

GEDİK EDUCATION FOUNDATION WELDING TECHNOLOGY EDUCATION, RESEARCH AND TESTING INSTITUTE

INTERNATIONAL WELDING TECHNOLOGY'96 SYMPOSIUM



96
96
96

GEDİK EĞİTİM VAKFI

KAYNAK TEKNOLOJİSİ EĞİTİM, ARAŞTIRMA
VE MUAYENE ENSTİTÜSÜ

ULUSLARARASI KAYNAK TEKNOLOJİSİ '96 SEMPOZYUM BİLDİRİLERİ

15 - 16 - 17 MAYIS 1996

15 - 16 - 17 MAY 1996

GEDİK EĞİTİM VAKFI

Ankara Cad. No: 28 81520
Şeyhli - PENDİK
İSTANBUL / TURKEY
Tel : (90-216) 378 50 00 (PBX)
Fax: (90-216) 378 21 24

KAYNAKLI YAPILARDA UYUMSUZ OLUŞUM UN = (MIS MATCHING) ÖNEMİ

İrfan AY *

ÖZET

Kaynaklı birleştirmelerde, ana metal, kaynak metal ve ısı etkisi altındaki alan (IEA)'ın mekanik özellikleri birbirlerinden farklıdır. Bu farklı oluşumun = (mis-matching) kaynaklı yapının işletme esnasındaki performansına, ömrüne ve kırılma davranışı üzerine etkisi vardır. Kaynaklı yapılardaki bu uyumsuz oluşum, homojen malzemeler için geliştirilmiş olan kırılma tokluğu test yöntemlerinin kullanımında bir takım parametrelerin gözönüne alınmasını gerektirir.

The mechanical properties of base metal, weld metal and heat affected zone in welded joints are different from each other. This differences occurring in welded joints effect on the structural performance, life and fracture behaviour of the joint. The strength mis match in welds must be taken account of various parameters as using to the fracture toughness test methods which are developed for homogen materials.

1. GİRİŞ

Genellikle tüm kaynaklı birleştirmelerde ortak bir özellik vardır. Kaynak bölgesi, kaynak metalini, ısı etkisi altında kalan alanı (IEA) ve ana metali içerir. Bu bölgenin üçü de tamamen farklı tarzda oluşur. Farklı kimyasal analizlere, ısı işlemlere ve mikro yapılara sahip olduğundan farklı mekanik özellikler göstermeleri de doğaldır. İşte kaynaklı yapının bu bölgelerindeki farklı oluşuma UYUMSUZLUK = (mis-matching) adı verilir. Kaynaklı yapının bütünü gözönüne alındığında, bu uyumsuz oluşum, yapının işletmedeki performansını, ömrünü ve kırılma davranışını etkileyecektir (1).

Kaynaklı yapıda, kaynak metalinin akma mukavemeti ile ana metalin akma mukavemetinin farklı olması, mukavemet açısından UYUMSUZLUK olarak tanımlanursa; ($M = \sigma_{ak(W)} / \sigma_{ak(B)}$) oranına da *mukavemet açısından uyumsuzluk oranı* denir. Genellikle mühendislik pratiğinde kaynak metalinin akma mukavemetini, ana metalin akma mukavemetinden daha yüksek değerde tutmak genel uygulamalardan birisidir. Bunun anlamı ($M = \sigma_{ak(W)} / \sigma_{ak(B)} > 1$) demektir. Kaynaklı yapının bu durumuna *"over matching = aşırı uyumlu"* kaynaklı birleştirme diyebiliriz. Kaynak metal bölgesi, uygulanan yükmeden doğacak olan kusurlara ve çatlaklara koruyuculuk işlevini gördüğü için böyle bir uygulamaya gidilir. Bazen de kaynak metalinin akma mukavemeti, ana metalin akma mukavemetinden daha düşük olabilir. Bunun anlamı ise ($M = \sigma_{ak(W)} / \sigma_{ak(B)} < 1$) demektir. Kaynaklı yapının bu durumuna *"under matching = uyum altı"* kaynaklı birleştirme diyebiliriz.

