

KAYNAKLI ALÜMİNYUM KONSTRÜKSİYONLARIN NİTELİKLERİ

Diğer konularda buraya kadar söylenmiş olanlar aşağıda özetlenmiştir.

Gaz korumalı kaynak süreçlerinin gelişmesi, alüminyum kaynaklarının performansında anlamlı ilerlemeler getirmiştir. MIG ve TIG'i de içine alan bu süreçler, alüminyum endütrisinde kaynağı başlıca imal aracı haline sokmuştur.

Kaynaklı konstrüksiyonların nitelikleri ve performansı bileşim, ana metallerin şekil ve gördükleri işlemler, kullanılan ilâve metal, kaynak süreci, ilerleme hızı, soğuma temposu, birleştirmenin tasarımı ve çalışma çevresi de dahil olmak üzere birçok faktörden etkilenebilir. Çok kez konstrüksiyonlar, kaynağın kritik olmayan bölgelerde bulunup aşırı yük halinde buradan değil de başka yerden kopmasını sağlayacak şekilde tasarlanırlar.

Kaynağın metalürjik etkileri

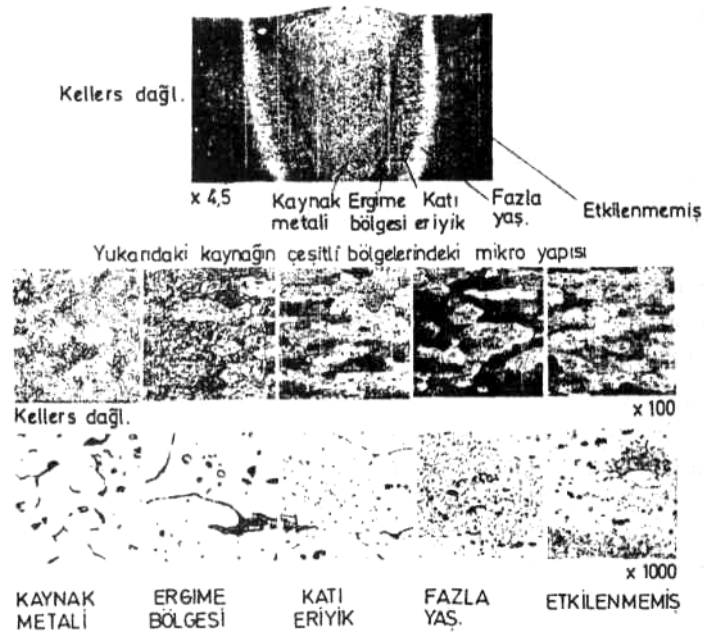
Kaynak sırasında vaki olan mikroyapısal değişmeler, alüminyum parçaların nitelikleri ve çalışma sırasında tutumlarını büyük ölçüde etkiler. Alüminyum üzerinde bir ergime kaynağı yapıldığında iki temel tip malzeme gözönünde tutulacaktır. Bunlar, bir döküm içyapısını haiz kaynak metali ile şekillendiriliş veya dökme olabilen ana metaldirler. Kaynak bölgesinde dökme alüminyumun nitelikleri bileşim ve katılma temposu tarafından etkilenir. Bu tempo kaynak süreç ve tekniğine ve de ısı girişini ve kaynak banyosundan dışarıya intikalini etkileyen faktörlere bağlıdır. Yüksek bir katılma temposu genellikle daha ince bir mikroiyapı ve daha yüksek mukavemet sağlar.

Alüminyum ana metalleri üzerine kaynağın etkileri, kaynaktan uzaklıkla değişir ve kabaca metalin vardığı sıcaklığı yansıtan alanlara bölünebilir. Bu alanların genişlikleri ve kaynağa mesafeleri, kaynak süreci, parçanın kalınlık veya geometresi ve kaynak hızıyla değişirler. Her bölge içinde kaynak nedeniyle belli mikroiyapısal değişmeler yer alır ve bu, alaşımın kaynaklı haldeki niteliklerini geniş ölçüde saptar. Gaz korumalı ark kaynağı yöntemleriyle yapılmış birleştirmelerde 1EB nadiren kaynağın ergime çizgisinden 6 mm'den fazla öteye gider. Çekme mukavemeti nitelikleri bakımından en zayıf nokta, kaynağa hemen bitişikte bulunacaktır. Oksi-asetilen kaynağı genellikle daha geniş bir alanı etkiler. Isıl işlem kabul etmeyen alaşımlarda mutad olarak üç bölge bulunur:

1. Kaynak metali: Ana metalin ilâve metalla karıştığı dökümden çıkmış haliyapılı kaynak dikişi.
2. Tavlanmış bölge: Kaynak ısısının rekristalizasyon veya tavlanmaya neden olduğu bölge.
3. Etkilenmemiş bölge: Isının içyapıyı etkilemediği bölge.

Isıl işlem kabul eden Al alaşımları, sıcaklık değişmesiyle eriyebilirlikten yana belirgin değişme arzeden alaşım elementleri içerirler. Bu elementler Al içinde yüksek sıcaklıkta çok eriyebilme kabiliyetinde olup buna karşılık bu kabiliyet oda sıcaklığında çok azalır. Bunlar, ana metal içyapısı içinde değişik mikrobileşenler halinde ayrılma eğiliminde olurlar. Isıl işlem kabul eden alaşımların yüksek mukavemetleri, bu mikrobileşenlerin bazılarının kontrollü eriyik ve çökmesinden ileri elir. Aksine, bu alaşımların kaynağında zorlukların çoğu, bazı bileşenlerin kontrol edilemeyen ergime, eriyik ve çökmesinin ürünüdür.

