คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การสอบปลายภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2549

วันพฤหัสบดีที่ 1 มีนาคม พ.ศ. 2550 เวลา: 09.00-12.00 น.

วิชา : 237-421: Metallurgy of Metal Joining ห้อง: A400

คำสั่ง

1. ทำทุกข้อในสมุดคำตอบ
2. ดูข้อมูลประกอบที่แนบมาข้างท้าย (ถ้ามี) ก่อนเริ่มทำข้อสอบ เพราะอาจใช้ประกอบการตอบคำถามได้
3. ห้ามใช้ดินสอเขียน
4. เขียนชื่อและรหัสในสมุดคำตอบ
5. นำเครื่องคิดเลขเข้าห้องสอบได้
6. อนุญาตให้นำ **Dictionary** เข้าห้องสอบ
7. ส่งคืนทั้งสมุดคำตอบและคำถาม

ชื่อ_____รหัส_____

ชั้นปี/ภาควิชา_____

ดร.ประภาศ เมืองจันทร์บุรี

ผู้ออกข้อสอบ

1. Describe the meaning and metallurgical differences between the weld metal, HAZ and base metal. (10 คะแนน)
2. ในการเชื่อมเหล็กกล้าแรงดึงสูง (Welding of High Strength 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 (20 คะแนน)

   2.1 ให้หาค่า Cracking Parameter (Pc)

   2.2 ให้หาค่าอุณหภูมิในการ Preheat ชิ้นงานก่อนเชื่อม
3. Welding of Heat Resistant low alloy steels (30 คะแนน)

   3.1 เหล็กกล้าเจือต่ำใช้งานอุณหภูมิสูง (Heat Resistant low alloy steels) มีจุดประสงค์เพื่อใช้งานอะไร และต้องมีคุณสมบัติอะไรบ้าง

   3.2 จุดประสงค์ของการทำ PWHT (Post Weld Heat Treatment) ของเหล็กกล้าเจือต่ำใช้งานอุณหภูมิสูง (Heat Resistant low alloy steels) คืออะไร

   3.3 ในการเชื่อมเหล็กกล้า Heat Resistant low alloy steels ชนิดผสม 1.25%Cr และ 0.5 %Mo (1.25%Cr-0.5 %Mo steel) ด้วยลวดเชื่อมชนิดที่แนบมาด้วย (ดูเอกสารแนบ) ท่านคิดว่า PWHT ที่ผู้ผลิตลวดเชื่อมแนะนำให้ใช้ที่อุณหภูมิและเวลาเท่าไร พร้อมทั้งอธิบายข้อมูลเกี่ยวกับลวดเชื่อมให้มากที่สุด
4. อธิบายการเกิด weld decay หรือ intergranular corrosion ในการเชื่อม austenitic stainless steel (10 คะแนน)
5. ในการเชื่อมเหล็กกล้าต่างชนิดกันระหว่าง เหล็กกล้าเจือต่ำใช้งานอุณหภูมิสูง 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) (20 คะแนน)

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

   5.2 ให้หาตำแหน่ง ของโครงสร้างสุดท้ายหลังจากการเชื่อม (ใช้ dilution ของลวดเชื่อม 30%)
6. ให้บอกหลักการของ MIG Brazing ของการประสานเหล็กชุบสังกะสี (Galvanized Steel) พร้อมทั้งชนิดของลวดเติม(filler)ที่ใช้ (10 คะแนน)

7. QA/QC in welding (20 คะแนน)
   7.1 ให้ความหมายพร้อมทั้งวัตถุประสงค์ของ WPS (welding procedure specification) PQR (Procedure Qualification Test Record) และ WQT (Welders Qualification Test Record)
   7.2 ให้ออกแบบ WPS อย่างง่าย ที่แนบมาด้วย ในการเชื่อม เหล็กกล้าแรงดึงสูง 490N/mm^2 (high tensile steel) ความหนา 10 มม. ด้วยกรรมวิธีการเชื่อม แบบ MAG (ใช้แบบฟอร์ม WPS ที่แนบมาด้วยประกอบคำตอบ)
8. Explain the advantages and limitations of at least 3 NDT techniques use in welding inspection (10 คะแนน)
9. Explain the causes of 5 discontinuities or defects in weld and how to prevent them. (10 คะแนน)

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	650°C x 1000hr	PWHT
CMA-96	180 N/mm² (18 kgf/mm²)	690°C x 8 hr

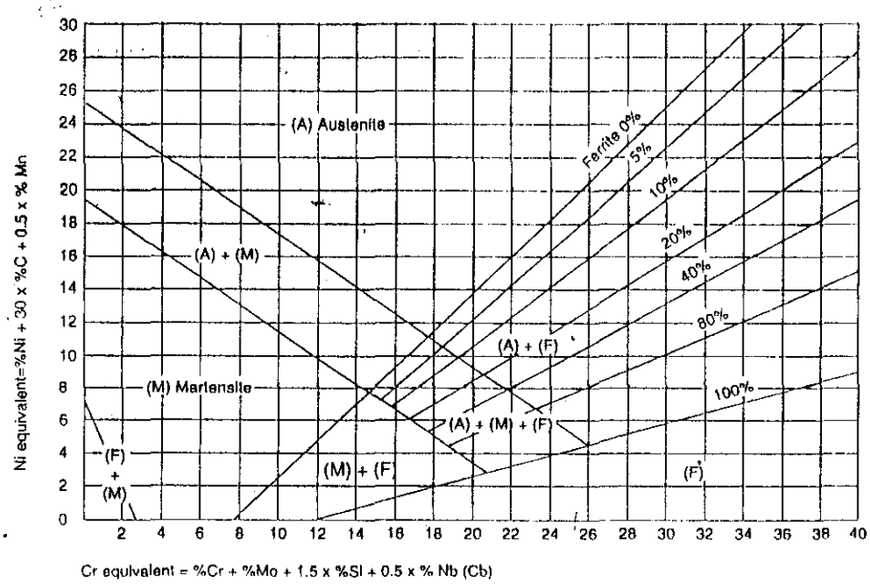
Sizes available and recommended currents (AC or DC-EP)

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



FILLER METALS AWS Specification _____ AWS Classification _____	Number of electrodes _____ Electrode Spacing Longitudinal _____ Lateral _____ Angle _____
SHIELDING Flux _____ Gas _____ Composition _____ Electrode-Flux (Class) Flow Rate _____ _____ Gas Cup Size _____	Contact Tube to Work Distance _____ Peening _____ Interpass Cleaning: _____
PREHEAT Preheat Temp., Min. _____ Interpass Temp., Min _____ Max _____	**POSTWELD HEAT TREATMENT** Temp. _____ Time _____

WELDING PROCEDURE

WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (WPS) Yes ( )
PREQUALIFIED _____ QUALIFIED BY TESTING _____
or PROCEDURE QUALIFICATION RECORD (PQR) Yes ( )

Company Name _____
Welding Process(es) _____
Supporting PQR No.(s) _____

Identification # _____
Revision _____ Date _____ By _____
Authorized by _____ Date _____
Type - Manual ( ) Semi-Automatic ( )
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