Yukarıdaki açıklamalardan da görüleceği gibi mukavemette uyumsuzluk oranı M, kaynaklı yapıyı etkileyecek olan çok önemli parametrelerden birisidir (2).

2. KAYNAKLI BİRLEŞTİRMEDE MEKANİK ÖZELLİKLER

Kaynaklı birleştirmeler önemli ölçüde inhomojen yapılardır. Mikroyapı, kaynak metalinde, ısı etkisi altında kalan alanda (IEA) ve ana metalde farklılık gösterir. Kaynaklı yapının tümü gözönüne alındığında, yapının bütününe ait akma mukavemeti her bir kesitte ölçülen değerlerin ortalamasının alınmasıyla elde edilir. Bu işlemi yaparken de, tatbik edilen yükün yönü ve farklı bölgelerin kalınlıkları gözönüne alınmalıdır. Kırılma davranışın kontrolü ise, lokal mikroyapı, çatlakın ucu, çatlak ucunu zorlayan kıvrım ve yükleme şartları tarafından gerçekleştirilir.

2.1. Çekme Özellikleri

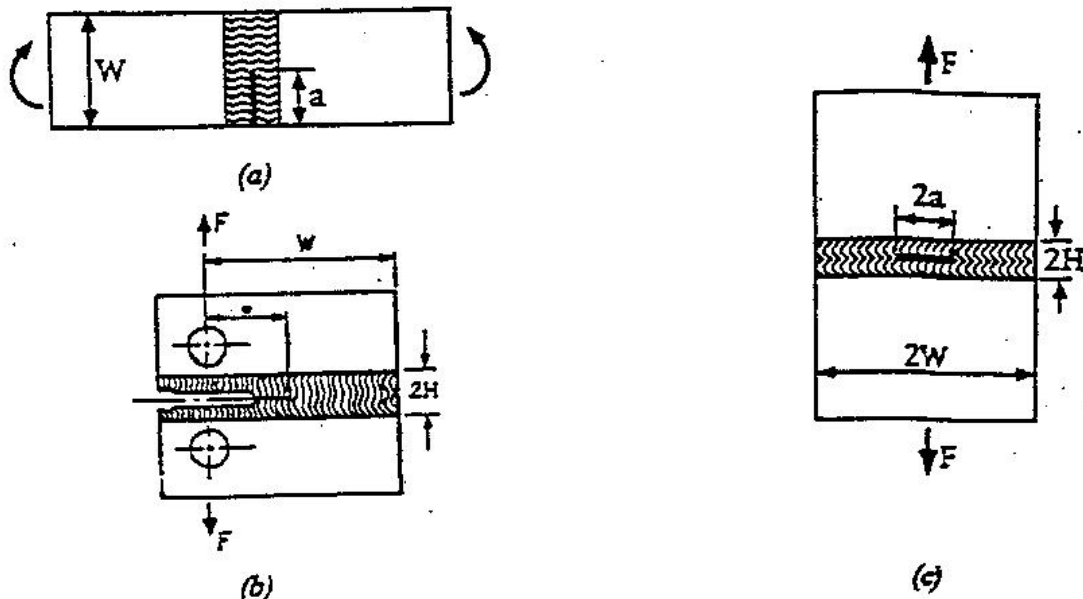
Kaynaklı parçanın farklı yapılara sahip bölgesinin çekme özelliklerini tesbit etmek için, yapının uygun yerinden alınmış numuneler kullanılır. Bu numuneler küçük skalalı çekme cihazlarında test edilir. Bazen numune kesitine göre ortalamadan sapma değerlerin elde edilebileceği de unutulmamalıdır. Çekme testinden;

