



YALOVA ÜNİVERSİTESİ

ALTINOVA MESLEK YÜKSEKOKULU

Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü

Kaynak Teknolojisi Programı



ALTINOVA MESLEKİ EĞİTİM UYGULAMA ve ARAŞTIRMA LABORATUVARI PROJESİ

(Bu proje/faaliyet T.C Doğu Marmara Kalkınma Ajansı Tarafında Finanse Edilmektedir.)

TAHRİBATLI MALZEME MUAYENESİ

2022-NİSAN



YALOVA ÜNİVERSİTESİ

1) TAHRİBATLI MUAYENE YÖNTEMİ

Kaynak konstrüksiyonlu parçaların kullanılacakları servis koşullarında belirli fonksiyonlarını yerine getirmeleri kendilerinden beklenir. Bu şartlarda kaynaklı parçanın kendinden beklenen fonksiyonunu yerine getirip getirmeyeceğinin anlaşılabilmesi ancak o şartlarda test edilmesi ile anlaşılır. Bu tür testler (nihai ürün testleri) mümkün olmakla birlikte maliyetleri oldukça yüksektir. Bu yüzden standart bazı laboratuvar testleri uygulanarak parçanın kullanım şartlarında performansı belirlenmeye çalışılır. Bu amaçla yapılan tahribatlı kaynak muayeneleri içyapı incelemeleri ve muhtelif mekanik deneylerdir. Bu test sonuçlarının yorumlanmasında dikkatli olmak gerekmektedir. Çünkü laboratuvar deneylerinde kaynaklı parçadan numune alınarak teste tabii tutulur ve lokal davranışı belirlenir. Test edilen numunenin tüm kaynaklı parçanın global davranışını temsil etmesi gereklidir.

Kaynak kalitesini belirlemeye yönelik uygulanan tahribatlı muayene yöntemleri şunlardır.

1. Metalografik İnceleme
2. Sertlik ve Mikrosertlik Deneyi
3. Çekme Deneyi
4. Kesme Deneyi
5. Bükme Deneyi
6. Kırılma Tokluğu Deneyi
7. Yorulma Deneyi
8. Sürünme Deneyi
9. Korozyon Deneyi

Bu muayene yöntemlerinden metalografi ve sertlik ölçümleri kaynaklı parçanın sergilediği davranışların nedenlerinin anlaşılması için uygulanırken diğer muayene yöntemleri kaynak parçanın değişik şartlardaki performansını belirlemeye yönelik uygulanırlar. Bu testler ile tespit edilen bazı mekanik özellikler, mukavemet (akma, çekme ve kesme mukavemeti), süneklik (uzama veki daralması cinsinden), tokluk, yorulma davranışı, sürünme davranışı ve korozyon davranışdır.

1.1 Metalografik İnceleme

Rutil kaynak kontrolleri işlemleri arasında yer almakla birlikte, bazı durumlarda kaynak bölgesinde oluşan içyapı ve içyapıların esas malzeme davranışına olan etkisi hakkında bilgi sahibi olmak gerektiğinde uygulanan metalografik inceleme tahribatlı bir malzeme muayene yöntemidir. Değişik metalografik metotlar mevcut olup, bu muayene işlemlerinin yürütülebilmesi için kaynaklı parçadan numune alınarak yüzeyi hazırlanır. Numune genellikle kaynak dikişi kesiti incelenecek şekilde alınır. Numune alma işleminde, özellikle Al-alaşımaları gibi düşük ergime dereceli malzemelerde içyapıda değişimler olmaması için, numunenin ısıdan etkilenmemesi için önlem alınması gerekmektedir.