Isıl işlem kabul eden Al alaşımlarında alaşım elementleri yüksek sıcaklıkta, eriyik ısıl işlemi olarak bilinen bir süreçle alüminyum içinde erirler. Bu sıcağtan hızla suya daldırıldıklarında katı eriyik halinde kalırlar. Özgül element veya birleşiklerin Al içinde eriyiki, su almış haldeki bu alaşımların mukavemetini tanzim eder. Ek mukavemet artışları, eriyebilir elementlerin çok ince tanecikler halinde çökmesiyle sağlanır. Çökme, su vermeyi müteakip oda sıcaklığında vaki olabilir veya ılımlı derecede yüksek, mutata olarak 100 ilâ 175°C arasında bir sıcaklıkta ısıl işlemle hızlandırılabilir. Bu çökme işlemlerinden herhangi birini kabul eden alaşımlar, yaşlandırmayla sertleşebilir olarak tanımlanır.

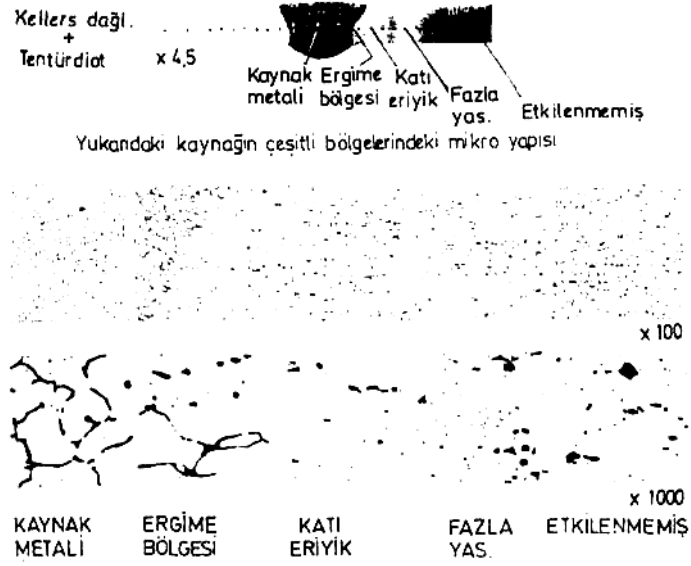


Şekil: 221 — Isıl işlem kabul eden alaşımların karakteristik beş mikro içyapısal bölgesi.(Tek pasolu TIG-DADK kaynağı; 12.5 mm kalınlıkta 2219-T87 Alüminyum-kaynaktan çıktığı gibi).

Daha önce söylenmiş olduğu gibi ısıl işlem kabul eden alaşımlarda kaynaklar genellikle beş mikroyapısal bölge arzederler. Bu beş bölge çoğu kez, başlıca alaşım elementi olarak bakır veya çinko içeren kaynaklarda tamamen belirgindir. Bu bölgeler 2219-T87 alüminyumun TIG kaynağı kesitinde görülür (Şekil: 221).

6061 gibi Mg-Si tipinde alaşımlar, IEB'de yukardakinden farklı mikroçyapısal

değişmeler gösterir. T6 ya yaşlandırılmış 6061-T4 üzerinde yapılmış bir kaynağın kesiti Şekil 222'de görülür. 6061-T6 üzerinde başlıca ısı etkisi genellikle fazla yaşanmadır.



Şekil: 222 — Yukarıda gösterilen 6061 gibi Mg-Si tipinde alaşımlar, kaynaktan sonra karakteristik mikro içyapılar arzederler. Bu kesit T6'ya yaşlandırılmış T4 dür (tek pasolu TIG-AA kaynağı; 2.3 mm kalınlıkta 6061-T4 alüminyum-kaynaktan sonra yaşlandırılmış).

Alın birleştirmelerinin mukavemet ve sünekliği

Kaynak ısısı, tavllanmış ya da dökümden çıkmış haldekiler dışında hem ısı işlem kabul eden, hem de etmeyen Al alaşımlarının mukavemetini azaltır. Yüksek kaynak hızı ve hızlı soğuması, özellikle ısı işlem kabul eden alaşımların kaynağında, daha dar bir IEB ile daha kuvvetli birleştirmeler verir. Aşağıda irdelenecek mukavemet sorunları, dikiş takviye-taşkınğının tesviye edilmiş haline göreler.

Isıl işlem kabul etmeyen alaşımlar

Isıl işlem kabul etmeyen alaşımlar, yoğurulma (haddeden çekilme, döğülme..) sertleşmesinin etkilerini kaybetmede göreceli olarak daha kısa tavlama süresini gerektirir. Kaynak sıcaklığı, bu tavlama sıcaklığını aşar ve kaynağa komşu IEB'de aha metal genellikle, azalan mukavemet ve artan süneklikle belirgin olan tavlama koşuluna varır. Bu nedenle, ısı işlem kabul etmeyen alaşımlarda, azami çekme mukavemetine dayanan tasarım hesaplarında, ana metalin asgari tavllanmış çekme mukavemeti, alın kaynaklarının asgari mukavemeti olarak kabul edilir.

Kaynaklı konstrüksiyonda kullanılan 5083 ve 5456 gibi bazı Al-Mg alaşımlarının yaygınlığı, bunların yüksek tavllanmış mukavemetleri nedeniyledir.

