

“IACS International Association of Classification Societies”

Gemi İnşa ve Tamir Tersaneleri

Kalite Standartları.

Rev.10/09-2021

IACS No: 47 Shipbuilding and Repair Quality Standard.

Part A: Shipbuilding Quality Standard for New Construction,

Part B: Repair Quality Standard for Existing Ships,

UR-Z23 Shipyard Review Record.

Kasap Mustafa ERDOĞAN,

Yıldız Teknik Üniversitesi Öğretim Görevlisi.

Gemi Mak. ve Gemi İnşa Müh.

Marine & Offshore Senior Ship & Eng.Surveyor,

B.Sc, C.Eng, MRINA, AWS, PED(97/23)

Sunum :

Reference: IACS no:47 (Part A-B), UR- Z23 ve IACS Materials & Welding., AWS D1.1.Structural Welding Steel.

IACS no:47. Index:

- Gemi Sacı, Malzeme (Materials),
- Kaynak yapılabirlik testi (Weldability),
- Gemi sacında yapılan testler,(Mechanical Tests)
- Kaynak hazırlık ve yapımı, (Weld preparation)
- Kaynak elektrot özellikleri (Welding consumables)
- WPS ve Kaynakçı Sertifikası,
- Kaynak çeşitleri,
- Kaynak Parametreleri,
- Sac montajı (Fabrication-alignment)
- Blok kaynağı, (Block Assembly)
- Alın kaynağı doldurma (Buttering, Build-up),
- Sac yenilenmesi.
- Tahribatsız muayene (NDT),

Gemi İnşa ve Hizmetteki Gemilerin bakım onarım Tersaneleri yeterliliği IACS No:47, (Part: A & B) ve “IACS UR-Z23 Shipyard Review Record” check liste göre Class’lar tarafından denetlenir ve Gemi inşa/Gemi tamir yeterliliği onaylanır.

IACS No 47 Tersanenin Kalite Kontrol Sistem (Audit) denetim’i.

a-Management sistem (ISO-9001,14001, 45001-2018)

b-Gemi inşa imkanları (Havuz, kızak, saha, kreyn vs.)

c-Blok inşa ve birleştirme yer ve teçhizat imkanları,

d-WPS/PQR ve Kaynakçı sertifikaları,

e-Üretim kalite kontrol sistemi,

f-Tersane Sağlık ve emniyet sistemi. (OSH-2018)

g-Personelin ve Taşeronun eğitim, yeterlilik sertifikaları,

h-Sac ve malzeme sertifikaları,

i-Üretim: Markalama, kesme, bükme (ısıl işlem), montaj vs,

j-NDT kontrol ve tank basınç testi,(su terazisi ile 0.2 kg/cm²)

“IACS UR-Z23 Shipyard Review Record” check liste göre Tersaneler denetlenip uygun olunca çalışma yetkisi verilir. (toplam 8 sahife)

Z23
(cont)

Shipyard Review Record

Name of Shipyard	Date

1. Details of any Management Systems

Obtained approval	Certified by	Expiry Date	Remarks (scope, etc.)
ISO-9001			
ISO 14001			
ISO 18001			
Other:			

2. Construction Facilities: (Documents such as a brochure of shipyard can be attached in lieu of completing this section.)

2.1 Building Berth (B) or Dock (D)

*In case of berth, Depth is not applicable.

B / D	Name	Length (m)	Width (m)	Depth* (m)	Building Capacity (Gross Tonnage)	Crane (Ton x No.)

2.2 Outfitting Quays

Name	Length (m)	Width (m)	Depth (m)	Berthing Capacity (Gross Tonnage)	Crane (Ton x No.)

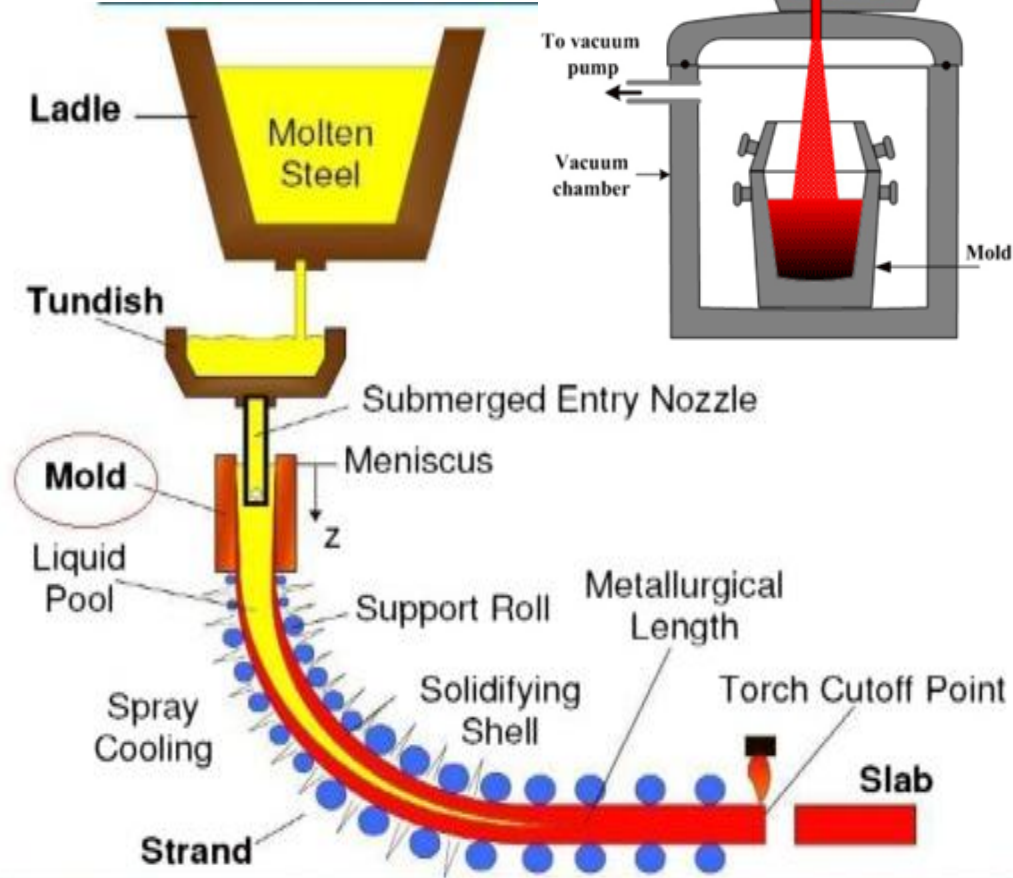
ILO International Labour
Organization (OSH -2018)
Tersane Sağlık ve emniyet
sistemi kaidelerine uyulmalı,



Gemi İnşa ve Tamirinde, kullanılan Sac ve Malzemeler.

- IACS UR-W gereği Gemilerde: AH,DH,EH,FH Grade Saclar de-gasing sistemle, vakum altında Hidrojeni alınmış ve atmosfere temas etmeden Continious Casting sistemi ile üretilen yüksek mukavemetli saclar kullanılmaktadır.
 - Normal üretim A,B,D,E Grade sacların mukavemet değerleri daha azdır, Örnek: 10 mm'lik AH kullanmak yerine 12 mm. A Grade kullanılması gerekir, bu durumda Gemi daha ağır olur. (SEEMS' göre Taşınacak yük miktarı azalır yakıt sarfiyatı artar)
 - Gemilerde kullanılan her türlü malzeme üreticisinin ve üretim prosesinin IACS/Class tarafından onaylanması gerekir.
- Gemi Sacları ve malzemeleri IACS (Class) mühürlü olmalı ve sertifikalarında Radioaktif kalıntı olmadığı teyit edilmelidir.

Sürekli Çelik Saç Döküm (Continuous Casting)



Potada gazı alınan eriyik metal alt kısımdaki seramik borudan Atmosfere temas etmeden boşaltılır, havadaki rutubetin H²'ni erimiş metale karışmaz ve sacda Hidrojen çatlakları oluşmaz.

Table 6 Mechanical properties for normal strength steels

Grade	Yield Strength ReH (N/mm ²) min	Tensile Strength Rm (N/mm ²)	Elongation (5.65 √S ₀) A _s (%)	Impact Test						
				Test Temp. °C	Average Impact Energy (J) min					
					t ≤ 50		50 < t ≤ 70		70 < t ≤ 100	
					Long ⁽³⁾	Trans ⁽³⁾	Long ⁽³⁾	Trans ⁽³⁾	Long ⁽³⁾	Trans ⁽³⁾
A	235	400/520 ⁽¹⁾	22 ⁽²⁾	+20	-	-	34 ⁽⁵⁾	24 ⁽⁵⁾	41 ⁽⁵⁾	27 ⁽⁵⁾
B				0	27 ⁽⁴⁾	20 ⁽⁴⁾	34	24	41	27
D				-20	27	20	34	24	41	27
E				-40	27	20	34	24	41	27

Table 7 Mechanical properties for higher strength steels

Grade	Yield Strength ReH (N/mm ²) min	Tensile Strength Rm (N/mm ²)	Elongation (5.65 √S ₀) A _s (%)	Impact Test						
				Test Temp. °C	Average Impact Energy (J) min					
					t ≤ 50		50 < t ≤ 70		70 < t ≤ 100	
					Long ⁽²⁾	Trans ⁽²⁾	Long ⁽²⁾	Trans ⁽²⁾	Long ⁽²⁾	Trans ⁽²⁾
A32	315	440/570	22 ⁽¹⁾	0	31 ⁽³⁾	22 ⁽³⁾	38	26	46	31
D32				-20	31	22	38	26	46	31
E32				-40	31	22	38	26	46	31
F32				-60	31	22	38	26	46	31
A36	355	490/630	21 ⁽¹⁾	0	34 ⁽³⁾	24 ⁽³⁾	41	27	50	34
D36				-20	34	24	41	27	50	34
E36				-40	34	24	41	27	50	34
F36				-60	34	24	41	27	50	34
A40	390	510/660	20 ⁽¹⁾	0	39	26	46	31	55	37
D40				-20	39	26	46	31	55	37
E40				-40	39	26	46	31	55	37
F40				-60	39	26	46	31	55	37

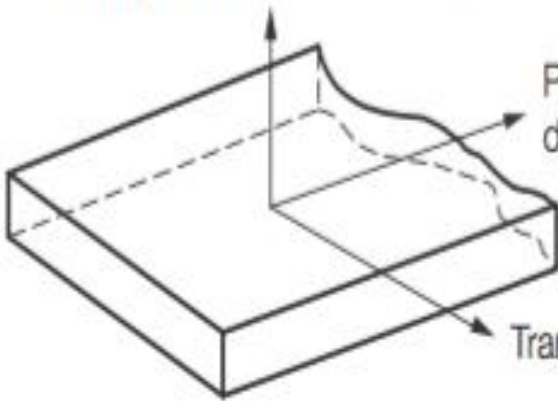
“Z” Grade Saç (Extra High Strength Steel) :

“Z” Grade Saç çift yönlü haddelenmiş ve 100% Ultrasonik (US) Lamine testi yapılmış gemi sacı, Gemilerde Ana Makine (Bedplate) taban sacı olarak, Gemi ambar perdelerinin altındaki Tank Top sacı olarak kullanılır. Double T-Joint fillet weld köşe kaynağında yırtılma/çatlama karşı mukavimdir.

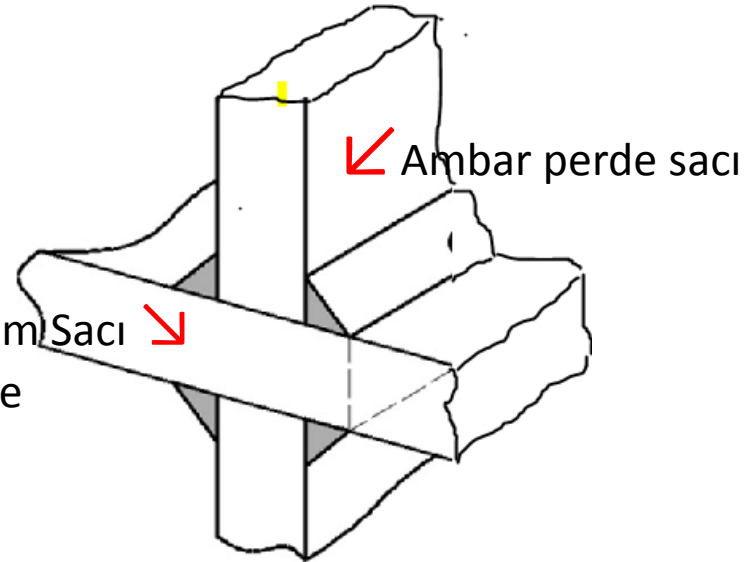
Through thickness direction 'Z'

Principal rolling (longitudinal) direction 'L'

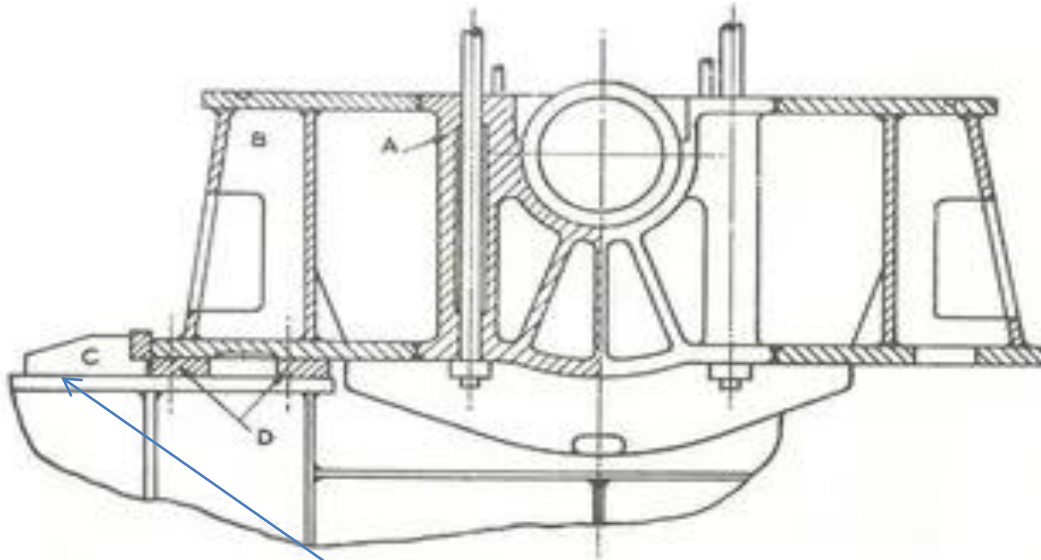
Transverse direction 'T'



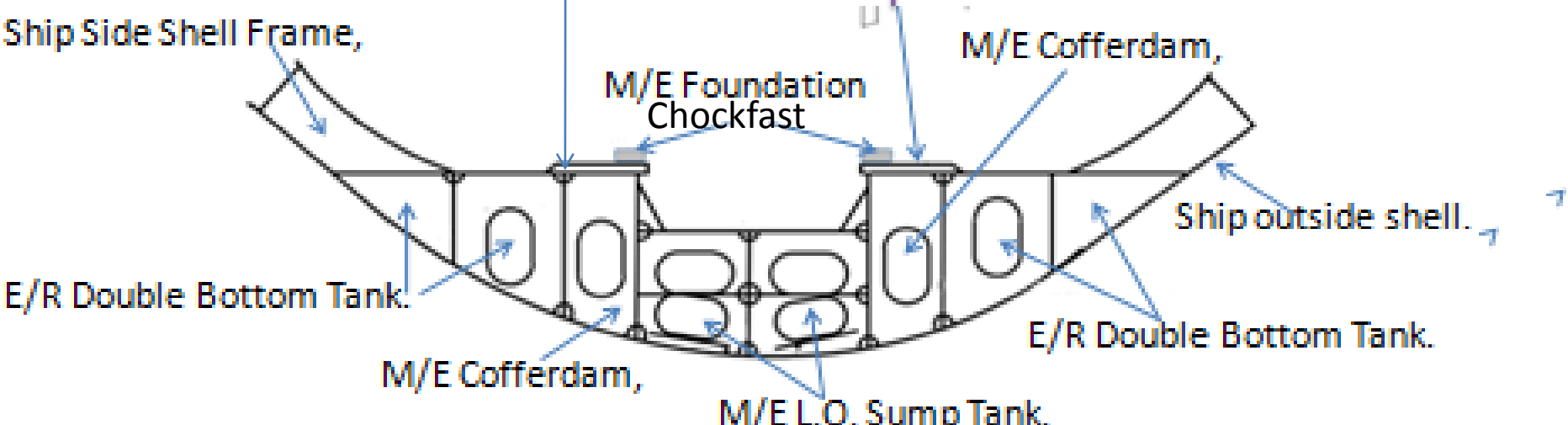
Double Bottom Sacı
“Z” Grade



Double T-Joint Weld



**Ana Makine (Z Grade)
Foundation Bedplate.**



Gemi Ana Makine altı kesit planı.

AH, DH, EH, FH Sac'ların Kimyasal ve Kaynak yapılabilirlik (weldability) özellikleri tablosu.

Table 3.3.2 Chemical composition

Grades	AH, DH, EH	FH
Carbon % max.	0,18	0,16
Manganese %	0,9 - 1,60 (see Note 1)	0,9 - 1,60
Silicon % max.	0,50	0,50
Phosphorus % max.	0,035	0,025
Sulphur % max.	0,035	0,025

Table 3.3.4 Carbon equivalent requirements for higher tensile strength steels up to 100 mm in thickness when supplied in the TM condition (Thermo Mechanical Control Process Rolling steel Plate)

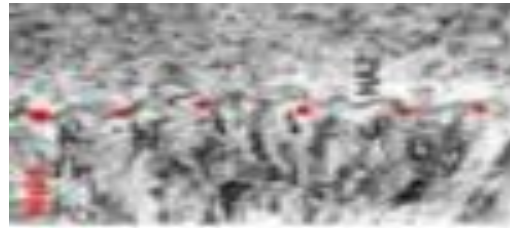
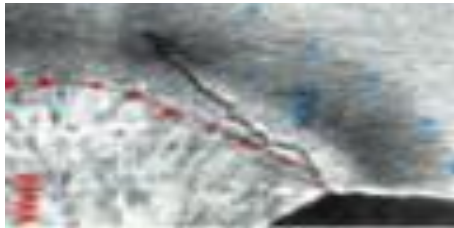
Grades				Carbon Equivalent, max. (%)	
				$t \leq 50$	$50 < t \leq 100$
AH 27S	DH 27S	EH 27S	FH 27S	0,36	0,38
AH 32	DH 32	EH 32	FH 32	0,36	0,38
AH 36	DH 36	EH 36	FH 36	0,38	0,40
AH 40	DH 40	EH 40	FH 40	0,40	0,42
		EH 47		Not applicable (see Table 3.3.1 Maximum thickness limits)	0,49

Carbon equivalent hesabı.

Kaynak yapılabirlik (weldability)

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15} \quad (\%)$$

AH, DH, EH, FH Gemi Sac'larının Kaynak yapılabirlik (weldability) özelliklerine bağlı olarak malzemelerin kaynaktan önce yapılacak "Ön ısıtma sıcaklığı" Pre-Heating 150-200 °C olabilir. Ön Isıtma (Pre-Heating) kaynak ve metal sıcaklık farkını ve kaynaktaki H²'ni azaltıp metalin çatlamasını, büzülme riskini en aza indirir ve kaynak metalinin soğuma hızını yavaşlatır.



Pre-Heating olmadan yapılan soğuk kaynak Hidrojen çatlağı

Kaynak'ta Isı girdisi (Heat Input)

Kaynak işlemi sırasında malzemenin (micro) yapı kontrolü için Isı girdisi hesaplama formülü.

$$\text{Heat Input} = (60 \times \text{Amps} \times \text{Volts}) / (1,000 \times \text{Travel Speed mm/min}) = \text{KJ/mm}$$

Kontrollü ısı girdisi değerleri 1.0 -3.5 kJ/mm arasında olabilir.