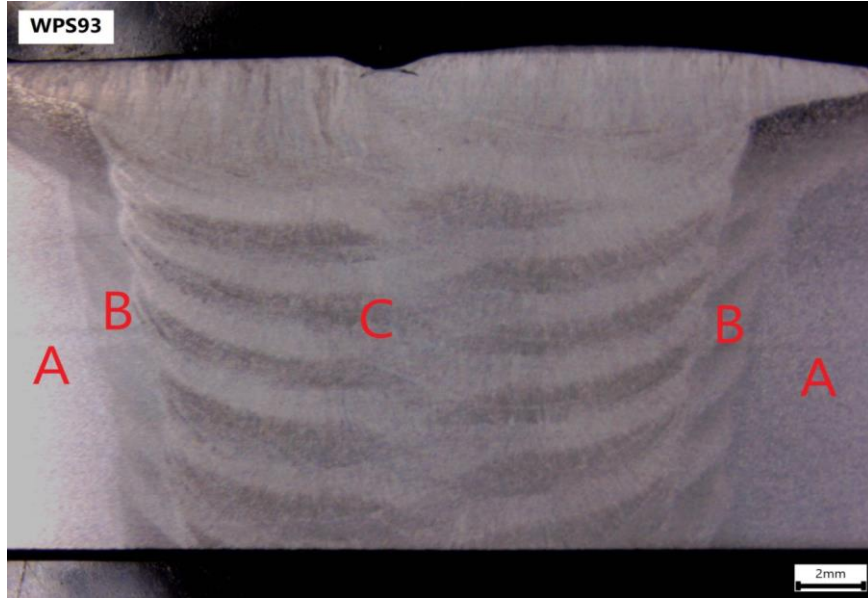
YALOVA ÜNİVERSİTESİ

Yüze yapılacak incelemeye bağlı olarak yalnızca zımparalanır veya zımparalama sonrası parlatılır. Daha sonra yüze dağlanabilir veya dağlama yapmadan incelenebilir. Porozite, çatlak ve inklüzyonlar parlatma sonrası dağlama yapmadan daha iyi gözlenebilir. Ancak optik mikroskop kullanılarak kaynak bölgesindeki iç yapılar incelenmek istendiği takdirde dağlama yapmak gerekir.

Bu incelemeler aşağıdaki hususların tespiti için yapılır:

- a- Kaynağın kusurlu olup olmadığı
- b- Kaynak dikişindeki inklüzyon dağılımı
- c- IEB'nin genişliği
- d- Kaynak dikişi ve IEB içyapısı

Metalografik inceleme makroskopik ve mikroskopik inceleme olmak üzere iki gruba ayrılabilir. Makroskopik inceleme gözle veya maksimum optik mikroskop ile 10 kat büyötmeye kadar olan incelemelerdir. Bu inceleme ile kaynak dikişinin porozite, çatlak veya inklüzyon içerip içermediği, kaynak işleminde gerçekleştirilen nüfuziyet derinliği, kaynak dikiş geometrisi hakkında bazı hususlar tespit edilir.

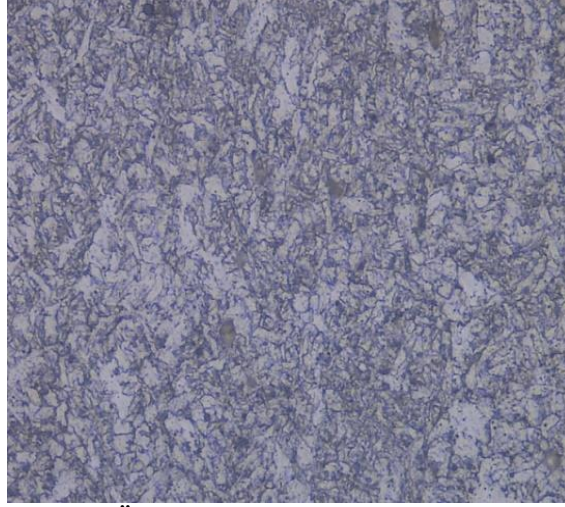


Şekil. 1.1: S355J2+N Çeliğın Rutil Özlü Telle Yapılan Kaynağının Makro Yapı Görüntüsü; a) Ana Metal, b) IEB, c) Kaynak



YALOVA ÜNİVERSİTESİ

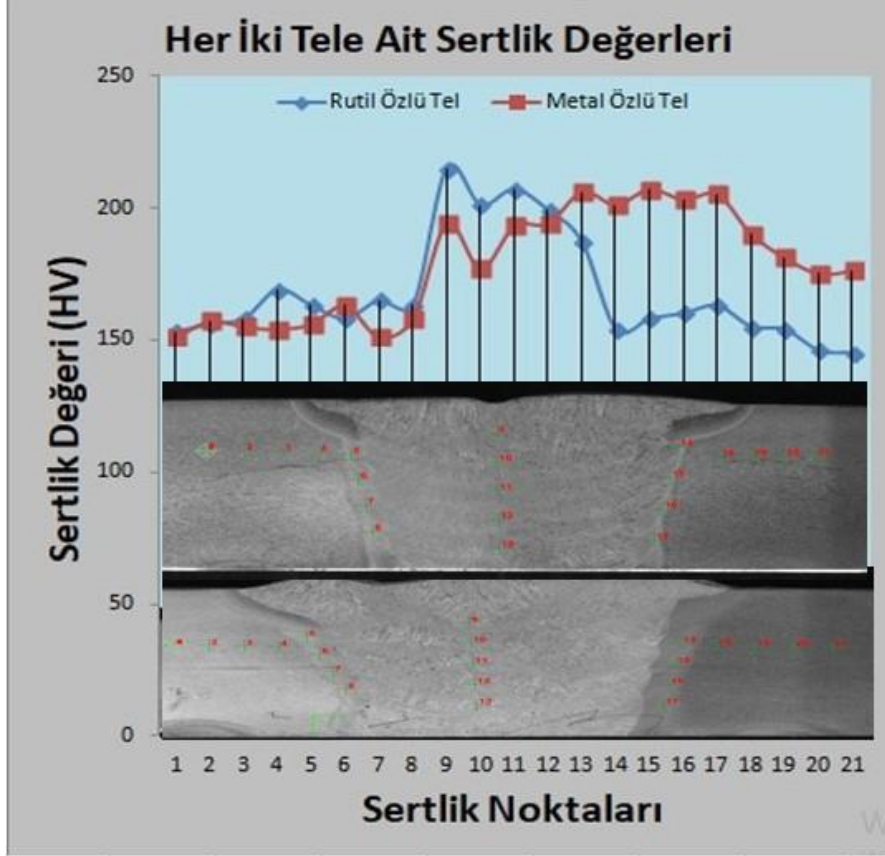
Daya detaylı iç yapı analizleri için mikroskopik incelemeler (50 kat veya daha yüksek büyütme) kullanılarak yapılır. Mikroskopik incelemeler optik mikroskop veya elektron mikroskobu kullanılarak gerçekleştirilir. Mikroskopik incelemeler ile kaynak bölgesinde iç yapıda hangi fazların olduğu, segregasyon oluşup oluşmadığı ve kaynak bölgesinde tane boyutu dağılımı gibi hususlar belirlenebilir. İç yapı analizleri elektron mikroskoplarında EDX analizi gibi yöntemler uygulanarak gerçekleştirilir. Örnek olarak Şekil 1.2'de kaynağın içi yapı görüntüsü görülmektedir.