Isıl işlem kabul etmeyen alaşımlarda işlem işareti genellikle bulunmaz ve bunların kaynak nitelikleri, ısıl işlem kabul eden alaşımlara göre, ana metalin ısıl işlem durumundan çok daha az etkilenirler. Aynı mülâhaza, metal kalınlığının etkisi için de doğrudur.

Isıl işlem kabul etmez alaşımlar üzerinde kaynaklarda ortaya çıkan mükemmel süneklik, kopma uzamasının yüksek değerleriyle belirgin olur. Bu alaşımlardan kaynaklı konstrüksiyonlar, kopmadan önce aşırı şekil değiştirme arz etmek durumunda olup bu keyfiyet, dikiş, IEB ve ana levhada şekil bozulmalarının elverişli bir dağılımı nedeniyle hasıl olur. Al-Mg veya Al-Mg-Mn tipi (5000 serileri) yüksek katı eriyik sertleşmeli alaşımlar özellikle elverişli olmaktadır, şöyle ki kaynaklı birleşmenin çeşiti bölgelerinde mukavemetle süneklik arasında daha yakın uygunluk bulunur.

Isıl işlem kabul eden alaşımlar

Isıl işlem kabul eden alaşımların da mukavemeti, kanağın ısıyla azalır. Mamafih metali tamamen yumuşatmak için tavlama sıcaklığında uzunca süre tutmak gereklidir. Bunun sonucu olarak, kaynaktan çıkış halinde IEB'de sadece kısmî tavlanmışlık nitelikleri gözlenir. Bu nitelikler, konstrüksiyon içinde ısı dağılıma temposuna göre çok değişebilir. Bununla birlikte bunlar az çok her zaman, ısıl işlem kabul etmez alaşımların 5000 serisindeki alaşımların birçoğundaki kaynaklarda görülen mukavemet ve uzamalardan aşağıdırlar. Bir büyük istisna yeni 7000 serisi alaşımların bazıları olup bunlar, artmış çekme ve akma mukavemeti sağlamak üzere kaynaktan sonra iyice hızlı olarak doğal yaşlanmaya uğrarlar.

Isıl işlem kabul eden alaşımlarda kaynak hızının, kaynağın nitelikleri üzerinde belirgin bir etkisi vardır. Yüksek kaynak tempoları IEB'nin genişliğini azaltmakla kalmayıp ötektik ergimesi, tane sınırı çökmesi, fazla yaşlanma ve tane irileşmesi gibi mikro içyapısal değişmelerin zararlı etkilerini asgariye indirir. Artan kaynak hızından azami ölçüde yararlanabilmek için genellikle otomatik kaynağa başvurup en hızlı gaz korumalı ark kaynak sürecini kullanmak gerekir. DATK, MIG ve DADK TIG süreçleri yüksek ısı girişi ve hızlı kaynak ilerleme hızı ile belirgindirler. Elektron huzme kaynağı dar bir IEB ve bunun sonucu olarak da daha yüksek mukavemetli kaynaklar meydana getirir.

Kaynak edilen malzemenin kalınlığının da ısıl işlem kabul eden alaşımların kaynak nitelikleri üzerinde etkisi vardır. İnce saçlar üzerine yapılan kaynaklar, aynı alaşımdan levhalara göre daha yüksek nitelikleri haizdirler. Şöyle ki bunlarda kaynak hızı daha fazla ve ısı dağılımı daha hızlı olur. Kaynak mukavemetini etkileyen sair faktörler kaynak boyutu, birleştirmenin tasarımı (karışma ve kaynak metali bileşimini etkiler) ve kaynak bölgesi üzerine ana metalin pekiştirici etkisidir.

Kaynak sonrası ısıl işlem

Isıl işleme tâbi tutulabilen alaşımlar kaynaktan sonra, IEB'de ana metali az çok ilk

mukavemetine iade etmek üzere yeniden bir ısıl işleme tâbi tutulabilirler. Böylece de birleştirme, genel olarak kaynak metalinden kopacaktır. Ancak dikiş takviyesinin yerinde bırakılmış olması halinde kopma normal olarak ergime bölgesinde, kaynağın kenarından vaki olacaktır. Yeniden ısıtmadan sonra kaynak metalinde elde edilen mukavemetler, kullanılan ilâve metala bağlı olacaktır. Ana metalinkinden farklı bileşimde bir ilâve metal kullanılması halinde mukavemet, ilâve metalin ana metalla karışma oranına göre değişecektir. En yüksek mukavemetin elde edilmesi için, kaynak metalinin uygulanan ısıl işleme cevap vermesi esas olmaktadır.

Herne kadar yeniden ısıtma işlemi mukavemeti artırırsa da kaynakta bir miktar süneklik kaybı vaki olabilir.

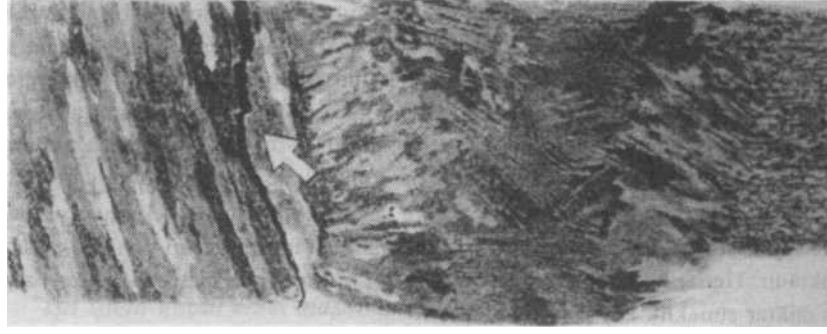
Bazı ısıl işlem kabul etmez alaşımda kaynaklar tane sınırı ergimesi veya dikişe hemen komşu ergime bölgesinde çökme nedeniyle çok düşük süneklik arzederler. Bu koşulun çok ileri olmaması halinde kaynak sonrası ısıl işlemi eriyebilen bileşenlerin çoğunu yeni baştan eritebilir ve böylece süneklikte hafif bir iyileşmeyle birlikte daha homogen bir içyapı ve de kaynak mukavemetinde çok daha büyük bir artış sağlar.

