



MALZEME BİLİMİ VE MÜHENDİSLİĞİ

Malzeme Üretim Laboratuvarı I Deney Föyü

KAYNAK DENEYİ

1. AMAÇ

Bu deneyin amacı, kaynak yolu ile yapılan birleştirmeler hakkında teknolojik bilgi verilmesi ve bu birleştirmeler sonucu malzemelerde meydana gelen bozulmaların metalurjik yönden belirlenmesi, incelenmesi ve düzeltme çarelerinin ortaya konulmasıdır.

2. TEORİK BİLGİ

Kaynağın Tanımı: Teknik literatürün yaptığı birçok ve farklı kaynak tanımları arasından en belirgin olanı, süreklilik kavramından bahseden tanımdır. Bu tanıma göre kaynak, daha sonra görülecek yöntemler kullanılarak, birleştirilecek parçalar arasında bir süreklilik oluşturma işlemidir. Welding Institute (İngiliz Kaynak Enstitüsü) 'ün armasının üzerinde şu sözler yazılıdır: "e duobus num" , yani "birlikten kuvvet doğar."

Bütün metaller dahil olmak üzere plastikler için de geçerli olan bu tanım, söz konusu metaller arasında metalik devamlılığı sağlamak olduğunda bütün metaller ve alaşımlara uygulanabilmektedir. Makroskopik düzeyde, metalik devamlılık birleştirilen parçaların arasındaki bütün metal olmayan maddelerin ortadan kalkması demektir. Bu yönden kaynak, perçin, civata ve yapıştırma ile sağlanan bağlantılardan farklıdır. Böyle bir devamlılık birleşme alanı boyunca kimyasal yapıda homojenliği sağlamayabilir. Bir kaynak dikişi hem homojen (Örnek: aynı cins kapak pasosuyla yapılan yumuşak çelik dikişi.), hem de heterojen (Örnek: bakır-metal kapak pasosuyla yapılan dökme çelik dikişi.) olabilir. Kaynak işleminin İstenmeyen bir sonucu olarak, birleşme bölgesinde bir heterojenlik gözlemlenebilir (örnek: çeliklerin kaynağında dekarbürizasyonun bir sonucu olarak).

Kristal yapı bazında daha derinlemesine yapılacak bir inceleme kaynak işleminin sağladığı metalik devamlılığın doğası üzerinde daha da aydınlanılmasına yardım edecektir. İşlemden önce birleştirilecek parçaların atomları iki ayrı grupta toplanmışlardır. Kaynak işleminden sonra devamlılık bu iki grubun araya hiçbir yabancı atomun giremeyeceği şekilde bir tek grup altında toplanmasıyla meydana gelir. Kaynak işleminin asıl özelliği. sözü geçen birleşme bölgesinde metallerin atomsal yapısı göz önüne alındığında, hiçbir süreksizliğe yer vermemesidir. O halde kaynak işleminin tümü, bu birleşmedeki sürekliliği bozacak metal olmayan yabancı maddelerin uzaklaştırılması işlemini de kapsamalıdır. Birleştirilecek A ve B parçalarını oluşturan atomlar önce iki ayrı bölgede toplanmışlarken, kaynak işleminden sonra tek bir bölge oluştururlar.

Kaynak işleminde Enerji Transferi:

A: Gaz yolu ile transfer: Bu grup, bağlantı için gerekli enerjinin, sıcak bir gaz veya gaz karışımı ile esas metal arasında oluşturulan ısı geçişi sonucu sağlanan işlemleri kapsar. Bu işlemlere, gaz eritme kaynağı, gaz lehim, lehim kaynağı, ve hatta gaz basınç kaynağı örnek



MALZEME BİLİMİ VE MÜHENDİSLİĞİ

Malzeme Üretim Laboratuvarı I Deney Föyü

KAYNAK DENEYİ

olarak verilebilir. Bu sınıflandırma içinde plazma kaynağını da saymak gerekir. Çünkü, bu işlemde enerji transferi, plazmayı meydana getiren iyonize olmuş bir gaz sayesinde olmaktadır. Aynı eskiden atomik hidrojen kaynağı adı verilen ve artık pek fazla kullanılmayan yöntemde olduğu gibi.