Isı girişi 3 kJ/mm'den az olduğunda soğuk çatlama riski vardır.

Düşük alaşımlı çelik kaynağı ısı girdisi ~2,5 kJ/mm. olmalı.

(SS)300L serisi (low carbon) Paslanmaz Çelik kaynağında paslanmayı önlemek için ısı girdisi ~ 1,5 kJ/mm. olmalı.

Not: 40 mm'den ince Sacların kaynağında HAZ/metal

birleşimindeki interpass ara sıcaklık 200 °C' yi geçmemelidir.

Paslanmaz çelik İnterpass /pasolar arası sıcaklık 150 °C olmalı.

Gemi saclarında yapılan testler:

- Akma,Kopma, Uzama (Yield,Tensile,Elongation) Test,
 - Çentik (Impact, V-Charpy, Lateral expansion) Test.
 - Bükme (Bend) Test,
 - Düşürme (Drop weight, Pellini) Test,
 - Yaşlandırma (Strain ageing) Test, *
 - Kaynak yapılabilirlik (Weldability) Test.
 - Sertlik (Hardness) Test,
 - Katmer (Lamination US) Test.
- Kenar kesmeli olmayan saclarda haddeden sonra kenarlarında çatlak ve laminasyon oluşur.
Sacın kenarından (1" Inch) 25 mm. şerit kesilip atılmalıdır.
- * Sac/lama çekme testinde (Yield) akma anında test durdurulup Çekme parçasından çentik testi numunesi hazırlanıp test edilir
- Üretim prosesi IACS tarafından onaylanmamış bir fabrikanın ürünü sac, profil vs. sadece test yapılarak kabul edilip kullanılamaz.

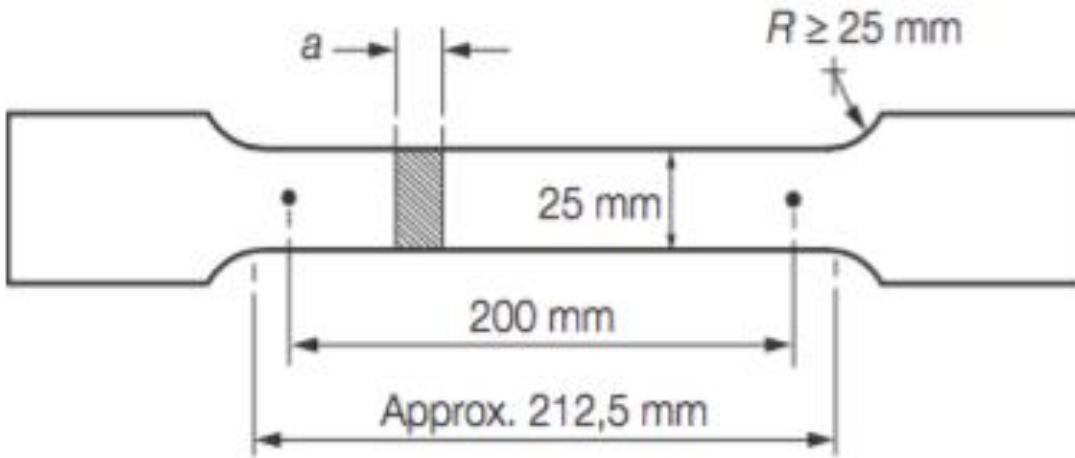
Universal Tensile (Çekme) Test Machine.



Nostaljik çekme test makinası,

Steel Plate Mechanical Test Sample.

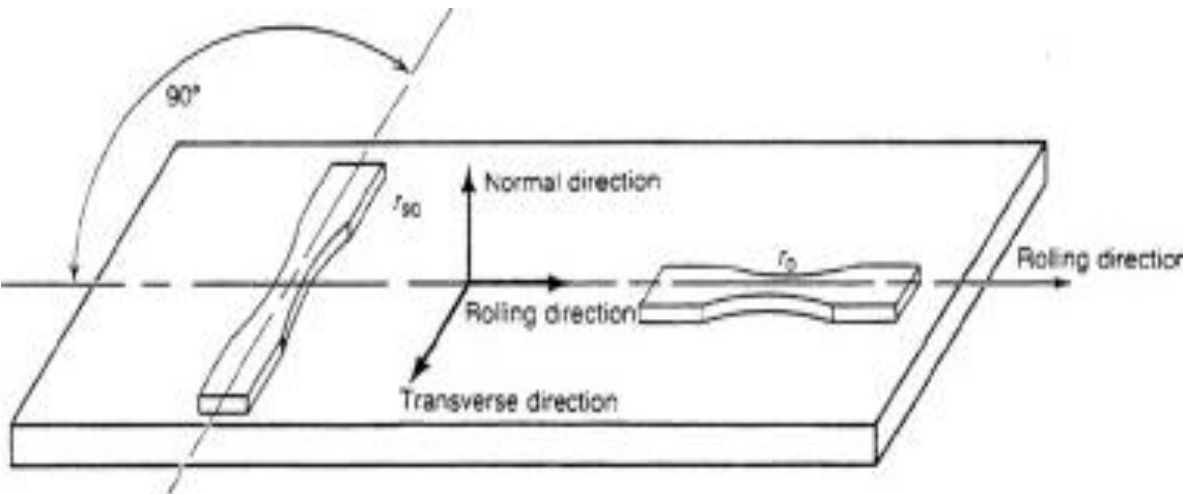
Saç/lama Test numunesi alınma yeri ve ölçüsü.



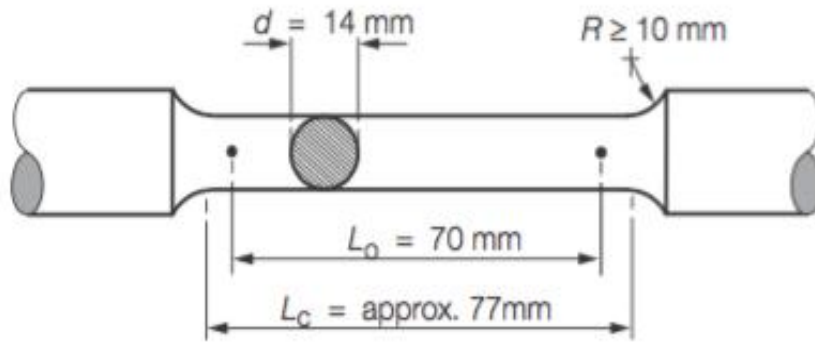
a = thickness of material



Sac test numuneleri haddeleme boyuna (L), (Rolling Direction), ve haddeleme enine (T) (Transverse direction) olarak hazırlanır, "L ve T" test değerleri farklıdır. --Saclar gemiye monte edilirken daima "L" haddeleme yönü geminin boyu yönünde konulmalı.



Şaft'tan Test numunesi alma yeri ve ölçüleri



NOTE: For nodular cast iron and materials with a specified elongation less than 10%, $R \geq 20 \text{ mm}$

Figure 2.2.1 Test specimen dimensions for forgings and castings - I

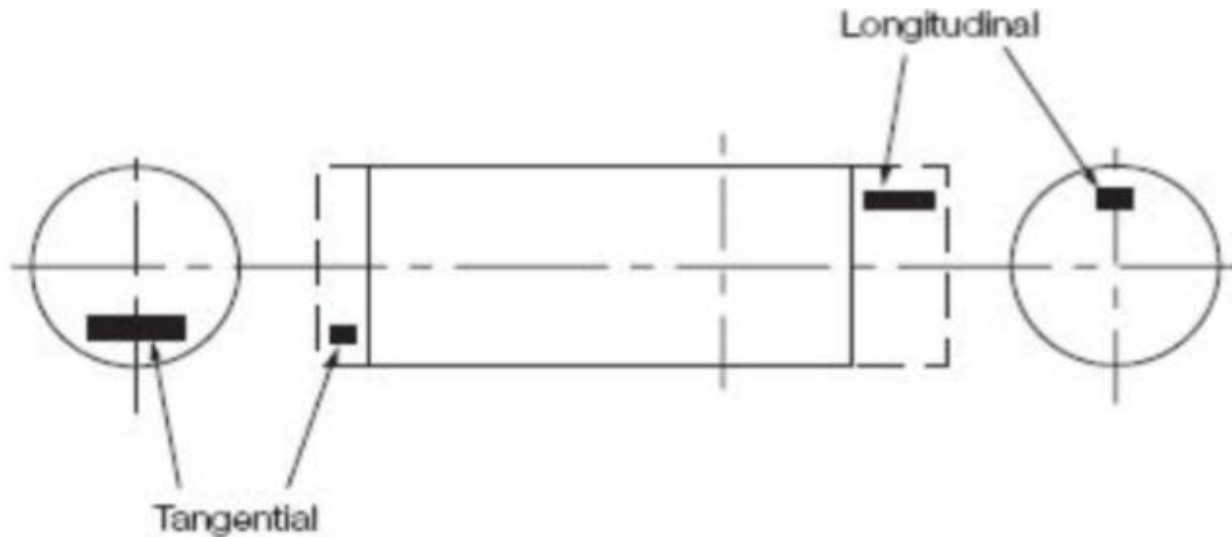
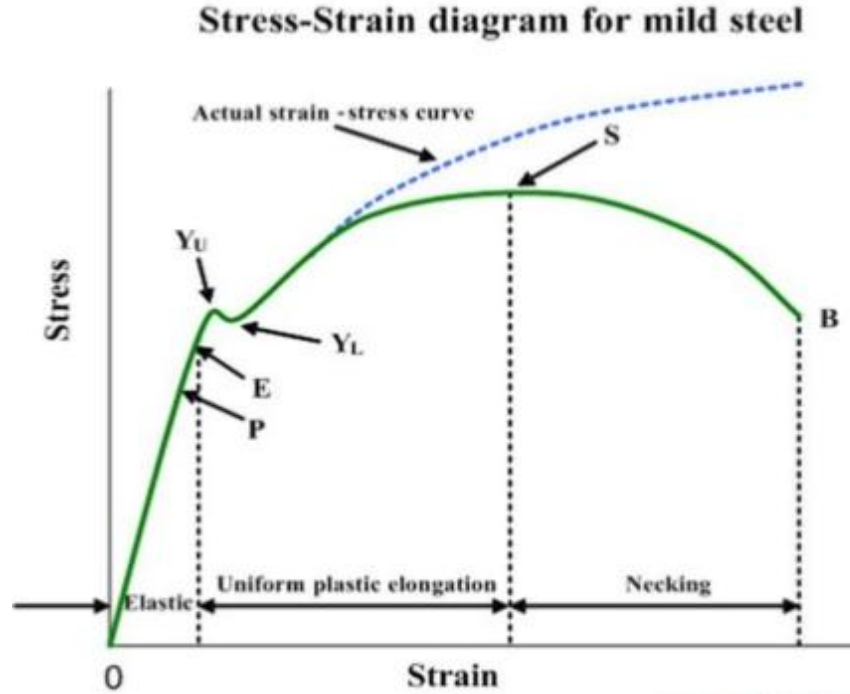


Figure 5.3.1 Directions and positions of test specimens



Uzama ve
Kesit daralması
Ductility

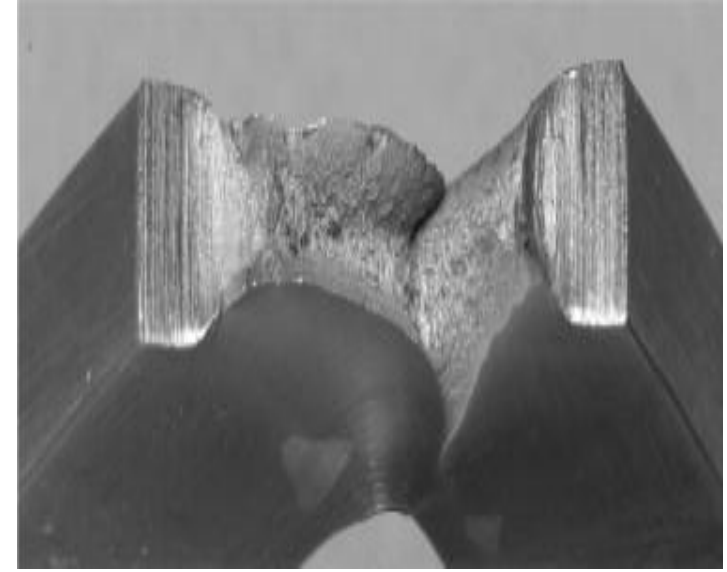
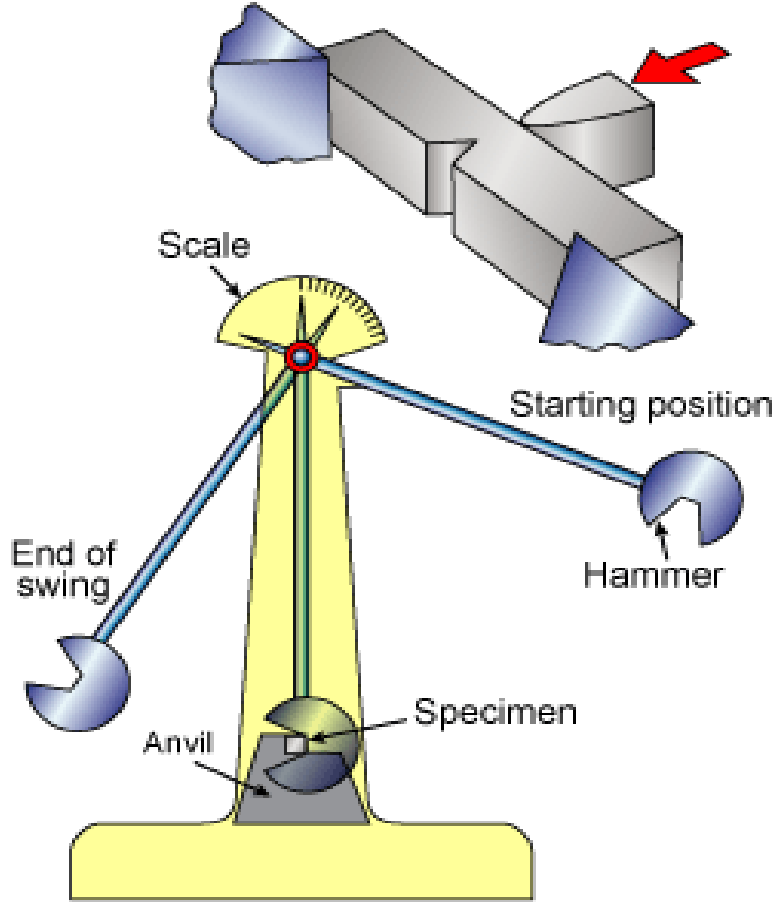
Tensile Çekme Testi (Akma/Uzama/Kopma) Diagramı.



Eski DIN Normuna göre malzeme ismi St 42 vs. gibi anılırdı, 42 sayısı malzemenin 1 mm^2 'sinin Kg olarak min. kopma mukavemeti idi, şimdi malzeme isimleri AH32,36,40 vs gibi anılmaktadır. $315 \rightarrow 390 \text{ N/mm}^2$ malzemenin 1 mm^2 'nin Akma mukavemetidir. Gemi planlarında yapılan mukavemet hesaplarında daima akma mukavemeti değeri hesaba alınır, çünkü kopma mukavemeti malzemenin bitmiş (hurda) halidir.

Çentik (Impact) Test Machine. (Joule-N/mm²)

Numune ölçüler: 10 x 10 x 55 mm, Çentik: 2 x 2 mm. Radius: 0.25 mm

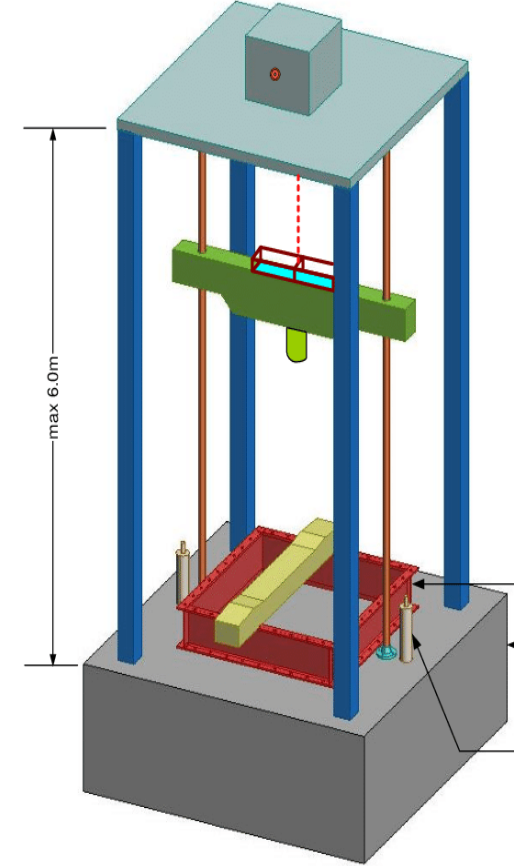
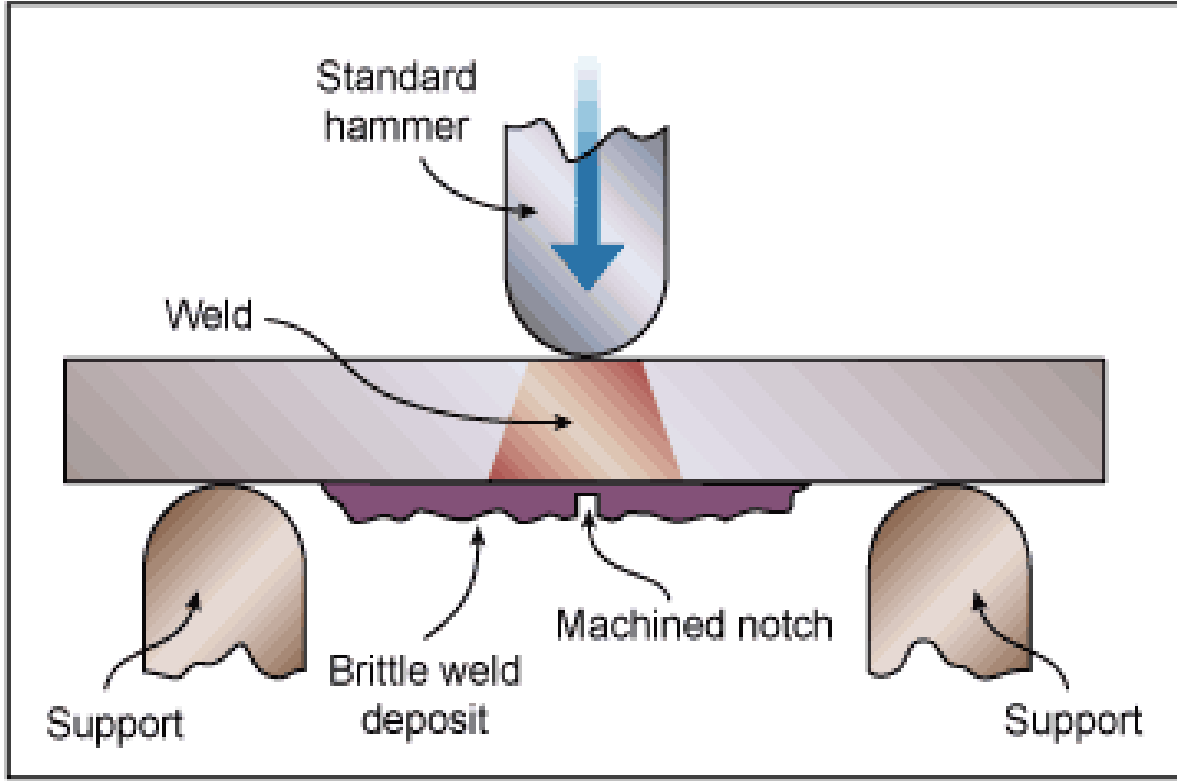


Lateral expansion (kesit daralması)

Çentik testi Gemilerin çalıştıkları soğuk bölgelere göre (Ice-Class) veya taşıdıkları yüke göre (LPG-LNG) önemlidir, saç ve teçhizatın soğukta kırılma mukavemet değerini belirler.

