คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การสอบปลายภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2557

วันศุกร์ที่ 15 พฤษภาคม พ.ศ. 2558 เวลา : 13.30-16.30 น.

วิชา : 238-507: Advanced Welding and Joining ห้อง : R 200

คำสั่ง

1. ทำทุกข้อในสมุดคำตอบ
2. ดูข้อมูลประกอบที่แนบมาข้างท้าย
3. ห้ามใช้ดินสอเขียน
4. เขียนชื่อและรหัสในสมุดคำตอบ
5. นำเครื่องคิดเลข เข้าห้องสอบได้
6. คะแนนรวม คิดเป็น 50%

ชื่อ_____รหัส_____

ชั้นปี/ภาควิชา_____

ผศ.ดร.ประภาศ เมืองจันทร์บุรี

ผู้ออกข้อสอบ

1. Welding metallurgy of steel (15 คะแนน)

   1.1 What is Weld Metal, Heat Affected Zone (HAZ) and Base Metal of low carbon steels welded by arc welding; explain the differences in temperature and microstructure of each zone?

   1.2 ให้ท่านอธิบายการเย็นตัว (จากของเหลวไปเป็นของแข็ง) เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง equilibrium phase diagram Fe-C (Slow cooling) กับการเย็นตัวของบริเวณเนื้อเชื่อมจากการเชื่อมอาร์คของเหล็กกล้าคาร์บอน 0.4%

   1.3 เหล็กกล้าคาร์บอน มีค่า Ceq =C +1/6 Mn + 1/24 Si ให้ท่านบอกความหมายและความสำคัญของ Ceq

2. CCT diagram คืออะไร และให้อธิบายการประยุกต์ใช้ CCT diagram กับบริเวณ HAZ (10 คะแนน)

3. ในการเชื่อมต่อชนเหล็กกล้าแรงดึงสูงผสมต่ำ (High Strength Low Alloy Steels) ชนิดหนึ่งโดยกรรมวิธี SMAW ด้วยลวดเชื่อมชนิดไฮโดรเจนต่ำ เหล็กกล้าแรงดึงสูงมีส่วนผสมทางเคมีดังนี้

   C = 0.15%, Si = 0.5%, Mn = 1%, Cu= 0.25%, Ni=0.8%, Cr =1%, Mo =0.5%

   โดยที่เหล็กกล้าแรงดึงสูงชนิดนี้มีความหนา = 20mm และมีการตรวจวัดไฮโดรเจนจากเนื้อเชื่อมได้ = 4 ml/100g (20 คะแนน)

   3.1 ให้หาค่า Cracking Parameter (Pc)

   3.2 ให้หาค่าอุณหภูมิในการ Preheat ชิ้นงานก่อนเชื่อม

   3.3การ Preheat ชิ้นงานก่อนเชื่อมมีความสำคัญอย่างไร และต้องการหลีกเลี่ยงโครงสร้างอะไรในบริเวณ HAZ

