คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การสอบปลายภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2552

วันอังคารที่ 23 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 เวลา : 13.30-16.30 น.

วิชา : 237-512: Advanced Welding and Joining ห้อง : A401

คำสั่ง

1. ทำทุกข้อในสมุดคำตอบ
2. ดูข้อมูลประกอบที่แนบมาข้างท้าย (ถ้ามี) ก่อนเริ่มทำข้อสอบ เพราะอาจใช้ประกอบการตอบคำถามได้
3. ห้ามใช้ดินสอเขียน
4. เขียนชื่อและรหัสในสมุดคำตอบ
5. นำเครื่องคิดเลขเข้าห้องสอบได้
6. ข้อละ 10 คะแนน

ชื่อ_____รหัส_____

ชั้นปี/ภาควิชา_____

ผศ.ดร.ประภาศ เมืองจันทร์บุรี

ผู้ออกข้อสอบ

Welding Metallurgy

1. What is Weld Metal, Heat Affected Zone (HAZ) and Base Metal; explain the differences in term of microstructure and mechanical properties? (Answer in English or Thai)

2.ในการเชื่อมเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ จากการดูภาพโครงสร้างมาโครและไมโครของบริเวณ HAZ จะประกอบไปด้วย Coarse grain zone, Intermediate grain zone and Fine grain zone ทำไมจึงเกิด zone ต่างๆขึ้น

3. Heat Input มีความสำคัญอย่างไรในช่วงการเย็นตัวของแนวเชื่อมจากอุณหภูมิ800-500°C

4. 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%, V=0.2%

   โดยที่เหล็กกล้าแรงดึงสูงชนิดนี้มีความหนา = 20mm และมีการตรวจวัดไฮโดรเจนจากเนื้อเชื่อมได้ = 4 ml/100g

   4.1 ให้หาค่า Cracking Parameter (Pc)

   4.2 ให้หาค่าอุณหภูมิในการ Preheat ชิ้นงานก่อนเชื่อม

5. ความสามารถในการเชื่อม

   5.1 คาร์บอนเทียบเท่า Carbon Equivalent (Ceq) คืออะไร และมีความสำคัญอย่างไรในการเชื่อมอย่างไร

   5.2 ให้หาค่า Ceq ของเหล็กกล้าแรงดึงสูงในข้อ 4

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

6. การเชื่อมเหล็กกล้าเจือต่ำทนอุณหภูมิสูง

   6.1จุดประสงค์ของการให้ความร้อนก่อนเชื่อมของเหล็กกล้าเจือต่ำทนอุณหภูมิสูง (Heat Resistant low alloy steels หรือ Chromium-Molybdenum steels) คืออะไร

6.2 จุดประสงค์ของการทำ PWHT (Post Weld Heat Treatment) ของเหล็กกล้าเจือต่ำทนอุณหภูมิสูง (Heat Resistant low alloy steels หรือ Chromium-Molybdenum steels) คืออะไร

6.3 จากข้อมูลของลวดเชื่อมที่แนบมาให้ท่านบอกรายละเอียดของการเชื่อมเหล็กกล้าผสม 1.25%Cr-0.5%Mo ให้มากที่สุด

7. การเชื่อมเหล็กกล้าสเตนเลส

7.1 อธิบายการเกิด weld decay หรือ intergranular corrosion ในการเชื่อม austenitic stainless steels

7.2 ทำไมในเนื้อเชื่อมของเหล็กกล้าสเตนเลสออสเตนิติกต้องมีปริมาณเฟอร์ไรท์ 5-10%

8.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)

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

8.2 ให้หาตำแหน่ง ของโครงสร้างสุดท้ายหลังจากการเชื่อม (ใช้ dilution ของลวดเชื่อม 30%)

9. จากการนำเสนอของนักศึกษาปี3 ในการเชื่อมเหล็กกล้าเคลือบสังกะสี เหตุใดในแนวเชื่อมมีรูพรุนมาก และมีวิธีแก้ไขอย่างไร

Following questions are for Master Students only

10. Explain the microstructure change in weld metal and HAZ during arc welding of low carbon steel (using solidification and CCT diagram). (Answer in English or Thai)

11. What are cold crack and hot crack in welding? (Answer in English or Thai)

.....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	–	–

- **Ferrite content measuring methods of austenitic stainless steel weld metal**

Ferrite Indicator	To measure ferrite content by comparing to the magnetic attraction of the standard specimen and the test specimen.
Ferrite Scope	To measure ferrite content by using the magnetic induction in the test specimen.
Magne Guage	To measure ferrite content by using the force of spring that balances to the magnetic attraction between the permanent magnet and the test specimen.
Structure Diagram Method	To measure ferrite content by calculating Ni equivalent and Cr equivalent from chemical compositions of the test specimen and using the diagrams. There are three different diagrams; Schaeffler's diagram, Delong's diagram and WRC diagram. See figure 1,2 and 3.
Point Counting Method	To measure ferrite content by calculating the area percentage of the ferrite in micro-structure.

Fig. 1 Schaeffler's diagram