Drop Weight Impact Test.

Kaynaklanabilirlik testi (Weldability)



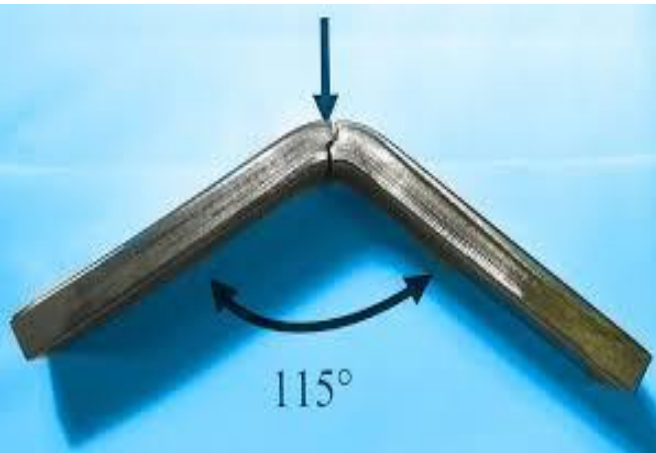
Gemi inşa projesine göre Tersanede sac perçinleme işlemlerinde

WPS'ye uygunluk Drop Weight (Düşürme test) testi yapılır.

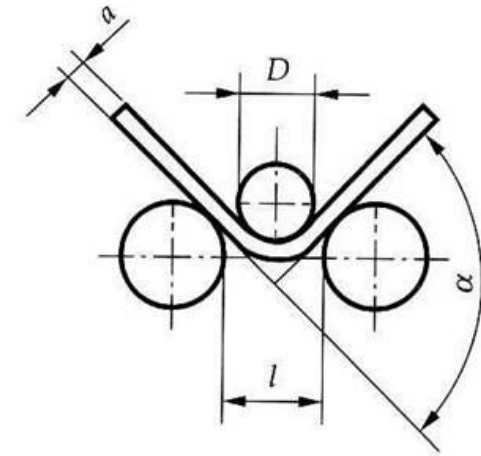
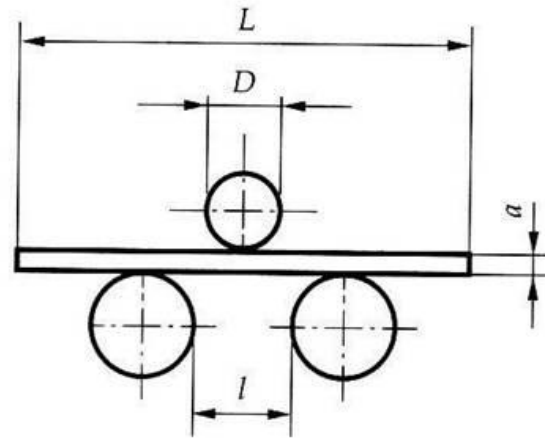
Bend Test. (Steel Plate or Bar)



Corrugated perde saçı



Kaynak dikişinden
bükme çatlak testi.



Key:

a = Diameter or thickness of the test piece

D = Diameter of the mandrel

L = Length of the test piece

l = Distance between supports

α = Angle of the bend

Max. $D = 3 \times a$

Min. $l = D + 2a$

Sertlik (Hardness) Test Machine

Brinell Hardness(HB), Rockwell C(HRC), Rockwell B(HRB), Vickers(HV).
Kaynaklı malzemenin Kaynak metal ve HAZ bölgesi sertlikleri ölçülür,

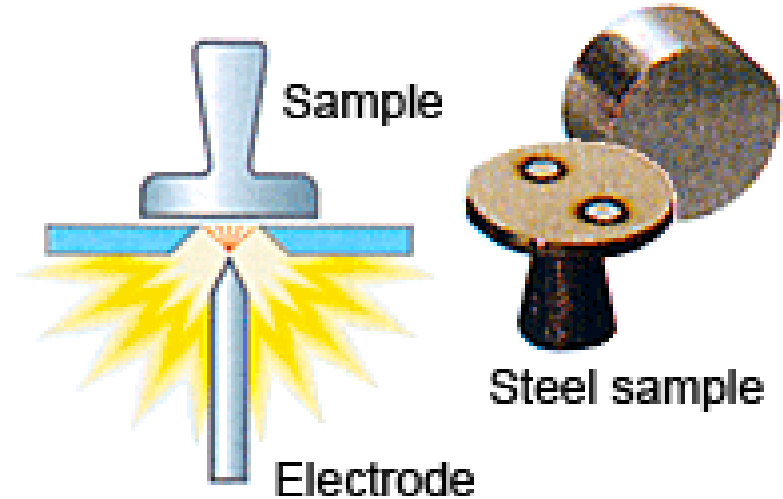


Laboratuvar Sertlik ölçme cihazı,

Saha tipi Kaynak HAZ bölgesi için.

Spectrometer. (Kimyasal Analiz)

Carbon (C), Silicon (Si), Manganese (Mn), Sulfur (S), Phosphorus (P),
Chrome (Cr), Molybdenum (Mo), Nickel (Ni), Copper (Cu), Niobium etc.
Metal malzemelerin kimyasal yapılarının değerlendirme analizi yapılır.



KAYNAK hazırlığı ve kaynaklama:

- 1-Class onaylı Gemi inşa Planına, malzeme, elektrod seçimine, kaynak yapma sırasına ve kesinlikle onaylı WPS'ye uyulmalıdır.
- 2-Gemide Kaynak yapım sırasında WPS ve Kaynakçı sertifikası bulunmalı.
- 3-Uygun temizlik ve hazırlık malzemelerin kaynağı için ilk adımdır,
- 4-Mekanik temizlikte sadece jet taşı ile tel fırça kullanılır.
(Paslanmaz malzemedede sadece paslanmaza uygun jet taşı ve paslanmaz tel fırça ve yüzey temizliğinde Alkol, Aseton kullanılır)
- 5-Yüzey kirliliği sıcak çatlamaya neden olabilir.
Yüzey hazırlığı, pürüzlülüğü, daima kontrol edilmelidir.
- 6-Kaynaktaki oksidasyonu önlemek için İnert Gas MIG/MAG kaynak metodu tercih edilmelidir, Oksidasyon (O^2-N^2) HAZ bölgesine zarar verir
- 7-Kaynak verimini arttırmak ve hatasız kaynak yapmak için kaynak topraklaması bakır kablo ile direkt malzemeye bağlanmalıdır.
- 8-Ön ısıtma ve yavaş soğutma kaynak sırasındaki yüksek gerilimleri ve çatlamaları önler,

- 9- Farklı malzemelerde termal genleşme ve ısı iletkenliği farklı olduğundan çatlama yapabilir, bu nedenle her malzemenin (Heat Flow) ısı iletkenliği ve Kaynağın Isı girdisi (Heat input) dikkatlice hesaplanmalıdır. Kaynak bölgesi HAZ ısı devamlı ölçülmelidir (Çelik: max.200, SS max.250 °C derece)
- 10- Isı gidisinin fazlası Kaynak Metalinde ve HAZ bölgesinde doku yapısının tane irileşmesine/ kristalleşmesine ve çatlamalara yol açar,
- 11- Karbon Çelik kaynağında "C Karbon max.% 18 olmalı ve Paslanmaz Çelik seçiminde 200-300 serisi Fe-Cr alaşımlı 304L, 316L (Krom Karbür çatlamasını önlemek için "L" low carbon max. %3) Ostenitik veya Duplex malzeme tercih edilir.
- 12- Paslanmaz Çelik ve Çelik (farklı malzeme) kaynağında mutlaka Battering (Build-up) onaylı WPS kullanılmalıdır.

Not: Yüksek karbonlu Pik ve sifero döküm malzemedeki kaynak için IACS tarafından onaylanmış WPS yoktur, sadece dolgu kaynağı olabilir.

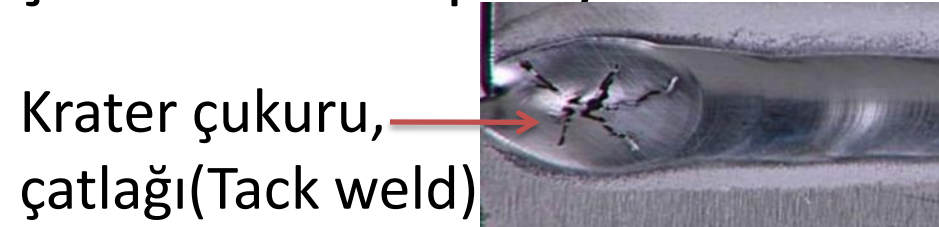
OSHA Reg. Kaynakçı sağlığı.

Kaynak yapılacak b3lge neta (temizlik, yanıcı madde ve yan tank'ta, b3lmede çalışma vs. kontrol3), emniyetli olmalıdır. Islak zeminde kesinlikle kaynak yapılmamalıdır. Elektrod veya tel değiştirirken Kaynak maşasına elektrod takarken kaynak voltajı d3ř3k olduğundan (Volt:29/30 V) hissetmeyebiliriz, ancak y3ksek akım /Amper (150/240) v3c3dunuzdan yere ıslak zemine geçer/akar ve sizi elektrod gibi yakar, ağır yaralar,



Kaynak hazırlığı (Montaj).

- Gemi inşa ve tamirinde sac montajı çok önemlidir,**
- IACS no:47 kurallarını kaynakçı çok iyi bilmeli, ve “Punta Kaynağı (Tack weld) sertifikalı” ehil olması gerekir, çünkü montajcının yaptığı hatalı işlemi kaynakçı düzeltemez ve hataların üstünü kapatır ve hatalar kaynağın parçası olur.
- Malzeme hazırlığı, kaynak ağız aralığı, taşlama temizliği, sac açısı/düzgünlüğü, hizası (line) vs. çok önemlidir.
- Punta Kaynağı: Kaynak tek paso ve max.50 mm. yapılır. Kaynakta başlama noktası üzerine geri dönülüp punta hatası kapatıldıktan sonra kaynağa devam edilir, bitişte elektrod kaldırıldığında oluşan vakum/krater oyuğu (deliği) daire şeklinde örülüp kaynatılarak sonlandırılır. AWS D.1.1 / 6..2.2



Punta hatası.
(Tack weld)

Kaynak'ta Topraklama kablo bağlantı yerinin önemi:

Topraklama seçilen kaynak metodu kadar önemlidir.

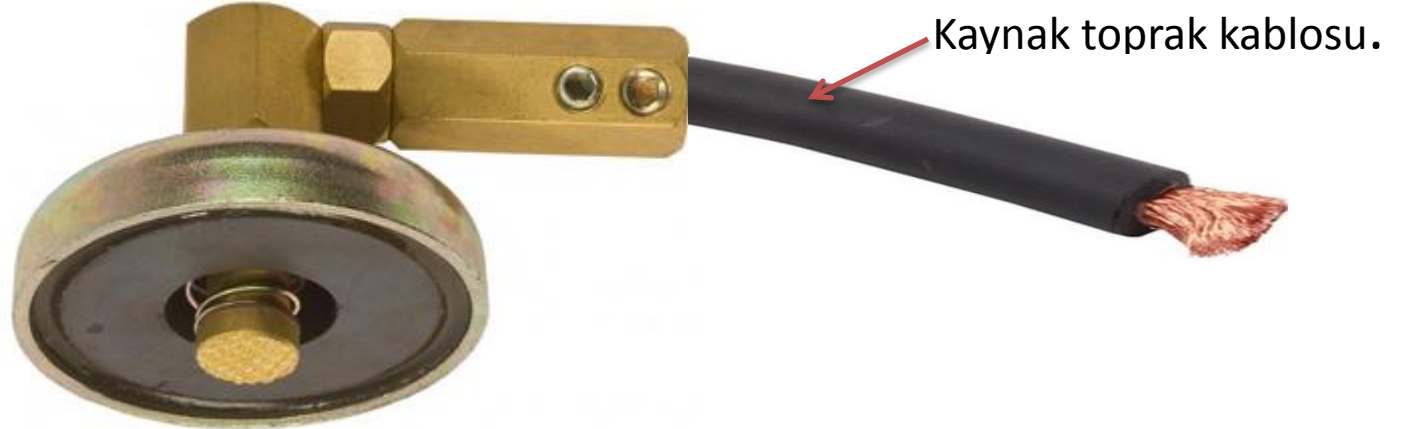
Kaynakta Topraklama Kablosu kaynak kablosu ile aynı kesit/çapta Bakır olmalıdır, ve malzemeye direkt bağlanmalıdır, lama demiri ile topraklama olmaz, demir Voltaj iletir devreyi tamamlar fakat Kaynak Elektronlarının Kaynak motoruna dönüşünü sağlayamaz, Elektronlar toprağa veya çevreye saçılır, **X-Ray Radyasyonu gibi insana zarar verir**, malzemedede sağlıklı bir kaynak metali oluşmaz.

Not: Tavan kaynağında toprak kablosu malzemenin üstüne bağlanırsa ergiyen metal/malzeme mıknatıs gibi topraklama noktasına doğru gider tavana yapışır, mükemmel kaynak yapısı oluşur, kaynak damlamaz, akmaz.

Kaynak topraklaması.



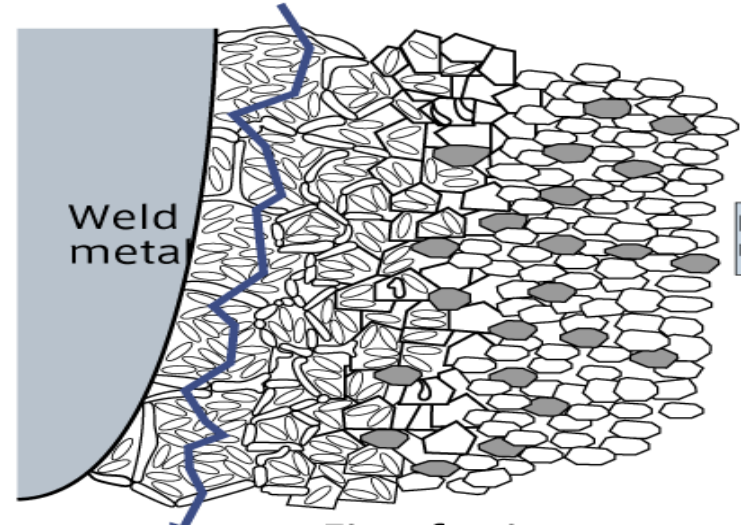
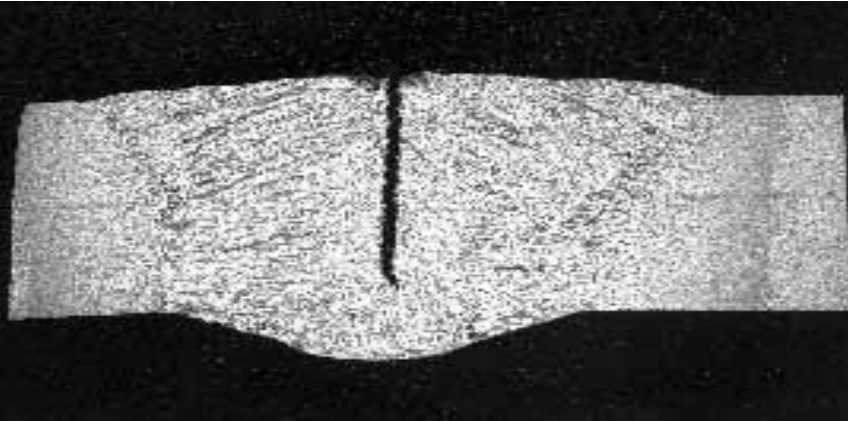
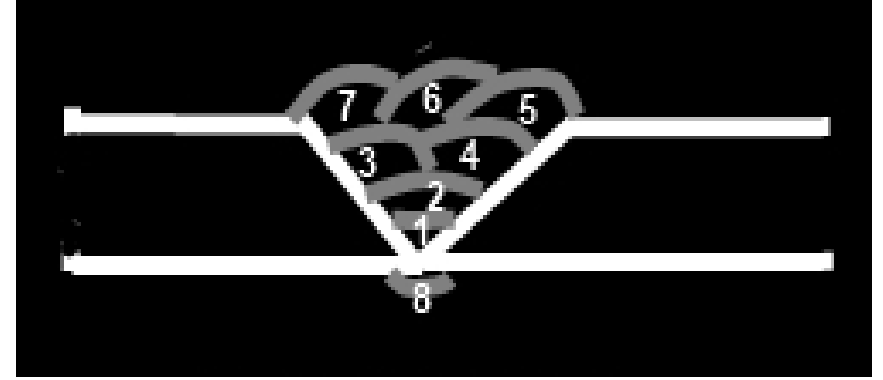
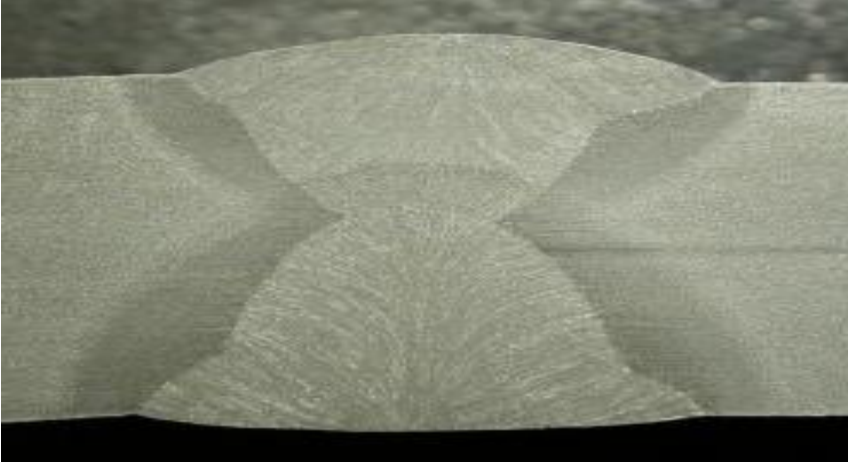
Resimde yanlış topraklama neticesi kaynak metali püskürmüş, malzeme mıknatıslaşmış. kaynak yapılamaz hale gelmiş,



Gemi düz sacları için ideal Mıknatıslı, yaylı pratik Kaynak topraklama ünitesi.(max 600 A.)

Kaynak yeri Mikro yapısı.

Tek pasolu geniş Kaynak yapımı sırasında malzemeye aşırı ısı girdisinin (Heat input) oluşturduğu doku (Grain size) donan su kristalleri gibi tane irileşmesine, gerilmelere, malzeme yumuşaması ve çatlamaya yol açar. Kaynağın çok pasolu yapılması (multi run technique) ısı girdisini kontrol altında tutar, kaynak yapısı, nufuziyetini ve mukavemetini artırır.



Over Heat input & Flow = Hot crack, (Blok eki, geniş kaynak)

Isı girdisi çok fazla olan ve yüksek Amp'de düşük hızda yapılan geniş pasolu kaynaktan sonra genleşen metalin soğuyup çekmesi halinde Kaynak boyunca çatlak oluşur.



Kaynak Elektrod Grade özellikleri. (Welding Consumable)

Grade (see Note 3)	Yield stress N/mm ² minimum	Tensile strength N/mm ² (see Note 1)	Elongation on 50 mm % minimum	Charpy V-notch impact tests	
				Test temperature °C	Average energy (see Note 2) J minimum
1N, 2N, 3N	305	400 – 560	22	+20, 0, -20	47
1Y, 2Y, 3Y, 4Y	375	490 – 660	22	+20, 0, -20, -40	47
2Y40, 3Y40, 4Y40, 5Y40	400	510 – 690	22	0, -20, -40, -60	47
3Y47	460	570 – 720	19	-20	53

Her Elektrod (Welding Consumable) yıllık kaynak dolgusu IACS /Class ile yapılarak test yapılır. Ürün Test değerlerini sağlarsa sertifikası vize edilir, Ürünler 1,2,3 “N” veya 1,2,3,4 “Y” (High tensile) olarak anılır, Ürünlerin akma mukavemeti (Yield stress), kopma (Tensile stress), uzama (Elongation), bükme (Bend) ve soğukta Çentik kırılma testleri (Charpy V-notch Impact) mukavemetleri tabloda gösterilmiştir. Çentik testi “Ice Class ve LPG/LNG” Gemiler ve vinçler için çok önemlidir.

