

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี การสอบปลายภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556

วิชา PTE 421 Welding Engineering สอบวันพฤหัสบดี ที่ 8 พฤษภาคม 2556 นักศึกษาภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหการ ปีที่ 3 เวลา 13.00 - 16.00 น.

คำขึ้นจง

- 1. ข้อสอบวิชานี้มีจำนวน 13 หน้า (รวมใบปะหน้า)
- 2. ข้อสอบมีทั้งหมด 2 หมวด
- 3. ให้ทำทุกข้อลงในข้อสอบ
- 4. อนุญาติให้นำเครื่องคิดเลขตามระเบียบมหาวิทยาลัยเข้าห้องสอบได้
- 5. ไม่อนุญาตให้นำตำราและเอกสารทุกชนิดเข้าห้องสอบได้
- 6. ข้อสอบไม่มีการแก้ไขใดๆทั้งสิ้น ถ้ามีข้อสงสัยให้ใช้วิจารณญาณในการแก้ปัญหาเอง

เมื่อนักศึกษาทำข้อสอบเสร็จ ต้องยกมีอบอกกรรมการคุมสอบ เพื่อขออนุญาตออกนอกห้องสอบ ห้ามนักศึกษานำข้อสอบและกระดาษคำตอบออกนอกห้องสอบ นักศึกษาซึ่งทุจริตในการสอบ อาจถูกพิจารณาโทษสูงสุดให้พ้นสภาพการเป็นนักศึกษา

อาจารย์ปรัชญา เพียสุระ

ผู้ออกข้อสอบ โทร. 8554

ข้อสอบชุดนี้ได้ผ่านกรรมการวิชาการภาควิชาฯ เป็นที่เรียบร้อยแล้ว

(รศ.ดร.สันติรัฐ นันสะอาง) รักษาการหัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหการ

ชื่อ	สกุล	รหัส	ลขที่นั่ง
	1 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (25 คะแนน)		
	เาย The roll of Nitrogen ในการเชื่อม Duplex	Stainless Stee	el ว่ามีความสำคัญอย่างไร (3
คะแนน)	3		
		•••••	
•••••		• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	
••••••			
•••••		•••••	
2 22002	าพจงบอก วิธีการป้องกันการเกิด Strain-age-crac	cking ในการเชื่อ	Nickal base superalloy 191
	ารทำ Post weld heat treatment (4 คะแนน)		a nicker-base superation su
10 M 1 M 1	Tarri Ost Weta Heat treatment (4 nossus)		
	2000	1200	Not cracked Cracked 2192
	1800	1100-	2012
		g 1000	1832 #
	0 0	900	1632
	1400 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	· 1/	G-curve
	Uncracked	700	1292
	1 10 102 103	600 L 0.1	1 10 100
	Isothermat aging exposure time, min		Time, min
• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •			
•••••			
••••••			•••••••••••••••••••••••••••••••••••••••
		•••••	
3. คำว่า	Standard และ Ouality ในงานวิศวกรรมการเชื่อ	อมเหมือนหรือต่	างกันอย่างไร (2 คะแนน)

	••••••	•••••	

ซื่อ	สกุล	รหัส	เลขที่นั่ง
4. Guides and Recomm	nended practice คือ (1 คะแนน).		
5. Procedure คืออะไร แ	ละมีความสำคัญอย่างไร (2 คะแนน)	
	and the second s		
6. จงอธิบายการกำเนิดขอ	งรังสี ต่อไปนี้ (4 คะแนน)		
X-Ray			
	 เละขั้นตอนในการล้างฟิล์ม X-Ray :		
7. 44000 1011120 10111111			
••••••	······	••••	
		•••••	
		••••••	•••••
8. จงอธิบายหลักการตรวจ	วสอบแบบอะคูสติกอิมิสชั่น มาพอสั	ังเขป (4 คะแนน)	
		•••••••	
			•••••••••••••••••••••••••••••••••••••••
			•••••
•			
***************************************	••••••	•••••	•••••••••••••

