

TİTANİUM VE ALAŞIMLARININ KAYNAĞI

KAYNAK SÜREÇLERİ

GERİLİM GİDERME

Kaynak çatlama ve çalışma sırasında gerilim korozyon çatlama önlemek üzere kaynaklı Ti konstrüksiyonlarının çoğu kaynaktan sonra gerilim giderme işlemine tabi tutulur. Gerilim giderme ayrıca yorulma mukavemetini artırır.

Altı Ti alaşımı için gerilim giderme süre ve sıcaklıkları.

Grade	Sıcaklık (°C)	Süre (sa)	
Alaşımız Ti-0.15Pd	426	8	
	482	3/4	
	538	1/2	
Ti-5Al-2.5Sn	482	20	
	593	2	
	648	1	
Ti-Al-4V	Tavlanmış	482	20
		538	2
		593	1
	Eriyik İşlemli	482	15
		538	4
	Yaşlandırılmış	482	15
		538	5
Ti-8Al-1Mo-1V	Tek veya çift tavlı	593	2
		648	1 1/2
		704	1/2
	Üç tavlmalı	593	5
		648	2
		704	1/2
Ti-5Al-5Sn-5Zr	648	3	
	704	1/2	
Ti-7Al-12Zr	648	3	
	704	3/4	

Üzerinde çok sayıda kaynak bulunup sert tespit koşullarında kalmış bir konstrüksiyon, kısmen kaynaklı bölümünün ara gerilim gidermesini gerektirebilir; bu işlem bir asal atmosferde yapılacaktır; aksi halde kaynak edilmemiş birleştirmelerin kaynaktan önce yeniden temizlenmeleri gerekebilir.

Alaşımız Ti ile α Ti alaşımlarında süre ve sıcaklık, tane büyümesini önlemek üzere, denetim altında tutulacaktır. Yukardaki tabloda birkaç kaynaklanabilir Ti alaşımı için gerilim giderme süre ve sıcaklıkları verilmiştir. Bu tabloda gösterilmemiş alaşımlar için gerilim gidermenin kırılma tokluğunu, sürünme mukavemetini ve sair önemli niteliği azaltmadığından emin olmak için deney yapılmalıdır.

Ti-13V-11Cr-3Al kaynaklı konstrüksiyonlarda gerilim giderme, yaşlandırma ve bunu takibeden kaynak ve IEB'nin gevrekleşmesini mucip olur ve dolayısıyla önerilmez. Yeniden

eriyik hale getirme ısı işleme, kaynaklı birleşmenin böyle bir işleme müsait olması halinde, gerilmeleri gidermede kullanılabilir.

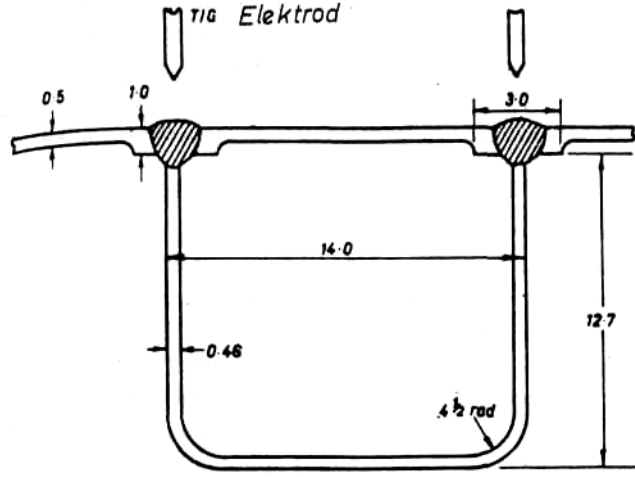
Kaynaktan hasıl olan distorsiyonları önlemek için yapılmış bir uygulamadan söz etmekte yarar var: önçekme yüklemesi kullanarak Ti alaşımlarından uçak gövde ve kanatlarının kaynağında distorsiyonu önleme yoluna gidilmiştir. Bu kanat ve gövde saçlarını (kabuğunu) pekiştirmenin geleneksel yolu bunlara uzunlamasına takviye damarları bağlamaktır. Bu takviye damarlarını kabuğa kaynak etmenin avantajları ortada olup bunların U kesitinde olmaları yapısal olarak en etkin bir çözüm olmaktadır. Ancak böyle bir birleştirmenin ergime kaynağı kaçınılmaz olarak ileri distorsiyona götürecektir. Yapılan deneyler, kaynaktan önce parçalara oldukça büyük bir çekme öngerilmesi verilmekle kaynaktan hasıl olan bakiye gerilmelerin dengelenebileceğini göstermiştir. Bu yöntemle imal edilmiş panolar mükemmelen düz ve distorsiyonsuz olmuşlardır.