SMAW Shilded Metal Arc Welding

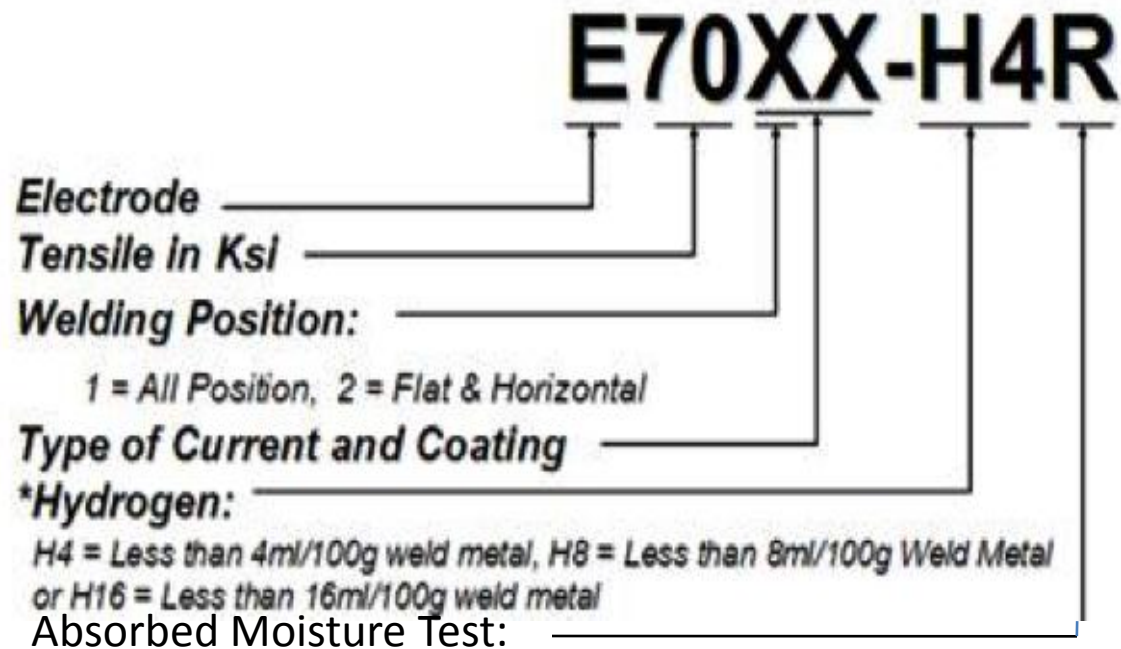
Örtülü Elektrod (Flux kaplamalı) Metal Arc Kaynağı, Manual olarak elde kullanılır, örtü(flux) içinde kaynak metalini besleyen imalatçıya özel maddeler vardır.



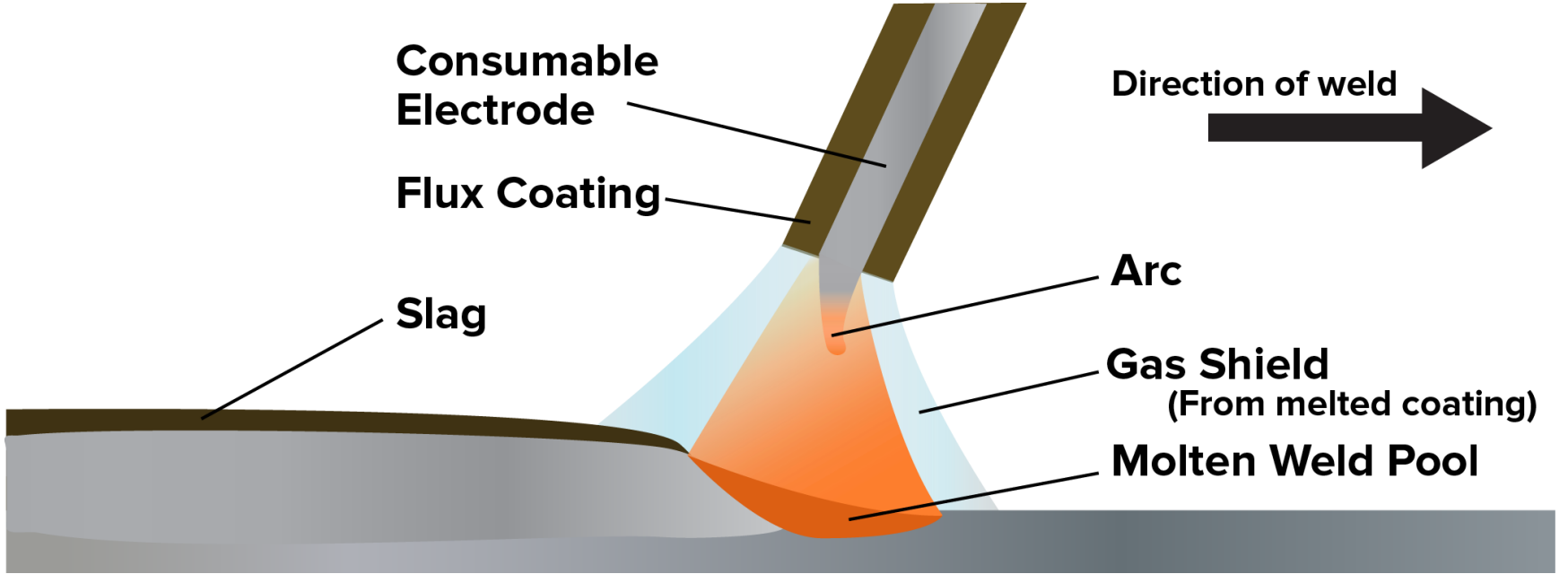
Manual metal arc consumables. Elektrod Çubuğu tanım kodu.



Elektrod tanım kodu Detayları



Örtülü Elektrod Kaynağı



Not: Kaynak ultraviyole ışınlarının zararlarından korunmak için deri önlük deri eldiven, yanmaz tulum giyilmeli. Gözlerimizi korumak ve daha verimli çalışmak için foto-cell otomatik karararı maske kullanmalıdır.

Elektrod kurutma fırını ve taşıma termosu.

Bazik elektrodların örtü Flux çabuk rutubet (H^2O) alır, kaynak sırasında rutubetteki Hidrojen ergimiş metal içinde çatlamaya yol açar. Bu sınıftaki Elektrodların içindeki rutubet fırınlanıp kurutulur ve kaynak yapımı sırasında rutubet almaması için termos içinde saklanır



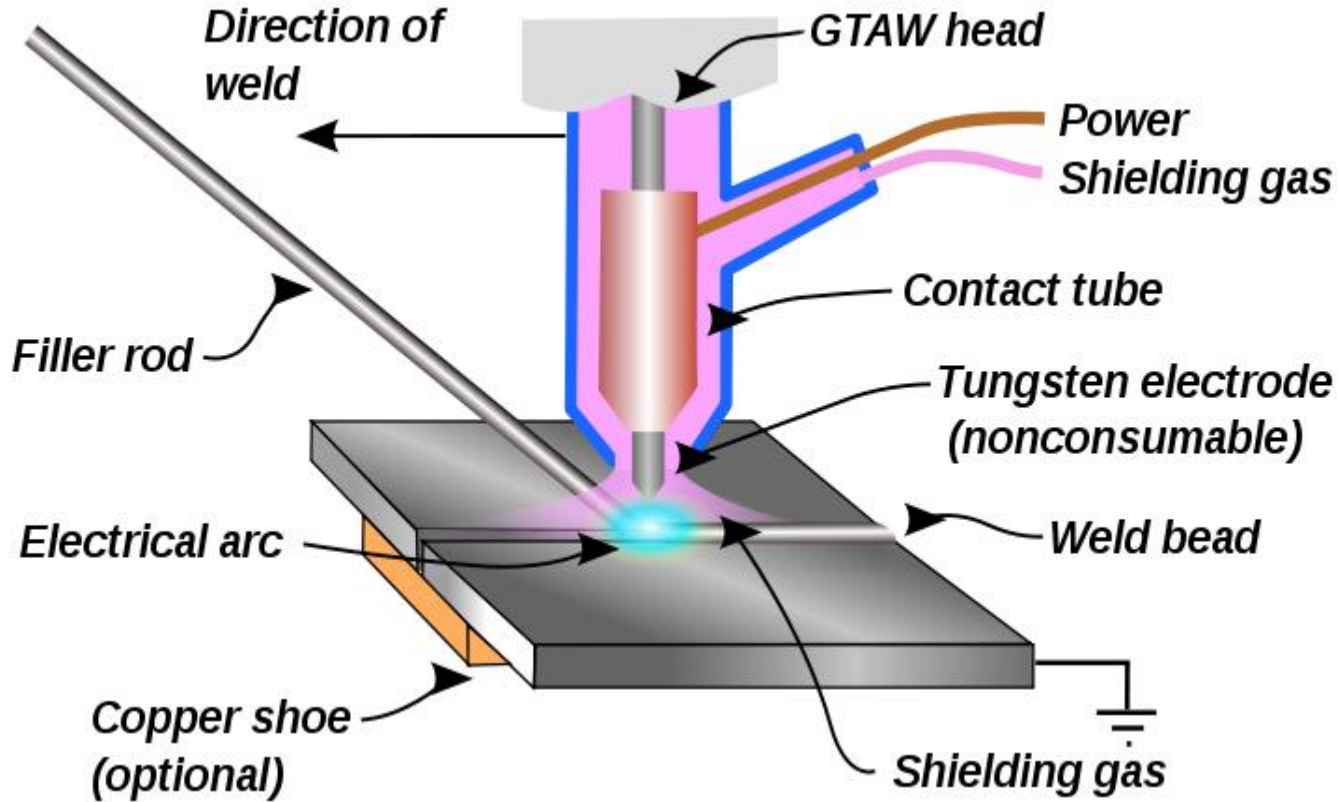
GTAW Gas Tungsten Arc Welding.(TIG) Gas Tungsten Ark Kaynağı (Argon)

Isı girdisi en az olan kaynak metodudur, kök pasolarda hatasız kaynak için tercih edilir,



Not:Tungsten iğne yanıp verimsiz olduğu zaman, (Tungsten metal tozu kesin Kanserojen olduğundan) sadece özel kapalı cihaz içinde bilenmeli.

TIG Argon Kaynağı Torç.



TIG Kaynağı DC veya AC akımlarda, inert gas olarak Argon kullanılabilir, Aliminyum ve Paslamaz Çelik malzeme ve borularında verimli, kolay, hatasız kaynak yapılabilir.

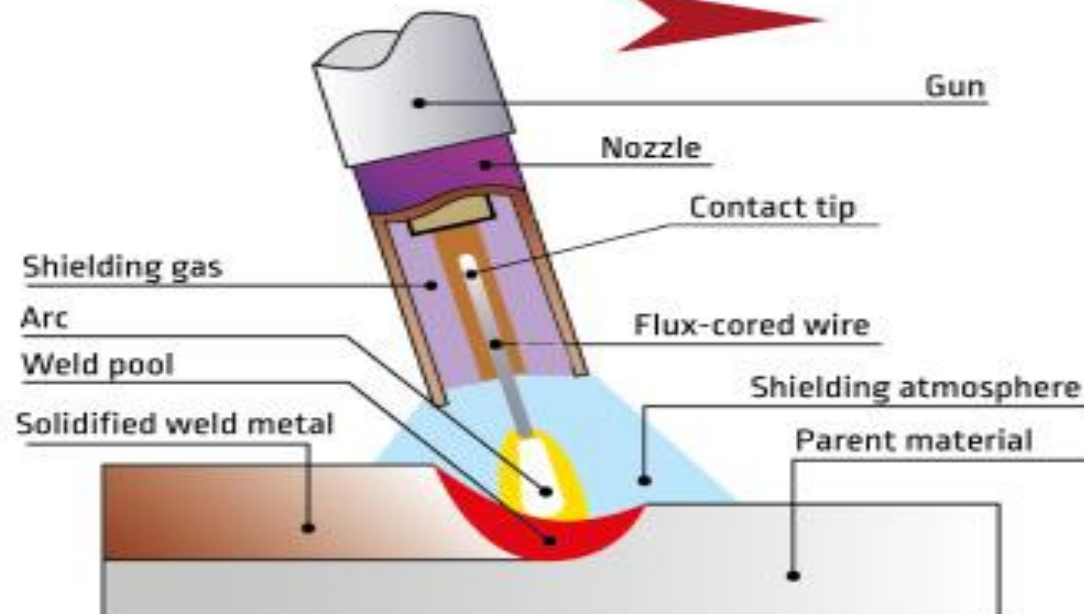
GMAW Gas Metal Arc Welding MIG-MAG Welding Machine



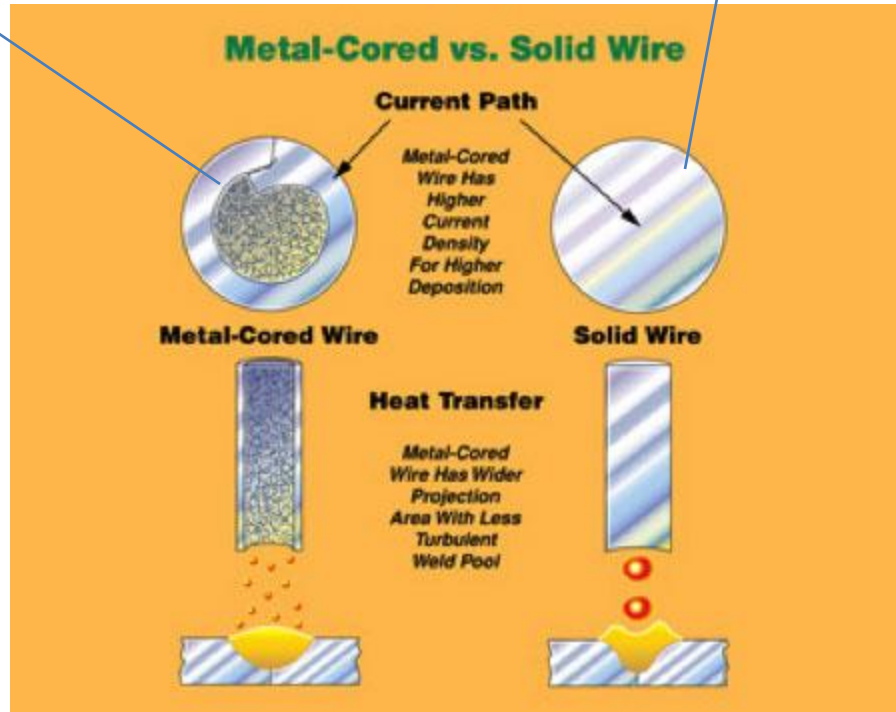
GMAW Gas Metal Arc Welding (MIG-MAG Welding) AC/DC akımı ile CO^2 veya karışım gas (Argon + Co^2) kullanılır, Özlü tel veya (solid wire) düz tel kaynak yapımında kullanılır. Tel sürüm motor ve Gas valf kontrolü Torç üzerinden Kaynakçı kontrol edebilir. Torç su ile soğutulur, kaynağa suyun damlaması kesinlikle istenmez, kaynak reddedilir.

MIG-MAG Torque

Isı girdisi çok az olan kaynak metodu.



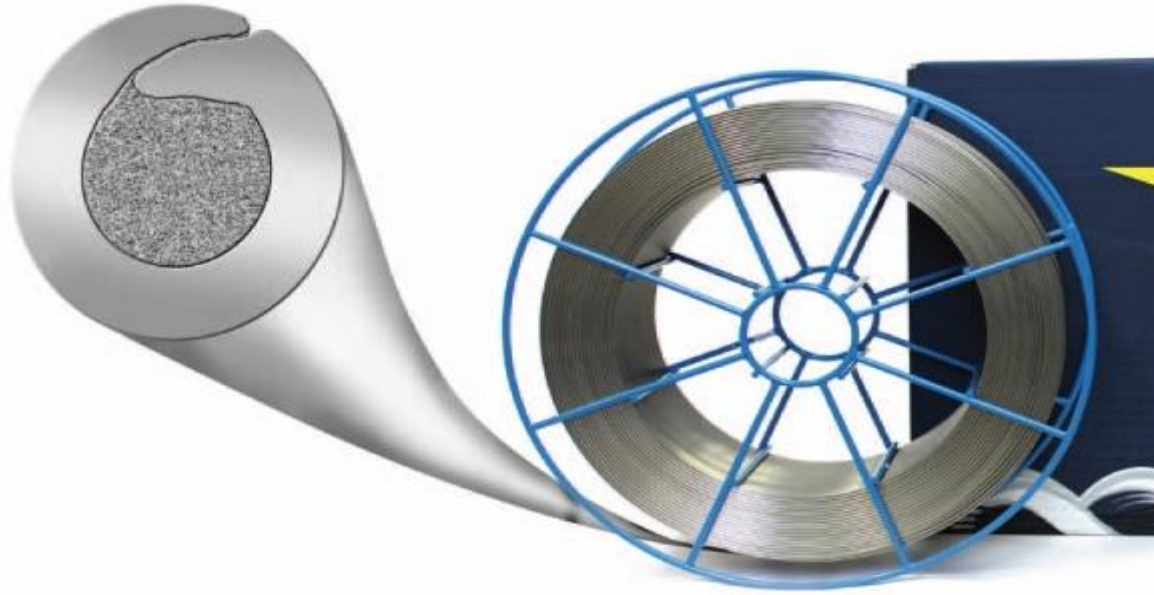
MIG-MAG Welding Consumable, Cored Wire (Özrü Tel)-Solid Wire (Düz tel)



Solid wire (Gas altı teli diye anılır), Rutil sınıfındadır, CO² Gas ile kullanılır, 0,8-1,2-1,6 mm çapına olanlar tercih edilir, yüksek Grade malzeme kayaklarda kullanılmaz, paslanmayı önlemek için tel üzeri mikron kalınlıkta elektroliz bakır kaplıdır.

Özlü Tel Flux Cored Wire

(Basic veya Rutil flux özlü)



Özlü Tel Flux Cored Wire Basic veya Rutil flux özlü olarak imal edilirler, Kaynak telinin üretiminde sarma yöntemi kullanılır, tel içindeki öz Bazik karakterli ise ambalaj açılıp hemen kullanılmalıdır. **Sarma (overlapping) aralığından rutubet girip Bazik özün içindeki Hidrojeni arttıracığından yarım kalan paket fırınlanmadan kullanılamaz.** Basik özlü Flux Cored Wire yüksek Grade'li malzeme kaynağında kullanılır.

ILO Reg. Kaynakçı sağlığı.

MIG/MAG ve TIG Gaz altı kaynakları açık rüzgarlı yerde yapılamaz, çünkü rüzgarlı yerde kaynak üstüne verilen, Inert gas: Co²/Argon dağılır/uçar, ergimiş kaynak metalinin içine havadan rutubet/nem (Hidrojen+Oksijen) girer ve kaynak gözenekli olur. Bu nedenle kaynak kapalı yerde yapılır. Kapalı kaynak yerinde Inert gas zararlarından korunmak için kaynak sırasında gas maskesi kullanmak gerekir. (Toz maskesi yeterli olmaz)



Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı (IARC) * 2018 yılında yayınladığı bir değerlendirmede: “İnsanlarda Kaynak dumanları akciğer kanserine neden olur ve böbrek kanseri ile pozitif ilişkiler gözlemlenmiştir.”