ชื่อ	สกุล	รหัส	เลขที่นั่ง	
 ในการเชื่อมเหล็กกล้า A 30 V โดยเชื่อมที่ความ ที่ไวกว่าได้โครงสร้างเป็น 	พื่อหาคำตอบที่ถูกต้อง (60 ผสมที่เป็นแผ่นหนาขนาด มเร็วต่างๆกันคือ 6, 7, 8, 9 มาร์เทนไซท์ 100 % ในบริ ลเชียส ให้คำนวณว่าเวลาที่	15 mm. โดยใช้การ และ 10 mm/sec ริเวณ HAZ ที่ติดกับ	โดยพบว่าที่ความเร็ว Fusion Zone หากอุ	8 mm/sec และ ณหภูมิในขณะที่
			••••••••••••	••••••••••
				,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,

••••				
	•••••	•••••••	•••••	
	•••••••••••			
***************************************			•••••••••••••••••••••••••••••••••••••••	***************************************
				•••••
			••••••	
	•••••	***************************************	•••••••••••	•••••••••••
	•••••••••••			
	•••••••••••••••••••••••••••••••••••••••	•••••		
	•••••••••••••••••••••••••••••••••••••••		••••••	
		•••••		

ชื่อ	สกุล	เลขที่นั่งรหัสเลขที่นั่ง
2. จากข้อ 1 ให้ค	คำนวณหาความแข็งที่ได้หลัง	งจากการเชื่อม โดยวัสดุมีส่วนผสมทางเคมีดังนี้ 0.30%C, 1.25%
Mn, 0.3%Cr, 0	.04%P, 0.05%S (10 คะแบ	ıu)

••••••••••		

•		
••••••		

	•••••	
***************************************	•••••	
•		
•••••	••••••	
	•••••••••••••••••••	

.....

ชื่อ	สกุล	•••••	รหัส	เลขที่	เน้ง
 ไห้คำนวณว่าหาก ยังสามารถหลีกเลี่ย 	ทำการอุ่นชิ้นงานที่ 2 งการเกิดเป็นโครงสร้	200 องศาเชลเชีย ร้างมาร์เทนไซท์	เส แล้วสามาร	เถเดินแนวเชื่อ ม	มได้เร็วที่สุดเท่าไรโดยที่ การตั้งสมมติฐานว่าเป็น
เลหะแผนหนาหรอา	บางยังใช้ได้ หรือไม่ (1				
	•••••	***************************************	******************	••••••	

***********		***************************************		••••	
***************************************				••••••	••••••
			• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	•••••	•••••
			•		•••••••
***************************************	••••••				
•••••			•••••	••••••	
***************************************	•••••			*****	•••••••••••••••••••••••••••••••••••••••
		•••••			
•••••		•••••		•••••	
	•••••				••••••
				•••••••	
		• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •		• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	
			•••••		
		•••••••••••	• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	***************************************	
		•••••		*************************	
					••••••
		•••••			••••••
		••••••		•••••	
•••••				***************************************	
		<i>,</i>		***************************************	
•••••		•••••••••	·····		
•••••					
••••••••		•••••	***************************************	•••••••••	

ชื่อ	สกุล	รหัสเลขที่นั่ง
5. จงออกแบ	บรอยเชื่อมฟิลเลท ประกอบ เ	flange และ web (10 คะแนน)
60 in 50 i	27.5 in 4 in	โดยให้ $V = 180,000 \text{ lbs}$ $I = ih^4 \text{ (moment of in Inertia)}$ $a = in^2 \text{ (natural axis)}$ $y = 27.5 \text{ in}$ $n = 2$
•••••		
•		
••••••		
•••••	•••••••••••••••••	
••••••	•••••••••••••••••••••••••••••••••••••••	
	•••••••••••	
•••••	•••••••••••••••	
•••••		
•••••		
•••••		

(,	
•	,	

ชื่อสกุล	รหัสเลขที่นั่ง
6. จงหาใช้จ่ายรวมทั้งหมด (TC) ใง	นการเชื่อมต่อตัว T ผิวแนวเชื่อมตรงขนาด 1 นิ้ว ยาว 200 ฟุต ใช้เวลา 0.1 มงละ 100 บาท ใช้ลวดเชื่อมขนาด นิ้ว (3.2 มม.) ราคาปอนด์ละ 45 บาท บาท/ฟุต (10 คะแนน)
•••••	