Şekil 1. 1: S355J2+N Çeliğin Rutil Özlü Tel Kullanılarak Elde Edilen Kaynak Metalinin (WM) Mikro Yapı Görüntüleri

1.2 Sertlik Deneyi

Kaynak kalitesini kontrole yönelik tahribatlı sertlik deneyleri genellikle mikro sertlik deneyleri olup, kaynaklı parçadan alınan numune üzerinde gerçekleştirilir. Bu deneylerde, çok küçük iz bıraktığı ve dolayısıyla lokal sertlik ölçümüne müsaade ettiği için genellikle daha yaygın olarak Vickers mikro sertlik deneyi uygulanır. Bu yöntem ile kaynak bölgesinde oluşan ve çok dar olan değişik iç yapıdaki bölgelerin sertliğinin ölçümü mümkündür. Mikro sertlik ölçümleri numune ebatları küçük ise bakalite veya soğuk kalıplama malzemelerine gömme, numune yeteri kadar büyük ise kalıplamadan zımparalama ve parlatma gibi işlemleri takiben yapılır. Bu ölçümler ile malzemelerin özellikle çeliklerin sertlik değerleri ile mukavemet değerleri arasında doğrusal bir ilişki olduğundan hızlı bir şekilde kaynak bölgesinin mukavemet bölgelerini tahmin etmek mümkündür. Ayrıca, bu deney kaynak bölgesinde meydana gelen metalurjik değişimler hakkında bilgi sahibi olmamızı da sağlar. Örneğin, alaşımlı bir çelikte kaynak bölgesinde yüksek bir sertlik değeri ölçülmesi bu bölgede martenzitik yapı oluştuğunu gösterir. Diğer taraftan, yaşlandırma sertleştirilmesi yapılmış alaşımlarda aşırı yaşlanma ve soğuk şekil verilmiş yapılarda yeniden kristalleşme sonucu IEB'de önemli oranda sertlik düşüşü karşımıza çıkar.



Şekil 1.3. Rutil ve Metal Özlü Tele Yapılmış S355J2+N Parçasının Sertlik Değerleri

Mikrosertlik deneyinde dikkat edilmesi gereken en önemli husus yüzey hazırlamadır. Yüzey düzgün olmalı ve sonucu etkileyecek çiziklerden arındırılmalıdır. Ayrıca, mikrosertlik deneyinde numune üzerinde değişik bölgelerde ve yeterli sayıda sertlik ölçümü almak gerekir. Genellikle Şekli 2'de gösterildiği üzere numune üzerinde esas malzeme içerisinden başlayarak kaynak bölgesi üzerinden diğer taraftaki baz malzeme içerisinden ısıdan etkilenmeyen bölgeye kadar, malzemeye ve kullanılan yüke bağımlı olarak değişen belirli aralıklarla ölçümler alınır. Bu şekilde kaynak kesitindeki sertlik dağılımını gösteren sertlik profilleri belirlenir. Şekil 2'den görüleceği üzere, sertlik profilleri çekme deneyi yapmadan kaynak bölgesinde ana malzemenin mukavemet değerinin ne ölçüde değiştiği hakkında bilgi verir. Çeliklerde sertlik değerlerini mukavemet değerlerine dönüştürmek için kullanılabilir ASTM (American Society for Testing and Materials) tarafından geliştirilmiş dönüşüm tabloları mevcuttur. Bu tabloların kullanımında özellikle homojen bir iç yapıya sahip olmayan kaynaklı parçalarda temkinli olmak gerekmektedir.