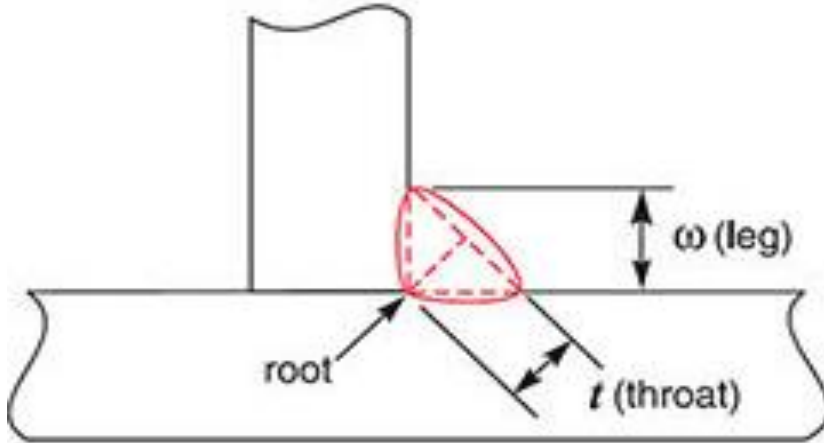
* International Agency for Research on Cancer (IARC)

Hava temizleme respiratör ve otomatik kararan kaynak Maskesi.

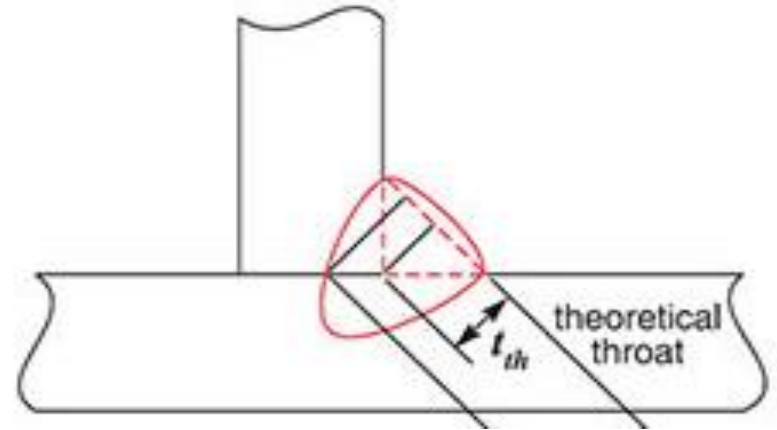
Double Fillet Weld Penetration

Çift taraflı Köşe kaynağın malzeme girdisi.

Rutile welding consumable
(Rutil elektrot/solid tel)



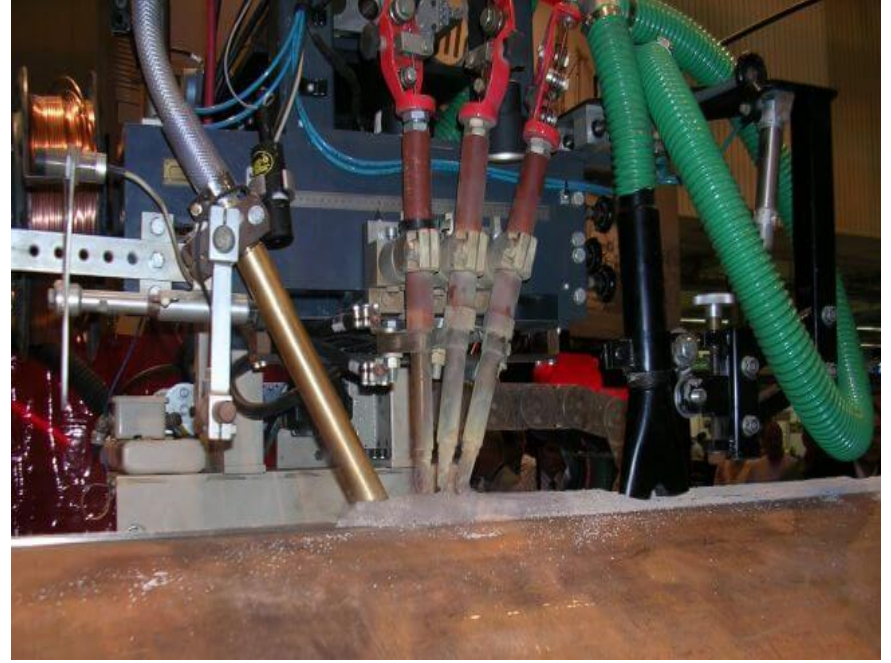
Basic weld consumable
(Bazik elektrot/ özlü tel)



“SAW” Submerged Arc Welding, Toz Altı Kaynağı.

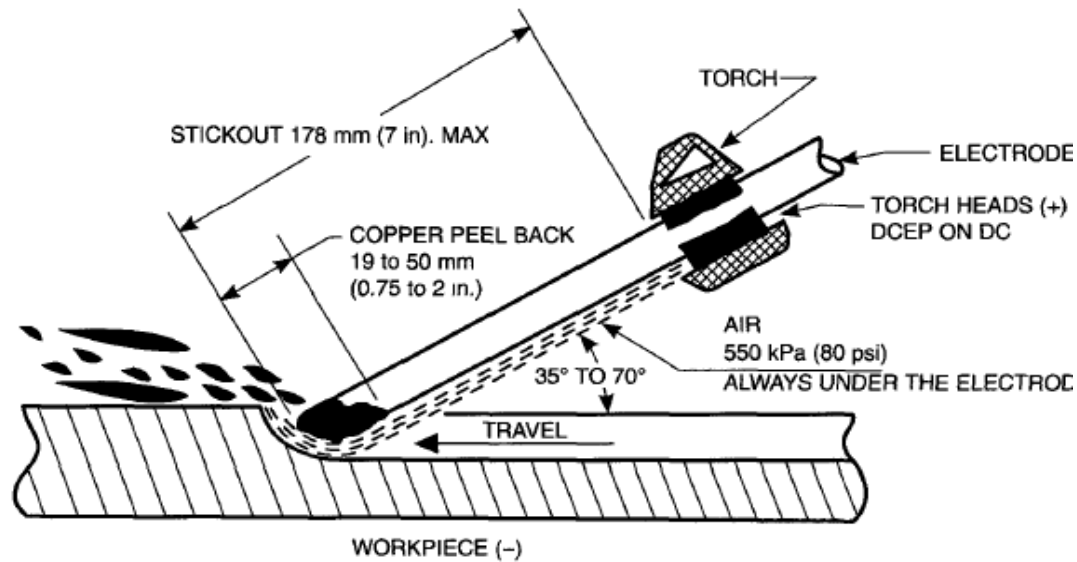


Toz altı Kaynak (SAW Submerged Arc Welding).



Toz altı kaynağı (SAW) kaynak verimini arttırmak için tek veya çok telli olarak “Yer D”, “Köşe F” veya spiral Boru kaynağında kullanılabilir. Kaynak üzerini örten Toz/Flux içerisinde çeşitli kimyasal maddeler (Demir tozu gibi) kaynak içine nüfuz ederek kaynağı besler ve atmosferden korur. Kullanılmayan toz vakum ile tekrar depoya alınıp, elenip, fırınlanıp rutubeti atıldıktan sonra tekrar kullanılabilir.

Karbon oluk açma Elektrodu. (Air-Arc Gauging)



Karbon oluk açma elektrodu (Air-Arc gauging) içi saf Karbon ve dışı elektroliz bakır kaplıdır, sistem yüksek amper ile kullanılır, bakır kaplamanın ilettiği elektrik akımı enerjisinin ısıttığı malzemeyi Elektrottaki Karbonun yanarak verdiği * ekstra enerji ile çeliği eritir, elektrod yanında verilen basınçlı hava eriyen çeliği/eski kaynak metalini vs. süpürerek dışarı döker ve malzemedeki oluk, kaynak ağzı vs. açılmış olur.

Karbon elektrod malzeme yüzeyinde tufal (Mill scale) bırakır bu tufal yapılacak kaynak ile birlikte malzemeye geçer ve yüksek karbon nedeniyle çatlamaya yol açar. Bu nedenle Karbon elektrod ile oluk açılıp kaynak yapılmadan önce oluk içi jet taşı ile mutlaka temizlenmelidir.

(sadece çelik tel fırça ile temizlik yeterli değildir, taşlanmalıdır)

*Not: O^2 kaynağı ile sac kesmede ilave verilen O^2 ile sacdaki "C"nin yanması ile yüksek ısı ve sacın eriyip kesilmesi sağlanır.

Oxy-Acetylene Weld Equipment. (Kaynak)

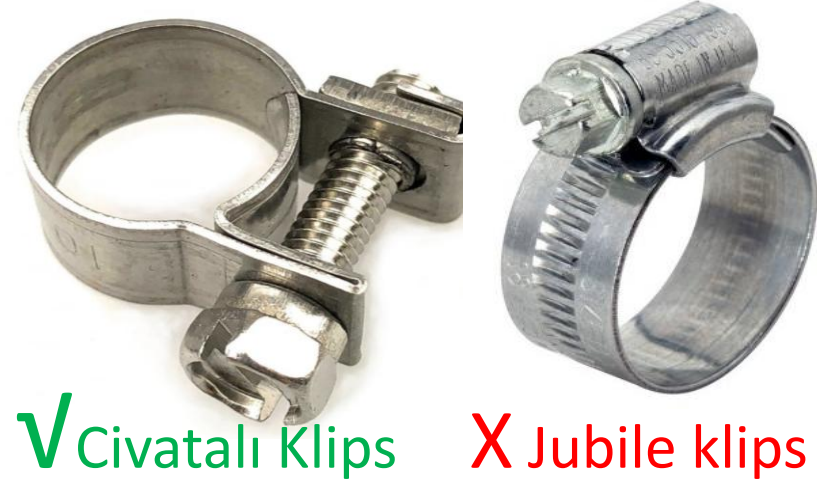
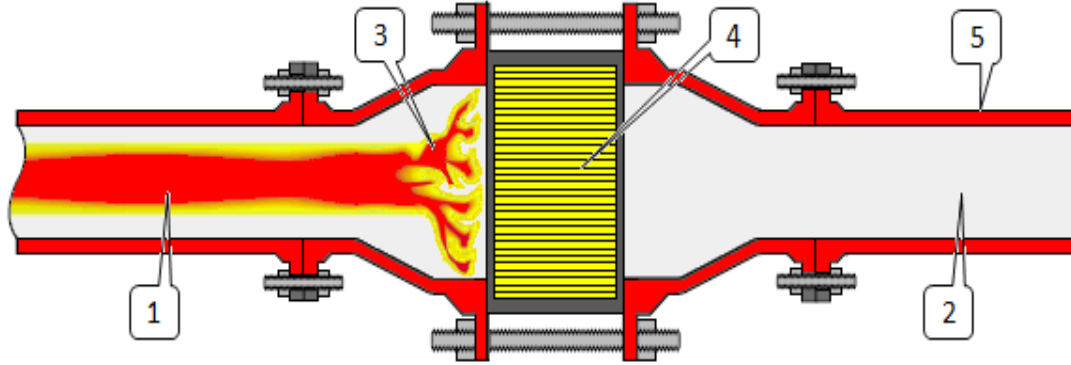
- Gas silindirleri dikey olmalı, tüplerin yerlerine bağlama sistemi çabuk çözülebilmeli, Oxygen (mavi) ve Asetilen (Kırmızı) tüpleri ayrı ayrı havadar, sacdan yapılmış bölmelerde ve elektrik, alev, kıvılcım vs. olan bölgeden uzak, insan yaşam mahalli dışında olmalı, Yanıcı/patlayıcı ikaz (IMO Sign) yazılır.



Oxygen Tüpte Gas halindedir. Acetylene Gas'ı tüp içindeki Pomza taşının gözeneklerine emdirilmiş olarak bulunur, Acetylene Gas'ı serbest olarak taşınmaz statik elektrik üretir tehlikelidir. LPG ile birleştirme kaynağı yapılamaz, LPG petrol gazı içindeki yanmayan yağlar kaynak yüzeyine sıvanır kaynak metali tutmaz.

In-line Flame Arrester (Alev tutucu) Pipe Line + Oxy. Acety. Hose.

Hortumlar en geç 5 yılda yenilenmelidir, hortum tamirleri imalatçı talimatına göre yapılmalıdır, Bakır boru ve jubile clips kullanılamaz.



1. Paslı sacı keserken şalomadan gelebilecek alev tarafı.
2. Alevden korunmuş bölge (tüp/gas tarafı),
3. Alevin söndürüldüğü bölüm,
4. Alev tutucu Flame arrester,
5. Boru veya hortum.

Not: Sistem kesinlikle yağdan arındırılmalıdır.

WPS-PQR Welding Procedur Specification & Qualification ve
WPQ Kaynakçı Sertifikası hazırlaması,
IACS, AWS ve EN ISO 9606-1 (02/2014)
(eski norm EN 287-1:2011:2012)

WPS Welding Procedure Specification: Geminin onaylı planına uygun aynı malzeme ve planda belirtilen kaynak parametrelerine (Pozisyon, Elektrot, Volt, Amper, Hız vs)'ye göre eğitimli kaynakçının kaynatıp PQR'a göre (akma, kopma, uzama, çentik vs)'ye göre IACS üyesi Class surveyörü tarafından izlenip test edilip raporlanmasıdır.

WPS/PQR sadece eşdeğer parametreler için aynı kaynakçı tarafından veya WPS'ye uygun test edilen kaynakçıların yapması halinde geçerlidir.

Kaynak Pozisyonları.

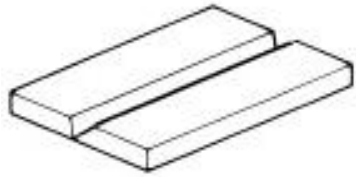
Table 12.2.1 Equivalent designations of welding positions

Weld position		Standard	
		ISO 6947	AWS
Plate butt welds			
Flat	D	PA	1G
Horizontal	X	PC	2G
Vertical, weld up	Vu	PF	3G
Vertical, weld down	Vd	PG	3G
Overhead	O	PE	4G

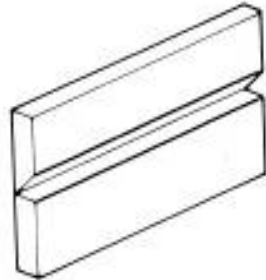
Köşe (Fillet Weld) kaynağında Pozisyonlar: 1F, 2F, 3F, 4F şeklindedir.

Butt Weld Alın Kaynağı.

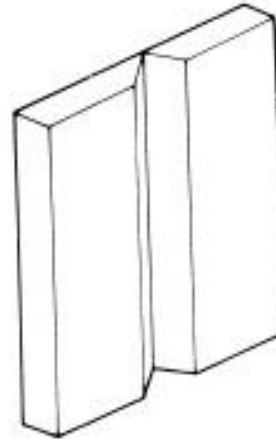
Groove Welds in Plate — Test Positions



(a) 1G



(b) 2G



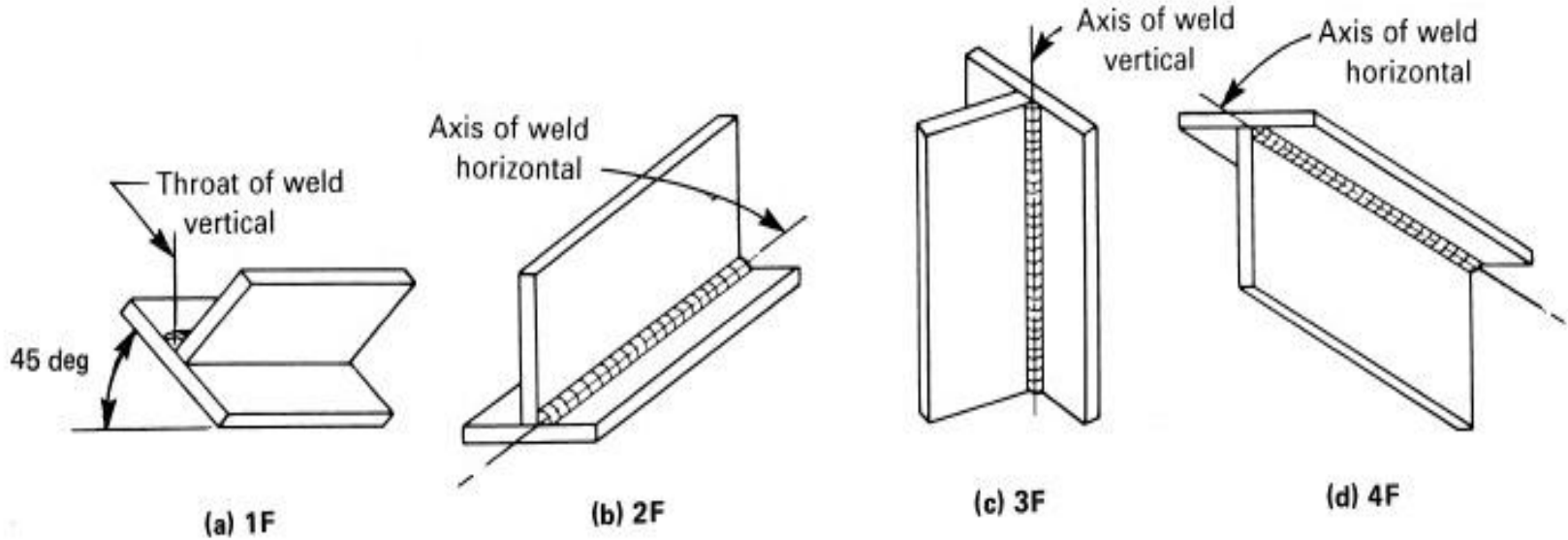
(c) 3G



(d) 4G

Fillet Weld (Köşe Kaynağı)

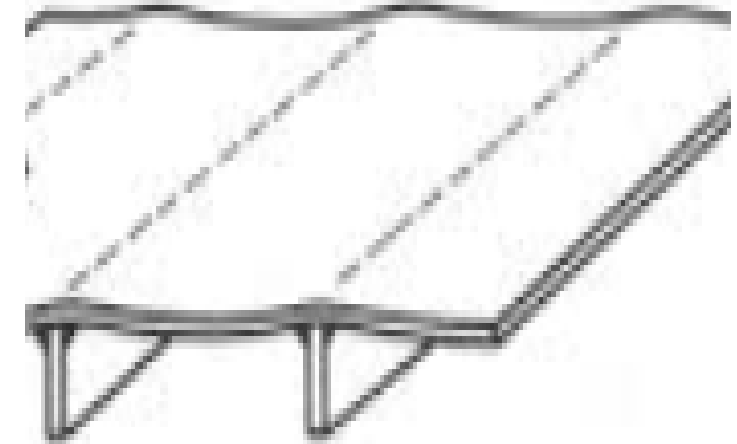
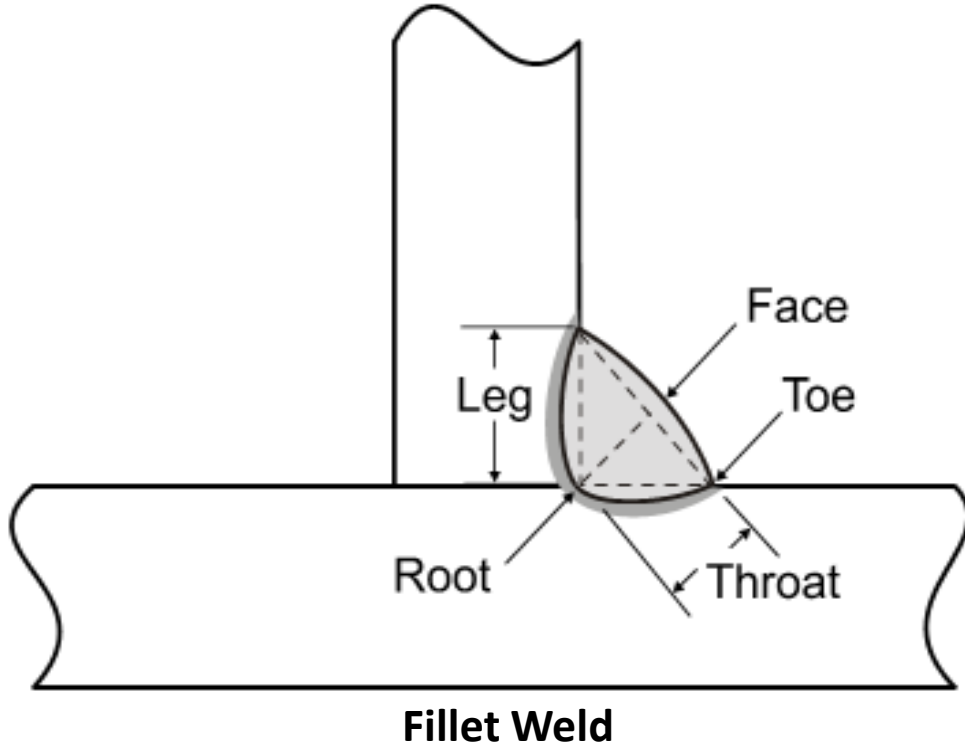
Fillet Welds in Plate — Test Positions



Köşe Kaynağı gemilerde en çok kullanılan kaynak metodudur, ülkemizde kaynak parametrelerine uyulmadan yapılan fazla kalın, geniş ve hatalı kaynak taşlanması için %30 fazla işçilik yapılmaktadır.

