

ÖZLÜ TEL ELEKTROTLARIN ÖNEMİ VE KAYNAK ÖZELLİKLERİ

Apler GÜLSÖZ

* Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi

ÖZET

Çubuk elektrotların sınırlı akım yüklenebilirliklerine bağlı olarak ergime gücünün rölatif olarak düşük olması, sık elektrot değiştirilmesi nedeniyle ortaya çıkan zaman kaybı ve elektrot artıklarının kullanılması, örtülü çubuk elektrotlarla yapılan kaynağın dezavantajlarıdır. Bileşimi ve görevleri bakımından bir çubuk elektrot örtüsünün özelliklerini taşıyan sonsuz özlü tel elektrotlar ile yapılan kaynak yüksek ergime gücü ve sürekli bir kaynak işlemi için mekanizasyona uygunluğu nedeniyle, örtülü çubuk elektrotlarla yapılan kaynağa nazaran daha ekonomiktir. Gazaltı kaynağında da artan ölçüde özlü tel elektrotlar kullanılmaktadır. Özellikle MAG-yönteminde özlü tel elektrotlarla yapılan mekanize kaynak gittikçe önem kazanmaktadır. Ayrıca tozaltı kaynağı ve dolgu kaynağı için geliştirilmiş olan özlü tel elektrot çeşitleri vardır. Bu çok yönlü uygulamalardan dolayı özlü tel elektrotların gelecekteki önemi ve pazar payı sürekli olarak artacaktır.

Anahtar Sözcükler

Özlü tel elektrot, örtülü çubuk elektrot kaynağı, MAG-kaynağı, ergime gücü, ekonomiklik

SUMMARY

The disadvantages of welding with covered rod electrodes are; relatively lower melting power depending on limited charging, time waste due to frequent change of electrodes and the use of waste of electrodes.

Welding with infinite cored wire electrodes which have the same properties with rod electrode covering according to the compositions and functions, is more economic than welding with covered rod electrodes, because of adaptation to continue welding mechanization and high melting power. Especially in MAG method mechanize welding with cored wire electrodes is getting more importance.

Key Word

Cored wire electrode, covered rod electrode welding, MAG welding, melting power economic

GİRİŞ

Sonsuz tellerin kullanıldığı yöntemlerle gerçekleştirilen kaynak işlemlerinde önemli ölçüde güç artışı sağlanmaktadır. Bu yöntemlerin başlıcaları gazaltı ve tozaltı kaynak yöntemleridir. Örtülü çubuk elektrotlarla yapılan kaynakta mekanizasyon derecesi ve buna bağlı olarak güç artırımı, dışta bulunan örtü ve elektrot uzunluğu nedeniyle sınırlı kalmaktadır. Örtülü çubuk elektrotlarla yapılan kaynak, elektrotların sınırlı akım yüklenebilirliklerine bağlı olarak ergime gücünün rölatif olarak düşük olması, sık elektrot değiştirilmesiyle ortaya çıkan zaman kaybı ve elektrot artıklarının kullanılamamasından doğan malzeme kaybı nedeniyle ekonomik olmamaktadır. Ters elektrot olarak da adlandırılan ve örtülü elektrottaki örtü bileşenlerinin elektrot içine taşınmasıyla oluşturulan özlü teller kaynak tekniğinde yeni ufuklar açmıştır. Özlü tel elektrotlar ile yapılan kaynak, elektrot değiştirme işleminin ortadan kaldırılması, elektrot artıklarının bulunmaması, yüksek ergime gücü ve sürekli bir kaynak işlemi için mekanizasyona uygunluğu nedeniyle, örtülü çubuk elektrotlarla yapılan kaynağa nazaran daha ekonomik olmaktadır. Bu nedenle de gelecekte gittikçe artan miktarlarda örtülü çubuk elektrotların yerini alması beklenmektedir.