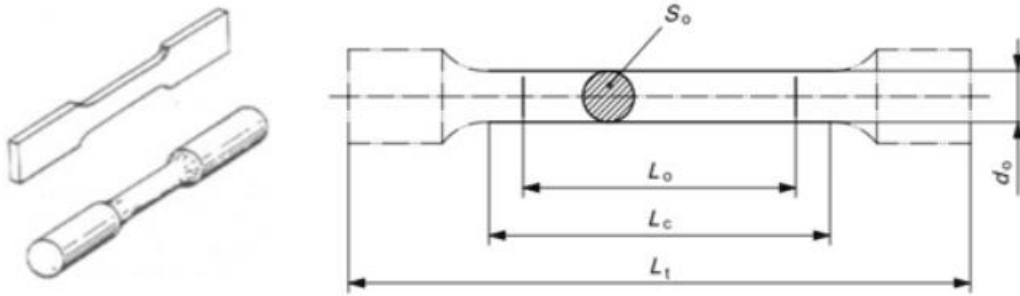


YALOVA ÜNİVERSİTESİ

1.3. Çekme Deneyi

Neredeyse tüm parçaların ve yapı elemanlarının tasarımı, minimum mukavemet esasını göre yapılmaktadır. Birçok uygulamada malzemenin akma mukavemeti o malzemeden yapılacak parçanın çalışma şartlarında dayanabileceği maksimum yükü belirlemektedir. Kaynak işlemi genellikle kaynağı yapılan malzemede metalurjik değişimlere ve dolayısıyla mekanik özelliklerde değişime neden olduğu için kaynaklı parçanın mekanik davranışını (mukavemet ve sünekliğini) belirlemek için çekme deneyi (tensile testing) uygulanır. Kaynaklı parça yanında genellikle baz malzemeden de yeterli sayıda (minimum üç) numune çıkarılarak çekme deneyi uygulanır. Baz malzeme ve kaynaklı parça çekme deneyi sonuçları mukayese edilerek kaynak işleminin mukavemet ve süneklik üzerindeki etkisi tespit edilir.

Kaynaklı parçaların geometrik şekline bağlı olarak silindirik veya yassı (levha şeklinde) numuneler teste edilir. (Şekil 1.4) Kaynaklı parçaların değişik bölgelerinden (Kaynak dikişi ve ITAB) ve değişik konfigürasyonlarda çekme numuneleri çıkarılmaktadır.



Şekil. 1.4: Kaynaklı Parçanın Geometrik Şekline Bağlı Olarak Kaynak Eksenine Dik Yönde Çıkarılan Farklı Çekme Numuneleri

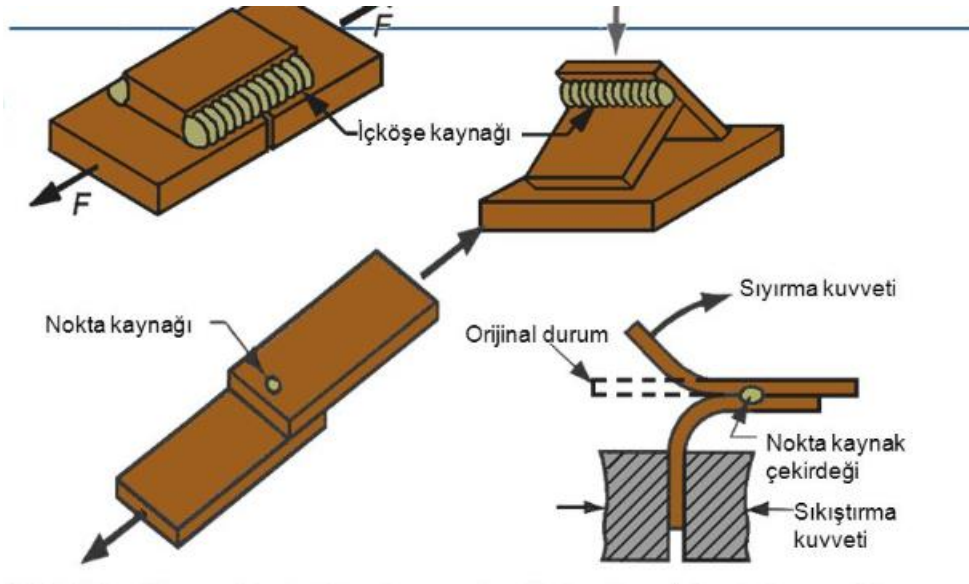
Kaynaklı parçalardan çıkarılan muhtelif çekme deneyi numuneleri şunlardır:

- Kaynak eksenine dik çekme numunesi
- Kaynak eksenine paralel çekme numunesi
- Baz malzeme numunesi
- Kaynak dikişi numunesi
- IEB numunesi