ชื่อ รหัส เลขที่นั่ง

<u> ត្តទាទ</u>

$$Q = \eta \frac{VI}{v}$$

$$\lambda = h \sqrt{\frac{\rho C (550^{\circ} C - T_0)}{Q}}$$

หากได้คำ

λ > 0.75 ถือว่าเป็นงานหนา และ

λ < 0.75 ถือว่าเป็นงานบาง

กรณีงานบาง

$$\Delta T_{8/5} = \frac{(Q/h)^2}{4\pi k \rho C} \left[\left(\frac{1}{(500^{\circ}C - T_0)} \right)^2 - \left(\frac{1}{(800^{\circ}C - T_0)} \right)^2 \right]$$

กรณีงานหนา

$$\Delta T_{8/5} = \frac{Q}{2\pi k} \left[\frac{1}{(500^{\circ}C - T_0)} - \frac{1}{(800^{\circ}C - T_0)} \right]$$

- การคำนวณหาค่าความแข็ง

$$\Delta T_{\rm e/s}|_{\rm w} = 2.5 \, C_{\rm cy} - 1.27$$

โดยให้

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{3} + \frac{Cu}{4} + \frac{Ni}{8} + \frac{Cr}{10} + \frac{Mo}{3} + 5B$$

$$\Delta T_{8/5}$$
 มีค่ามากกว่า $\Delta T_{8/5}$:

จากสมการ ก็สามารถคำนวณหาความแข็งได้ คือ

$$VPN_{M} = 812C + 293$$

โดย VPN คือ Vicker Pyramid Number ของโครงสร้าง

_______**∆** หาก

$$\Delta T_{8/5}$$
 มีค่าน้อยกว่า $\Delta T_{8/5}$:

จากสมการ ก็สามารถคำนวณหาความแข็งได้ คือ

$$VPN_{HAZ} = VPN_o + (VPN_M - VPN_o) \exp \left[-0.2 \left(\frac{\Delta T_{8/5}}{\Delta T_{8/5}} - 1 \right) \right]$$

ที่ อ	สกล	รหัส	เลขที่นั่ง
			1
	7		

กระบวนการเขื่อม	η
Shield (Manual) melal arc	0.7-0.85
Tungsten Inert Gas (TIG)	. 0.22-0.48
Metal Inert Gas (MIG)	0.66-0.75
Submerged arc	0.90-0.99

โลหะ	k คำการนำความร้อน (W/cm. °C)	ρ ความหนาแน่น (g/cm³)	C สัมประสิทธิ์ทางความร้อน (kJ/kg. °C)
Aluminum บริสุทธิ์	2.37	2.7	0.9
Aluminum ในงานหล่อ	1.2-2.1	2.6-2.8	
Aluminum รีด	1.2-1.8	2.6-3.0	
เหล็ก	0.81	7.87	0.44
เหล็กกล้าผสมต่ำ	0.32-0.66	7.8-8.0	0.50
Martensitic Stainless	0.25	7.6-7.7	0.50
Steel	0.15	7.8-8.0	0.50
Austenitic Stainless			
Steel			

ราคาลวดเชื่อมที่ใช้ทั้งหมด = จำนวนกล่อง x ราคาลวดเชื่อมต่อกล่อง สูตร ราคาลวดเชื่อมต่อความยาว 1 ฟุต

สูตร ค่าใช้จ่ายในการเชื่อมทั้งหมด/การเชื่อม 1 ฟุต

$$TC = CL + CW + CP$$

สูตร การหาค่าแรงงาน และโอเวอร์เฮดต่อแนวเชื่อมยาว 1 ฟุต บาท/ฟุต

$$CL = T \times CR / OF$$

	Plate	Size	Distance y	A = b · d in.2	$M = A \cdot y$ in.	1. = Ay2 = My in.4	$I_{\rm f} = \frac{b d^3}{12}$
ı							in.4

$$I_n = I_r + I_5 - \frac{M^2}{A}$$

Moment of Inertia

n = M/A

Natural Axis

ชื่อ......รหัส.....เลขที่นั่ง.....เลขที่นั่ง......