   3.4 ปัจจัยหลัก 3 อย่างที่ส่งผลให้เกิดการแตกเย็น (cold crack) มีอะไรบ้าง

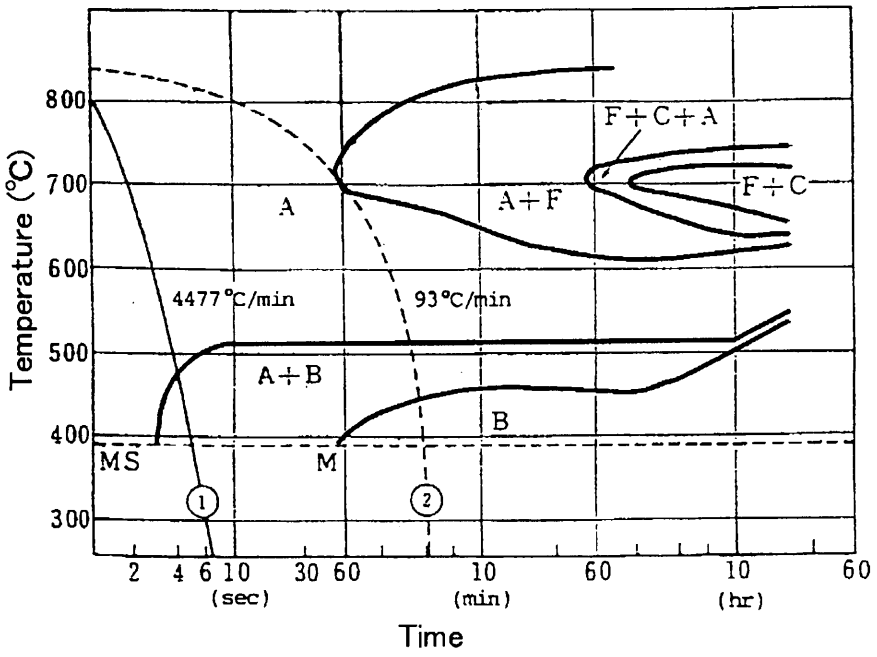
4. การเชื่อมเหล็กกล้าเจือต่ำทนอุณหภูมิสูง (Heat Resistant low alloy steels หรือ Chromium-Molybdenum steels) (20 คะแนน)

   4.1 ให้บอกจุดประสงค์ของการเลือกใช้เหล็กกล้าประเภทนี้ในทางวิศวกรรม

   4.2จุดประสงค์ของการให้ความร้อนก่อนเชื่อมของเหล็กกล้าเจือต่ำทนอุณหภูมิสูง คืออะไร

   4.3จากข้อมูลของลวดเชื่อมที่แนบมา ให้ท่านบอกรายละเอียดของการเชื่อมเหล็กกล้าผสม 2.25%Cr-1%Mo ให้มากที่สุด

4.4 จากรูป แสดงTTT (Time-Temperature-Transformation) ของการเชื่อมของเหล็กกล้าผสม 2.25%Cr-1%Mo ซึ่งอยู่ระหว่างเส้นที1 กับเส้นที่ 2 โครงสร้างสุดท้ายบริเวณ HAZ จะเป็นโครงสร้างอะไร และมาร์เทนไซต์จะเริ่มเกิดที่อุณหภูมิเท่าไหร่



5. การเชื่อมเหล็กกล้าสเตนเลส (20 คะแนน)

5.1 อธิบายการเกิด weld decay หรือ intergranular corrosion ในการเชื่อม austenitic stainless steels พร้อมทั้งวิธีการป้องกัน

5.2 อธิบายความแตกต่างระหว่างระหว่างบริเวณ Carbide precipitation zone และ Solid solution zone ของบริเวณที่มีผลกระทบเนื่องจากความร้อน