Bir kaynaklı konstrüksiyona tümünden yeniden ısıtma işleminin uygulanması mümkün olamazsa, parçalar eriyik ısıl işlemi koşulunda kaynak edilip kaynaktan sonra yapay yaşlanmaya tâbi tutulabilirler. Yüksek kaynak tempoları kullanıldığında, normal kaynaktan çıkış mukavemetlerine göre önemli nitelik yükselmeleri bazen elde edilebilir. Örneğin 6061 alaşımı T4 işlemleri olarak kaynak edilip sonra T6'ya yaşlandırıldığında, kaynaktan çıktığında 19 kg/mm² olan mukavemeti, 28 kg/mm² ye yaklaşır. Mamafih, nitelikler tam yeniden ısıtılma işlemine (eriyik ısıl işlemi ve yaşlandırma) tâbi tutulmuş konstrüksiyonunkilerine nadiren ulaşır.

Önısıtma, ısıl işlem kabul eden alaşımlarda kaynakların mukavemetini belirgin şekilde azaltır ve korozyon mukavemetine de zarar verebilir. Parçaya kaynak sonrası eriyik ısıl işleminin uygulanması halinin dışında nadiren önerilir. Bu takdirde kaynak sırasında çatlama olasılığını asgariye indirir ve dikiş çevresinin denetimine yardımcı olur.

Alüminyumda, başka malzemelerde olduğu gibi, anormal mikroiyapı kaynakta bazen zorluklar çıkarabilir. Ekstrüzyonlarda alçak ergime bileşenlerinden yollar gibi segregasyon alanları, gözeneklilik ve çatlğa götürebilir. Tane boyutu ve yönlmesi, kaynak kabiliyeti üzerinde belirgin etkiye sahip olmalıdır. Örneğin 2014-T6 dan bir levhanın bir döğme parçaya kaynağında vaki bir çatlak, Şekil 223 de görülür. Döğme parçada ters tane boyutu ve yönlmesi, konstrüksiyonun patlatma deneyinde gevrek davranışına yardımcı olmuştur.

Isıl işlem kabul eden alaşımların T6 yerine eriyik ısıl işlem T4 koşulunda kaynak edilmesi çoğu kez çatlamayı asgariye indirmede yardımcı olur. Şöyle ki eriyik ısıl işlemine tâbi tutulmuş malzemede içyapı daha uniform olup daha düşük mukavemetli T4 malzeme, kaynak katılması sırasında daha az tespiti gerektirmektedir.



Şekil: 223 — Bir 2014 - T6 levha-döğme parça kaynaklı birleşmesinde kırılma (ok). Döğme parçada (sol) tane boyutu ve yönelmesi kırılmaya yardımcı olmuştur.

Tamir kaynağı ısı işlem kabul eden alaşımlarda genellikle daha güçtür: İlk kaynağın ısı tarafından mikroyapısal değişimler vaki olmuştur. Mutat olarak tespit tamir kaynaklarında daha büyük olur ve çatlama ana metalin IEB'sinde veya daha önce terk edilmiş kaynak metalinde vaki olur. Keza tamirlerinde birleştirme mukavemeti de düşebilir.

Alüminyum-magnezyum-silisyum alaşımları (6000 serilen)

Bu serinin alaşımları, bütün ısı işlem kabul edenler arasında çok daha büyük ölçüde kaynaklı konstrüksiyonlarda kullanılmaktadır. 6061 alaşım sac ve levha kalınlıklarında daima kaynak edilmekte olup kaynaktan çıktığı gibi kullanılabilir veya, kaynak mukavemetinin önemli olması halinde, kaynak sonrası ısı işlem görebilir. 6063 alaşımı daha alçak mukavemetli olup başlıca kaynaktan çıkma koşulunda kullanılır. Yeni 6070 ve 6071 alaşımları daha yüksek mukavemeti ve iyi bir kaynak kabiliyetini haizdirler.

6061 üzerinde yapılmış deneyler (ilâve metal ER 4043), mukavemet ve uzamanın kalınlık, mekanik ve ısı işlemle geniş ölçüde değiştiğini gösterir.

Hızlı kaynakla daha yüksek kaynaklı hal mukavemeti elde edilebilir. Bu özellikle sac gage'leri için doğrudur. Daha ileri bir mukavemet artışı, malzemeyi T4 eriyik ısı işlemi koşulunda kaynak edip kaynak sonrasında yaşlandırmayla sağlanabilir. Kalın malzemede mukavemet artışı bu denli belirgin olmayabilir. Çok kalın gage'lerde tam yeniden ısıtma işlemi görmüş kaynaklı konstrüksiyonların nitelikleri daha aşağı olabilir zira kullanılan ilâve metal ısı işlem kabul etmez tipten olup bir ısı işlem kabul eder bileşime varmak için ana metalla karışmaya dayanmak zorundadır. Birleştirmenin tasarımı yeterince karışma sağlamıyor ve kaynaklı konstrüksiyon kaynak sonrası ısı işlem göreceksa, 4043 ilâve metal yerine 4643'ün kullanılması düşünülmelidir.