Uluslararası Tersanelerde kaynak taşlama ve tamiri IACS no.47 ve UR-Z'ye ve Boya yüzey hazırlık kabul kriterlerine göre sadece Class ve Gemi İnşa/Kaynak Müh. nezaretinde yapılmalıdır. (Boya Ensp.değil)

Köşe Kaynağında kaynak kalınlığı (Throat) ve Kaynak Boyu (Leg Length) ölçme.

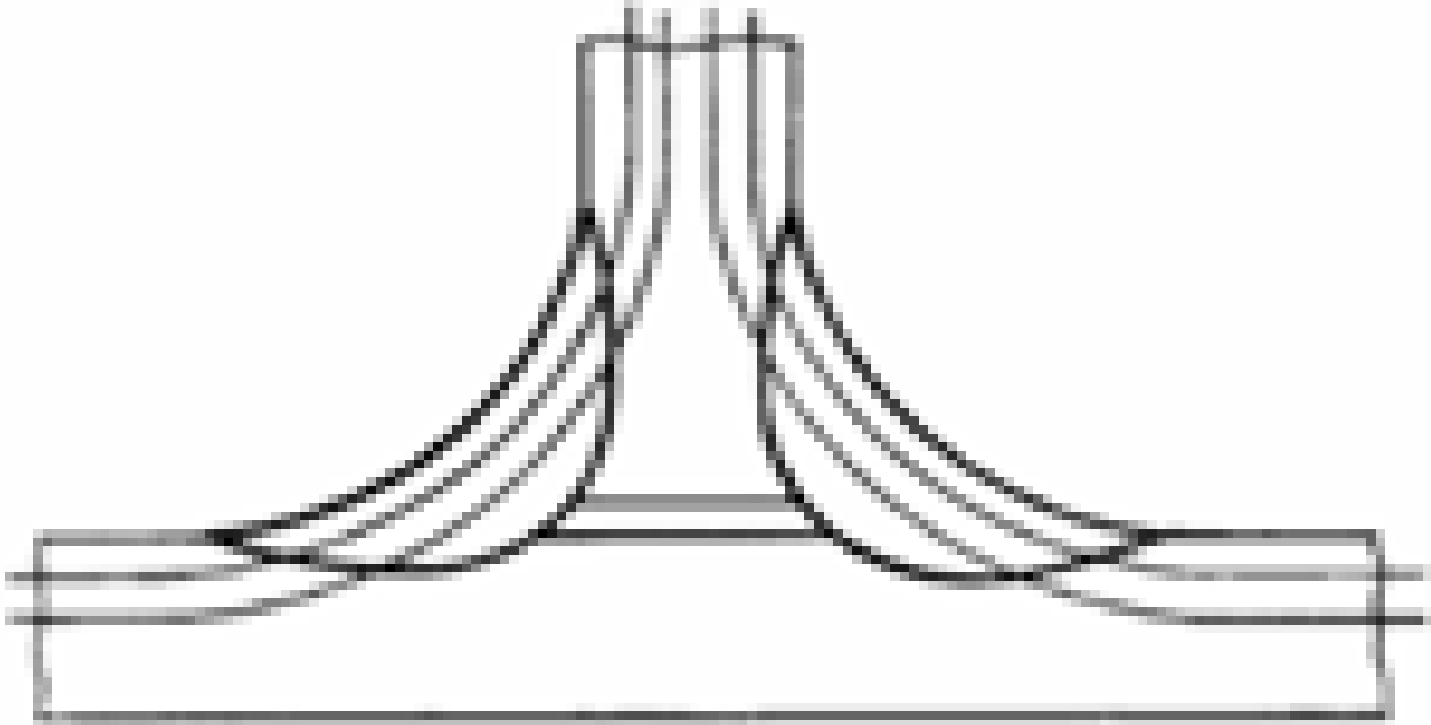


Aşırı doldurulmuş kalın Köşe kaynağı deformasyonu.

-Köşe kaynağında kalınlık fazla olması kaynaklı sacın bükülüp bombe yapmasına neden olur, saçı tav ile düzeltme ve ilave taş işçiliği gerektirir, kaynak ve Gemi maliyetini attırır.

Köşe Kaynağı örneği:

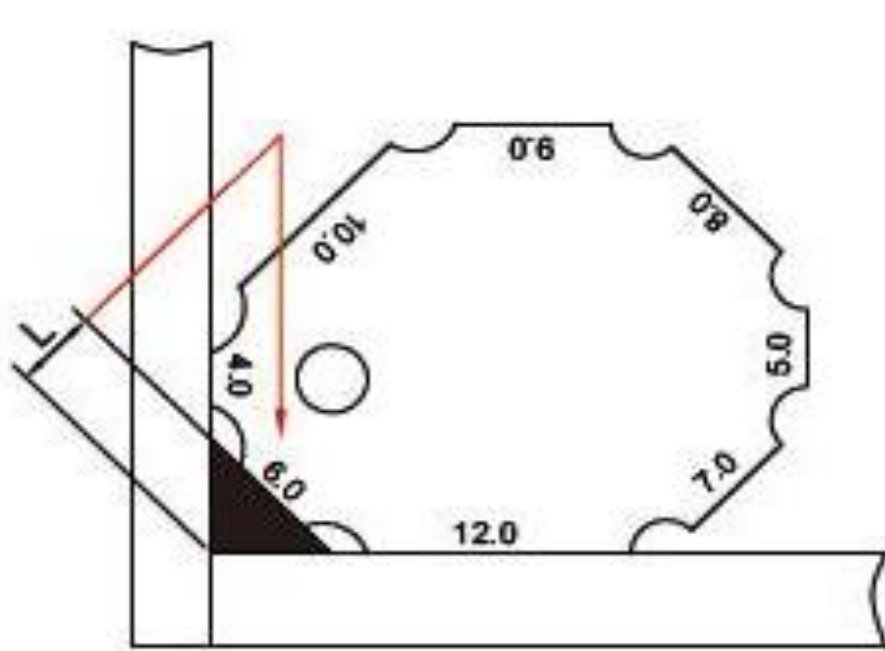
Çatlak etkisi yapacak bombeli kaynak fazlalığı, çentik ve kenar kesmesi (undercut) yok. (Gemi imalat planı ve WPS'ye uygun)
Taşıyıcı kuvvet eğrileri (Stress curve) paralel durumda ve hiç kesit daralması, keskin köşe (Hot point) noktası yok.



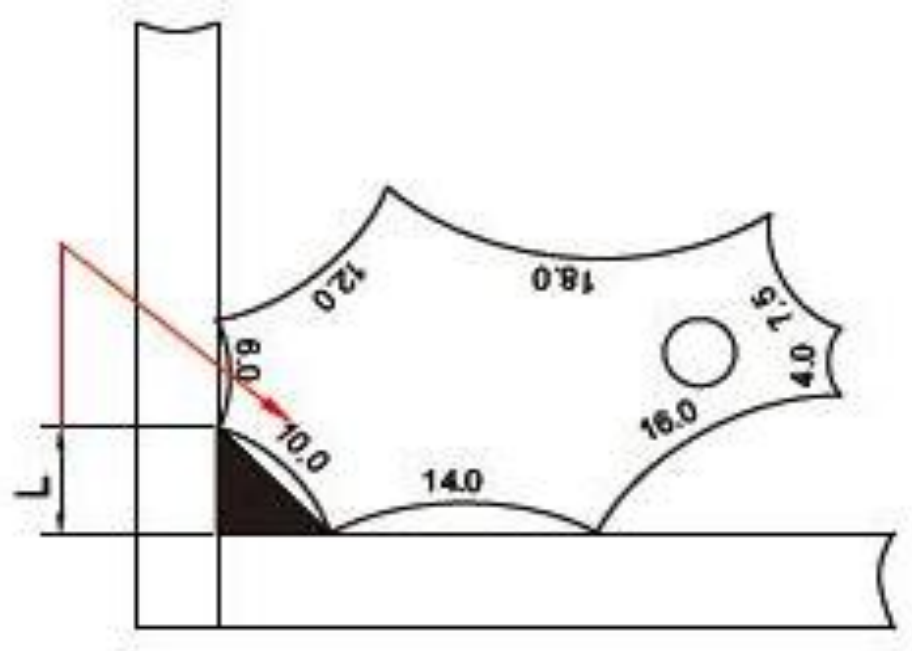
Double fillet weld stress curve.

Köşe kaynağı ayak uzunluğu (Leg length) ve kaynak yüksekliği (Throat size) fotoğraftaki el masterları ile ölçülebilir.

Köşe kaynağı (Fillet weld) ölçümde planda belirtilen ölçüye uygun (mm) olan radius/mastar kullanılır.



throat size

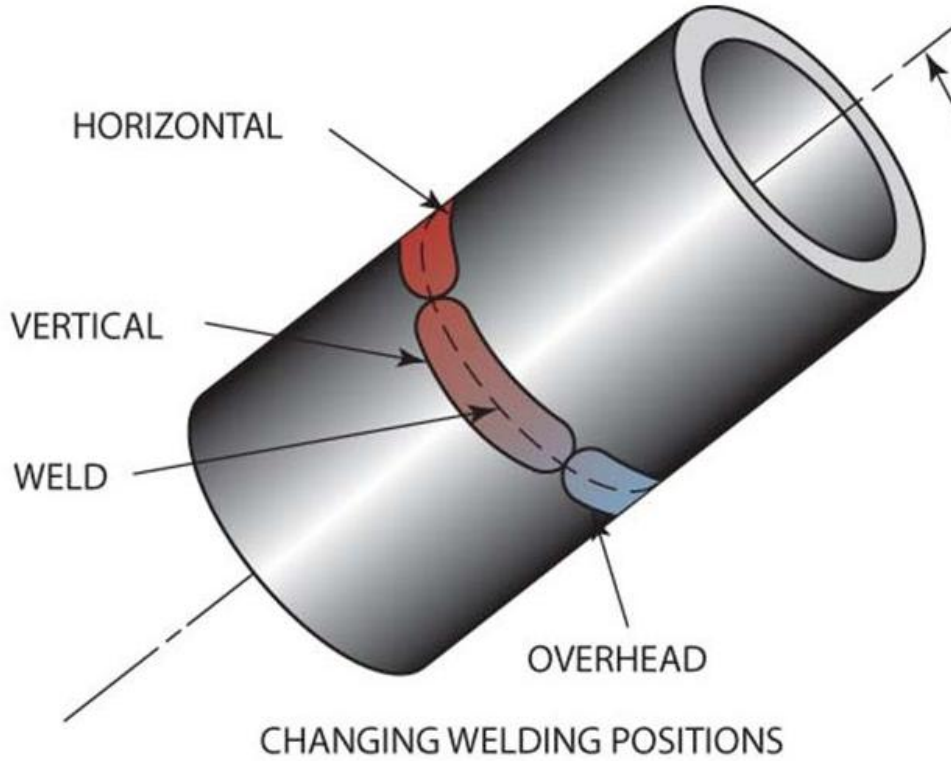


leg length

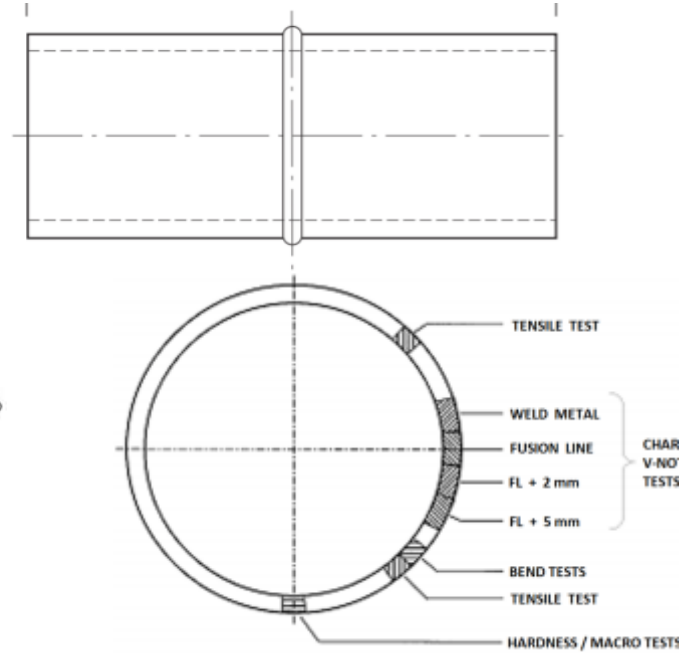
Boru Kaynak Pozisyonu.6G (45°)

Test pieces: Dia.10", Thick: ½", L:20"

6G testinde Borunun iç kısım kaynak metalinde akıntı ve çöküntü olmayacak, yüzey görüntüsü temiz, pürüzsüz olacak.



45° ± 5°

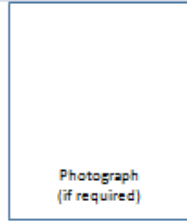


6G Pipe Weld Test numunesi,

Not: 45° yatay boru 6G (PF, 5F)pozisyon WPS/PQR Kaynakçı sertifikası diğer bütün kaynak türlerini (1G,2G,3G,4G)'yi kapsar.

Welder Performance Qualification Certificate (WPQ)

Standards/Codes	
Designation(s)	
WPS Reference no.	
Welder's Name	
Identification	
Welder's Stamp	
Date and place of Birth	
ID No	
Employer	
Job knowledge	Acceptable/Not Tested



Welding Code EN ISO 9606-1 (02-2014)'e uygun düzenlenen

“Kaynakçı Sertifikası Formu”

	Test piece	Range of Qualification
Welding process(es)		
Product: Plate of Pipe		
Type of joint/weld		
Material group/sub group		
Consumable/Filler metal		
Shielding gas		
Auxiliaries(backing,gas,flux)		
Material thickness		
Pipe outside diameter		
Welding positions		
Other weld details		

Type of qualification test result: Satisfactory or Not applicable				We certify that the above statements are correct and that the test pieces were prepared, welded and tested in accordance with the codes: _____ Organisation: _____ Org.signature: _____ Examiner: _____ Date and Place : _____ Validity of Cert.: _____ This qualification recovered at any time if the welders skill or knowledge is found inadequate WPS and WPQR to be attached this cert.
Visual Inspection		Magnetic particle		
Liquid penetrant		Radiographic		
Ultrasonic		Macro examination		
Bend		Fracture		
Others				
The validity of this Welder's Qualification Test Certificates extends until the biennial prolongation by employer's welding coordinator:				
Date	Signature	Position of title		
		recovered at any time if the welders skill or knowledge is found inadequate	recovered at any time if the welders skill or knowledge is found inadequate	

Gemide yapılacak her türlü Kaynağın onaylı plana göre malzeme, Elektrod ve Pozisyonuna uygun WPS/PQR ve Kaynakçı Sertifikası IACS Class surveyörü tarafından denetlenmiş olmalıdır.

-- Tersanede imalat sırasında WPS kontrolü için Kaynak Müh. bulunması tavsiye edilir.

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

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

Identification # _____
 Revision _____ Date _____ By _____
 Authorized by _____ Date _____
 Type—Manual Semiautomatic
 Mechanized 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
 Power Source: CC CV
 Other _____
 Tungsten Electrode (GTAW)
 Size: _____
 Type: _____

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			

Kaynak Prosedürü:
 WPS Welding Procedure
 Specification. (AWS)

Procedure Qualification Record (PQR) # _____
Test Results

TENSILE TEST

Specimen No.	Width	Thickness	Area	Ultimate Tensile Load, lb	Ultimate Unit Stress, psi	Character of Failure and Location

GUIDED BEND TEST

Specimen No.	Type of Bend	Result	Remarks

VISUAL INSPECTION

Appearance _____
 Undercut _____
 Piping porosity _____
 Convexity _____
 Test date _____
 Witnessed by _____

Other Tests _____

Welder's name _____

Tests conducted by _____

Radiographic-ultrasonic examination

RT report no.: _____ Result _____
 UT report no.: _____ Result _____

FILLET WELD TEST RESULTS

Minimum size multiple pass	Maximum size single pass
Macroetch	Macroetch
1. _____ 3. _____	1. _____ 3. _____
2. _____	2. _____

All-weld-metal tension test

Tensile strength, psi _____
 Yield point/strength, psi _____
 Elongation in 2 in, % _____
 Laboratory test no. _____

Clock no. _____ Stamp no. _____

Laboratory _____

Test number _____

Per _____

We, the undersigned, certify that the statements in this record are correct and that the test welds were prepared, welded, and tested in conformance with the requirements of Clause 4 of AWS D1.1/D1.1M, (_____) *Structural Welding Code—Steel*.
 (year)

Signed _____
 Manufacturer or Contractor

By _____

Title _____

Date _____

PQR Procedure (AWS)
 Qualification Record.
 (WPS Test değerleri kaydı)

Welding Parameters, Codes and Standards. EN ISO 9606-1

Not: Onaylı gemi planındaki parametreler WPS'ye uymalıdır.

- 1-Welding Process reference numbers:
- 111 manual metal arc welding;
- 114 self-shielded tubular-Flux cored arc welding;
- 121 submerged arc welding with one wire electrode;
- 125 submerged arc welding with tubular cored electrode;
- 131 metal inert gas welding (MIG welding);
- 135 metal active gas welding (MAG welding);
- 136 tubular cored metal arc welding with active gas shield;
- 141 tungsten inert gas arc welding (TIG welding);
- 15 plasma arc welding;

- 2-Product Type:
- P Plate,
- T Pipe,

- 3- Type of Weld,
- FW Fillet Weld,
- BW Butt Weld.

4-Material Group:

Group 1:

Steels with a specified minimum yield strength $ReH \leq 460 \text{ N/mm}^2$ and with analysis in %: $C \leq 0,25$ $Si \leq 0,60$ $Mn \leq 1,70$ $Mo \leq 0,70$ $S \leq 0,045$ $P \leq 0,045$ $Cu \leq 0,40$ $Ni \leq 0,5$ $Cr \leq 0,3$ (0,4 for castings) $Nb \leq 0,05$ $V \leq 0,12$ $Ti \leq 0,05$

Sub-group:

1.1 Steels with a specified minimum yield strength $ReH \leq 275 \text{ N/mm}^2$

1.2 Steels with a specified minimum yield strength $275 \text{ N/mm}^2 < ReH \leq 360 \text{ N/mm}^2$

1.3 Normalised fine grain steels with a specified minimum yield strength $ReH > 360 \text{ N/mm}^2$

1.4 Steels with improved atmospheric corrosion resistance whose analysis may exceed the requirements for the single elements as indicated under 1

Group 8:

Austenitic steels

Sub-group:

8.1 Austenitic stainless steels with $\text{Cr} \leq 19 \%$

8.2 Austenitic stainless steels with $\text{Cr} > 19 \%$

8.3 Manganese austenitic stainless steels with $4 \% < \text{Mn} \leq 12 \%$

Group 9:

Nickel alloyed steels with $\text{Ni} \leq 10 \%$

Sub-group:

9.2 Nickel alloyed steels with $3 \% < \text{Ni} \leq 8 \%$

9.3 Nickel alloyed steels with $8 \% < \text{Ni} \leq 10 \%$

Group 10:

Austenitic ferritic stainless steels (duplex)

5- Welding Consumables:

A Acid,

C Cellulosic,

R Rutile,

RR Thick Rutile

RC Rutile-Cellulosic,

B Basic.