5.3 ทำไมในเนื้อเชื่อมของเหล็กกล้าสเตนเลสออสเตนิติกต้องมีปริมาณเฟอร์ไรท์ 5-10%

5.4 What is the difference between steel and stainless steel?

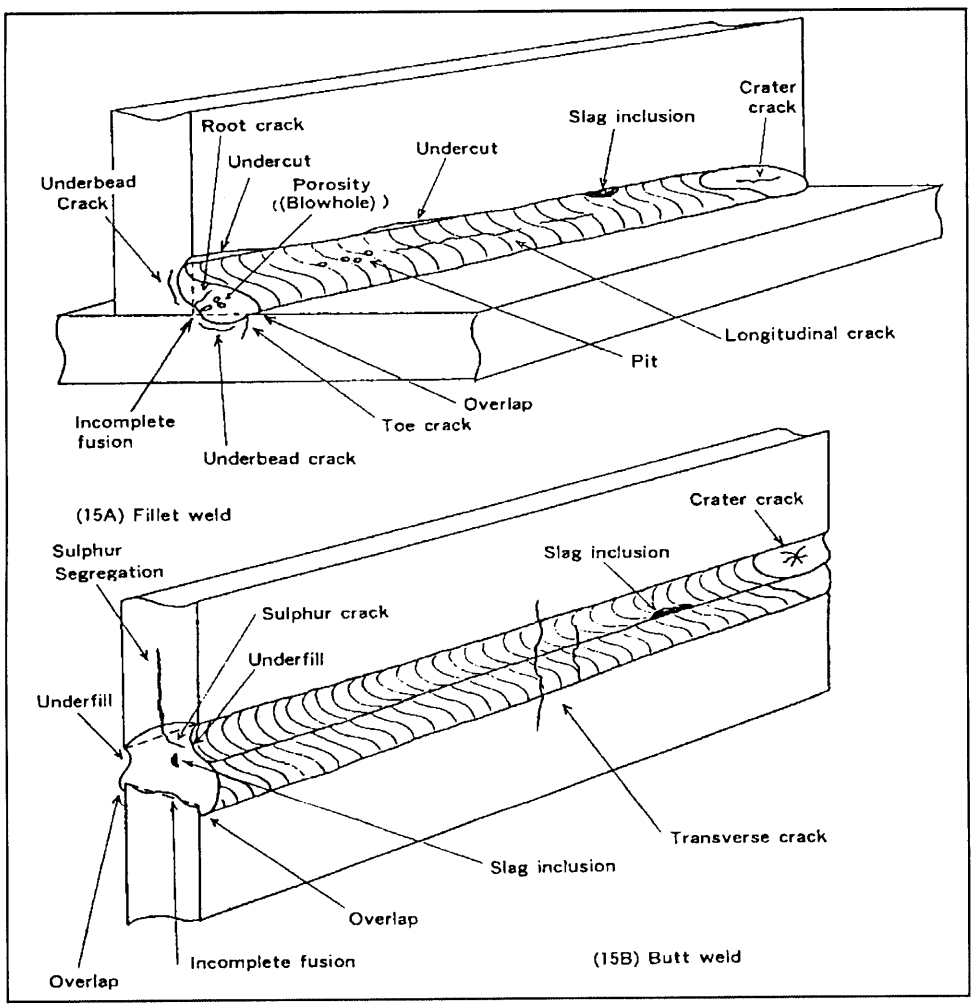
6. ในการเชื่อมเหล็กกล้าต่างชนิดกันระหว่าง เหล็กกล้าผสมต่ำใช้งานอุณหภูมิสูง ซึ่งมีส่วนผสมทางเคมี C= 0.15%, Si= 0.60%, Mn= 0.94% Cr=1.25%, Mo 0.5% กับเหล็กสเตนเลสเกรด 304 มีส่วนผสมทางเคมี C=0.08%, Si= 1.00%, Mn=2.00%, Cr=19.00%, Ni 8.50% โดยใช้ลวดเชื่อมที่มีส่วนผสมทางเคมี C=0.03%, Si=0.60%, Mn=1.50%, Cr=23.13%, Ni=12.50% (ใช้ diagram ของ schaeffler ที่แนบมาด้วยประกอบคำตอบ) (15 คะแนน)

   6.1 ให้หาค่า Cr_{eq} และ Ni_{eq} ของเหล็กกล้าผสมต่ำใช้งานอุณหภูมิสูง ของเหล็กสเตนเลสเกรด 304 และของลวดเชื่อม

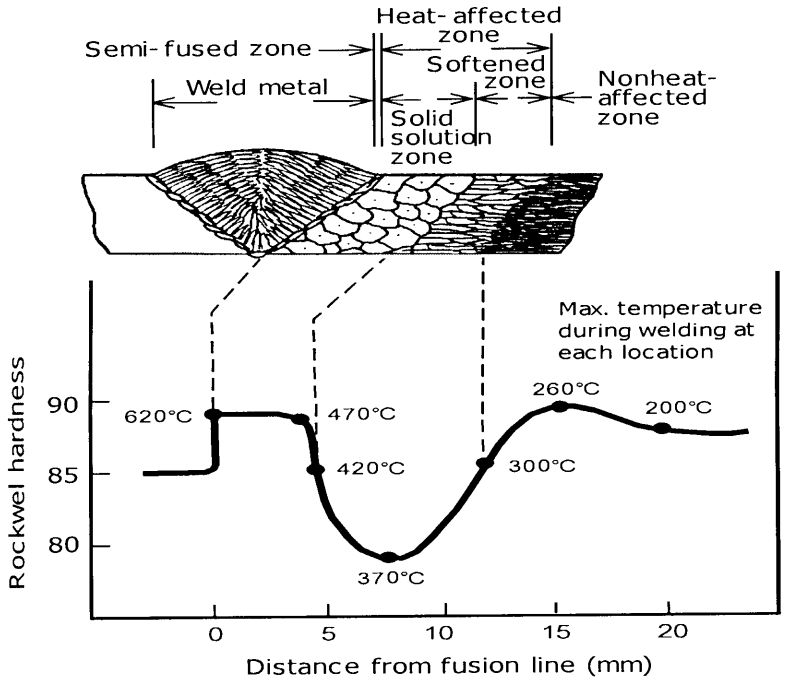
   6.2 ให้หาตำแหน่ง ของโครงสร้างสุดท้ายหลังจากการเชื่อม (ใช้ dilution 25%)