B: Elektrik arkı yolu ile transfer: Kaynak edilen mamullerin tonajı ve ihtiva ettiği değişkenlerin çokluğu nedeniyle en önemli yöntem budur. Yöntemlerin çoğunda elektrik arkı, esas metalin erimesine neden olur ve birleşme eriyen metalin esas metal üzerinde katılaşması ile gerçekleşir. Bu birleşme İlave metal olmadan (örnek olarak TIG kaynağı, yani erimeyen elektrot kullanarak) veya genellikle İlave metal ile birlikte olabilir. Elektrik arkı aynı zamanda esas metalden daha çok eriyebilen bir metal yardımıyla bir sıvı-katı teması oluşturarak birleşmeyi sağlamak amacıyla da kullanılabilir: Bu işleme arklı lehim kaynağı denir. Sonunda birleştirilecek parçaların arasında ark meydana gelirken, bir miktar basınç yardımıyla sıvı faz yok edilip, katı fazda birleşme sağlanabilir. Bu da çevresel birleştirmelerin yapılmasına olanak sağlayan döner arklı kaynak yöntemidir.

C: Radyasyon yolu ile transfer: Bu grupta, yüksek enerjili bir kaynaktan (elektrik arkı veya güneş enerjisi) gelen elektron ışınlarının veya LASER'in kullanılması söz konusudur. Bütün bu işlemler yalnızca eritme yöntemini kullanırlar.

D: Mekanik etki yolu ile transfer: Tek aktivasyon enerjisi olarak mekanik bir etkiye (şekil değiştirme veya sürtünme) yol açan aktivasyon enerjisi kullanan yöntemlerin hepsi b grubuna aittirler. Çünkü bunlar, gerek araya sıvı veya viskoz bir geçiş fazı sokarak (sürtünme kaynağı ve patlamalı kaynak işlemlerinde olduğu gibi), gerekse doğrudan katı fazda (soğuk basınç kaynağı veya ultrason kaynağı) bir birleşme meydana getirirler.

E: Elektrik akımının geçmesi yolu ile transfer: Bu grupta birleştirilecek parçaları kat eden bir elektrik akımının bulunduğu ve bu akım joule etkisi sonucu parçaların birleşme yerinde bir ısı meydana getirdiği yöntemler bulunmaktadır. Bu bir miktar basıncın da etkimesini gerektirmektedir. Bu yöntem, birleşmenin sıvı fazda gerçekleştiği nokta direnç kaynağı, birleşmenin geçici bir sıvı fazdan sonra katı fazda gerçekleştiği yakma alın kaynağı ve yüksek frekanslı endüksiyon kaynağı veya birleşmenin tamamen katı fazda gerçekleştiği alın direnç kaynağı işlemlerinde kullanılmaktadır.

F: Diğer yöntemler: Sınıflandırılmamış birkaç enerji transferi yöntemi yukarıda yapılan gruplandırmaya girmemiştir. Bu duruma, bir İlave metalin daha sonra esas metalin içine nüfuz etmesi için eritildiği lehimleme veya lehim difüzyonu yöntemlerinde, veya birleşmenin katı



MALZEME BİLİMİ VE MÜHENDİSLİĞİ

Malzeme Üretim Laboratuvarı I Deney Föyü

KAYNAK DENEYİ

fazda, basınç altında ve belirli olmayan bir ısı yardımı ile gerçekleştiği difüzyon kaynağı yöntemlerinde rastlanmaktadır. Diğer taraftan, A'dan F'ye kadar olan guruplar, bütün enerji transferi yöntemlerini kapsamamaktadır.