Yüksek mukavemetli Tİ6A14V ve Tİ8A11Mo1V alaşımları alüminyum,çelik veya nikel alaşımlarından yüksek bir mukavemet/ağırlık oranına sahip olup bu yüksek özgül çekme mukavemeti yine uygun yorulma nitelikleriyle birlikte bulunmaktadır. Gerçekten Al konstrüksiyonların yerine eşdeğer Ti konstrüksiyonları ikame etmekle, Ti alaşımlarının kaynaklanabilir karakteristiklerinden tam olarak faydalanılmak kaydıyla, önemli ağırlık tasarrufu sağlanır. Nitekim, kaynaklı konstrüksiyon kullanılmadan doğruca titaniuma dönüşüldüğünde, yakl. % 15 kadar bir ağırlık kazancı öngörülebilir. Ama kaynaklı birleştirmelerle bu kazanç % 23'e varabilir. Maliyet unsuru da işin içine katılacaktır. Aşağıdaki tablo bir bütün uçak gövdesine uygulanır.

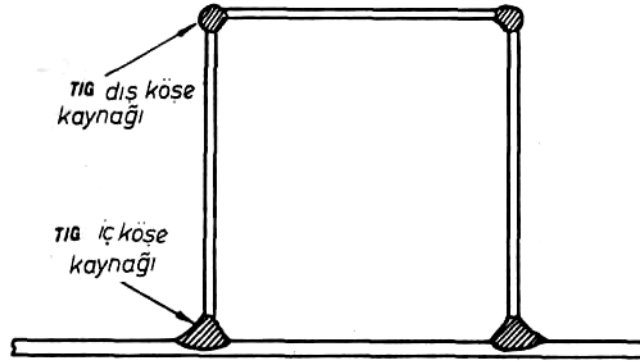
	Al alaşımı	Ti alaşımı
Hammadde (kg)	2350	886
Bitmiş konstrüksiyon (kg)	700	535
Kullanma (%)	30	60(*)
Ağırlık kazancı	—	165
Ağırlık kazancı (%)	—	23.6
Fiat oranı (Ti)/(Al)	1	2

Uçak kanat ve gövde yapısı çoğu kez nispeten ince ve takviye "damar"ları ile tersten pekiştirilmiş saçtan oluşur. Bu damarların şekil ve bağlanma yöntemi, yapının (konstrüksiyonun) ağırlık ve genel verimini büyük ölçüde etkileyebilir. Bağlanma hususunda perçin, nokta kaynağı veya yapışkan teknikleri, kendi başına toplam damar ağırlığının önemli bir oranını oluşturur.

Titaniumdan yapılmış uçak konstrüksiyonlarında, uçları kabuğa (saç) doğruca kaynak edilebilecek ve dolayısıyla herhangi bir flanş gerektirmeyen yüksek verimli U profilli damar tasarımı mümkün olmuştur. (Şekil 288 ve 289).



