คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การสอบปลายภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2550

วันศุกร์ที่ 22 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 เวลา : 13.30-16.30 น.

วิชา : 237-512: Advanced Welding and Joining ห้อง : R 200

คำสั่ง

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

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?
2. ในการเชื่อมเหล็กกล้าแรงดึงสูงผสมต่ำ (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%

   โดยที่เหล็กกล้าเจือสูงชนิดนี้มีความหนา t = 20mm และมีการตรวจวัดไฮโดรเจนจากเนื้อเชื่อมได้ = 4 ml/100g

   2.1 ให้หาค่า Carbon Equivalent (CE)

   2.2 CE มีประโยชน์อะไรบ้าง

3.

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

   3.2 จากข้อมูลของลวดเชื่อมที่แนบมาให้ท่านบอกรายละเอียดของการเชื่อมเหล็กกล้าผสม 0.5%Mo ให้มากที่สุด

4. อธิบายการเกิด weld decay หรือ intergranular corrosion ในการเชื่อม austenitic stainless steels
5. 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)

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

   5.2 ให้หาตำแหน่ง ของโครงสร้างสุดท้ายหลังจากการเชื่อม (ใช้ dilution ของลวดเชื่อม 30%)

6. Thermal Spraying

   6.1 ให้บอกหลักการทำงานของ Flame Spraying พร้อมข้อดีและข้อเสีย

   6.2 ให้บอกหลักการทำงานของ Arc Spraying พร้อมข้อดีและข้อเสีย

7. QA/QC in welding (20 คะแนน)

   7.1 ให้ความหมายพร้อมทั้งวัตถุประสงค์ของ WPS (welding procedure specification PQR (Procedure Qualification Test Record) และ WQT (Welders Qualificatio Test Record)

   7.2 ให้ออกแบบ WPS อย่างง่าย ที่แนบมาด้วย ในการเชื่อม เหล็กกล้าคาร์บอน ที่มีแรงดึ 400 N/mm^2 ความหนา 12 มม. ด้วยกรรมวิธีการเชื่อม แบบ MAG (ใช้แบบฟอร์ WPS ที่แนบมาด้วยประกอบคำตอบ)

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

9. What are the differences between discontinuities and defects? Explain the cause of 3 discontinuities or defects in weld. (10 คะแนน)

Following questions are for Master Student only

10. What is cladding and why cladding?

11. Write simple WPS for Friction Stir Welding of Aluminium alloy A 356 (thickness 4mm) as much as you can.

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

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 h gh pressure boilers, chemical and oil refinery plants.

Characteristics on usage:
CMA-76 is low a hydrogen type electrode for all-position welding which provic es 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

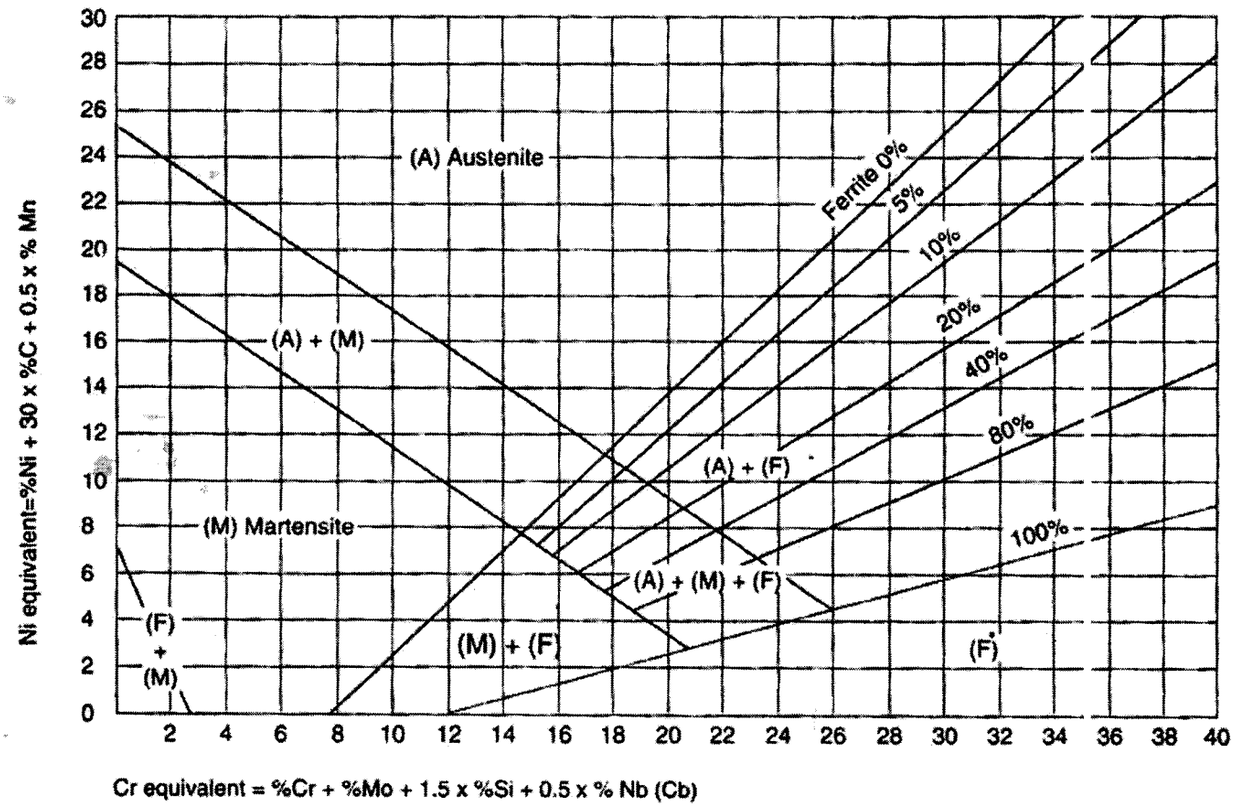
Sizes available and recommended currents (AC or DC-EP)