Metalik Devamlılığın Oluşmasının Sonuçları ve Sınıflandırılması: Kaynak işlemlerinin tümü incelenirse, metalik sürekliliği sağlamak için yukarıda sayılan yöntemlerden hangilerinin kullanılması gerektiği araştırılmak İstenirse ortaya çok basit bir sınıflandırma çıkar. Çünkü bütün kaynak işlemleri operasyon esnasında aşağıda belirtilen üç durumdan birini kapsamak zorundadır:

a) Sıvı/katı birleşmesi: Birleşmenin, sıvı fazdaki bir malzemenin katı fazdaki esas metal ile temas durumunda katılaşması sonucu elde edildiği kaynak işlemleri.

b) Katı/katı birleşmesi: Bu sınıf, metalik sürekliliğin katı halde bulunan birleştirilecek parçalar arasındaki temas ile sağlandığı işlemleri kapsar.

c) Buhar/katı birleşmesi: Burada, sıvı halde bulunan katkı malzemesinin katı halde bulunan esas metal üzerinde yoğunlaşması söz konusudur. Nispeten çok ender kullanılan bu işlem bazı lehimleme veya yüzey kaplama işlemlerine uygulanır.

Yukarıda belirtilen ilk iki sınıf kendi aralarında aşağıdaki gibi bölümlere ayrılırlar:

a.1. Esas metalin erimesiyle sıvı/katı birleşmesi oluşumu. Yani esas metalin ek olarak veya kısmen (İlave metal kullanılarak) kaynak banyosunun hazırlanmasına katılmasıdır. Burada eskiden "otojen" adı verilen kaynak işlemlerinden bahsedilmektedir. Bu terim bugün tarihsel sebepler yüzünden hiç kullanılmamaktadır. Bu terim daha çok Almanca ve Rusça'da gaz eritme kaynağı anlamını taşımaktadır

a.2. Esas metalin erimediği sıvı/katı birleşmesi oluşumu. Yani, burada esas metal kaynak banyosunun hazırlanmasında rol oynamamaktadır. Bu sınıf lehim ve lehim kaynağı işlemlerini kapsar.

b.1. Esas metalden kaynaklanan sıvı veya akışkansı bir geçiş fazının ön oluşumu ile elde edilen bir katı/katı birleşmesi oluşumu. Bu faz oluşumu daha sonra operasyon süresince ortadan iki şekilde kalkar:

1. Tamamen (Yakma alın kaynağı veya sürtünme kaynağı)

2. Yavaş yavaş (Patlamalı kaynak)

b.2. Daha yukarıda anlatılan yöntemlerden biri kullanılarak katı fazda direkt temasa dayanan katı/katı birleşmesi oluşumu (soğuk veya sıcak şekil değiştirme).



MALZEME BİLİMİ VE MÜHENDİSLİĞİ

Malzeme Üretim Laboratuvarı I Deney Föyü

KAYNAK DENEYİ

Birleşme çizgisinin iki yanında bulunan bu farklı oluşumlar ve bundan kaynaklanan bağlantı şekilleri, bilinmesi gereken şu üç olayın tek başına ya da beraber meydana gelmeleri sonucu elde edilirler:

- Bir İlave metalin katılması (m),
- Birleştirilecek parçalara basınç uygulanması (beraberinde sonuç olarak bütünsel veya bölgesel şekil değiştirmelere sebep olarak) (p),
- Birleşme çizgisi düzeyinde bir sıcaklık farkına neden olunması (T).

a.1.1 A İlave metal olmadan yapılan kaynak (alev veya plazma).

a.1.3 A İlave metal kullanılarak yapılan kaynak (alev veya plazma).

a.2.1 A Gaz lehim ve lehim kaynağı.

a.2.2 A Gaz basınç kaynağı.

a.1.1 B İlave metal olmadan yapılan ve erimeyen elektrot kullanılan elektrik ark kaynağı (TIG).

a.1.3 B Erimeyen elektrot kullanılan elektrik ark kaynağı (İlave metal kullanılan TIG kaynağı).

Eriyen elektrot veya tel ile yapılan ve cüruf tutucu kısımlar altında dikey yapılan toz altı elektrik-ark kaynağı.

a.2.1 B Arkli lehim kaynağı.

a.1.1 B Döner arkli kaynak.

a.1.1 C Elektron kaynağı.

veya LASER kaynağı.

a.1.3 C Güneş enerjisi veya ark nüfuz kaynağı.

b.1.1 D Sürtünme kaynağı.

b.1.2 D Patlama kaynağı.

b.2.1 D Soğuk basınç kaynağı.

