คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การสอบปลายภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2553

วันอังคารที่ 28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2555 เวลา : 13.30-16.30 น.

วิชา : 237-512: Advanced Welding and Joining ห้อง : Robot

คำสั่ง

1. ทำทุกข้อในสมุดคำตอบ
2. ดูข้อมูลประกอบที่แนบมาข้างท้าย ก่อนเริ่มทำข้อสอบ
3. ห้ามใช้ดินสอเขียน
4. เขียนชื่อและรหัสในสมุดคำตอบ
5. นำเครื่องคิดเลข เข้าห้องสอบได้
6. คะแนนรวม 100 คะแนน

ชื่อ_____รหัส_____

ชั้นปี/ภาควิชา_____

ผศ.ดร.ประภาศ เมืองจันทร์บุรี

ผู้ออกข้อสอบ

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?

2. จงให้ความหมายของศัพท์ทางเทคนิคต่อไปนี้
   2.1 Carbon Equivalent พร้อมทั้งอธิบายความสำคัญต่อการเชื่อม
   2.2 CCT diagram และให้อธิบายการประยุกต์ใช้ CCT diagram กับ HAZ

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

   3.1 ให้ความหมายเหล็กกล้าแรงดึงสูงผสมต่ำและอัตราส่วนน้ำหนัก (Weight ratio)
   3.2 ให้หาค่า Cracking Parameter (Pc)
   3.3 ให้หาค่าอุณหภูมิในการ Preheat ชิ้นงานก่อนเชื่อม

4. การเชื่อมเหล็กกล้าเจือต่ำทนอุณหภูมิสูง (Heat Resistant low alloy steels หรือ Cr-Mo steels)
   4.1 ให้บอกจุดประสงค์ของการเลือกใช้เหล็กกล้าประเภทนี้ในทางวิศวกรรมอย่างน้อย 2 ข้อ
   4.2 จุดประสงค์ของการให้ความร้อนก่อนเชื่อมของเหล็กกล้าเจือต่ำทนอุณหภูมิสูง คืออะไร
   4.3 ทำไมต้องทำ PWHT (Post Weld Heat Treatment) เหล็กกล้าเจือต่ำทนอุณหภูมิสูงภายหลังการเชื่อม
   4.4 จากข้อมูลของลวดเชื่อมที่แนบมา ให้ท่านบอกรายละเอียดของการเชื่อมเหล็กกล้าผสม 1.25%Cr-0.5%Mo ให้มากที่สุด

5. การเชื่อมเหล็กกล้าสเตนเลส
   5.1 อธิบายการเกิด weld decay หรือ intergranular corrosion ในการเชื่อม austenitic stainless steels
   5.2 จากข้อ 5.1 จะสามารถป้องกันได้อย่างไร

5.3 อธิบายความแตกต่างระหว่างระหว่างบริเวณ Carbide precipitation zone (Sensitized zone) และ Solid solution zone ของบริเวณที่มีผลกระทบเนื่องจากความร้อน