- Akma mukavemeti (σ_{ak})
- Deformasyon sertleşme üsteli (n_w, n_B)
- Çekme mukavemeti (σ_B)
- Elastiklik Modülü (E)
- %(ϵ) uzama

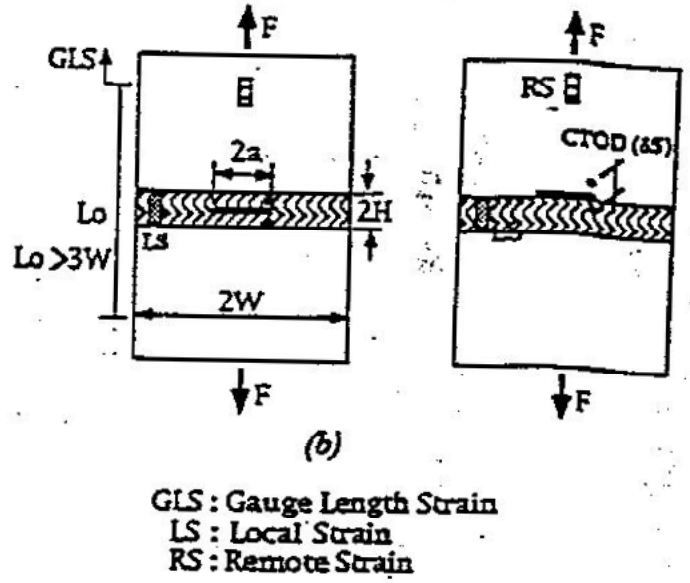
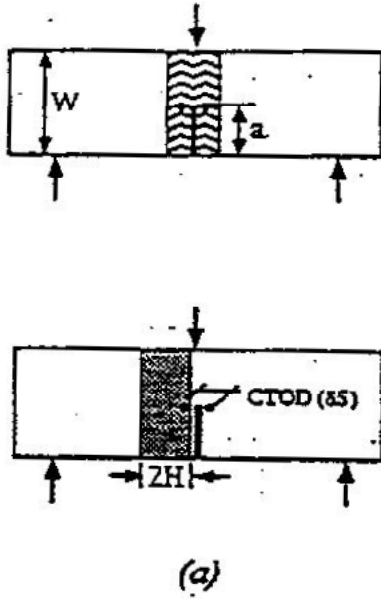
özellikleri elde edilir. Kaynaklı yapının ısı etkisi altındaki bölgesinin (IEA) çok dar olması ve mikroyapısının hızlı değişmesi sebebiyle, küçük skalalı test cihazlarında bu bölgenin çekme özelliklerini elde etmek gerçekte pratik olmamaktadır. Bunun yerine sertlik testlerinden giderek akma (σ_{ak}) ve çekme (σ_B) mukavemetlerini hesaplamak çok daha pratiktir (3).

2.2. Kırılma Tokluğu

Kırılma Mekaniğinde, kırılma tokluğu testleri genellikle, standart bir ön çatlak açılmış üç noktadan eğme numunesi ve compact çekme numuneleriyle yapılır. Sıkça kullanılan bir diğer numune şekli de geniş plaka numuneleridir (Bak Şekil 1).



Şekil 1. Kaynak metalinin ortasına ön çatlak açılmış a) üç noktadan eğme numunesi b) compact çekme numunesi c) geniş plaka numunesi



GLS : Gauge Length Strain
 LS : Local Strain
 RS : Remote Strain

Şekil 3. Kırılma analizinde kullanılan 2 tip numune için CTOD ölçümü görüntüsü

3b) J_{IC} - Kritik (J) integrali testlerinde;

Homojen malzemelerin kırılma tokluğu testi, yük-yükleme noktasındaki yerdeğişim eğrisi kullanılarak ;

$$J = \frac{\eta \cdot U}{W \cdot (B - a)}$$

(Denklem 1)

bağıntısından hesaplama yapılmaktadır. Burada;