Ultrason kaynağı.

a.1.2 E Punto direnç kaynağı.

a.2.2 E Alın direnç kaynağı.

Dirençli lehimleme.

b.1.1 E Yakma alın kaynağı - Yüksek frekans endüksiyon kaynağı.

b.2.2 E Alın direnç kaynağı.

Orta frekans endüksiyon kaynağı.

b.1.3 F Lehimleme - yayınma.

b.2.2 F Difüzyon kaynağı.

a.1.3 F Termit (Alümino-termik) kaynağı.

a.2.0 F Demirli lehim.

b.2.2 F Çekiç (ocak) kaynağı.



MALZEME BİLİMİ VE MÜHENDİSLİĞİ

Malzeme Üretim Laboratuvarı I Deney Föyü

KAYNAK DENEYİ

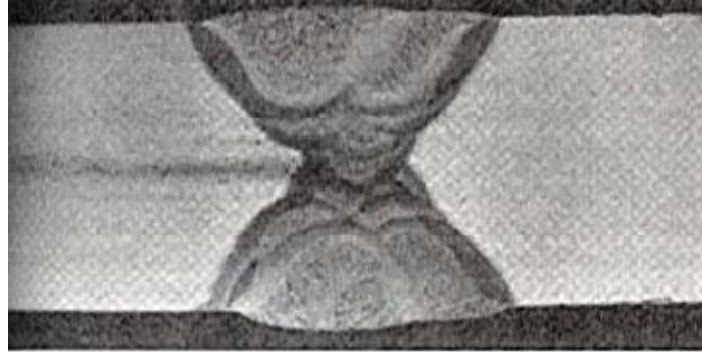
II. Isının Tesiri Altındaki Bölgeler

Teorik olarak ITAB ortam sıcaklığının üzerinde kalan tüm bölgeyi kapsar. Pratik olarak, bununla beraber, kaynak yönteminin ısısı tarafından etkilenmiş olduğu ölçülebilen bölgedir.

Buradan, haddelenmiş karbonlu çelik için ITAB yaklaşık olarak 700°C'den daha küçük sıcaklık altındaki esas metal bölgesini kapsamaz böylece kaynak ısısı küçük bir bölgeyi etkilemiş kabul edilir. Tam tersi, su verme ısı işlemi yapılmış ve 315° C'de temperlenmiş olan ısıl işlem çeliğinde, kaynak sırasında 315°C'ye kadar ısınmış bölge ITAB'ın bir parçası sayılacaktır; su verme ve temperleme gibi işlemler metalin mekanik özelliklerini değiştirir. Bir başka uç örnek olarak da, 120°C'de yaşlanma sertleştirilmesi tatbik edilen ısıl işlemli alüminyum alaşımlarıdır; bu sıcaklık derecesinin üzerinde ısınmış herhangi bir kaynaklı parça bölgesi ITAB'ın bir bölümüdür.

ITAB'ler, kaynaklı bağlantının komşu bölgelerinde sertlik değerlerinin farklılığı veya içyapısında değişim olarak tanımlanır. Kaynak ısısı tarafından meydana getirilen içyapıdaki bu değişimler sertlik profilinin çıkarılması veya dağlama yöntemleri ile gözlemlenebilir.

Şekil de C-Mn çelik levhasının çok pasolu kaynak kesiti görülmektedir.



Şekil. 40 mm kalınlığında C-Mn Çeliği kaynak kesitinin makro görünüşü kaynak pasoları ve onların üst üste binmiş ITAB'ları

Kaynaklı bağlantının ITAB'ının tokluk ve mukavemeti esas metalin tipine, kaynak yöntemine ve kaynak işlemine bağlıdır. Kaynaktan etkilenen esas metallerde kaynak ısıl çevriminin yüksek sıcaklıklara ulaşılması nedeniyle ortaya çıkan ısıl işlemler tarafından tavlama etkisi veya mukavemet artışı görülür. Kaynak ITAB'ının bu sıcaklık değerleri ortam sıcaklığından, likidüs sıcaklığının sınırları arasında değişir. Meydana gelen metalurjik işlemler düşük sıcaklıklarda yavaşça likidüs değerlerine doğru da hızlı meydana gelir.