Alüminyum-bakır alaşımları (2000 serileri)

Yakın zamanlara kadar sınırlı sayıda sınaî kaynak (direnc kaynağı dışında) 2000 serileri alaşımlarına uygulanmış, uygulamaların çoğu da sac gage'lerinde 2014 ve 2024 alaşımları üzerinde olmuştur. Daha yeni 2219 alaşımı, esas itibariyle bir ikili Al-6Cu alaşımı olup kolay kaynak

edilebilir ve büyük kaynaklı füze tanklarında geniş kullanım yeri bulmaktadır.

Al-Cu alaşımlarının çoğunda 2219 dışında, kaynak çatlama bir sorun olup bu, özellikle büyük kalınlıklarda ya da tespit altında kaynakta görülür. 2014 ve 2024 üzerinde kaynaklar genellikle düşük süneklik arzederler. Yüksek kaynak hızıyla birlikte bir yüksek daldırma temposu ve ana metal içine azami ısı transferi, en üstün kaynaklı hal niteliklerini elde etmek için gereklidir. Daha ileri mukavemet, özellikle akma mukavemeti, elde etmek için kaynak sonrası ısı işleme başvurulabilir. Ancak, gerilme korozyonu mukavemetini azaltacak işlemlerden kaçınmaya dikkat edilecektir.

Alüminyum-çinko alaşımları (7000 serileri)

7000 serileri, en yüksek mukavemetli ısı işlem kabul eden alaşımları içerir: 7075 buna bir örnektir. Bunlar geniş ölçüde uçak kafesi konstrüksiyonlan ve yüksek gerilmelere maruz parçalarda kullanılırlar. 7000 serilerinin birçoğunun sakıncası, direnç kaynağı dışında kaynak kabiliyetlerinin zayıf olmasıdır.

7000 serilerinin birçok yeni ithal edilmiş 7004, 7005 ve 7039 gibi Al-Zn-Mg alaşımları, iyi bir kaynak kabiliyeti ile yüksek kaynaklı hal mukavemetini birleştirirler.

Kaynaktan sonra doğal yaşlanmayla, eriyik ısı işlemi akma sınırı ve kopma mukavemeti artar ve yüksek birleştirme verimi sağlanır. Yapay yaşlandırma ya da tam kaynak sonrası ısı işlemle daha yüksek mukavemetlere varılabilir. Füze tankları için sığanmış yarı küreler gibi süreç içi eriyik ısı işleminin gerektiği uygulamalarda yeni 7000 serileri alaşımları, Al-Cu 2219'dan ciddi ölçüde yüksek nitelik avantajları arzederler. Maksimum ana metal nitelikleri klasik ısı işlemle elde edilebilir; bunların arasında 2219-T87'nin yarışabilir ana metal nitelikleri, süreç içi soğuk çalışmaya bağlı olup bu çalışma çoğu konstrüksiyon şekillerinde güç olabilir.

Alüminyum ve sair hafif metal ve alaşımlarından parçaların tasarımı Kaynaklı ve dökme parçaların tasarımında aşağıdaki kaidelere uyulacaktır.

Kalınlık farkları

Kalınlıkları mümkün olduğu kadar tekdüze hale getirip aynı parçanın en kalın ve en ince kısımları arasında büyük oransızlıklardan kaçınılacaktır. Aşağıdaki oranlarla yetinilebilir.

| | |
|------------|--------------------------------------|
| —cidarlar | : e |
| —tablalar | : $0.8 X e$ |
| —bayraklar | : cidarlar üzerinde: e ilâ $1.5 e$ |
| | : tablalar üzerinde: $0.8 e$ ilâ e |

Çoğu kez önce tablalara kritik kalınlık verilip bundan cidar ve bayrakların kalınlıkları saptanır.

Kalınlıklarda geçiş

Farklı kalınlıklar sayısı asgariye indirildikten sonra birilerinden öbürlerine geçiş tedrici

olup her türlü süreksizlikten kaçınılacaktır. Bunun için basit köşe kavsi yetersiz olup aynı zamanda meyil ve yarıçap kullanılacaktır.

Şekil 115'de bu geçişlerin nasıl yapılacağı görülür, e küçük kalınlık, E de büyük kalınlık ise

$$\frac{e + E}{2}$$

noktasından kalın cidar üzerine 1/5 meyilli bir düz çizgi çizilir;

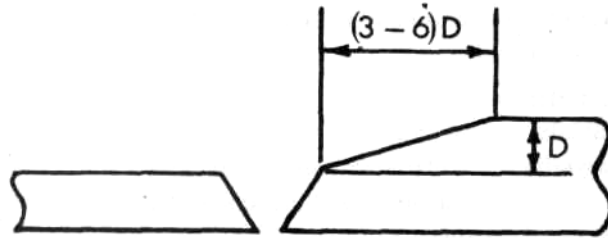
$$r = \frac{e + E}{2}$$

yarıçapında bir köşe kavsi bu çizgiyi parçanın cidarına bağlar.