Özlü tel elektrotlar, iç kısımlarına yerleştirilen ve toz halindeki çeşitli bileşenlerden oluşan özün bileşenlerinin amaca göre değiştirilebilmesi sayesinde çok yönlü kullanım özelliklerine sahiptirler. Günümüzde değişik kaynak yöntemleri ve değişik malzemeler için geliştirilmiş olan çeşitli özlü elektrotlar bulunmaktadır. Özellikle MAG-yönteminde özlü tel elektrotlarla yapılan mekanize kaynak da gittikçe önem kazanmaktadır. Ayrıca tozaltı kaynağı ve dolgu kaynağı için geliştirilmiş olan özlü tel elektrot çeşitleri vardır. Arklı kaynak yöntemlerinde kullanılan çeşitli kaynak elektrot ve tellerinin Avrupa ülkelerindeki tüketim miktarları Şekil 1'de 1991 yılı itibariyle gösterilmiştir [1]. Şekilden de görüldüğü gibi Almanya, İtalya, İsviçre, Avusturya, Finlandiya ve İngiltere'de MAG-telleri en fazla tüketilen ilave kaynak malzemesidir. Örtülü çubuk elektrotların tüketimi de ikinci sırada gelmektedir. Bunun başlıca nedeni kaynak işlemlerinde kullanılan yöntemlerin mekanizasyonunun sürekli olarak artmasıdır. Diğer ülkelerde ise bunun tersi görülmektedir. Buradan çıkarılan sonuç, örtülü çubuk elektrotların tüketiminin belirli bir süre daha önemini koruyacağıdır. Ancak mekanizasyona uygun olmayan örtülü çubuk elektrot kaynağının gittikçe önemini kaybedeceği ve mekanizasyona uygun olan özlü tellerle yapılan kaynağın da gittikçe önem kazanacağı ve özlü tel tüketiminin artacağı beklenmektedir. Şekilde görülmeyen Amerika Birleşik Devletleri, Japonya ve Rusya gibi ülkelerde de özlü tellerin tüketimi sürekli olarak artmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri ve Japonya'da bu miktar 1992 yılı itibariyle % 20 olarak belirlenmiştir [1].

Özöl tellerle yapılan ark kaynağı, örtölü çubuk elektrotlarla yapılan ark kaynağına göre pek çok avantaja sahip olup, tozaltı ve gazaltı kaynağına göre de bazı bakımlardan daha üstündür. Bu avantajların başlıcaları aşağıda belirtilmiştir [2,3].

- Yüksek ergime gücü-Yüksek akım yoğunluğu
- Yüksek kaliteli kaynak metali
- Mükemmel dikiş görünüşü-düzgün ve pürüzsüz dikişler
- Kolayca mekanize edilebilmesi
- Bazı tür özöl elektrotlar koruyucu gaz gerektirmezler. Bu da tesisatın basitleşmesine olanak sağlar.
- şantiye çalışmalarında rüzgara karşı daha az hassastırlar.
- Örtölü elektrotların bütün avantajlarına sahiptir. Koçan kaybı ve elektrot değiştirmedeki zaman kaybı gibi dezavantajları yoktur.
- Örtölü çubuk elektrotla ark kaynağına göre daha az çarpılma ve iç gerilme.
- Öze ilave edilen alaşım elementleri yardımıyla her malzeme için istenen bileşimde kaynak metali verecek elektrot üretmek mümkündür.
- Bu avantajların yanında özöl telle ark kaynağının dezavantajları da bulunmaktadır. Bunlar:
 - Uzaklaştırılması gereken bir cüruf oluşturur.
 - Özöl elektrotlar aynı ağırlıktaki masif elektrotlara nazaran daha pahalıdır.
 - Kullanılan ekipman, örtölü elektrotla ark kaynağında kullanılanda göre daha karmaşık ve daha pahalıdır. Ancak artan verim bunu dengelemektedir.
 - Gazaltı ve tozaltı ark kaynak yöntemlerine göre daha fazla kaynak dumanı oluşur.

ÖZLÜ TELLERİN ÇEŞİTLERİ VE STANDART GÖŐTERİMİ

Özlü elektrotlar, genellikle alaşimsız çelik bantların boru haline getirilmesi ve içerisinde de öz diye adlandırılan toz halindeki çeşitli bileşenlerin (cüruf oluşturuç, gaz oluşturuç, alaşım elementleri ve deoksidasyon elementler gibi) karıştırılarak doldurulmasıyla imal edilirler. Elektrot içindeki özün yüzde olarak ağırlığına dolgu derecesi denmektedir. Şekil 2'de özlü elektrotlarda en çok kullanılan kesit formları ve bunlarla ilgili dolgu dereceleri gösterilmiştir.

Özlü tel elektrotlar, kesit formlarından bağımsız olarak kendinden korumalı özlü teller ve gaz korumalı özlü teller olmak üzere başlıca iki gruba ayrılmaktadır. Kendinden korumalı olanların özünde cüruf oluşturuç maddelerin yanında koruyucu olarak yeteri kadar gaz oluşturuç maddeler de bulunmaktadır. Ancak Şekil 2'de gösterildiği gibi elektrot içerisine doldurulan öz maddesi dolgu derecesine bağılı olarak sınırlı kalmaktadır. Bu nedenle öz kısmı sadece cüruf yapıcı maddelerden oluşturulduğunda ilave bir gaz koruması gerekmektedir. Kendinden korumalı olanlarla yapılan kaynağa metal ark kaynağı denmektedir. Gaz korumalı olanlar ise MAG-kaynağında kullanılmaktadır. Bu elektrotlar Tablo 1'de gösterildiği şekilde EN 758'de standartlaştırılmıştır. EN 758 standardı, en düşük akma sınırı 500 N/mm²'ye kadar olan alaşimsız çelikler ve ince taneli çelikler için özlü tel elektrotların şartlarını ve sınıflandırılmasını vermektedir.