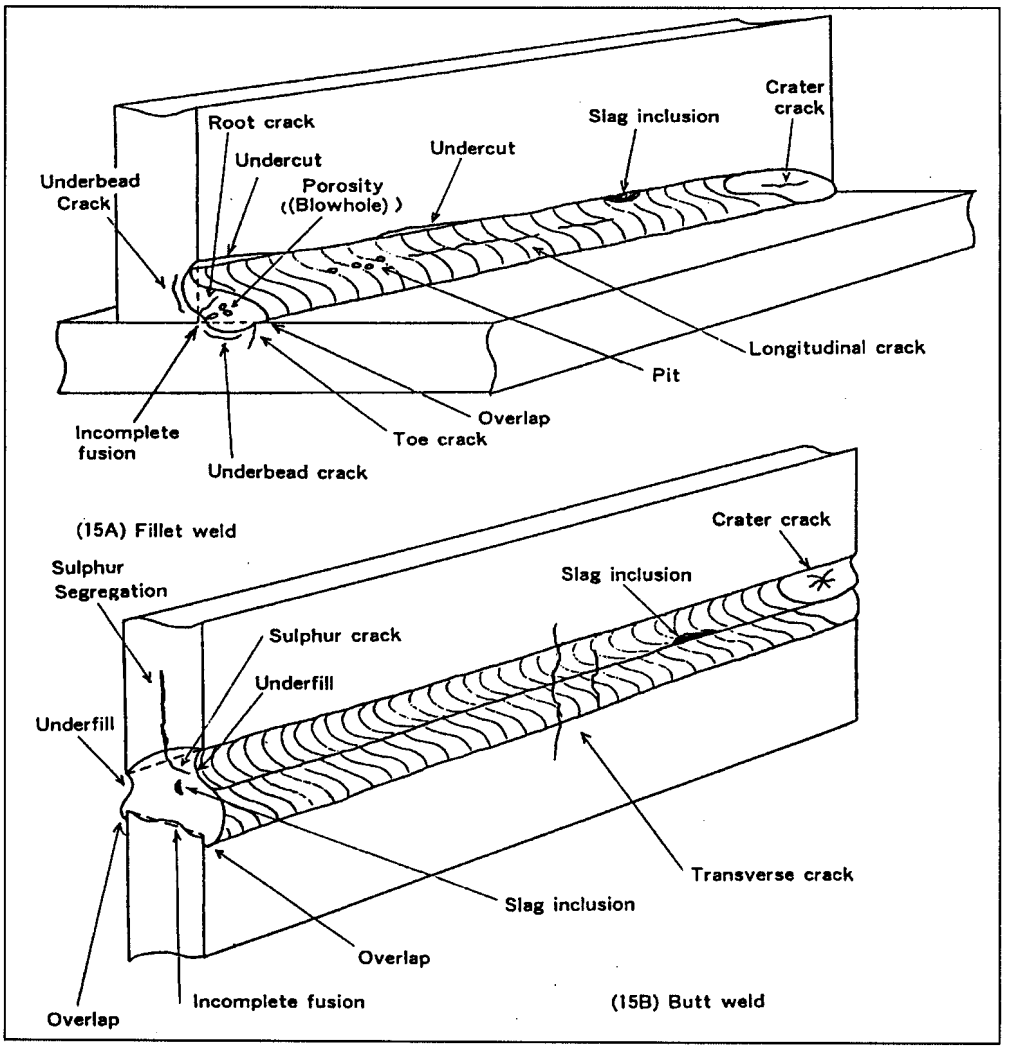
6. ในการเชื่อมเหล็กกล้าต่างชนิดกันระหว่าง เหล็กกล้าผสมต่ำใช้งานอุณหภูมิสูง ซึ่งมีส่วนผสมทางเคมี C= 0.15%, Si= 0.60%, Mn= 0.94% Cr=1.25%, Mo 0.5% กับเหล็กสเตนเลสเกรด 304 มีส่วนผสมทางเคมี C=0.08%, Si= 1.00%, Mn=2.00%, Cr=19.00%, Ni 8.50% โดยใช้ลวดเชื่อมที่มีส่วนผสมทางเคมี C=0.03%, Si=0.60%, Mn=1.50%, Cr=23.13%,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

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

6.2 ให้หาตำแหน่ง ของโครงสร้างสุดท้ายหลังจากการเชื่อม (ใช้ dilution ของลวดเชื่อม 25%)

7. ในการเชื่อม Friction Stir Welding อลูมิเนียมผสม ให้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรการเชื่อม โครงสร้างแนวเชื่อม และสมบัติทางกล

8. ให้บอกสิ่งบกพร่องในการเชื่อมและลักษณะของสิ่งบกพร่องที่ท่านรู้จักจากภาพข้างล่าง 5 ชนิด พร้อมทั้งวิธี NDT ที่เหมาะสมในการตรวจสอบสิ่งบกพร่องชนิดนั้น



This question only for Master degree students

9. Weldability

9.1 What is the relationship between Cooling rate and Heat Input?

9.2 What is the relationship between Cooling rate and Microstructure in HAZ of high strength steel?

9.2 Calculate Ceq of high strength steel in question 3?

(Ceq= C+1/6Mn+1/24Si+1/40Ni+1/5Cr+1/4Mo+1/14V)

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

CMA-96
CMA-96MB

JIS Z3223 DT2316
AWS A5.5 E8016-B2
JIS Z3223 DT2316
AWS A5.5 E8016-B2

For welding of 1.25%Cr-0.5%Mo steel.

Applications:
Shielded metal arc welding of ASTM A387Gr11 steel used for fossile power plant, petrochemical and oil refinery plants.

Characteristics on usage:
CMA-96 and CMA-96MB are low hydrogen type electrodes for all-position welding which provide the weld metal of 1.25%Cr-0.5%Mo.

CMA-96 : The alloy elements are supplied from the core rod.
CMA-96MB : The weld metal shows lower tensile strength and higher notch toughness, and the alloy elements are supplied from the core rod.

Notes on usage:
(1) Preheating and interpass temperatures: 150 to 300°C.
(2) Postweld heat treatment temperatures : 650 to 700°C.

Typical chemical composition of weld metal (%)

Product name	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
CMA-96	0.07	0.43	0.81	0.008	0.004	1.31	0.54
CMA-96MB	0.06	0.51	0.74	0.007	0.003	1.30	0.48

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
CMA-96	RT	570 (58)	650 (66)	26	210 (21)	690°C x 1 hr
	450	460 (47)	520 (53)	21	–	
CMA-96MB	RT	490 (50)	590 (60)	30	200 (20)*1	690°C x 1 hr
	455	360 (37)	450 (46)	24	170 (17)*2	

*1 : AT –20°C after SR *2 : at –20°C after SR + Step Cooling

Typical creep rupture strength

Product name	550°C x 1000hr	PWHT
CMA-96	180 N/mm² (18 kgf/mm²)	690°C x 8 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-96 CMA-96MB	55~85	80~120	125~175	185~235	240~300
	V & OH	CMA-96 CMA-96MB	50~80	75~110	100~160	–	–

Fig. 1 Schaeffler's diagram