RA Rutile-Acid,

RB Rutile-Basic,

S Solid Wire,

W Cored Wire

Z Cored Wire-Rutil,

P Cored Wire (other)

nm without consumable,

wm with metal.

6-Material Thickness (Plate or Pipe)

7-Outside Pipe Diameter.

8-Welding Position.

	<u>Plate Weld.</u>	<u>Fillet weld,</u>
Flat	PA-1G	PA-1F
Horizontal	PC-2G	PB-2F
Vertical up	PF-3G	PF-3F
Vertical down	PG-3G	PG-3F
Overhead	PE-4G	PD-4F
Pipe fixed 45 derece	JL045-6G	PF-5F

9-Weld details.

ss single side,
bs both side,
mb with backing,
nb not backing,
sl single line,
ml multi line,
lw left weld,
rw right weld.

10-Welding methods:

(SMAW) Shielded metal arc welding
(GTAW) Gas Tungsten arc welding
(GMAW) Gas metal arc welding
(FCAW) Flux-cored arc welding
(SAW) Submerged arc welding
(ESW) Electroslag welding

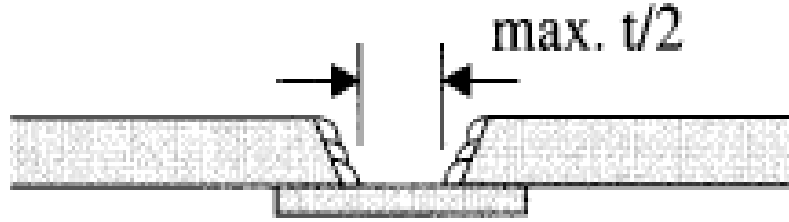
Gemide Blok ek yeri Kaynağı:

Gemilerde en fazla yırtılma, çatlama, aşınma ve kazalar blok ek kaynaklarında oluşur, Sacların hassas kesimi yapılmaz ise Blok ek yerleri Kaynak aralığı IACS no:47 limitleri dışında kalır, Bu kaynaklar el ile yapıldığından ısı girdisi (Heat input) hesap edilmez ve malzeme yapısı değiştir, Prosedüre göre gap aralığını doldurma kaynağı ile (Buttering) doldurulup kaynak ağzı tekrar taş ile normal aralıkta açılarak stres alınmalı sacın soğumasını bekleyip alın kaynağı tamamlanmalıdır.

Genel olarak (Butt weld) alın kaynağında bir tarafın kaynatılıp uzun süre yarım bırakıldığında çatladığı görülür. Çatlak tamamen (Air-arc) Karbon elektrodla sıyrılıp, taşlanıp yeniden kaynatılmalıdır. Bu nedenle alın kaynağı yarım bırakılmaz.

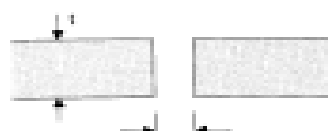
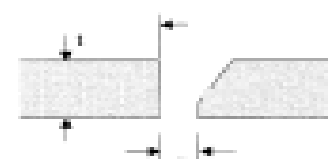
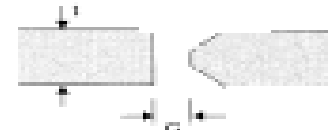
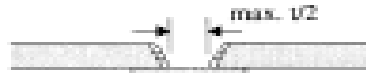
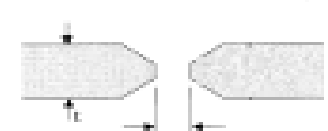
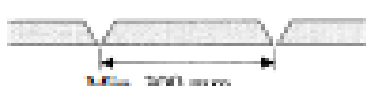
Çatlak tamiri sadece bir kere yapılabilir, kaynak yeri tamirden sonra tekrar çatlarsa malzeme/sac değiştirilmesi gerekir.

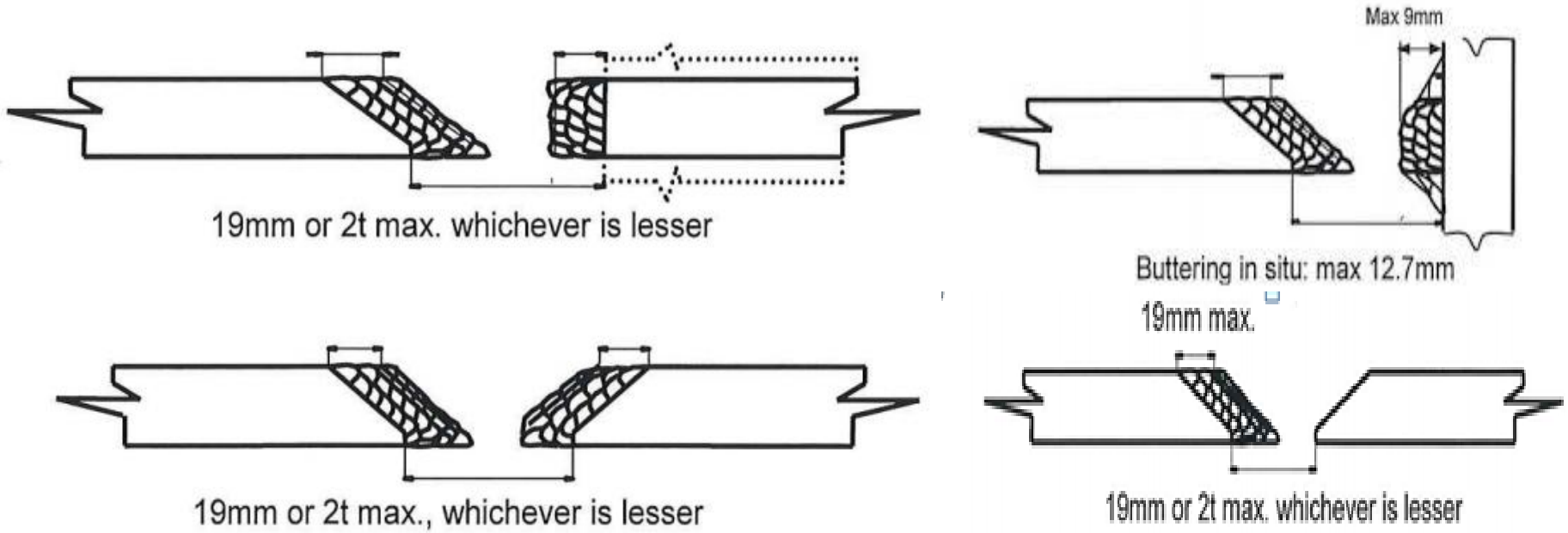
Gemide yapılacak (Buttweld edge preparation) Alın kaynağı ağız açıklığı Buttering doldurma kaynağı WPS:



“G” Gap aralığı: $5 \text{ mm} < G \leq 1.5t$ (maximum 25 mm) olduğunda kaynak ağzına altlık lama (back strip veya seramik) konular sac kenarlar ince sıralı kaynak ile örüp (build-up, buttering) ölçü daraltılır.

Doldurma Kaynağı tamamlanınca arka lama (seramik) alınıp tekrar kaynak ağzı 3 mm. Kesme taşı ile açılıp, kaynak stresi alınıp çift taraflı kaynak WPS'ye göre tamamlanır.

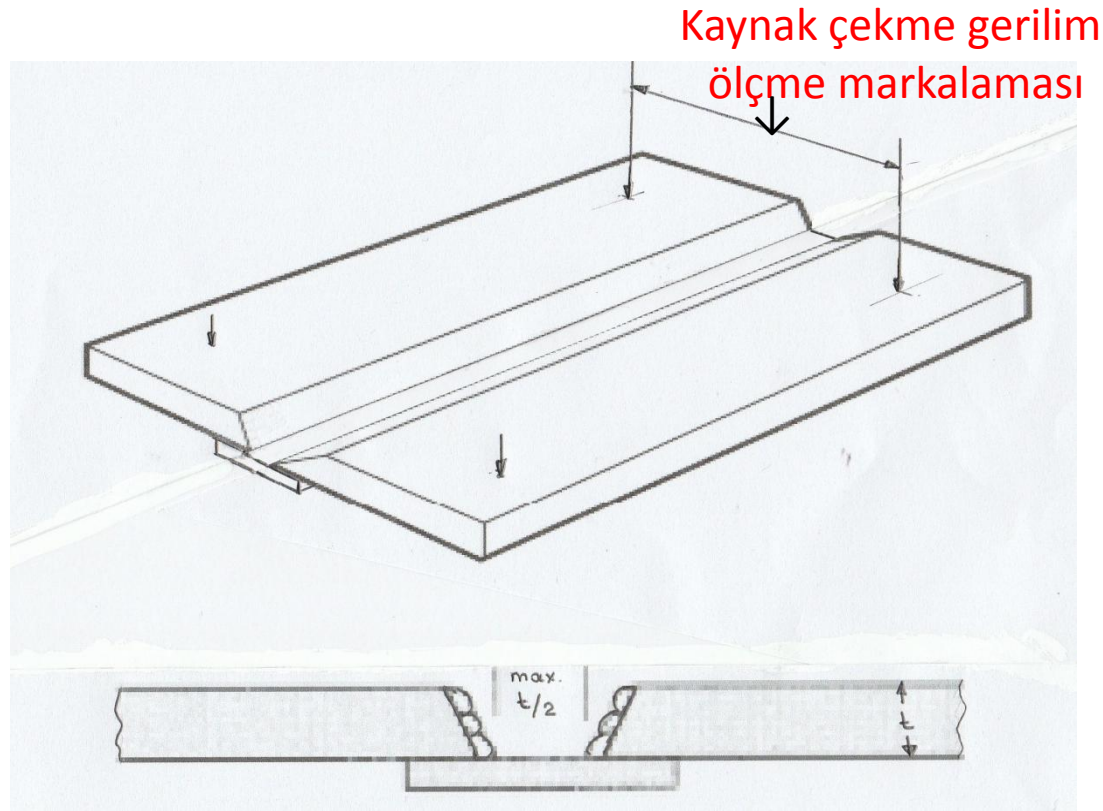
Detail	Remedial standard
Square butt 	When $G \leq 10 \text{ mm}$ chamfer to 45° and build up by welding When $G > 10 \text{ mm}$ build up with backing strip; remove, back gouge and seal weld; or, insert plate, min. width 300 mm
Single bevel butt 	When $5 \text{ mm} < G \leq 1.5t$ (maximum 25 mm) build up gap with welding on one or both edges to maximum of $0.5t$, using backing strip, if necessary. Where a backing strip is used, the backing strip is to be removed, the weld back gouged, and a sealing weld made.
Double bevel butt 	 Different welding arrangement by using backing material approved by the Classification Society may be accepted on the basis of an appropriate welding procedure specification.
Double vee butt, uniform bevels 	When $G > 25 \text{ mm}$ or $1.5t$, whichever is smaller, use insert plate, of minimum width 300 mm
Double vee butt, non-uniform bevels 	



Kaynak yapılacak iki parçanın kaynak ağız aralıkları standarttan fazla ise birleştirme için yapılacak metod WPS Buttering Build-up olmalıdır. Kaynak ağız açıklığını gerekli boyutlara getirme işlemine kaynak ağız metalini çok sıralı kaynak ile örüp, yüzey kaplanıp malzemeyi gerekli boyutlara uzatıp, taşlanıp istenilen açı ve prosedüre göre birleştirme kaynağı yapılır.

Not:Standart dışı açıklıktaki bir kaynak ağızı tek pasoda doldurulursa kaynakta gerilme, büzüşme, yırtılma ve çatlamlar oluşur.

Gemi blok ek kaynak WPS/PQR test numunesi.



Gemi sacı kaynak aralığı 5 mm. $< G < 1.5 t$ (yeni inşa veya tamir) (max.25 mm) olduğunda ek yerine arkalık (ceramic backing strip) konularak sac ağızları buttering/build up kaynak metodu yapılır. Kaynak açıklığı 25 mm'den büyükse blok ek yerine en az 300 mm genişlikte sac değişikliği yapılır. (IACS 47 Table 9-4)

Gemi dış kaplama sacında yapılacak yenileme ölçü ve Kaynak sırası:

Gemi İnşa ve tamirinde kullanılacak en küçük sac ölçüsü 300 x 300 mm. olmalı ve sac en az bir adet iç elamanada kaynatılmalıdır. Yalpa omurga (Keel Plate) sacında bu ölçü min. 1000 x 1000 mm olmalıdır ve en az 2 adet boyuna tülani'ye (Longitudinal)'a kaynatılmalıdır. ---Sac dışarıda preste bükülüp stresi alınmalı.

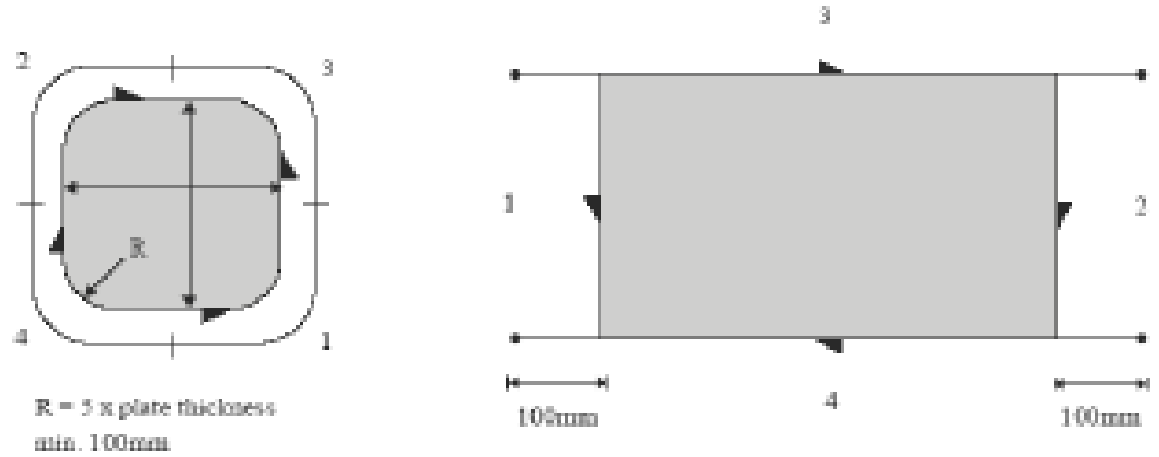
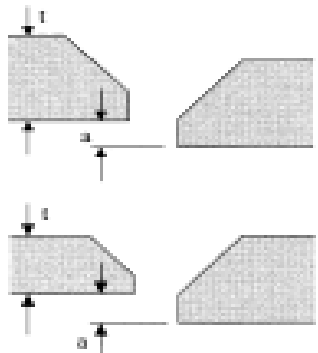
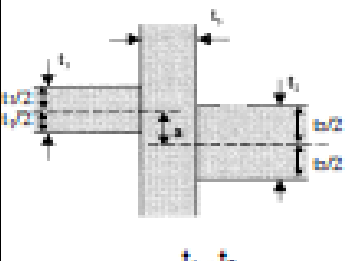
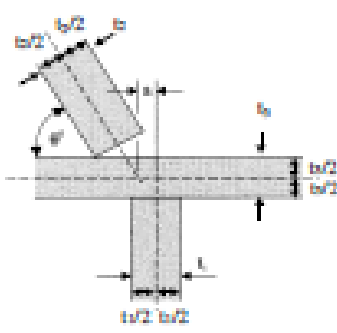


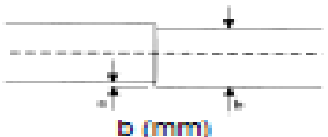
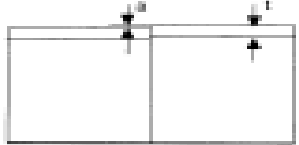
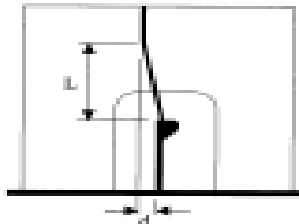
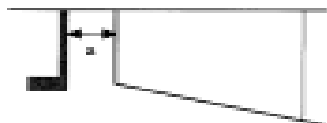

Fig 6.2 Welding sequence for Inserts

Item	Standard	Limit	Remarks
Size Insert	Min. 300 x 300 mm R = 5 x thickness Circular Inserts: D _{min} = 200 mm	Min. 200 x 200 mm Min R = 100 mm	
Material Grade	Same as original or higher		See Section 4.
Edge Preparation	As for new construction		In case of non compliance increase the amount of NDE
Welding Sequence	See Fig 6.2 Weld sequence is 1 → 2 → 3 → 4		For primary members sequence 1 and 2 transverse to the main stress direction
Alignment	As for new construction		
Weld Finish	IACS Recommendation 20 (ref. 4D-B9)		
NDE	IACS Recommendation 20 (ref. 4D-B9)		

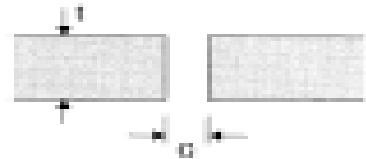
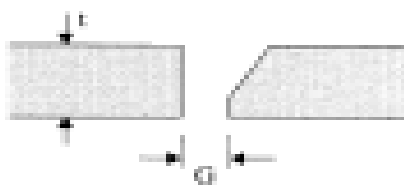
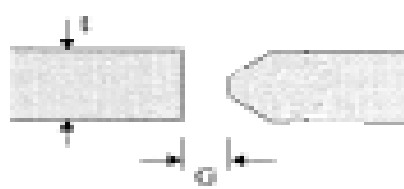
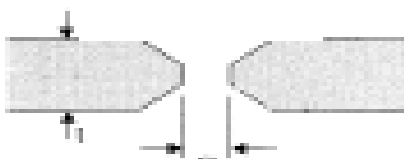
Gemide yapılacak iç elamanların montaj toleransı (Alignment)

Detail	Standard	Limit	Remarks
<p>Alignment of butt welds</p> 		<p>$a \leq 0.15t$ strength member $a \leq 0.2t$ other but maximum 4.0 mm</p>	<p>t is the lesser plate thickness</p>
<p>Alignment of fillet welds</p>  <p>$t_1 \neq t_2$</p>		<p>Strength member and higher stress member: $a \leq t_1/3$</p> <p>Other: $a \leq t_1/2$</p>	<p>Alternatively, heel line can be used to check the alignment.</p> <p>Where t_2 is less than t_1, then t_2 should be substituted for t_1 in the standard.</p>
<p>Alignment of fillet welds</p> 		<p>Strength member and higher stress member: $a \leq t_1/3$</p> <p>Other: $a \leq t_1/2$</p>	<p>Alternatively, heel line can be used to check the alignment.</p> <p>Where t_2 is less than t_1, then t_2 should be substitute for t_1 in the standard.</p>

Gemide yapılacak iç elamanların montaj toleransı (Alignment)

Detail	Standard	Limit
<p>Alignment of flange of T-longitudinal</p> 	<p>Strength member $a \leq 0.04b$ (mm)</p>	<p>$a = 8.0$ mm</p>
<p>Alignment of height of T-bar, L-angle bar or bulb</p> 	<p>Strength member $a \leq 0.15t$ Other $a \leq 0.20t$</p>	<p>$a = 3.0$ mm</p>
<p>Alignment of panel stiffener</p> 	<p>$d \leq L/50$</p>	
<p>Gap between bracket/intercostal and stiffener</p> 	<p>$a \leq 2.0$ mm</p>	<p>$a = 3.0$ mm</p>
<p>Alignment of lap welds</p> 	<p>$a \leq 2.0$ mm</p>	<p>$a = 3.0$ mm</p>

Gemide yapılacak (Buttweld edge preparation) Alın kaynağı ağız açıklığı.