EN 758'e göre özlü tel elektrotlar için örnek bir gösterim aşağıda verilmiştir.

EN 758 T 46 3 1Ni B M 4 H5

Burada :

T ® Özlü tel elektrot

46 ® Kaynak metalinin en az akma sınırı 460 N/mm², çekme dayanımı 530-680 N/mm², en az kopma uzaması % 20 (LO = 5d için)

3 ® En az 47J'luk çentik darbe işinin elde edildiği deney sıcaklığı - 30iC

1Ni ® %1.4 Mn, %0.6-%1.2 Ni

B ® Bazik özlü tel elektrot

M ® Karışık gaz altında kaynak için uygun

4 ® Yatay pozisyonda kaynağa uygun

H5 ® Kaynak metalinin hidrojen miktarı <5 m1/100g

KENDİNDEN KORUMALI ÖZLÜ TELLERİN KAYNAK ÖZELLİKLERİ

Kendinden korumalı elektrotların şimdiye kadar Şekil 2a'da görüldüğü gibi kapalı (kaynaklı) kesitli borular şeklinde uygulaması bulunmamaktadır. Bunun yanında diğer tüm kesit formları uygulanmaktadır. En çok uygulananı Şekil 2b'de görülen yarık boru şeklidir. Manto kısmı (dış metalik kısım) olarak genellikle alaşımsız çelik bantlar kullanılmaktadır. En çok kullanılan elektrot çapları 1.2 mm ile 3.2 mm arasında bulunmaktadır. Tablo 1'e göre standartlaştırılmış olan V, W ve Y tipleri mevcuttur.

Tablo 2 kendinden korumalı özlü tel elektrotların öz kısmını oluşturan önemli bileşenleri göstermektedir [4]. Öz kısmı, istenilen özelliklere göre bunların içinden seçilen bileşenlerin karıştırılmasıyla oluşturulmaktadır. Cüruf oluşturan bileşenler, elektrot ucundaki metalik damlayı kaynak banyosuna geçişine kadar ve daha sonra kaynak banyosunu dış atmosfere karşı korumak amacıyla cüruf oluşturlar. Harici bir koruyucu gaz kullanılmadığı için, koruyucu gaz oluşturan karbonatlar ve grafit öz kısmına ilave edilmektedir. Karbonat miktarı, borunun iç kısmında yüksek gaz miktarı oluşumu sonucu yüksek sıçrama kaybına neden olan basınç artmasına meydan vermemek için fazla olmamalıdır. Düşük buharlaşma sıcaklığına sahip Al ve Mg gibi metaller, koruyucu gaz görevi yapan metal buharları oluşturmalarının yanında Li ve Ti gibi iyi birer azot bağlayıcıdırlar. Ni, kaynak metalinin tokluğunu iyileştirmek için kullanılmaktadır.

Tablo 1'de gösterilen V ve W tipi elektrotlarda malzeme geçişi genellikle iri taneli olduğundan ve cüruf yavaş olarak soğuduğundan bu tip elektrotlar zor pozisyondaki kaynak işlemleri için uygun değildir. Son zamanlar geliştirilmiş olan kendinden korumalı özlü elektrotlarda cüruf oluşturu olarak CaF₂ yerine BaF₂ kullanılmak suretiyle küçük taneli bir malzeme geçişiyle birlikte hızlı katılaşılan bir cüruf elde edilmiş (Y tipi elektrot) ve bu sayede zor pozisyonlarda kaynak yapmak mümkün olmuştur [5]. Ancak bu tip elektrotlarda metal buharlarından kaynaklanan kuvvetli bir duman oluşumu meydana geldiğinden, özellikle kaynak torcuna entegre edilmiş bir sistemle bu dumanların kaynak yerinden emilerek uzaklaştırılması gerekmektedir.

Alaşımsız ve az alaşımli tiplerinden ayrı olarak dolgu kaynağı ve paslanmaz çeliklerin kaynağı için geliştirilmiş olan özlü teller bulunmaktadır. Özellikle alaşımli bir dolgu gerektiren durumlarda, istenen özelliklere sahip masif tel elektrotların imal edilemediği durumlarda özlü tel elektrotlar kullanılmaktadır. Bu tip elektrotlarda manto alaşımsız çelik banttın oluşmakta ve öz kısmı cüruf oluşturucuların yanında alaşım elementleri ihtiva etmektedir. Paslanmaz çeliklerin kaynağında kullanılan özlü elektrotlarda ise dış manto kısmı paslanmaz çelikten oluşmakta ve öz kısmında alaşım elementlerinin yanında iyi bir koruma sağlayacak şekilde gaz oluşturucular bulunmaktadır. Bu tip özlü tellerin önemli avantajlarından biri yüksek ergime gücüne sahip olmalarıdır [6].