ITAB'da kaynak ısısının çeşitli etkilerini anlamak için en iyisi kaynak yapılabilecek değişik tip alaşım tipini görmek gerekir:

1 . Katı eriyik ile mukavemet kazandırılan alaşımlar;

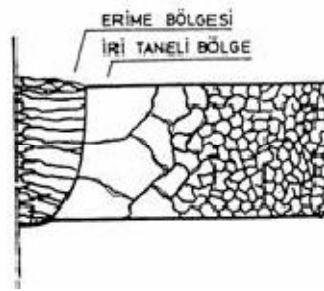


MALZEME BİLİMİ VE MÜHENDİSLİĞİ

Malzeme Üretim Laboratuvarı I Deney Föyü

KAYNAK DENEYİ

2. Soğuk şekil verme ile mukavemet kazandırılan alaşımlar;
 3. Çökelme sertleştirilmesiyle mukavemet kazandırılan alaşımlar;
 4. Dönüşüm yoluyla mukavemet kazandırılan alaşımlar (Martenzit gibi)
 5. Şiddetli reaktif malzemeler
- Bazı alaşımlara yukarıdaki listenin biri veya daha fazlasıyla mukavemet kazandırılabilirler.



Şekil. ITAB’de tanelerin durumu (Şematik; Dönüşüm yoluyla mukavemet kazandırılan alaşımlar)

1.İri Taneli Bölge:

Erime bölgesine bitişik olan ve kaynak esnasında 1450 ilâ 1150 oC arasındaki bir sıcaklığı etkisinde kalmış olan bölgedir. Bilindiği gibi metaller yeniden kristalleşme sıcaklığının üstündeki bir sıcaklığa ısıtıldıklarında tane büyümesi adı verilen bir olay meydana gelir. Bazı taneler büyür ve kısmen veya tamamen küçük tanelerin yerine geçer. Bunun neticesi olarak da ortalama tane boyutu büyür. Tane büyümesi hızı sıcaklık arttıkça artar ve metalin solidüsüne yaklaşıldığında büyüme çok hızlanır. İri taneli yapılar, ince taneli yapılara nazaran daha gevrek ve kırılgan olduklarından varlıkları arzu edilmez.

Ostenit tane büyümesi için gerekli olan tane sınırı ilerlemesi ciddi bir şekilde tane sınırlarına çökelmiş bulunan alüminyum, vanadyum, titanyum ve niobyum nitrid ve karbonyürleri tarafından engellenir. Bu özellikle bilhassa modern çelik yapımında, imalat esnasında tane büyümesine engel olmak için geniş çapta kullanılır; bu engelleme daha ziyade alçak sıcaklıklar için geçerlidir. Zira nitrid ve karbo-nitridler 900°C civarında tümü çözelti haline geçtiğinden, artık bunların tane büyümesine engel olma olasılıkları ortadan kalkar.

2.İnce Taneli Bölge:

Kaynak esnasında 900 ilâ 1150oC arasında bir sıcaklığa maruz kalmış bölgede tane büyümesine rastlanmaz. Bu bölgede de ostenit teşekkül etmiş olduğundan, soğuma esnasında, soğuma hızı ve çeliğin bileşimine bağlı olarak aynen iri taneli bölgede görülen iç yapıya benzer bir iç yapı görülür.



MALZEME BİLİMİ VE MÜHENDİSLİĞİ

Malzeme Üretim Laboratuvarı I Deney Föyü

KAYNAK DENEYİ

3.Kısmen Dönüşmüş Bölge:

İnce taneli bölgenin devamı olan bu bölge, kaynak işlemi esnasında A3 ilâ A1 arası bir sıcaklığa kadar ısınmıştır. Dolayısıyla kısmi bir ostenitizasyona uğramıştır ve soğuma esnasında ostenit dönüşüme uğrar ve dolayısıyla yapısındaki ostenit miktarına bağlı olarak ilk iki bölgeyi andıran bir iç yapı gösterir.