Şekil:288-Yakıp geçme kaynak şekli (ölçüler mm)

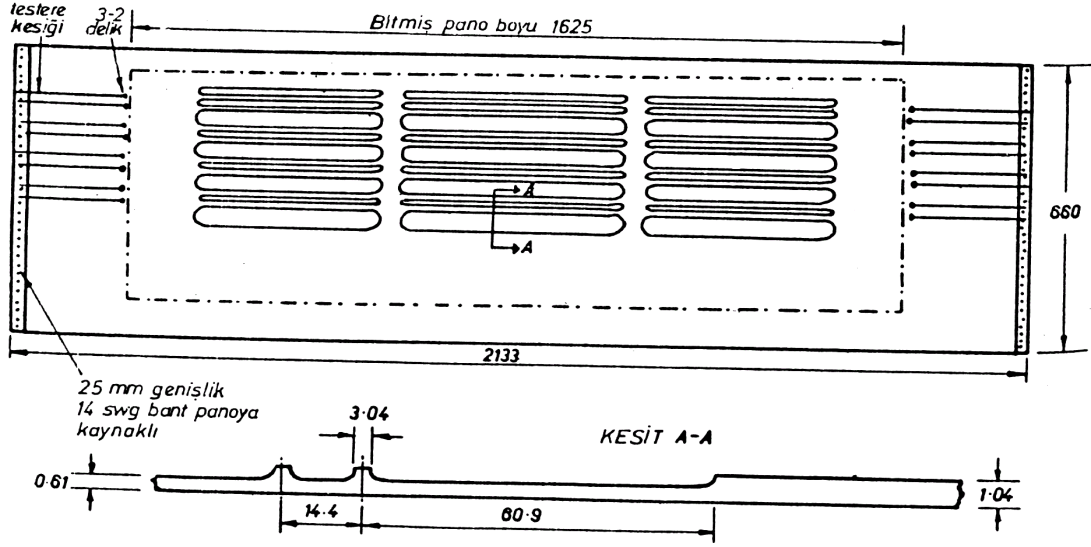


Şekil: 289 — İç v dış köşe kaynakları kullanan bir alternatif konstrükiyon

Ağırlıktan tasarruf etmenin ve yapının genel verimini artırmanın daha başka bir yolu da çerçeve unsurları bağlantısı arasında kabuğun kalınlığını, kimyasal frezeleme tekniğiyle 1.0 mm'den 0.51 mm'ye azaltmaktır (Şekil: 290).

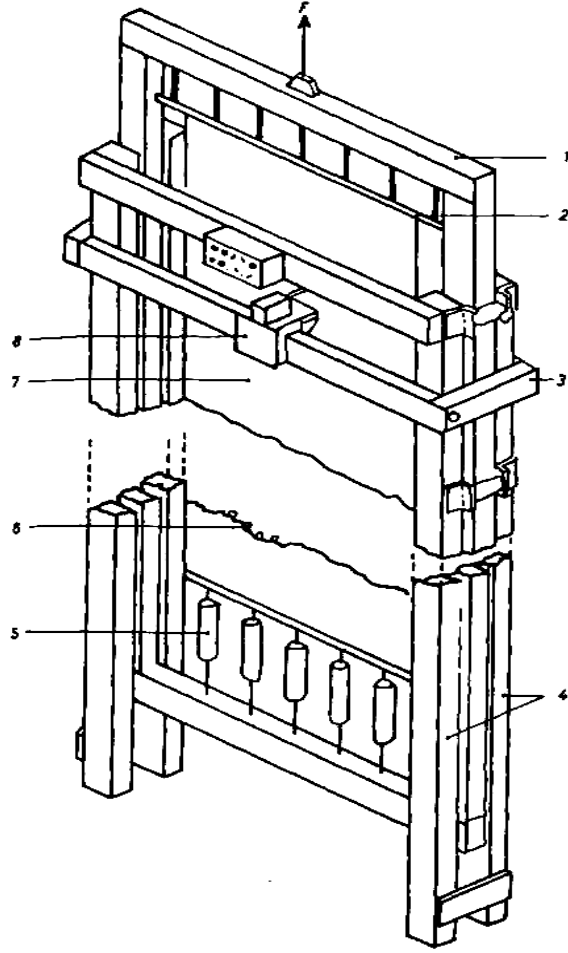
Burada bahis konusu olan α 'ya "yakın" çift tavlama koşulunda Tİ8A11Mo1V alaşımı (% 0.2 akma sınırı = 927 N/mm²; üst kopma muk.= 973 N/mm²) dir. Malzemenin yüksek kaynak kabiliyetine rağmen bu işlemin başta distorsiyon olmak üzere, birçok sorun yaratacağı ilk bakışta anlaşılır.

