

Lehimli birleşmelerde hatalar

Yrd. Doç. Dr. İrfan AY
Uludağ Üniversitesi Müh.Fak. Balıkesir
Arş. Gör. Ergun ATEŞ
Uludağ Üniversitesi Müh.Fak. Balıkesir

Lehimli birleştirmeler, demir esaslı ve hafif metallerin birleştirilmesinde çok geniş şekilde kullanılmaktadır. Bu tip birleştirmelerde (inclusion) lar, porozite, eksik lehimleme ve korozyon ana hata nedenleridir. Bu yazıda hata kaynakları anlatılmış, işlemlerden örnekler verilmiş, araştırma sonuçları irdelenerek tavsiyelerde bulunulmuştur.

Brazings are used to join a wide variety of ferros and nonferros light alloys metals. The basic causes of failures of brazed joints are inclusions, porosity, incomplete brazing and corrosion. In this paper, some practical examples have been given and recommendations proposed upon examinations of conclusions of studies.

Lehimli birleşme, lehimlenecek ana malzemelerin katılma sıcaklığının altında, dolgu (lehim) malzemelerinin ergime sıcaklığına (yaklaşık 427°C) getirmekle yapılır. Lehim malzemesi 450°C den daha alçak sıcaklıkta eriyorsa yumuşak lehim, daha yüksek sıcaklıkta eriyorsa sert lehim denir.(3). Dolgu metali, lehimlenecek yüzeylerin en ince noktasına kadar nüfuz ettirilmelidir. Lehimleme, demir esaslı malzemelerin ve hafif metallerin birleştirilmesinde geniş bir şekilde kullanılır.

Lehimlemede görülen hatalar, lehimleme yöntemine (ırında, hamlaçla indüksiyonla, rezistansla) bakılmaksızın değişik metal ve bileşiklerin de benzerlikler gösterir. Lehimleme hatasının çokluğu veya azlığı, metallerin lehimlenebilme yeteneğinin farklı olmasındandır.

Düşük "C" lu çelikler, Cu ve Cu alaşımları (Bu alaşımların yüksek oranda Pb içerenleri hariç) genellikle çok kolay lehimlenebilirler. Paslanmaz çelikler ve ısıya dayanıklı çelikler lehimlenmesi zor metaller

arasındadır. Lehimlenme yeteneği az olursa, birleşme zayıflar. Resim 1'de de görüleceği gibi paslanmaz çelik ve ısıya dayanıklı çeliklerde lehim alaşımının etkinliği, sıvı metal gevrekliğinden dolayı çatlama ile son bulabilir.

Lehimin zayıf olmasına neden olan etkenler şunlardır,

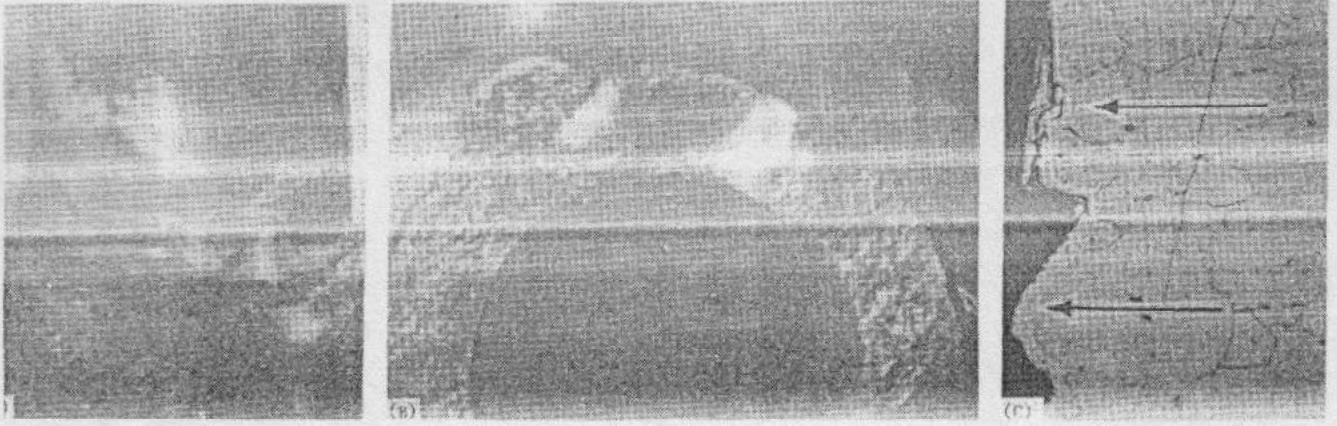
1- *Inclusion*'lar: Özellikle ana malzeme yüzeyindeki oksit, sülfür, nitrit gibi inclusion'lar dolgu metalinin eriyiğine karışarak zayıf bağ oluşumuna, düşük dayanıma neden olurlar. Ayrıca, dolgu metalinin kendisi, lehimlenecek yüzeylerin aşırı gevşek aralıkta olması ve uygun olmayan ısıtma'da inclusion oluşturarak zarar verebilir.