U : Yük-yer değişim eğrisi altındaki alan

W : Numune yükseklięi

B : Numune kalınlığı

a : Çatlak derinlięi

η : Boyutsuz faktör (Standart derin çentikli numune geometrilerinde 2 olarak alınır)

Yukarıdaki (Denklem 1) bağıntıdan elde edilen değer eğri altında kalan alana eşdeğer, yapılan işe eşittir. Bu eğri, çatlak ucunu zorlayan kuvvete katkı sağlayan strainleri (deformasyonları) de içerir. Oysa uyumsuz oluşum gösteren kaynaklı birleştirmeler için çizdirilen yük-yer değişim eğrilerinden yararlanarak yapılan J_{IC} hesabında ciddi hatalar yapma olasılığı vardır. Çünkü heterojen yapılarda doğan deformasyonlar, çatlak ucunu zorlayan kuvvetle ilgili olmayabilir.

Uyumsuzluk oluşumu gösteren kaynaklı birleştirmelerin kırılma davranışını tam anlamıyla incelemek istersek, yalnızca mukavemet açısından uyumsuzluk oranını ($M < 1$, $M = 1$, $M > 1$) esas almak yetmez. Bu, olayı aşırı basite indirgemek olur. Ayrıca, kaynak metali ve ana metalin deformasyon sertleşme üsteli (n_w, n_s) gibi mekanik özelliklerin yanında, kaynak metalinin genişliği ($2H$), çatlakın yeri ve $2H/(W-a)$ oranı gibi geometrik faktörlerin de kırılma davranışı analizlerinde dikkate alınması gerekir (4).

SONUÇ

Uyumsuzluk oluşumu gösteren kaynaklı birleştirmelerde daha güvenilir bir kırılma analizi yapmak için aşağıdaki çalışmalara ihtiyaç vardır.

1) Standart kırılma tokluğu test yöntemleri olan CTOD ve J integralinde bazı parametrelerin verilerek açığa kavuşturulması gerekir. Bu parametreler M , $2H/W$, $a/2H$, $(W-a)/2H$ vs. dir.

2) Lokal ölçüm olarak CTOD (δ_s) tekniğinin daha faydalı ve kullanışlı olduğu ispatlanmalıdır.

3) Şimdiye kadar çoğunlukla dikdörtgen kesitli numunelerle tokluk incelemeleri yapılmıştır. Farklı geometrilerin de etkisi araştırılmalıdır.

4) Uyumsuzluk oluşumu gösteren kaynaklı yapılarda etkili olan parametreler birden fazladır. Bu nedenle kompleks olan problemlerden geniş çözümlere ulaşmayı ummak yerine, aşırı koruyuculuğa kaçmadan, emniyetli sonuçlara ulaşacak hesaplamalar yapılmaya çalışılmalıdır.

5) İyileştirilmeye çalışılan standart ve geleneksel tokluk ölçüm yöntemleri deneysel ve analitik yöntemlerle (sonin elemanlar yöntemi gibi) desteklenmelidir.

KAYNAKÇA

- 1-) Koçak, M.
Schwalbe, K.H. "Fracture of Weld Joints, Mis-Match Effect" IIW Doc. X-F-003-94, April 1994
- 2-) Deneys, R.
Koçak, M. "CTOD and wide Plate testing of welds with particular emphasis on mis-matched welded joints" GKSS94/E/69. 1994
- 3-) Burdekin, F.M.
Koçak, M.
Schwalbe, K.H.
Deneys, R. "Significance of Strength mis-match in welds-summary of a round table discussion" Ibid, ref, 17, pp 103-114, GKSS 194/E/39. 1994.
- 4-) Hornet, P.
Koçak, M.
Cornec, A.
Hao, S.
Petrovski, B.
Schwalbe, K.H. "Effecth of weld metal mis-matching on defect assessment proceduses" GKSS 94/E/71. 1994