คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การสอบปลายภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2551

วันอังคารที่ 24 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2552 เวลา : 13.30-16.30 น.

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

คำสั่ง

1. ทำทุกข้อในสมุดคำตอบ
2. ดูข้อมูลประกอบที่แนบมาข้างท้าย (ถ้ามี) ก่อนเริ่มทำข้อสอบ เพราะอาจใช้ประกอบการตอบคำถามได้
3. ห้ามใช้ดินสอเขียน
4. เขียนชื่อและรหัสในสมุดคำตอบ
5. นำเครื่องคิดเลขและ dictionary เข้าห้องสอบได้
6. ข้อละ 10 คะแนน คิดเป็น 40%

ชื่อ_____รหัส_____

ชั้นปี/ภาควิชา_____

ดร.ประภาศ เมืองจันทร์บุรี

ผู้ออกข้อสอบ

Welding Metallurgy

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

2. 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 = 3.5 ml/100g

   2.1 ให้หาค่า Cracking Parameter (Pc)

   2.2 ให้หาค่าอุณหภูมิในการ Preheat ชิ้นงานก่อนเชื่อม

3. **This question is for bachelor degree only**

   3.1 What is Carbon Equivalent (Ceq) ? และมีความสำคัญอย่างไรในการเชื่อม

   3.2 ให้หาค่า Ceq ของเหล็กกล้าแรงดึงสูงในข้อ 2

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

   3.3 ให้หาค่าความแข็งสูงสุดที่บริเวณ HAZ ในหน่วย Hv

4.

   4.1จุดประสงค์ของการให้ความร้อนก่อนเชื่อมของเหล็กกล้าเจือต่ำทนอุณหภูมิสูง (Heat Resistant low alloy steels หรือ Chromium-Molybdenum steels) คืออะไร

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

   4.3 จากข้อมูลของลวดเชื่อมที่แนบมาให้ท่านบอกรายละเอียดของการเชื่อมเหล็กกล้าผสม 0.5%Mo ให้มากที่สุด

5.

5.1 อธิบายการเกิด weld decay หรือ intergranular corrosion ในการเชื่อม austenitic stainless steels

5.2 Stress Corrosion Cracking (SCC) มีโอกาสที่จะเกิดกับชิ้นงานเชื่อมสเตนเลสบ่อย เพราะเหตุใด

5.3 ทำไมในเนื้อเชื่อมของเหล็กกล้าสเตนเลสออสเตนิติกต้องมีปริมาณเฟอร์ไรท์ 5-10%

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 30%)

7. Explain the advantages and limitations of at least 3 NDT techniques use in welding inspection (10 คะแนน)

8.