2. *Porozite*: Ana nedeni ; Lehimden önce metal yüzeylerinin temizlenmemesidir. Ayrıca dolgu metalinin düşük buharlaşma derecesine sahip olmasında meydana gelebilir. Mikroporozite ise dolgu metalinin büzülmesindedir. Hızlı soğuma genel porozite sebebidir(2).

3. *Eksik Lehimleme*: Bu durumda, birleşen yüzeyler dolgu metali ile tam olarak örtülmez ve bağ oluşmaz. Çünkü yüzey temizliği iyi yapılmamışsa, ısı yetersiz ve oksitlenme sonucu koruyucu sıvı veya gaz kaybolmuşsa ve çok fazla lehim aralığı bırakılmışsa dolgu metalinin kılcal hareketliliği (Akıcılığı) zayıflar ve eksik lehimleme doğar.

4. *Aşırı Alaşımlama*: Ana metalin dolgu malzemesi ile aşırı alaşımlanması demek, dolgu metalinde veya ana metalde değişik amaçlar için alaşım elementlerinin gereğinden fazla bulunmasıdır. "C" lu ve düşük alaşımlı çelik malzemelerde lehimlenme, eğer dolgu metalinde önemli miktarda P ve Arsenik varsa, gevrek bir birleşim formu doğar. Çu alaşımlarında ise makinada işlemeyi kolaylaştırmak için katılan Pb, tellurium ve sülfür gibi ergime derecesi düşük elementler katılmış ise, lehimlemede sıcak çatlama karşı hassas bir durum meydana gelir. Pirinçlerin % 3 Pb içerenlerinde lehimleme zayıf, % 5'den fazla Pb içeren pirinç'ler ise lehimlenmemelidir.

5. *Ara Yüzey Korozyonu*: Eğer ferritik ve martenzitik paslanmaz çeliklerin hiç yada çok az Ni içerenleri, lehim yapılacak yüzeylerine sıvı şeklinde pasta kullanarak Ni-Serbest Gümüş içeren dolgu metali ile lehimlenirse nem ortamında ara yüzey korozyonuna karşı hassaslaşırlar. Bunun için Ni ve Sn içeren dolgu metali kullanılmalı, lehim koruyucu ortamda yapılmalıdır.



Şekil 1: Erimiş lehim malzemesinin etkisiyle sıvı gevrekliği oluşmuş ve yorulma kırılmasıyla da hasara uğrayan sprej manifold borusu.

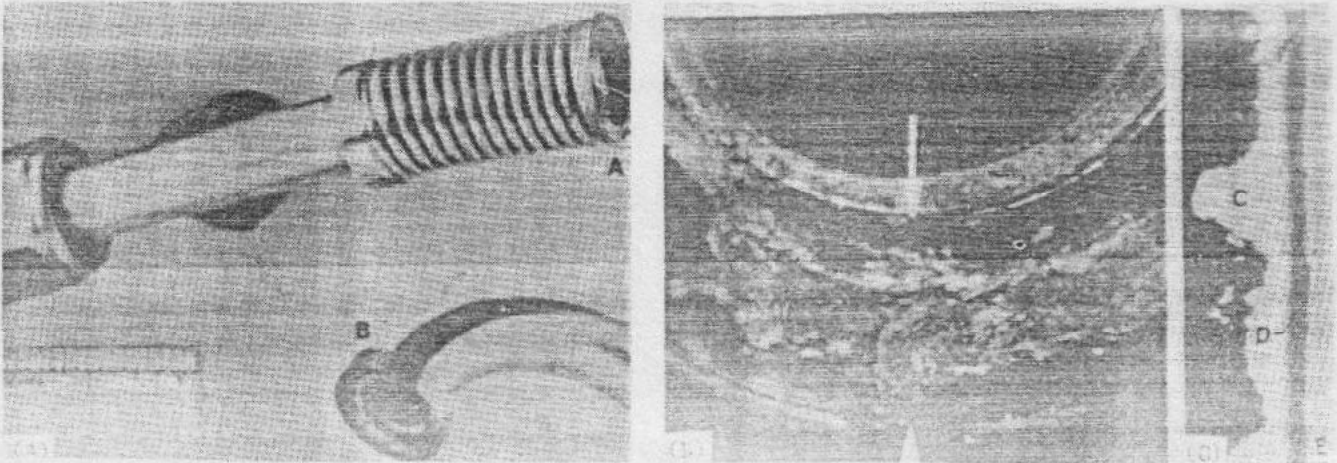
- a) Manifoldun kırılan kısmı.
b) Oklar arasındaki renksiz bölge, kırılma orijin bölgesi.