Bending

Twisting

$$f_0 = \frac{T c}{J_s}$$

$$f_{i} = \frac{M}{S_{v}}$$
 $f_{i} = \frac{Tc_{i}}{J_{v}}$ $v = \frac{actual force}{allowable force}$

Fillet Weld (For 1" weld leg)	Groove weld (for 1" weld thickness)	Partial Penetration ** Groove weld* (For I" weld thickness)
	Parallel Load	
E60 or SAW - 1 weld 9600 (AWS)	r = .40 o. of base metal (shear) (AWS)	E60 or SAW - 1 weld 13,600 (AISC)
E70 or SAW - 2 weld 11,200 (AWS)		E70 or SAW - 2 weld 15,800 (AISC)
ra Marine	Transverse Load	
E60 or SAW - 1 weld 11,200	r = .60 o of base metal (tension) (AWS)	E60 or SAW - 1 weld 13,600 (AISC)
E70 or SAW - 2 weld 13,100		E70 or SAW - 2 weld 15,800 (AISC)

^{*}For bevel joint, deduct first 1/8" for effective throat, if done by manual electrode.

Horizontal shear force on weld

$$f_b = \frac{Vay}{In}$$

TABLE 4 - PROPERTIES OF WELD TREATED AS LINE

Outline of Welded Joint	Bending (about horizontal axis x-x)	Twisting
b=width d=depth	(about notizontal axis x-x)	
d x	$S_w = \frac{d^2}{6} \qquad in.^2$	$J_{\mathbf{w}} = \frac{\mathbf{d}^3}{12}$ in.
x	$S_{w} = \frac{d^{2}}{3}$	$J_{w} = \frac{d(3b^{2} + d^{2})}{6}$
, <u></u> , d	S _a = bd	Jw = \frac{b^3 + 3 bd^2}{6}
1 1 1 2 2 (brd) d 7 49 2 (brd) u 2 (brd)	$S_{a} = \frac{4bd+d^2}{6} = \frac{d^2(4b+d)}{6(2b+d)}$ top bettom	$J_w = \frac{(b+d)^4 - 6b^2d^2}{12(b+d)}$
10 - 2 brd x x d	. S. = bd + d2	$J_{W} = \frac{(2b+d)^{3}}{12} - \frac{b^{2}(b+d)^{2}}{(2b+d)}$
W1. P.59 4	$S_{w} = \frac{2bd + d^{2}}{3} \cdot \frac{d^{2}(2b + d)}{3(b + d)}$ top bottom	$J_{W} = \frac{(b+2d)^{3}}{12} - \frac{d^{2}(b+d)^{2}}{(b+2d)}$
x = 3.	S _w • bd # d ²	$J_{w} = \frac{(b+d)^3}{6}$
My - b+2d 1	$S_{a} = \frac{2bd+d^{2}}{3} = \frac{d^{2}(2b+d)}{3(b+d)}$ top bottom:	$J_{w} = \frac{(b+2d)^{3}}{12} - \frac{d^{2}(b+d)^{2}}{(b+2d)}$
M, 2(b+d)	$\frac{S_{w} = \frac{4bd+d^2}{3} + \frac{4bd^2 + d^3}{6b+3d}}{top bottom}$	$J_{w} = \frac{d^{3}(4b+d)}{6(b+d)} + \frac{b^{3}}{6}$
	$S_w = bd + \frac{d^2}{3}$	$J_{w} = \frac{b^{3} + 3bd^{2} + d^{3}}{6}$
	S _w - 2bd + d2	$J_{w} = \frac{2b^{3} + 6bd^{2} + d^{3}}{b}$
x(x)x (. S _w π d ²	$J_{\mathbf{w}} = \frac{\pi \mathrm{d}^3}{4}$
***************************************	S ₂ : π d ² + π D ²	·