7. อธิบายขั้นตอนในการ inspection งานเชื่อม และยกตัวอย่างประกอบ (5 คะแนน)

8. ให้บอกสิ่งบกพร่องในการเชื่อมและลักษณะของสิ่งบกพร่องที่ท่านรู้จักจากภาพข้างล่าง 5 ชนิด พร้อมทั้งวิธี NDT ที่เหมาะสมในการตรวจสอบสิ่งบกพร่องชนิดนั้น (5 คะแนน)



9. ในการเชื่อมมิกอะลูมิเนียมผสม (เกรด xxxxT6) อธิบายภาพด้านล่าง (10 คะแนน)



These questions only for Master degree students

10. Weldability (10 marks)

11.1 What is Carbon Equivalent (Ceq)?

11.2 Calculate Ceq of high strength steel in question 3?

11. Draw (sketch) the picture of grain structure after solidification from MIG or TIG compared with semi-solid state welding of 6082T6 alloy. (10 marks)

.....Be good.....

JIS Z3223 DT2416
AWS A5.5 E9016-B3
JIS Z3223 DT2416
AWS A5.5 E9016-B3

For welding of 2.25%Cr-1%Mo steel.

Applications:
Shielded metal arc welding of ASTM A387Gr22 steel used for fossile power plant, petrochemical and oil refinery plants, and nuclear power plants.

Characterisitics on usage:
CMA-106 and CMA-106N are low hydrogen type electrodes for all-position welding which provide the weld metal of 2.25%Cr-1%Mo.

CMA-106 : The alloy elements are supplied from the core rod.
CMA-106N : The alloy elements are supplied from the core rod. The notch toughness at low temperatures is better and less sensitive to temper embrittlement.

Notes on usage:
(1) Preheating and interpass temperatures: 200 to 350°C.
(2) Postweld heat treatment temperature : 680 to 730°C.

Typical chemical composition of weld metal (%)

Product name	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
CMA-106	0.07	0.40	0.70	0.006	0.004	2.30	1.02
CMA-106N	0.12	0.30	0.74	0.006	0.002	2.40	0.98

Typical mechanical properties of weld metal

Product name	TT (°C)	0.2% OS N/mm² (kgf/mm²)	TS N/mm² (kgf/mm²)	El %	IV J (kgf-m)			PWHT
					TT°C	SR	SR+SC*	
CMA-106	RT	630(64)	730(74)	22	0	120(12)	–	690°C x 1 hr
	450	520(53)	580(59)	17	–	–	–	
CMA-106N	RT	510(52)	650(66)	28	-30	120(12)	110(11)	690°C x 8 hr
	450	430(44)	510(52)	20	–	–	–	

* SC : Step Cooling

Typical creep rupture strength

Product name	550°C x 1000hr	PWHT
CMA-106	180 N/mm² (19 kgf/mm²)	720°C x 1 hr
CMA-106N	130 N/mm² (13 kgf/mm²)	690°C X 27 hr

Sizes available and recommended currents (AC or DC - EP)

Dia. (mm)			2.6	3.2	4.0	5.0	6.0
L (mm)			300	350	400	400	400
Amp	F	CMA-106	55~85	90~130	140~190	190~240	240~300
		CMA-106N	55~85	90~130	140~190	190~240	240~300
	V & OH	CMA-106	50~80	75~115	100~160	–	–
		CMA-106N	50~80	75~115	100~160	–	–

Fig. 1 Schaeffler's diagram