Başlarda TIG ve EB teknikleri denenmiş, ikincisinden vazgeçilme yoluna gidilmiştir şöyle ki elektron huzmesinin ayarı zor olmuş, bu tekniğin sağladığı yüksek kaynak hızı, müsaade edilemez yanmalara götürmüştür. Kaldı ki EB kaynaklarının yorulma nitelikleri hususunda kuşkular doğmuş; bunlar kaynak profili veya gözeneklilik olasılıklarından ileri gelmiştir. Nihayet TIG de karar kılınmıştır.



Şekil:290-Kimyasal olarak frezelenmiş tipik pano (ölçüler mm)

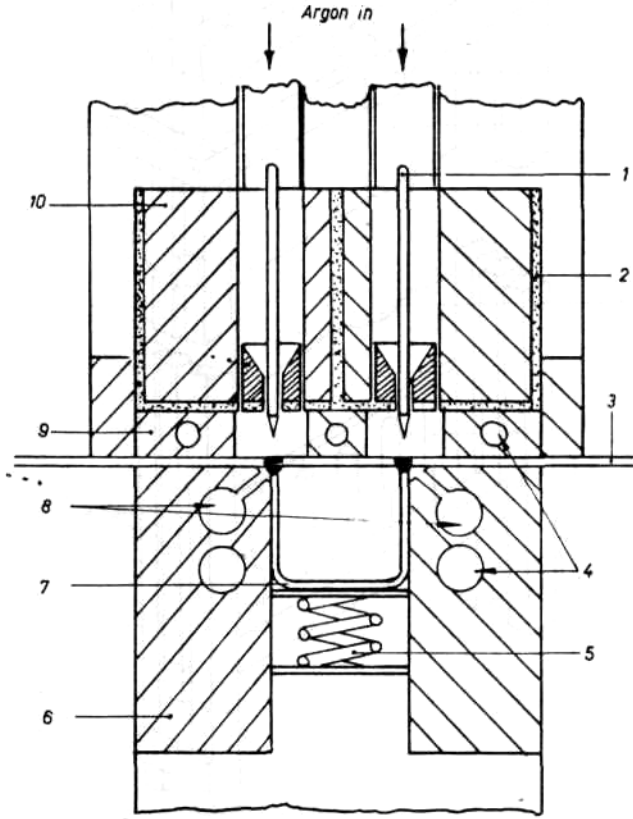
Kabuk/damar kesitlerinin kaynağı üzerinde ilk çalışmalar sırasında, komponentleri bir çekme öngerilmesine tâbi tutmanın, hapis kalmış kaynak gerilmelerini dengeleyeceği düşünülmüş ve bu yolda bir kaynak ve çekme aleti (Şekil 291) ve bunun üstünde bir yakıp geçme kaynağı için bir kaynak kafası tasarlanmış (Şekil 292).



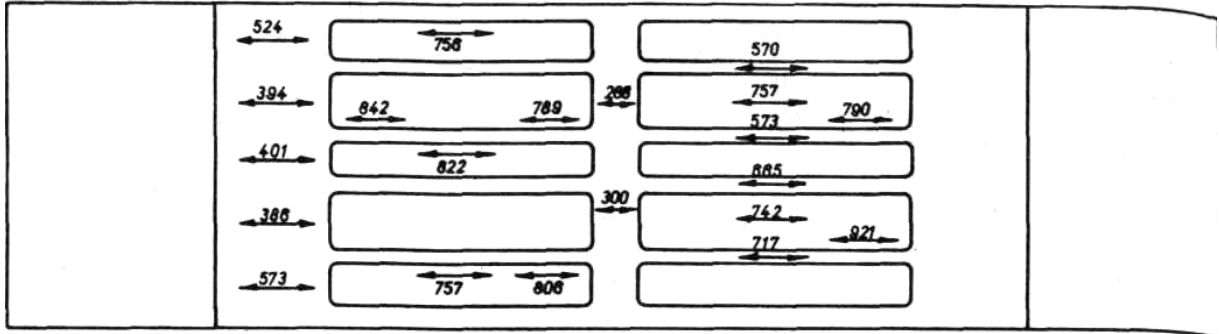
Şekil: 291 — Dikey çekme kaynak-aleti 1-Çerçeve; 2-Kavrama çeneleri; 3-Çekme kaynağı arabası; 4-Ana çerçeve; 5-Hidrolik krikolar; 6-Damarlar; 7-Kabuk; 8-Kaynak kafası.