Bireysel kitleler

Bir yerel kalınlaşmanın parçanın geri kalanına daha ince cidarlarla bağlanması halinde, bunun bir bireysel kitle oluşturduğu söylenir. Bakır için gördüğümüz Heuvers kaidesi burada da uygulanacaktır (bkz. Şekil: 120)

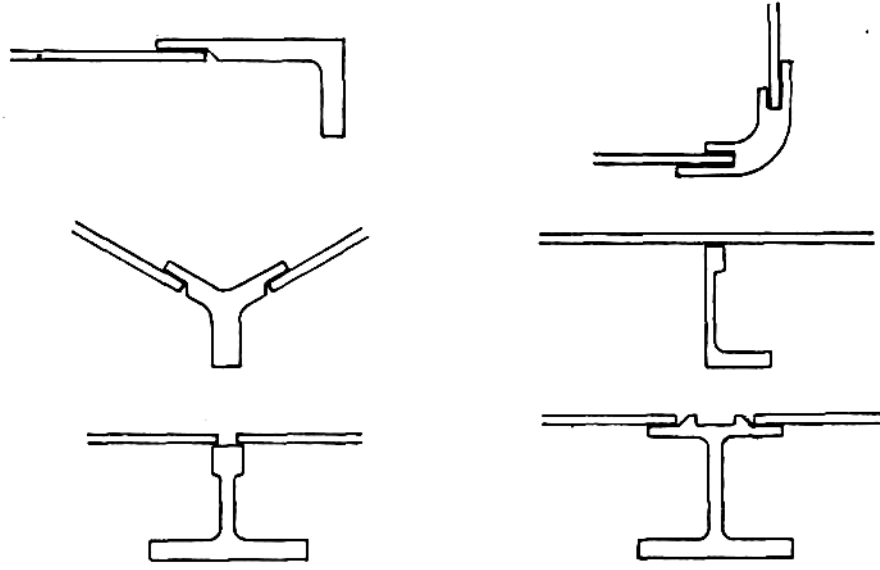
İnce Al saçlar kalın kesitlere kaynak edildiğinde, ince kesiti yakmadan kalın kesitte uygun nüfuziyet elde etmek her zaman zordur. Bu zorluğun üstesinden kalın kesitte ince kısmın kalınlığına eşit bir dudak çekmek (ekstrüzyon) ya da talaşlı izlemeyle yontmak suretiyle gelinebilir. Alüminyumda istenilen profil kolaylıkla çekilebildiğinden, kalın kesit üzerinde kaynak dudağı teşkil edilir (Şekil: 225). Alın kaynaklarında, özellikle yorulma yüklemelerinde kalın kesiti şevlemek önerilir (Şekil: 224).



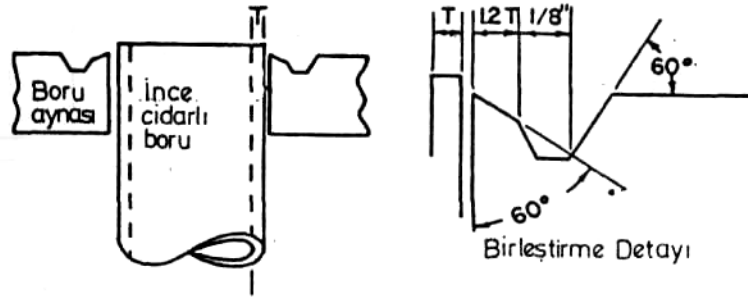
Şekil:224 Farklı kalınlıkta saçların kaynağında uygulanacak şevleme

Boruların aynalara kaynağında genellikle büyük kalınlık farklarına rastlanır. Şekil: 226'da bu gibi uygulamalarda uygun bir birleştirme tasarımı görülür.

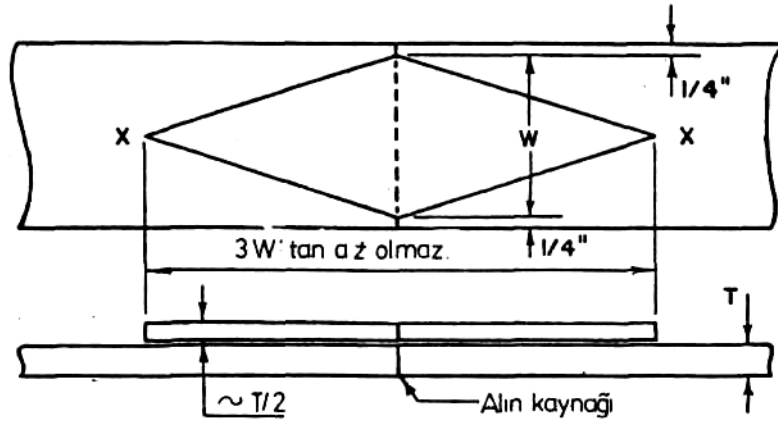
Kaynak edilebilen Al alaşımlarında alın birleştirme verimleri, alaşım türü ve gördüğü işleme göre, %60 ile % 100 arasında değişir. Azami birleştirme mukavemetini elde etmek için tasarımcı uygun önlemleri alıp gerektiğinde birleşme yerini takviye edecektir. Şekil: 227'deki takviye levhası ısıl işlem görmüş veya işlenmeyle sertleştirilmiş alaşımlarda statik mukavemeti artırmada etkin olup birleşmenin yorulma mukavemetine olumsuz etkide bulunmaz.