Detail	Standard	Limit
<p>Square butt $t \leq 5 \text{ mm}$</p> 	<p>$G \leq 3 \text{ mm}$</p>	<p>$G = 5 \text{ mm}$</p>
<p>Single bevel butt $t > 5 \text{ mm}$</p> 	<p>$G \leq 3 \text{ mm}$</p>	<p>$G = 5 \text{ mm}$</p>
<p>Double bevel butt $t > 19 \text{ mm}$</p> 	<p>$G \leq 3 \text{ mm}$</p>	<p>$G = 5 \text{ mm}$</p>
<p>Double vee butt, uniform bevels</p> 	<p>$G \leq 3 \text{ mm}$</p>	<p>$G = 5 \text{ mm}$</p>

Tahribatsız muayene

(Non-destructive testing NDT),

- Tahribatsız muayene yöntemleri malzemeye zarar vermeden, malzeme/kaynak vs. içerisindeki gözenek, çatlak, kusur ve görünmeyen süreksizliklerin veya malzeme yüzeyine açık süreksizlik ve çatlakların tespitinde kullanılır.
- NDT Testleri yapmak için malzeme/Kaynak vs. onaylı plana göre yapılıp, bekletilip dinlenmiş (Kaynak gerilimleri bitmiş) ve ortam sıcaklığında olmalıdır.

Tahribatsız Muayene yöntemleri,

- Göz ile Muayene, (Visual Inspection),
- Sıvı Emdirme (Penetran Sıvısı) ile Muayene (PT),
- Manyetik Parçacık ile Muayene (MPI),
- Girdap akımları (Eddy Akımı) ile Muayene (ECI),
(Seri üretim yapan fabrikalarda bant üzerinde kullanılır.
- Ultrasonik Muayene (US),
- Radyografik (Röntgen) Işınları ile Muayene,
(X Ray, Gama Ray)

NDT operatör sertifikası:

- NDT (Non-Destructive Testing) sadece sertifikalı ve yeterlikli personel tarafından yapıp raporlanabilir,
 - NDT Personeli (Seviye) Level: I, II, III olarak onaylı kurumlarda eğitilip yeterliliği değerlendirilir,
 - 5 yılda bir (re-freshing) tazeleme sertifikası yenilenir.
 - NDE (Non-Destructive Examination) personeli NDT operasyonunu ve raporların doğruluğunu onaylar.
- Tersanede imalat sırasında Kaynak kontrolü için Dye-penetrant ve MPI yapan Tersane Kaynak Müh. NDT operatör sertifikası almış olması gerekir.

Göz ile muayene (Visual Inspection)

Gözle muayene yapacak NDT operatörünün gözlerinin görme yeteneği tam olmalıdır. (gözlükle veya gözlüksüz)



Dye-Penetrant yüzeyel çatlak testi:

- Non magnetik malzemeler (GRP, Plastic, SS, Brass, Pervane vs.) Dye-Penetrant sıvı testi yapılmalıdır. Dye-Pen. Sıvı çatlak testinde sadece yüzeye açılmış çatlak ve hatalar görülebilir.
- Not: Penetrant sıvısı sağlığa zararlı ve yanıcıdır. (Toksiste)



Penetrant muayene yönteminin uygulanma aşamaları.

- Ön temizlik: Malzeme yüzeyindeki yabancı maddeleri; yağı, kiri, pası kimyasal solvent püskürtülerek temizlenir.
- Penetrant tatbiki: Akıcı ve çatlığa nüfus edici kırmızı Penetrant sıvısı yüzeye püskürtülür, veya fırça ile sürülür
- Ortam sıcaklığına göre çatlığı doldurması için beklenir
- 2. temizlik: Malzeme yüzeyindeki kırmızı sıvının fazlalığı (penetrant) temizleme işlemidir. (Solvent direct malzemeye püskürtülmez, bez solvent ile ıslatılıp boya malzemedен silinir)
- Developer tatbiki (beyaz): Kalın olmayan püskürtme ile tatbik edilebilir. Çatlaktaki sıvıyı emip dışarı görünür kılar.
- Gözle inceleme ve değerlendirme ve rapor hazırlama.
- Not: Çatlak Developerde görülen ölçülerden daima daha küçüktür.
- Dye-pen testi döküm gibi pütürlü/kumlu yüzeylerde kullanılmaz.

Not: Floresan sıvı metodu kullanıldığında UV Lamba siyah ışık altında kapalı yerde gözle muayene edilir.



1 Crack filled with dirt



2 Ideally cleaned



3 Application of penetrant



4 Intermediate cleaning



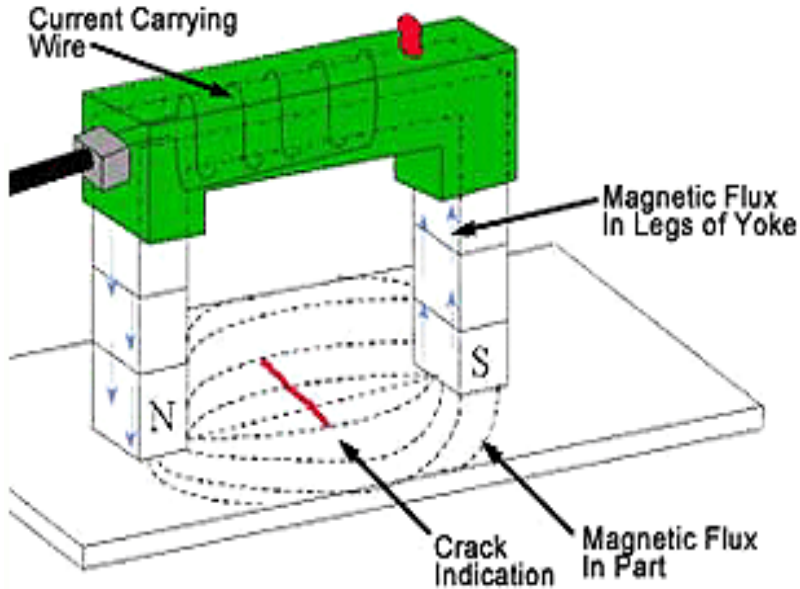
5 Application of developer



6 Crack indication

MPI Yüzey Çatlak Testi:

- IACS kaidelerine göre magnetik çelik malzeme sadece MPI Testi yapılır.
- MPI Magnetic Particle Inspection testinde yüzeye açılmış veya açılmamış çatlak, kaynak hataları vs. görüntülenebilir.
- MPI Magnetic Particle Inspection cihazı her testten önce, MPI cihazının malzemeye yeterli Magnetik akım sahası verdiğini kontrol için test malzemesi üzerinde kalibrasyon testi yapılmalıdır.

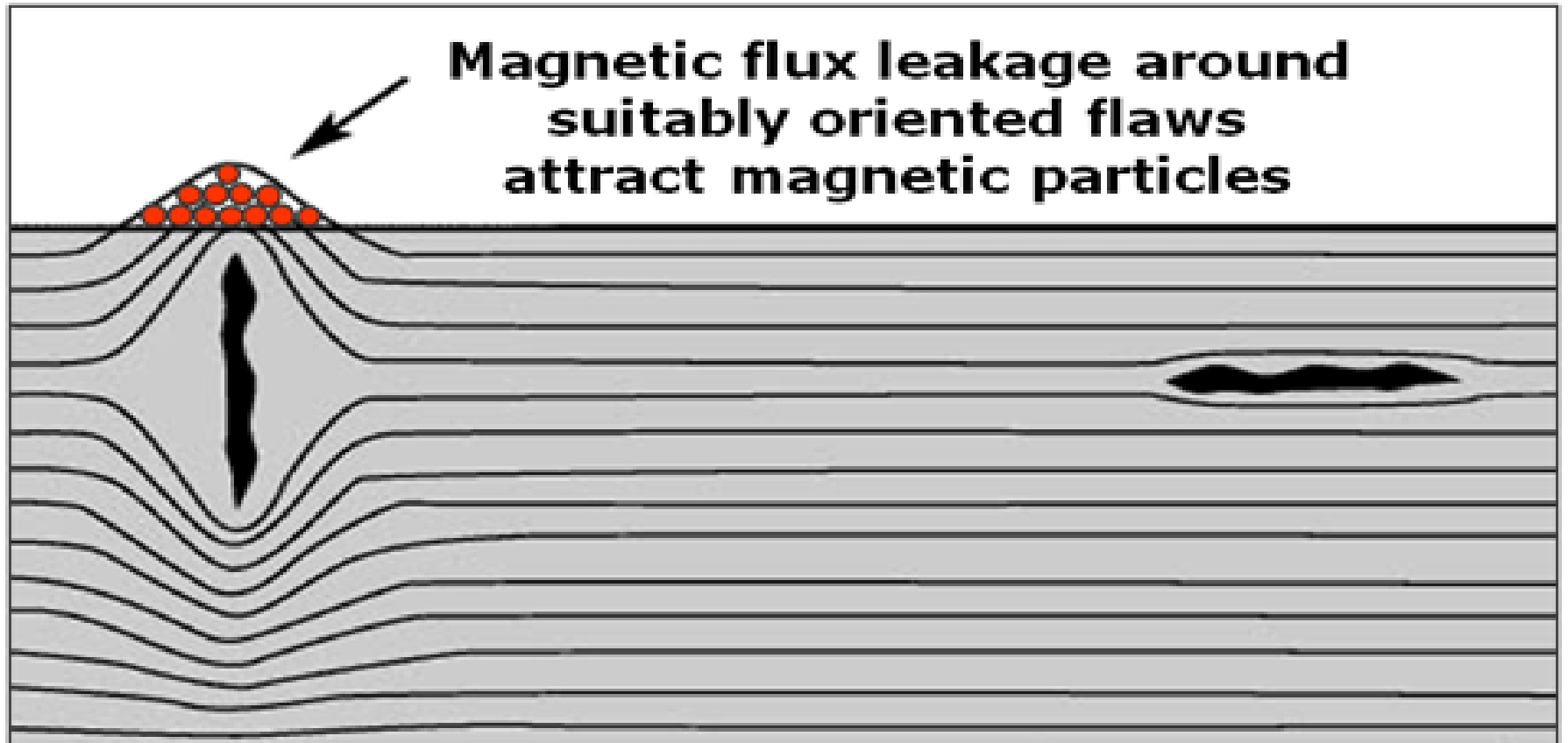


MPI Yoke (AC/DC) cihazı,



MPI Kalibre çubuğu.

Yüzeye açılmamış bir çatlağın MPI test görüntüsü



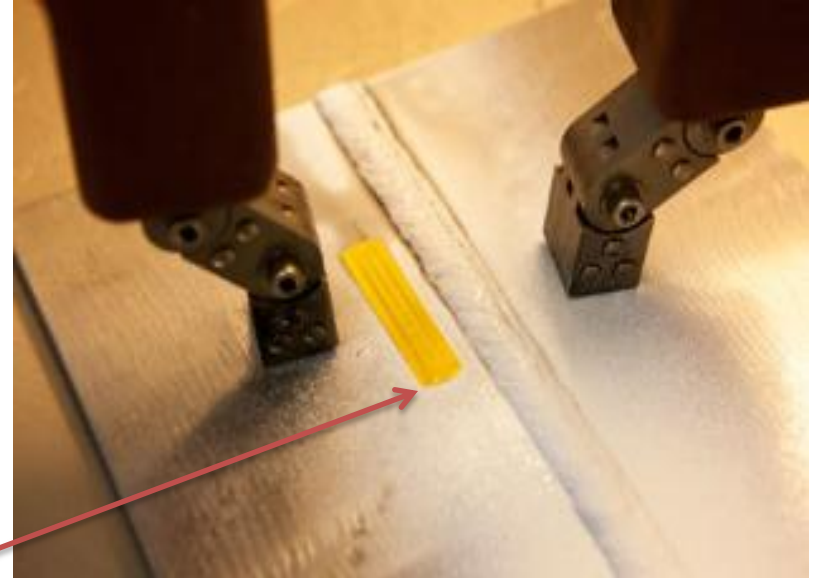
Manyetik Parçacık ile Muayene (MPI),

- Sadece Ferromanyetik (mıknatıslanabilir) malzemenin muayenesi bu yöntemle yapılabilir. Elektrikli (DC-AC) Yoke veya Naturel (Permanent) Mıknatıs kullanılır,
- Genellikle demir partikülleri, kuru toz veya bir sıvı (manyetik mürekkep) içinde süspansiyon haline - mıknatıslama akımı halinde iken uygulanır,
- Muayene malzemesinin yüzeyini Yoke cihazı ile 90 derecelik hareketlerle taranarak manyetik akımların çatlak olabilecek alanları tarayıp tam bulunması gerekir.

Not:MPI'den sonra malzemedeki kalan manyetik etki ile üzerine yapışan tozların motor/şaft vs.çalışma sırasında hasarlamaması için De-magnetize edilmesi gerekir.

MPI kalibre cihazı,

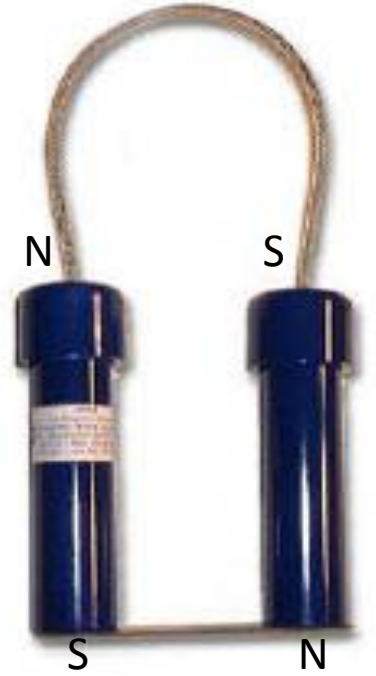
Her testten önce, her türlü MPI cihazının malzemeye yeterli Magnetik akım verdiğini kontrol için test malzemesi üzerinde kalibrasyon testi yapılmalıdır. (Magnaflux Magnetic Flux Indicators, Type G, ASTM E 1444-11, Ek A3)



Permanent Magnet Yoke

- Permanent (Natural Miknatis) Yoke:
- Seyyardır, ergonomik, her yerde kullanılabilir,
- Hafiftir, taşınması kolaydır,
- Harici güç kaynağı ihtiyacı yoktur,(Elektrik,UV lamba vs)
- Kıvılcım yapma ihtimali yoktur, yanıcı, tehlikeli bölgelerde kullanılabilir.
- Her türlü ortamda sahrada kullanılabilir,
- Birbirine halat ile bağlı ve bir bütündür.
- Standartlara uygundur.

Natural MPI Cihazı (saha tipi),
(kaldırma gücü 18 kg)



Röntgen-Industrial Radiography

Radyografik /Röntgen (Gama ve X-ray) ışınları ile Tahribatsız Muayene yapabilmek için sadece T.C.Başbakanlık Nükleer Enerji Araştırma ve Eğitim Merkezinin verdiği çalışma müzadesesi ile profesyonel ekip tarafından yapılır ve Film değerlendirme raporu hazırlanır. Gemi ve Tersanelerde taşınabilir olduğundan Gama-ray kullanımı tercih edilir.

Röntgen alınacak yerler Class tarafından belirlenip plan yapılır

--Röntgen alındığı sırada bölge bariyer ile korunup çalışanların sağlığı için sahaya ve tanka girmemesi sağlanmalıdır.



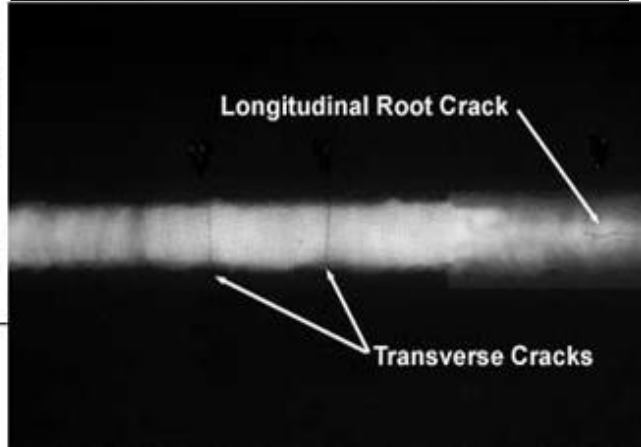
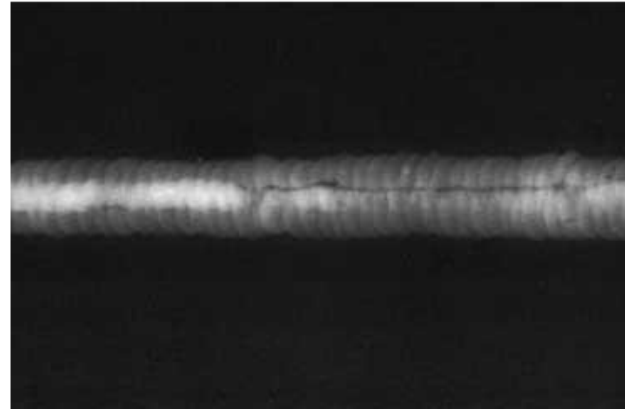
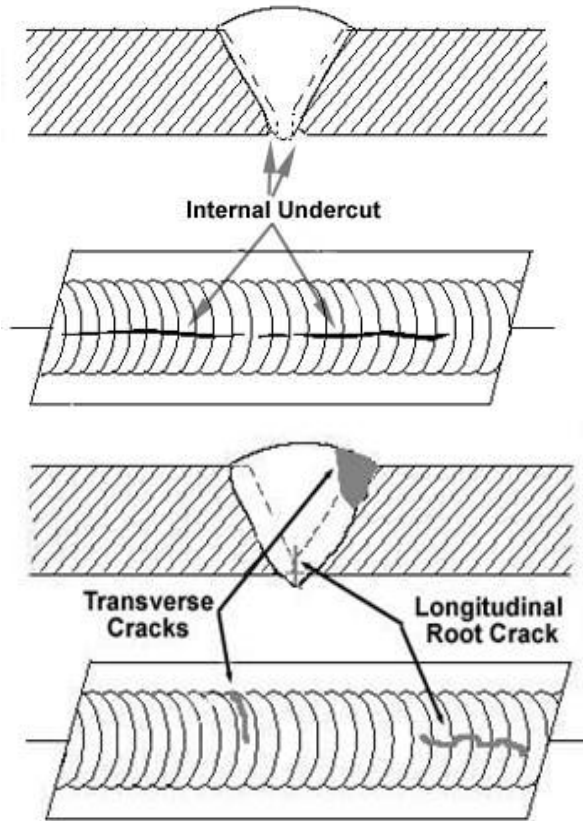
Gama Izotop (Kurşun blok içinde)
(Radioaktif atom çekirdeği)

X-Ray tüpü cihazı (boy~60 cm, 15 kg)

X-Ray/Gama-Ray Film Interpretation

Röntgen film değerlendirmesi sadece sertifikalı Level II ve Level III Operatörleri tarafından yapılabilir.

Çatlak veya eksik kaynaktan daha çok Radyasyon ışığı geçtiğinden filmde koyu olarak görülür.



Tersane Kaynak Müh. Film ön değerlendirmede aşağıdaki yazıların kurşun harflerle yazılmış görüntüleri kontrol ediniz.

- 1- Film sıra numarası,
- 2- Film ismi (ekildiği yer/Gemi vs.),
- 3- Film ekme tarihi,
- 4- Film uzunluğu (başlama bitme işaretleri), (A-B veya 1-2)
- 5- Filmde kullanılan Radioactive/Isotope cinsi vs.
- 6- Film Density, (Film renk yoğunluğu)
- 7- IQI Sensitivity, (Film okunabilirlik hassasiyeti)

Not: Film yer doğrulaması için Rontgen çekilecek yere özel elik mühür ve numarator ile markalanınca aynı marka/yazıların filmde görülmesi gerekir.

Ultrasonik test cihazı,

Yüzey işleme bitmiş malzemelerde açılı prob ile kullanılır,

Ses dalgası 2 MHz-10MHz arasındadır,

US'i sadece Level II ve Level III operatörleri kullanabilir.

Not: Cihaz diagram çizebilir ve print edilebilir.



Kaynak ve Malzeme içindeki gözenek, çatlak, kusur ve görünmeyen süreksizliklerin tümü görülebilen NDT metodu.