1.4 Kesme Deneyi

Kesme deneyi (shear testing) sadece köşe kaynaklarının kesme dayanımını tespit etmek için kullanılır. Kesme deneyi numunelerinin kaynaklı parçayı temsil etmesi istendiğinden numunelerin kaynağı üretim için kullanılan kaynak şartlarında yapılması gerekmektedir. Genelde enine ve boyuna olmak üzere iki tip kesme deneyi numunesi hazırlanır. Deney sonucunda kesme mukavemeti ve kırılmanın yeri rapor edilir. Kesme deneylerinde ne kadar güvenilir sonuç elde edildiği, numune hazırlama işleminin ne kadar özenli yapıldığına bağlıdır. Örneğin, kaynak kökünde gerilim konstantrasyonuna yol açacak hatalar sonuçları etkileyebilir. Ayrıca, kaynak yüzey pürüzlülüğü ve kaynak yüzeyinde çentik etkisi yapabilecek herhangi başka bir hata da sonuçları etkileyebilir. Bu bağlamda, kesme yapılan yüzeylerdeki pürüzler talaşlı imalatla giderilebilir ve köşeler de biraz yuvarlatılabilir.

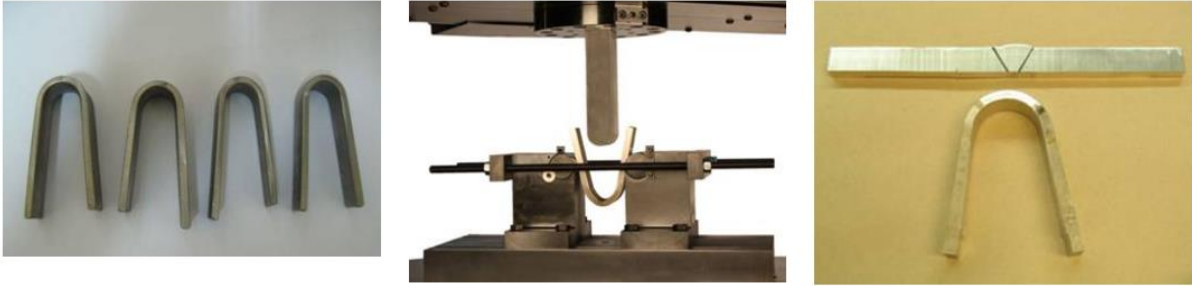
Yukarıda bahsedilen çekme ve kesme deneylerinin yanında kaynakların mukavemetini belirlemeye yönelik geliştirilmiş diğer bazı deney yöntemleri mevcuttur. Bunlardan biri difüzyon kaynaklı numunelere uygulanan kesme deneyidir. Diğer kesme deneyleri arasında çift kenar doldurma kaynağının çekme-makaslama testi, nokta direnç kaynaklı parçalara uygulanan çekme-makaslama deneyi (tensin-shear test) ve soyma (sıyırma) deneyi (peel test) gibi deneyler bulunmaktadır.



Şekil 1.5: Kaynaklara Kullanılan Mekanik testler

1.5 Bükme Deneyi

Bükme deneyi (bend test) kaynaklı parçaların gerek kaynak kalitesi (hatasız olup olmadığı) gerekse de sünekliliği hakkında bilgi veren bir deneydir. Bu deneyde Şekil 1.6'da görüleceği üzere, kaynaklı parça öngörülen bir açığa kadar dar değişik konfigürasyonlarda bükülür.



Şekil 1.6: Kaynaklı Parçanın Bükme Deneyi

Bükme işleminde numunenin dış yüzeyi çekme gerilmelerine maruz kalır. Dış yüzeye etkiyen bu çekme gerilmeleri kaynak bölgesi sünekliliği düşük ise dış yüzeyde çatlama ve kaynak bölgesinde porozite veya kaynaklanmamış bölge var ise bu hataların açılmasına neden olur. Kaynaklı parçada herhangi bir hata mevcut değil ve kaynak bölgesi sünekliliği yeterli düzeyde ise bükme işleminde dış yüzeyde herhangi bir çatlama gerçekleşmez.

Bu deney genellikle iki şekilde yapılabilir. Bunlardan ilki standart çekme cihazlarında üç veya dört nokta bükme deneyi (serbest bükme deneyi), ikincisi ise mandrel kullanılarak yapılan kılavuzlu bükme deneyidir. Bunlardan kılavuzlu bükme deneyi kaynak işleminin uygunluğunun ve kaynakçının yeterliliğinin tespitinde serbest bükme deneyinden daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Bükme numunesi kalınlığı genellikle kaynaklı parçanın levha kalınlığı alınır. Ancak levha kalınlığının 38 mm'li geçtiği veya mandrel genişliğinden büyük olduğu durumlarda kaynaklı parça birden fazla numuneye ayrılarak test edilmelidir.