8.1 What are the differences between discontinuities and defects?

8.2 Explain the causes and preventive measures of 3 defects in weld. (10 คะแนน)

Following questions are for Master Students only

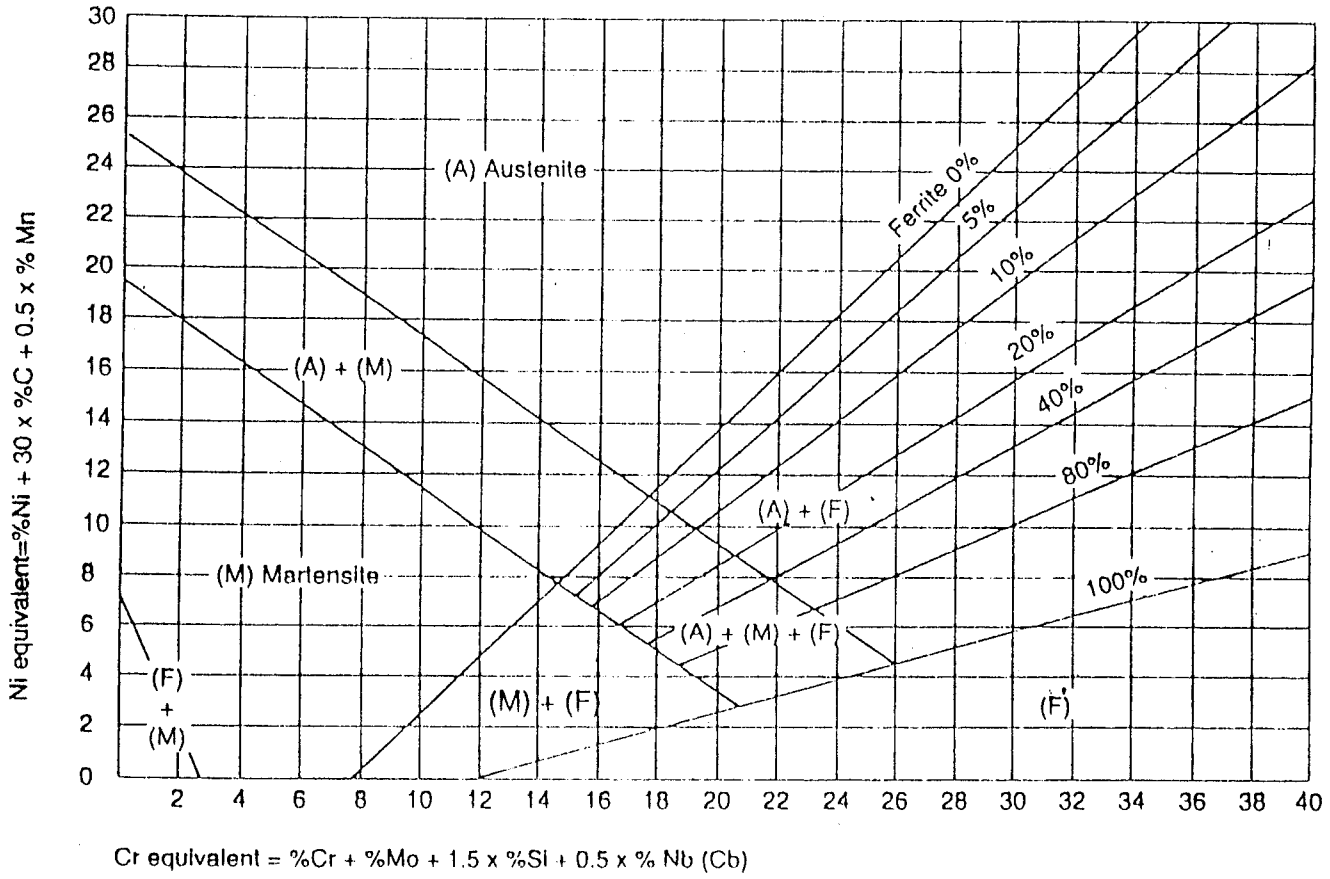
9. Explain the microstructure change in weld metal and HAZ during arc welding of low carbon steel (using solidification and CCT diagram).

..... Good..luck...

- **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



CMA-76

JIS Z3223 DT1216
AWS A5.5 E7016-A1

For welding of 0.5% Mo steel

Applications:
Shielded metal arc welding of 0.5% Mo steel used for high temperature and high pressure boilers, chemical and oil refinery plants.

Characteristics on usage:
CMA-76 is low a hydrogen type electrode for all-position welding which provides the weld metal containing 0.5% Mo supplied from the core rod.

Notes on usage:
(1) Preheating and interpass temperatures: 100 to 200°C
(2) Postweld heat treatment temperatures : 620 to 680°C

Typical chemical composition of weld metal (%)

Product name	C	Si	Mn	P	S	Mo
CMA-76	0.06	0.49	0.79	0.009	0.004	0.54

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-76	RT	550 (56)	630 (64)	29	210 (21)	620°C x 1 hr
	450	410 (42)	530 (54)	22	–	

Typical creep rupture strength

Product name	500°C x 1000 hr	PWHT
CMA-76	360N/mm² (37 kgf/mm²)	620°c x 1 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-76	55~85	90~130	140~190	190~240	240~300
	V & OH	CMA-76	50~80	80~120	110~170	–	–