Aşağıda lehimli birleşmelerde rastlanan hatalara ait örnekler görülmektedir, Resim-2'de 321 tipi paslanmaz çelikten yapılmış bir radar soğutma sistemi parçası AWS B Ag-1 tipi dolgu metali ile pasta (flux) sürülerek lehimlenmiştir. Uzun süre depo'da kalan bu parça, monte edilmek üzere çıkartılıp takılırken, lehim yapılan kısımdan çok az darbe ile kırılmıştır. Nedeni araştırılmak için incelendiğinde kırılan yüzeylerin mat görünüşlü olduğu, lehim ve pastadan doğan oksit kalıntıları ile örtülü olduğu görüldü. Bu kalıntılar analiz edildi ve % 10 Ag ve Cu, % 0,5-10 Cd ve Zn ve çok düşük oranlarda % 0.01-0.5 Bor bulundu. Resim 2b ve 2c de dolgu metalinin kapağın iç kısmına aktığı görülmektedir. Bu akma ile

c) 100 X büyütme, tane sınırları boyunca (Okların gösterdiği yönler) erimiş metalin etkisiyle oluşmuş tane içinden geçen kırılma bölgesi.

metalürjik bağ oluşmamıştır. Açıkça bellidirki, pasta çelik yüzeyini oksitlenmeden korunmamıştır. Bu oksit, paslanmaz çeliklerde genellikle Titanyum oksit olabilir. Bu uygulama için 321 tipi paslanmaz çelik yerine lehimlenme kabiliyeti daha iyi olan 347 tipi paslanmaz çelik kullanılması önerilir. Ayrıca daha iyi olan 3B tipi pasta kullanılmalıdır.

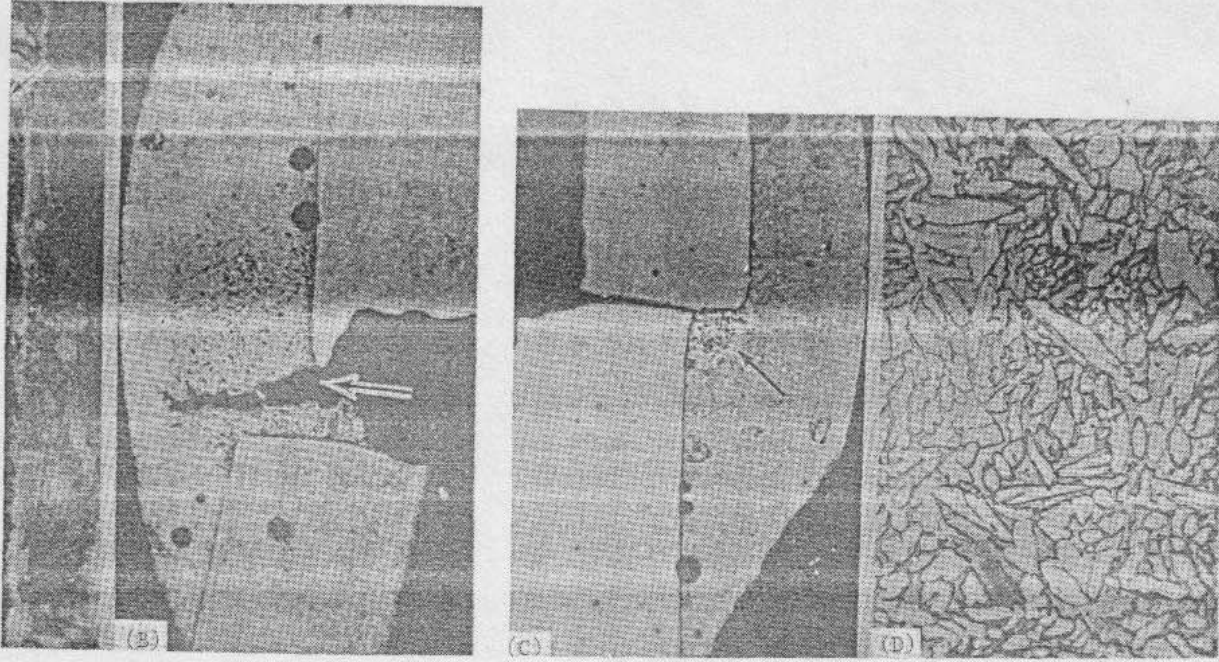
İkinci örnek Şekil-3'de Cu'dan yapılmış bir su borusunda Zn'suzluk nedeniyle lehimli birleşme yerinin nasıl çatladığı görülmektedir. Borudan soğuk su akmaktadır. Lehim için % 60-40 (α - β) pirinci kullanılmıştır. Lehim malzemesi AWS RB Cu Zn-A malzemesine çok yakın bir malzemedir. Yapılan incele-