Kılavuzlu bükme deneyi numuneleri kaynak eksenine dik bükme numunesi olmak üzere iki tip olabilir. Bunlardan kaynak eksenine dik bükme numunesi Şekil 1.6'da gösterilmektedir. Kaynak eksenine paralel bükme numunesi ise genellikle farklı malzemelerde yapılan kaynağın kalitesini kontrol etmek için kullanılır. Bu tip numune ile yapılan testte üç farklı bölgede (ana malzeme, kaynak dikişi ve IEB) aynı anda ve eşit miktarda uzama gerçekleşir. Bu şekilde, farklı bölgelerde farklı özelliklerden dolayı numune boyunca oluşabilecek heterojen bükülme olayı minimize edilir. Ancak bu tip numune kullanıldığında dikkat edilmesi gereken bir husus, kaynak dikişinde olabilecek kaynak eksenine paralel porozite gibi hatalar üzerine etkiyecek, gerilmelerin çok yüksek olmayacağı ve dolayısıyla çatlama oluşmayabileceğidir. Kaynak eksenine dik bükme numuneleri (transverse bende specimens), yüzey bükme (kaynak yüzeyi içte), kök bükme (kaynak kökü içte) ve yan bükme (kaynak kesidi üstte) olacak şekilde üç tip olabilir. Yan bükme numuneleri özellikle levha kalınlığı 10 mm'nin üzerinde olduğu



YALOVA ÜNİVERSİTESİ

durumlarda tercih edilir. Bu numune test edildiğinde kaynak kesitinin tamamı gerilmeye maruz kalır. Dolayısıyla bu numune, yüzey bükme veya kök bükmede yüzey bükme veya kök bükmede açılmayan özellikle levha kalınlığının merkezindeki kaynak hatalarının açığa çıkarılmasında faydalıdır. Kaynak bölgesi ile ana malzemenin mukavemet değerleri birbirinden çok farklı ise kaynak eksenine dik bükme numunelerinin bükme testinde sağlıklı sonuçlar alınamayabilir. Kaynak bölgesinin mukavemeti esas malzeme mukavemetinden çok yüksek ise (strength overmatching) kaynak bölgesinde plastik şekil değişimi olmaz, ana malzeme plastik şekil değiştirilerek bükülür. Bu durum, kaynak bölgesi mukavemeti esas malzeme mukavemetinden çok düşük ise (strength undermatching) daha da karmaşıktır. Kaynak bölgesi plastik şekil değiştirirken baz malzeme elastik bölgede olacağı için kaynak bölgesinde hata olmasa da maksimum süneklik değeri aşıldığı için bu bölgede kırılma gerçekleşebilir ve deneyden sağlıklı sonuç alınamayabilir. Dolayısıyla, baz malzeme ile kaynak bölgesi mukavemet değerlerinin çok farklı olduğu durumlarda özellikle serbest bükme deneylerinde kaynak eksenine paralel bükme numuneleri tercih edilmelidir.

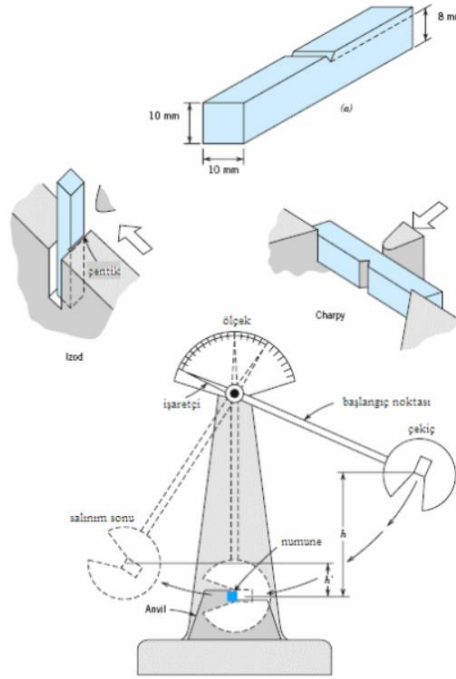
1.6 Kırılma Tokluğu Deneyleri

Kırılma tokluğu, çatlak ilerlemesine malzemenin gösterdiği direnç olarak tanımlanır. Çatlak ilerlemesi enerji gerektirir. Parçanın kullanımı esnasında çatlak ilerlemesi için gerekli itici güç, malzeme bünyesindeki depolanmış elastik deformasyon enerjisidir. Kırılma tokluğu deneylerinde (fracture toughness tests) ise çatlak ilerlemesi için gerekli enerji test cihazı tarafından sağlanır. Akma noktalarının altında aynı gerilme/akma mukavemeti oranlarında yüklenen yüksek mukavemetli malzemelerde düşük mukavemetli malzemelerden daha yüksek miktarda elastik deformasyon enerjisi depolanır. Dolayısıyla, aynı çatlak boyutunda iki malzemeden yüksek mukavemetli olanın çatlak ilerlemesinin gerçekleşmemesi için düşük mukavemetli olan malzemeye oranla daha yüksek tokluğa sahip olması gerekir. Kırılma tokluğu analizleri, hangi şartlarda mevcut bir çatlağın büyümeye başladığını veya büyümekte olan bir çatlağın hapsedileceğini tespit etmek amacıyla yapılır. Eğer, Malzemenin kırılma davranışına bağlı olarak lineer-elastik veya elastik-plastik kırılma mekaniği analizleri yapılır. Eğer, bir malzeme kırılmadan önce çok az plastik deformasyon gösteriyorsa, diğer bir deyişle gevrek kırılma gösteriyorsa, kırılma mekaniği analizlerinde düzlemsel deformasyon kırılma tokluğu (K_{IC}) değeri kullanılır. Fakat malzeme kırılmadan önce önemli oranda akma gerçekleşiyorsa elastik-plastik kırılma mekaniği analizi yapılmalıdır ve bu analizler için J-eğrisi ve CTOD (veya α) gibi kırılma tokluğu ölçümleri gerekir.