Kaynak sırasında damarların kabuktan daha fazla genleştikleri görülmüş; bazı durumlarda yaklaşık % 0.1 kadar ön şekil değişmesi kaynağın sonunda tamamen yok olmuş, damar gerilmesi kalmıştır.

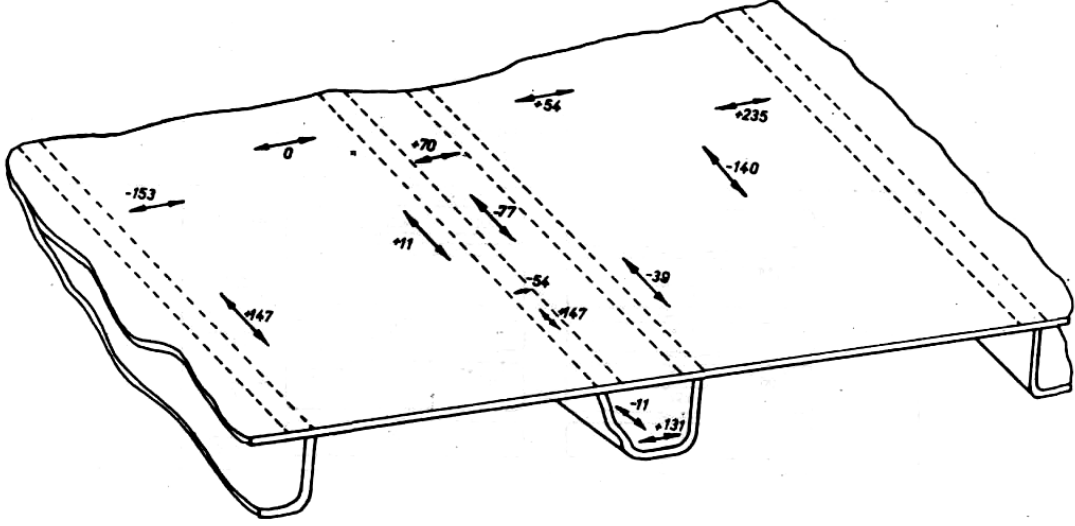
Pano, strain gage'lenerek kaynak, öncesi çekme yükleri saptanmış (Şekil 293). Geriye kalmış gerilme değerlerini elde etmek için pano kaynaktan sonra yine strain gage'lenmiş. Bunun için bitmiş panoya strain gage'lar bağlanmış ve gage'in bağlandığı metal kesiti kesilmiş. Sonuçlar Şekil 294'te görülmektedir: mevcut en yüksek uzunlamasına çekme gerilmesi 147 N/mm^2 olup bu, sıcakta boyutlandırma ve gerilim giderme işleme sırasında gerilme korozyonu güçlükleri çıkaracak ölçüde olmamıştır.



Şekil: 292— Yakıp geçme kaynağı kafası. 1-Tg elektrod; 2-Yalıtkan; 3-Kabuk; 4-Su kanalları; 5-Yay; 6-AH kalıp bloku; 7-Damar; 8-Argon; 9-Üst kalıp bloku; 10-Üfleç gövdesi.



Şekil: 293 — 775 N/mm² lik çekme yükü uygulanması sonucu gerilmeler (gerilmeler = N/mm¹)



Şekil: 294 — Kimyasal olarak frezelenmiş kabuklu bir çekme kaynaklı damar/kabuk panosunda geriye kalan gerilmeler. Pozitif değerler çekme, negatif değerler basma gerilmelerini temsil eder.