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	–	–

- **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



Form E-1 (Front)

WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (WPS)

Identification # _____ _____
Revision _____ Date _____ By _____
Company Name _____ Authorized by _____ Date _____
Welding Process(es) _____ Type - Manual ( ) Sem. Automatic ( )
Supporting PQR No.(s) _____ Machine ( ) Automatic ( )

JOINT DESIGN USED
Type _____
Single ( ) Double Weld ( )
Backing Yes ( ) No ( )
Backing Material _____
Root Opening _____ Root Face Dimension _____
Groove Angle _____ Radius (J-U) _____
Back Gouging: Yes ( ) No ( ) Method _____

BASE METALS
Material Spec. _____
Type or Grade _____
Thickness Groove _____ Fillet _____
Diameter (Pipe) _____

FILLER METALS
AWS Specification _____
AWS Classification _____

SHIELDING
Flux _____ Gas _____
Composition _____
Electrode-Flux (Class) Flow Rate _____
_____ Gas Cup Size _____

PREHEAT
Preheat Temp., Min. _____
Interpass Temp., Min _____ Max _____

POSITION
Position of Groove _____ Fillet _____
Vertical Progression: Up ( ) Down ( )

ELECTRICAL CHARACTERISTICS
Transfer Mode (GMAW) Short-Circuiting ( )
Globular ( ) Spray ( )
Current: AC ( ) DCEP ( ) DCEN ( ) Pulsed ( )
Other _____

TECHNIQUE
Stringer or Weave Bead _____
Multi-pass or Single Pass (per side) _____
Number of electrodes _____
Electrode Spacing Longitudinal _____
Lateral _____
Angle _____
Contact Tube to Work Distance _____
Peening _____
Interpass Cleaning: _____

POSTWELD HEAT TREATMENT
Temp. _____
Time _____

WELDING PROCEDURE

Pass or Weld Layer(s)	Process	Filler Metals		Current		Volts	Travel Speed	Joint Details
		Class	Diam.	Type & Polarity	Amps or Wire Feed Speed			

Form E-1 (Front)

MG-51T

JIS Z3312 YGW12
AWS A5.18 ER70S-6

For gas-shielded metal arc welding of mild steel and 490N/mm² high tensile steel.

Applications:
Butt or fillet MAG welding of structures such as vehicles, and industrial machinery.

Characteristics on usage:
MG-51T is a solid wire which is designed to get good usability in all-position welding of steel sheets by the short-circuiting arc with CO_2 gas or Ar+CO_2 gas mixture for shielding. The arc stability is good in the wide range of welding currents.
Higher current can be applied in vertical and overhead positions as compared with MG-50T. It is suitable for all-position welding of pipes. The well-adhered copper plating without flakes and without rusting in long duration storage, glossy wire surface by the special treatment, well-controlled cast and helix to make accurate tracking on the weld seam, rigid spool to prevent insertion of wire into the underlayer wire; these features assure smooth feeding of wire with stable arc, regular beads and higher efficiency in welding.

Typical chemical composition of weld metal (%) (Shield gas :CO_2)

C	Si	Mn	P	S
0.11	0.53	1.15	0.011	0.012

Typical mechanical properties of weld metal

YP N/mm²(kgf/mm²)	TS N/mm²(kgf/mm²)	El %	IV J (kgf-m)	Shield gas
470 (48)	560 (57)	32	120 (12)	CO_2
520 (53)	600 (61)	31	160 (16)	80%Ar+20%CO_2

Sizes available and recommended currents (DC-EP)

Dia. (mm)		0.9	1.0	1.2
Amp	F	50~200	50~220	80~350
	V	50~140	50~140	50~160
	OH	50~120	50~120	50~140