Kırılma tokluğu deneyleri kırılma mekaniği analizlerinde kullanılmak (gerilim-çatlak ilişkilendirilmesi yapmak) üzere data elde etmek, gevrek sünek geçiş sıcaklığını tespit etmek ve kaynak konstrüksiyonlu üretimlerde kalite kontrol yapmak gibi amaçlarla uygulanan testlerdir. Bu testler üç kategori incelenebilir. Bunlar: a-) çatlak ilerlemesine direncin belirlenmesine, b-) sıfır süneklik geçiş sıcaklığının tespitine ve c-) kalite kontrolüne yönelik olan kırılma tokluğu deneyleridir. Yaygın olarak uygulanan kırılma tokluğu Charpy çentikli darbe deneyi, düzlemsel deformasyon kırılma tokluğu (K_{IC}) deneyleri, dinamik yırtılma deneyi ve sıfır-süneklik geçiş sıcaklığı deneyidir. Aşağıda bu deneyler hakkında bilgi verilmektedir.

Charpy Çentikli Darbe Deneyi: Charpy çentikli darbe deneyi (Charpy V-notch impact test) numuneleri çatlak ihtiva etmezler, bu numunelerde yalnızca çentik açılır. Dolayısıyla, daha kolay ve ekonomik olup, ürün kalite kontrolü amaçlı daha yaygın kullanılmaktadır. 1905 yılında, çeliklerin sünek-gevrek kırılma geçiş sıcaklığı aralığında kırılma davranışları üzerinde çentiklerin etkisini tespit etmek için geliştirilmiş olan bu deney, günümüzde çeliklerin kalite kontrolünde yaygın olarak uygulanmaktadır.

Bu deneyde, numuneyi kırmak için sarkaç şeklinde bir çekiç kullanılır. Şekil 1.7 deney düzeneğini şematik olarak göstermektedir. Numune istenilen sıcaklığa getirilip (ısıtılarak veya soğutulularak) test cihazına yerleştirilir ve birkaç saniyede kırılır. Cihazın kadranından numuneyi kırmak için harcanan enerji miktarı okunur. Bu kırma enerjisi tokluğun bir ölçüsü olarak kabul edilir. Deney sonuçları arasında farklılar olabileceği için en az üç numune aynı şartlarda test edilir ve ortalama tokluk değeri ile en düşük değer rapor edilir. Bu deney metodu özellikle gemi inşaatı gibi uygulamalarda kullanılan çeliklerin sünek gevrek geçiş sıcaklığının belirlenmesinde kullanılmaktadır.



Şekil 1.7: Charpy Çentikli Darbe Deneyinin Yapılışının ve Deney Numunesinin Şematik Gösterimi



YALOVA ÜNİVERSİTESİ

1.7 Yorulma Deneyi

Yorulma, bilindiği gibi dinamik yükler altında malzemelerin zamanla hasara uğramasıdır. Parçanın maruz kaldığı yükler zamanla değişiyor veya dalgalanıyorsa ve gerilme aralığı ne kadar geniş ise parça o kadar kolay yorulur ve bu şartlarda parçaya etki eden maksimum gerilme parçanın akma dayanımının altında bile olsa yeterli süre sonunda yorulma gerçekleşir. Kaynaklı parçalardan dinamik yük altında çalışacak olanlarda yorulma önem arz eder. Bu tür kaynaklı parçaların çalışma şartlarında maruz kalacağı dinamik yükler altında ne sürede hasara uğrayacağına bilinmesi gerekmektedir. Kaynaklı parçaların çalışma şartlarında maruz kalacağı dinamik yükler altında ne sürede hasara uğrayacağını bilinmesi gerekmektedir. Kaynaklı parçaların yorulma davranışlarını belirlemeye yönelik yapılan yorulma deneyleri (fatigue test) kaynaklı metalik parçalar için geliştirilen yorulma deneylerine benzemektedir. Bu konuda, detaylı bilgi için ilgili literatür tavsiye edilmektedir. Kaynak performansını belirlemeye yönelik gerçekleştirilen yorulma deneylerinde hem baz malzeme hem de kaynaklı parçadan çıkarılan numuneler test edilip sonuçları mukayese edilerek kaynak işleminin baz malzeme yorulma davranışını nasıl etkilediği tespit edilmeye çalışılır.