Şekil 2: 321 tipi paslanmaz çelikten yapılmış radar soğutma sistemi borusunda tam olmayan birleşme hatasıyla doğan kırılma.

- a) Kırılan parçanın kısımları.
b) 24 X büyütme lehim alaşımının hiç bulunmadığı oksidasyonun görüldüğü yüzey.

c) 350 X büyütme "artık" lehim alaşımı kesidi.(C yüzeyinde D oksit katmanlı böyle bir lehim metali (C) görülmektedir.)



Şekil 3: Lehimli birleştirmelerde çatlama ve Zn'suz luktan dolayı Cu'dan yapılmış su borusunda meydana gelen hata

- a) Çepeçevre borunun 163'ünde görülen çatlak.
 b) 10 X büyütme ile gösterilen kısma lehim metalinin etkisiyle doğan çatlak ve çatlak etrafındaki Zn'suz bölge.

- c) 10 X büyütme (b'dekinin ters tarafındaki) borudan alınan kesit ve boru uçları arasındaki okla gösterilen kısımdaki Zn'suz bölge.
 d) 150 X büyütme sağda Zn'suz bölge ve solda Zn olan bölge.

mede; Şekil-3a borunun lehimli yerinden çatlayan kısmını göstermektedir. Şekil-3b'de ise suyun lehimli kısımda Zn kaybına neden olduğu, bu kayıp sonunda ise paslanmaya, sonuçta dayanımın düşmesine, burularak borunun lehim yerinin çatlamasına neden olduğu görülmektedir. Zn kaybı (β) fazında oluşmuştur. Şekil-3c borunun yandan kesitini göstermektedir. Burada boru uçları çok net görülmektedir. Uçlar arasında hiç lehim yoktur. Lehimle birleşen kısımlara suyun etkimesi zordur. Zn kaybı çok azdır, suyun özellikle yüksek Zn içeren % 60-50 (α - β) pirincini etkilemesi hayli zordur. Başka açıdan boru uçlarının birleşme ağızlarının şekil'de önem taşır. V tipi ağız açılabilseydi dolgu metali uçlar arasına daha iyi nüfuz edebilirdi. Burada ise dolgu metali borunun dış yüzeyi çevresinden akmış, içeriye geçememiştir. Sonuç olarak bu tip Zn kaybindan doğan hatalarda Cu-P, Cu-Ag-P, AWSB-CUP-1 yada BCUP-4 dolgu metali (lehim) kullanılması önerilir.

SONUÇ:

Lehimli birleştirmelerde inclusion'lar, porozite, eksik lehimleme korozyon ana hata nedenleridir.

Uygulamada görülen bu hataların hangisinden kaynaklandığını bilebilmek için lehimli parça, yada sistemin malzemesi ve dolgu metalinin yapısını bilmek, lehimleme koşullarının nasıl olduğunu incelemek gereklidir. Unutmamak gerekirken her metal yada malzemenin lehimlenebilme kabiliyeti aynı değildir. Lehimlemede makro inceleme ile dış görünüş, oksitler, birleşme pozisyonları tespit edilirken, mikro inceleme ile oksit ve lehim analizi sonucu önceden bu konuda genel bilgi sahibi olunarak, sonra hata kaynağı tespit edilir ve gerekli önlemler alınır. □

KAYNAKÇA

1. "Some examples of dezincification of brass", P 20-25, Technical Report, Vol.IV, March 1962, British Engine Boiler-Electrical Insurance Co., Ltd. Manchester-England.
2. Metals Handbook, "Failure analysis and prevention", Vol.10 P 369-372, 1975.
3. Babalık C.F. "Makina Elemanları ve Konstrüksiyon Örnekleri" sayfa 11, 1983.