คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การสอบปลายภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2548

วันเสาร์ ที่ 4 มีนาคม พ.ศ. 2548 เวลา: 09.00-12.00 น.

วิชา : 237-421: Metallurgy of Metal Joining ห้อง: R300

คำสั่ง

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

ชื่อ_____รหัส_____

ชั้นปี/ภาควิชา_____

ดร.ประภาศ เมืองจันทร์บุรี

ผู้ออกข้อสอบ

1. ให้บอกความแตกต่างในแง่โลหะวิทยาในการเชื่อม ของบริเวณเนื้อเชื่อม (Weld Metal) บริเวณที่มีผลกระทบอันเนื่องมาจากความร้อน (Heat Affected Zone, HAZ) และบริเวณโลหะฐาน (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 (Pcm)

   2.2 ให้หาค่าอุณภูมิในการ Preheat ชิ้นงานก่อนเชื่อม
3. Welding of Heat Resistant low alloy steels (20 คะแนน)

   3.1 จุดประสงค์ของการทำ PWHT (Post Weld Heat Treatment) ของเหล็กกล้าเจือต่ำทนร้อน (Heat Resistant low alloy steels) คืออะไร

   3.2 ในการเชื่อมเหล็กกล้า Heat Resistant low alloy steels ชนิดผสม 0.5 %Mo (0.5 %Mo steel) ด้วยลวดเชื่อมชนิดที่แนบมาด้วย (ดูเอกสารแนบ) ท่านคิดว่า PWHT ที่ผู้ผลิตลวดเชื่อมแนะนำให้ใช้ที่อุณหภูมิและเวลาเท่าไร
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. QA/QC in welding (20 คะแนน)

   6.1 ให้ความหมายพร้อมทั้งวัตถุประสงค์ของ WPS (welding procedure specification) และ PQR (Procedure Qualification Test Record)

   6.2 ให้ออกแบบ WPS อย่างง่ายฯ ที่แนบมาด้วย ในการเชื่อม เหล็กกล้า (Carbon steel) ด้วยกรรมวิธีการเชื่อม แบบ SMAW (ใช้แบบฟอร์ม WPS ที่แนบมาด้วยประกอบคำตอบ)

7. Explain the advantages and limitations of at least 3 NDT techniques use in welding inspection (10 คะแนน)
8. Explain the causes of hot crack and cold crack in weld and how to prevent them. (10 คะแนน)

BE GOOD

WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (WPS)

Identification # _____
Revision _____ Date _____ By _____
Authorized by _____ Date _____
Company Name _____
Welding Process(es) _____ Type - Manual ( ) Semi-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

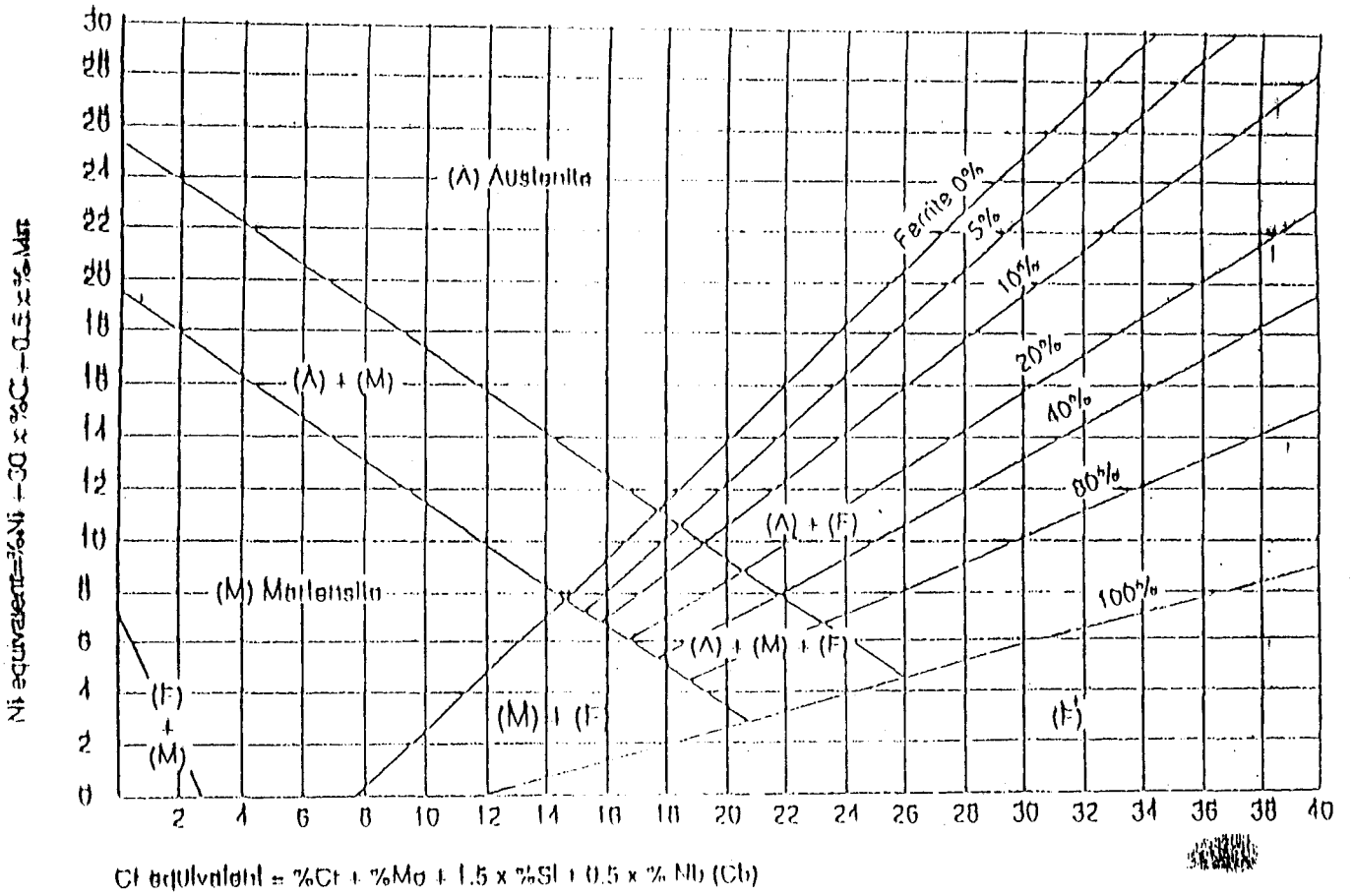
Pass or Weld Layer(s)	Process	Filler Metals		Current		Volts	Travel Speed	Joint Details
		Class	Diam.	Type & Polarity	Amps or Wire Feed Speed			

Form E-1 (Front)

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 Gauge	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	0.40	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	--	--