Kaynaklı parçalarda, yorulma davranışını etkileyen en önemli husus kaynak profilinin geometresi, diğer bir deyişle kaynak bölgesinde çentik etkisi oluşturulabilecek girinti ve çıkıntılarının bulunup bulunmamasıdır. Birçok kaynak uygulamasında bu tür kusurlar söz konusu olup, yorulma dayanımını olumsuz olarak etkilemektedirler. Yorulma şartlarında çalışacak kritik kaynaklı parçalarda bu sorunu ortadan kaldırmak için sıkça başvurulan bir önlem kaynak profilini düzeltmek amaçlı rütuj kaynağı (kozmetik paso çekme işlemi uygulamasıdır).

1.8 Sürünme Deneyi

Sünme veya sürünme, yüksek sıcaklıklarda sabit yük altında malzemelerin zamanla hasara uğramasıdır. Yorulma deneyinde bahsedildiği gibi, kaynaklı parçalara uygulanan sürünme deneyleri (creep tests) de metalik malzemeler için geliştirilen sürünme deneylerinin benzeridir. Bu konuda detaylı bilgi için ilgili literatüre başvurulması tavsiye edilir.

Kaynak performansını belirlemeye yönelik gerçekleştirilen sürünme deneylerinde genellikle hem baz malzeme hem de kaynaklı parçadan çıkarılan numuneler test edilip sonuçları mukayese edilerek kaynak işleminin baz malzeme sürünme davranışını nasıl etkilediği tespit edilmeye çalışılmaktadır. Unutulmaması gereken bir husus, sünme yüksek sıcaklıklarda gerçekleşen bir şekil değiştirme olayı olduğu için sadece yüksek sıcaklıklarda kullanılacak kaynaklı parçalara bu deney uygulanır.



YALOVA ÜNİVERSİTESİ

1.9 Korozyon Deneyi

Kaynaklı parçalarda sıkça uygulanan bir başka deney korozyon deneyi (corrosion tes) dir. Bunun nedeni, özellikle ergime kaynaklarında kaynak bölgesinde kaynak işleminden dolayı farklı mikro yapılara sahip değişik bölgelerin oluşması, dolayısıyla korozyon davranışının bu bölgelerde farklılık arz etmesidir. Ayrıca farklı iç yapıya sahip bu bölgeler bazı durumlarda korozyon pili oluşturarak korozyonu hızlandırabilir. Genellikle, kaynak parametreleri optimize edilerek veya uygun ilave tel seçimi yapılarak kaynaklı parçanın korozyon direnci artırılmaya çalışılır.

Kaynaklı parçalarda karşılaşılan korozyon genellikle iki tiptir. Bunlardan ilki, baz malzeme ve kaynak bölgesinin tamamında oluşan üniform veya genel korozyon. İkincisi ise, kaynak bölgesinde tercihli olarak belirli bölgelerde oluşan bölgesel korozyondur. Bazı durumlarda bu iki tip korozyon aynı anda gerçekleşebilir. Ayrıca, herhangi bir kaynaklı parçanın kaynak bölgesinde tanelerarası korozyon veya oyuklanma korozyonu da oluşabilir. Kaynaklı bir parçanın korozyon davranışını belirleyen birçok faktör bulunmaktadır. Bu faktörler;

- 1) Baz malzeme ve kaynaklı dikişinin kimyasal kompozisyonu ve içyapısı,
- 2) Kaynak yöntemi (özellikle atmosferden koruma yöntemi),
- 3) Test edilen kaynaklı numunenin ebatları (özellikle numunenin kaynaklı parçanın neresinden çıkarıldığı),
- 4) Korozif ortamın kompozisyonu ve sıcaklığı,
- 5) Deneyde kullanılan elektrik sistemi gibi parametrelerdir.

Kaynaklı parçalara uygulanan deneyler metalik malzemeler için geliştirilmiş korozyon deneyleri olup detaylı bilgi için ilgili literatür tavsiye edilir. Bu deneylerde, deney şartları mümkün mertebe uygulamadakinin aynısı veya benzeri olmalıdır. Genellikle, hem baz malzeme hem de kaynaklı parça deneye tabi tutularak sonuçlar mukayese edilmektedir. Kaynaklı parçaların korozyon deneylerinde dikkat edilmesi gereken önemli bir husus, her deney ile tespit edilebilecek korozyon türü sınırlıdır. Örneğin, ağırlık kaybı metodu oyuklanma veya tanelerarası gibi seçici korozyon türlerinin tespit edilmesinde yeterli değildir. Dolayısıyla, her durum için uygun korozyon deneyinin belirlenerek tatbik edilmesi gereklidir.

Kaynak: **Gürel, Ç.** (2020). Kaynak bilimi ve teknolojisi, Kitap, Yayın evi: Nobel, Yayın no: 2963.