Şekil:225



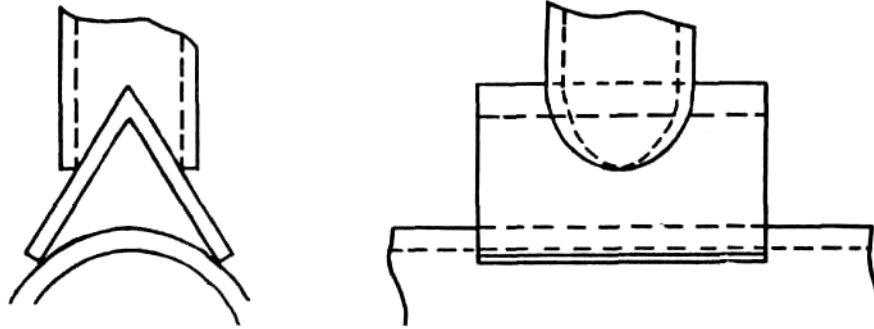
Şekil:226 Aşırı kalınlık farklarının bulunduğu boru-ayna kaynaklarında tipik birleştirme tasarımı



Şekil: 227 — Alın kaynağı takviyesi. "X"ler, kaynak sonunu gösterir.

Birleştirme tasarımı sırasında erişilebilirle hususu akılda tutulacaktır. Al kaynağında çok yüksek ark ilerleme hızları kullanıldığından bütün birleşme yerlerine mükemmel erişebilme olanağı bulunması ve bunların keskin kaynak yönü değişmelerini gerektirmemesi önemlidir.

Çoğu kez hızlı kaynak yönü değişmesinden kaçınmak için ara geçiş parçaları kullanmak faydalı olur (Şekil: 228).



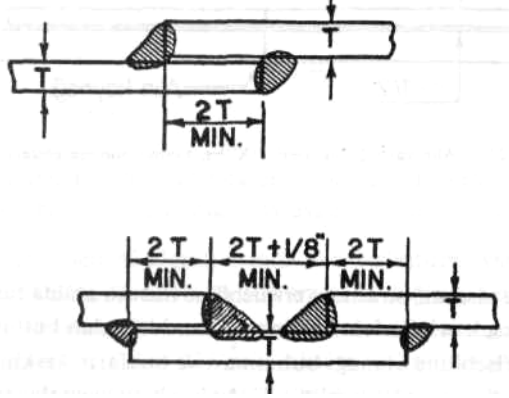
Şekil: 228 — Kaynak yönünün hızlı değişmesinden kaçınmak için ara geçiş parçası kullanımının tipik örneği.

Kaynak maliyeti kalınlığın yaklaşık karesiyle değiştiği göz önüne alınarak daha yüksek mukavemetli bir alaşımın daha ince gage'ini kullanmak, sadece ağırlıktan kazancın dışında çok daha büyük maliyet azalmasına götürebilir.

12 mm kalınlığa kadar kalınlıklarda çift kaynaklı tek bindirme, çift kaynaklı alın kaynağından daha ekonomik olmaktadır. Bindirme birleştirmelerinin verimi ana metal ve işleme göre, % 70 ile % 100 arasındadır. Tercih edilen bindirme birleştirmeleri Şekil 229'da görülür.

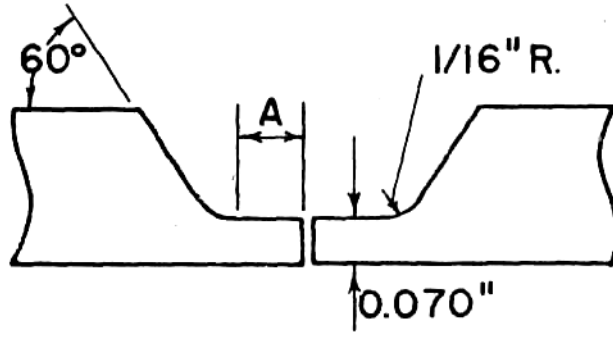
Kaynak arkı altında alüminyumun daha yüksek akıcılığı dolayısıyla bazı önemli genel prensipler akılda tutulacaktır.

.İnce gage'li Al saçta, kaynak karışmasının etken olmadığı hallerde, daha az kök aralığı avantajlıdır. Birleştirme tasarımı tam nüfuziyeti sağlamalıdır.



Şekil: 229 — Tercih edilen bindirme birleştirmeleri

Alüminyuma uygulanabilen bir özel birleştirme tasarımı, Şekil 230'da görülür. Sadece tek taraftan kaynağın yapılabilirdiği ve yumuşak ve nüfuz etmiş bir dikişin arandığı hallerde tipik bir birleştirme şeklidir. Bu özel tasarımın etkinliği, yüzey gerilimine bağlıdır. Bunu sağlamak için 3 mm'den yukarı kalınlıkta bütün malzemelerde bir U kaynak ağzı kullanılır. U ağzının dibi, kök pasosunu tamamen içermeye yetecek kadar geniş olacaktır. Bu teknikte biraz fazla ilâve metal kullanılırsa da, nüfuziyetin mükemmel kontrolü ve sağlam kök pasosu kaynakları sağlar; alüminyum boruda dairesel kaynaklarda fevkalâde başarıyla kullanılmıştır.



Şekil: 230 — Sadece tek taraftan kaynak yapılabilip tam nüfuziyetin arandığı haller için özel çizim. "A" ölçüsü TIG'de 5 mm (3/16"), MIG'de 1.6 mm (1/16") (minimum) dir.

Bu ağız hazırlığı bütün pozisyonlarda, tavan ve dikey düzlemde yatay (borda) pozisyonlarında sarkma güçlüklerinin bertaraf edilmesiyle kullanılabilir. Bütün kaynak edilebilirler ana alaşımın tüm ilâve metal alaşımlarına uygulanabilir.

Gerilme dağılımı

Çoğu durumda bir kaynaklı Al birleşmesi kaynakların yeri ve yönüne bağlı olur şöyle ki tavlanmış halde olanların dışında bütün Al alaşımlarında kaynağın ısı, kaynakların civarında yerel bölgelerde mekanik nitelikleri azaltır. Dolayısıyla tasarımcı kaynakları maksimum gerilme noktalarına rastlatmaktan kaçınacaktır.