4.İç Yapı Değişikliğine Uğramayan Bölge:

Bu bölge A1'in altındaki bir sıcaklık derecesine kadar ısınmıştır. Dolayısıyla ısınma esnasında çelikte bir dönüşüm meydana gelmemiştir. Bu bölgede yalnız bazı iç yapılarda hafif bir temperleme etkisi görülebilir. Kaynak işlemi esnasında, genellikle metal ilk önce likidüsünün üstünde bir sıcaklığa kadar ısıtılmakta ve sonra da soğumaktadır; dolayısıyla çeliklerin kaynağında,kaynak bölgesinde, yukarıda belirtilmiş olan bütün bu dönüşümler sıra ile meydana gelecektir. Isıtmayı takip eden soğuma yavaş bir şekilde gerçekleştiğinde veya çeliğin karbon ve alaşım elemanı içeriği sertleşmeyi meydana getirecek miktarda değilse, elde edilen iç yapı tane büyüklüğü hariç ilkel iç yapının benzeridir. Buna mukabil sertleşme eğilimi olan çeliklerde ise, soğumanın süratli olduğu hallerde daha evvelce bahsedilmiş olan ve genellikle arzu edilmeyen özellikleri taşıyan iç yapılar ortaya çıkar ki, işte çeliklerin kaynağını etkileyen en önemli etken de budur. ITAB eritme kaynağında devamlı olarak ortaya çıkar ve bundan kaçınılması mümkün değildir. Büyüklüğü ise kaynak esnasında tatbik edilen enerji, soğuma hızı, parçanın şekilde, boyutları ve sıcaklığı ile malzemenin ısıyı iletme kabiliyetinin etkisi altındadır. Bu faktörlerden değiştirilmesi mümkün olanlar yardımı ile ITAB bir dereceye kadar kontrol altında tutulabilir.

3. KULLANILAN STANDARTLAR

TS-EN 288

4. KULLANILAN CİHAZLAR VE MATERYALLER

- Kaynaklı Çelik Numune
- Vickers Sertlik Cihazı
- Optik Işık Mikroskobu
- Çelik cetvel
- 1/20lik kumpas

5. DENEYİN YAPILIŞI

Kaynak deneyi için numune olarak düşük karbonlu bir çelik malzeme elektrik ark kaynağı ile birleştirme yapılmış parça kullanılmaktadır. Bu numune Vickers Sertlik yöntemi kullanılarak kaynak dikişinden başlayarak ITAB bölgesini içine alacak biçimde malzemenin orijinal



MALZEME BİLİMİ VE MÜHENDİSLİĞİ

Malzeme Üretim Laboratuvarı I Deney Föyü

KAYNAK DENEYİ

dokusuna ulaşılan dek en az 1 - 1,5mm boşluklar verilerek sertlik ölçümü alınır. Alınan sertlik izlerinden sertlik hesabı yapılır. Her bir izin kaynak dikişine olan mesafeleri ölçülerek kaydedilir. Deney sonunda sertlik ve mesafe arasında bir diagram çizilerek ısıl bozunma etkisi tesbit edilmiş olur. Daha sonra ışık mikroskobuna gidilerek söz konusu kaynak dikişi ve ITAB bölgeleri ve bu bölgelerdeki tane yapıları incelenir.

6. SONUÇLARIN ALINMASI

Sertlik ve mesafe ölçümü çizilir diagram elde edilir. Mikroskopta bünje incelenerek tane büyüklükleri izlenir ve çizilir.

7. HESAPLAMA

Sertlik HV-Mesafe mm diagramı çizilir. Altına Bünje Resmi çizilerek son inceleme yapılır.

8. SONUÇ

Bünjede vuku bulmuş olan sertlik düzensizlikleri ve bunların nedeni olan tane büyüklüğü değişimleri saptanır ve malzemenin türüne göre olmuş olan bozulmaların sebepleri yorumlanır.