圖說明深開挖工程中順打工法與逆打工法之施工步驟，並請討論規劃階段考量採行順打工法或逆打工法之重點。
- 三、 加速新生地壓密時效可採行方式有哪些？請詳述其特殊作用以及個別施工方式。
- 四、 試說明混凝土施工初凝、終凝、假凝以及冷縫生成之原因。冷縫發生後一旦繼續施工時之適當因應之道為何？
- 五、 一處大面積筏式基礎之鋼筋混凝土版（約 100m x 100m）澆築。厚一公尺，澆製完成後，基礎版各處水平要求誤差在一公分以內。試設計一種可行之施工方式來達到這項要求並請詳述施工要點。

工程成本與財務 博士資格考 91 年 10 月

一、請設計工地到公司的成本控制程序，寫出八點精簡條文。可參照 Turner construction company 的做法。(30 分)

二、Transactions during 1 January 2001 to 31 December 2001 are given below for a construction company:

(1) Material inventory purchased on account	80,000
(2) Total office rent paid	20,000
(3) Salaries paid to engineers	90,000
(4) Accounts receivable collected	60,000
(5) Accounts payable paid	30,000
(6) Subcontractor accounts paid	70,000
(7) Bidding expenses	20,000
(8) Dividends paid to stockholders	10,000
(9) Building depreciation	40,000
(10) Construction equipment depreciation	30,000

(a) Journalize all of the above transactions.

(b) Post journals entries to appropriate accounts.

(c) Develop income statement for period 1 January to 31 December 2001.

(d) Develop the balance sheet for the company as of 31 December 2001.

(共 40 分)

三、建立利潤計畫(profit plan)時，可藉助三輪(cash wheel, profit wheel, and ROE wheel)分析，請解釋如何使用，並舉例說明他們之間的關係。(30 分)

國立成功大學土木工程學系博士班資格考試

Note : 1.任選五題作答

2.每題 20 分

1. 土石流災害發生之條件為何？如何進行現場調查，以評估土石流災害發生之潛能(Potential)？
2. 在工地調查中，如何取得高品質之土壤或岩石試樣？
3. 在工地調查中，指出最常用之三種物理探測方法，並敘述其原理。
4. 寫出 921 集集大地震之震央位置、規模大小及引起地震之斷層名稱。
5. 興建中之北宜高速公路之雪山隧道(或稱坪林隧道)，開鑿中曾發生什麼災變？開挖所遭遇之困難是否有地質上之特殊原因，請說明之。
6. 運搬土壤(transported soil)中有所謂崩積土(colluvium)、洪積土(diluvium)、沖積土(alluvium)、湖積土(lacustrine sediment)、海積土(marine soil)及風積土(aeolian soil)，試說明其造成堆積之營力(agent)，並指出各類土壤之工程特徵。(以上 6 種土壤可選 5 種說明)

第 1 題 (50 分)

本題組之主題為人員調度問題 (Workforce scheduling problem)。

考慮下列問題：由於在一日的 24 小時內交通流量不均勻，高速公路收費站在不同時段所開放的車道數並不相同。通常在上下午尖峰時段開放較多的車道，在離峰時段開放較少車道，在深夜則開放的車道數最少。因此在不同時段所需要的收費員人數亦不相同。假設某收費在各時段所需的收費員人數如下表所示。

時段	2-6 時	6-10 時	10-14 時	14-18 時	18-22 時	22-2 時
所需人數	20	28	24	22	22	18

此外並假設收費員之工作有四類，第一班之工作時間為 6 時至 14 時，第二班為 10 時至 18 時，第三班為 14 時至 22 時，第四班為 22 時至翌日 6 時。每一位收費員僅可擔任一個班次之工作。現欲安排每班的工作人數以使總人數最小。

- (10 分) 試將上面所敘述的問題寫成一個整數規畫問題 (Integer problem)。
- (10 分) 試將上面所敘述的問題寫成一個網路流動問題。請繪出網路並說明節點與節線的意義。
- (15 分) 假設收費員分為資深與資淺兩類，薪資比例為 1:1.5。例如若資深人員之每小時薪資為 d 元，則資淺人員每小時薪資為 $1.5d$ 元。試據此建立一個整數規畫問題模式以求解總薪資最低的每班工作人數。
- (15 分) 續上題，在有兩類人員的狀況下，應如何將此問題建立成一個網路流動問題？

第 2 題 (50 分)

本題組之主題為線性規畫問題。

一個具有 n 個變數的線性規畫問題若有一個可行基底解 (feasible corner solution, 或 feasible basic solution) 為 $n+1$ 或更多個限制式所相交而成，則這個基底解稱為退化解 (degenerate solution)。

- (10 分) 試以圖示舉一個 $n=2$ 的退化解的例子。
- (10 分) 試說明 simplex method 的基本概念。
- (15 分) 理論上，若一個線性規畫問題有退化解，則 simplex method 有可能無法解得最佳解 (但在實際使用上即使存在有大量的退化解，這種狀況也幾乎不會發生)。試說明為何退化解的存在會影響 simplex method 的求解。
- (15 分) 試以 simplex method 求解下列線性規畫問題，並指出在求解過程中如何發現退化解的存在。

$$\text{Max } x_1 + x_2$$

Subject to

$$x_1 \leq 3$$

$$x_2 \leq 4$$

$$x_1 + x_2 \leq 15$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$$