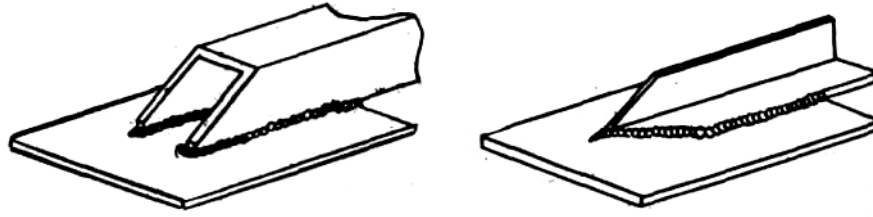
Kaynaklı birleştirmelerin kritik alanlara rastlamaları halinde, en sert işlem görmüş yoğurulma ile sertleşmiş alaşımları kaynak etmede çok az yarar vardır şöyle ki, yüksek hızlarda kaynakta bile H18 işlemlerinde H14'ünkülerden daha yüksek mukavemet elde edilmeyecektir. Isıl işlem kabul eden alaşımlar kullanıldığında T4 işlemi ve sadece yaşlandırma sertleşmesini kullanmak tercih edilir ve böylece de, yeniden ısıtma işlemi sırasında suya daldırmadan ileri gelecek distorsiyon ihtimali olmadan azami mukavemet elde edilir.

Bununla birlikte birçok kaynaklı konstrüksiyonda kaynakları, yüksek gerilmelere maruz olmayan noktalara getirmek mümkündür. Azami gerilme noktalarının kaynak yerinden uzak olması halinde daha kuvvetli işlemde faydalanılabilir.

Kaynakların kritik alanlara rastlamaları ama tüm kesiti kaplamaması halinde kesitin mukavemeti, kaynak ısısından etkilenmiş kesit alanının oranına bağlı olur Böylece, parçaların yüksek gerilme noktalarında birleştirilmelerinin gerektiği durumlarda kaynakların ana parçaya uzunlamasına ve ana parçada başlıca gerilmelerin yönüne paralel olmaları istenir. Enine kaynaklardan kaçınılacaktır, örneğin bir I kirişinin (putrelinin) flaşına (tablasına) bir takviye parçasını birleştirmede kullanılan uzunlamasına kaynaklar, kesitin çoğunun esas ana metal niteliklerine sahip bulunması itibarıyla genellikle alüminyum konstrüksiyon elementinin mukavemeti üzerindeki etkisi çok az olur.

Çok kez kaynak uçları, orta bölümlere göre çok daha yüksek gerilmeye maruz olurlar. Daha kalın kesitler kullanmaktan kaçınmak için, kaynaklarda yüksek gerilme alanları yok edilebilir veya asgariye indirilebilir. Bu da geriye traşlamak suretiyle kolayca sağlanabilir. Mamafih, kaynak, traşlı ucun çevresini saracaktır. Bu tercih edilen element uç tipi Şekil 231'de gösterilmiştir.

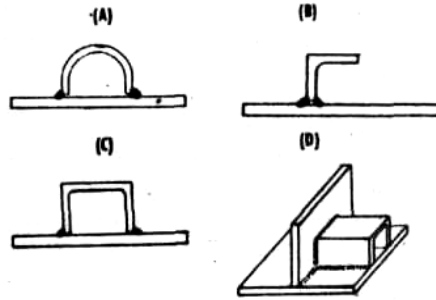
Genellikle herhangi bir türden kanal şeklinde rijitleştirici takviyeler alüminyum tasarımlarında en çekici olanlardır. Bunlar basma ve burulma yüklemeleri altında köşebent veya T lerden daha etkin kutu kesitler oluştururlar.



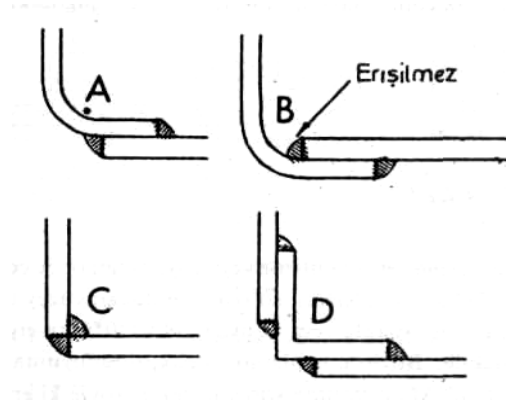
Şekil: 231 — Kaynak uçları çoğu kez yüksek, gerilmeye maruz olur. Geriye traşlama ve çevre kaynak gerilmeleri azaltır.

Daha kolaylıkla bir eğri yüzeye uyacak gibi şekillendirilebilirler ve alıştırma büyük ölçüde kolaylaşır. En iyi kaynak erişilebilirliği şapka biçimli kesitte olur. Kaynaklar birbirlerinden açıkta olduğundan kanal tipi takviyelerin kaynağı daha büyük alana yayılmış olur. Tipik örnekler Şekil 232'da görülür.

Bir kutu ya da konstrüksiyon köşelerini takviye için kalın köşebent yerine Şekil 233'deki şekilleren biri kullanılabilir.



Şekil: 232 — Kanal tipi takviyeler basma ve burulma yüklemelerine karşı etkindirler.



Şekil: 233 — A, tercih edilir. B, uygun değil. C, tercih edilir. D, kabul edilebilirse de C daha iyidir.