Alaşımsız ve az alaşımli çeliklerin kaynağında MAG-kaynağı yerine gazdan tasarruf sağlamak amacıyla özlü tel elektrotların kullanımı yanlıştır. Çünkü özlü teller masif tellere göre pahalı olduğundan ekonomiklik sağlamamaktadır. Özlü tellerle kaynak, mekanizasyona uygunluğu, yüksek ergime gücüne ve yüksek verime sahip olması nedeniyle daha çok örtülü çubuk elektrotlarla yapılan kaynaktan daha ekonomik olmakta ve gittikçe onun yerini almaktadır. Özellikle rüzgara karşı da daha az hassasiyet göstermesi ve ekonomikliği nedeniyle açık havada şantiye şartlarında gittikçe artan oranlarda kullanılmakta ve örtülü çubuk elektrotlarla rekabet etmektedir. Genellikle gemi, otomobil ve makina yapımında, çelik yapılarda, köprülerin, boru hatlarının ve küresel gaz depolarının yapımında kullanılmaktadır.

GAZ KORUMALI ÖZLÜ TELLERİN KAYNAK ÖZELLİKLERİ

Gaz korumalı özlü tel elektrotlar çoğunlukla kapalı (kaynaklı) kesitli borular şeklinde veya yarık boru şeklinde imal edilmektedir. Bunun yanında bindirmeli boru şeklinde üretilen çeşitleri de bulunmaktadır. Alaşımsız ve az alaşımli tiplerinde dış manto kısmı için genellikle alaşımsız çelik bantlar kullanılmaktadır. En çok kullanılan elektrot çapları 1.0 mm ile 2.4 mm arasında bulunmaktadır. Kapalı kesitli boru şeklindeki tipleri elektrolit olarak bakır kaplanabilmekte ve bu suretle masif elektrotlarla aynı görünüme sahip olmaktadır.

EN 758'e göre MAG-kaynağına uygun olan özlü elektrot tipleri rutil esaslı, bazik ve metal tozu dolgulu olarak ayrılmaktadır. Rutil esaslı olanların da yavaş katılaşılan ve hızlı katılaşılan cürufa sahip tipleri bulunmaktadır. Yavaş katılaşılan cürufa sahip olanlar oluk pozisyonunda kaynak (w, yeni gösterimiyle PA) ve yatay pozisyonda iç köşe dikişi kaynağı (h, yeni gösterimiyle PB) için uygundur. Hızlı katılaşılan cürufa sahip olanlar ise her pozisyon için uygundur. Bu nedenle zor kaynak pozisyonlarında da kullanılmaktadır.

MAG-kaynağında kullanılan çeşitli özlü tel elektrot tiplerinde öz kısmını oluşturan önemli bileşenler Tablo 3'te gösterilmiştir [4]. Rutil tiplerdeki cüruf karakterleri arasındaki fark kuvars (SiO₂) ve rutil (TiO₂) miktarlarındaki farklılıklardan kaynaklanmaktadır. Zor pozisyonlardaki kaynağına uygun hızlı katılaşılan cürufa sahip olan tipte rutilin bir kısmı yerine ilmenit (FeO TiO₂) öze ilave edilmiştir [5]. Bazik tiplerin cüruf bileşimi bazik özlü çubuk elektrotlarla aynı olmaktadır. Metal tozu dolgulu tipte ise öz kısmı sadece demir tozu ve deoksidasyon için gerekli bileşenlerden oluşmaktadır. Gerektiğinde alaşım elementleri de ilave edilmektedir.

Bu tip özlü elektrotların ergime özellikleri masif tellerinkine benzemektedir. Önemli avantajı yüksek ergime gücüdür. Bu özellik, yüksek güçlü çubuk elektrotlara benzer bir şekilde, ince taneli metal tozlarının masif tele nazaran kolay bir şekilde ergimesinden kaynaklanmaktadır.

Yukarıda belirtilen elektrotlardan başka dolgu kaynağı ve paslanmaz çeliklerin kaynağında kullanılan, gaz altında kaynağa uygun alaşımlı ve yüksek alaşımlı özlü teller bulunmaktadır. Özellikle paslanmaz çeliklerin kaynağında kullanılan tipin masif tele nazaran önemli bir avantajı vardır. Cüruf oluşumu ve koruyucu gaz ile çift koruma sonucu özlü tellerle yapılan kaynakta dikiş yüzeylerinin daha az oksitlenmesi ve kolayca temizlenmesi sağlanmaktadır. Bu da temizleme masraflarının azalmasına neden olmaktadır.

Gaz korumalı özlü tel elektrotlar karbondioksit (CO₂) veya argon ihtiva eden karışık gazlarla kaynak edilmektedir. İyi bir kalite elde edebilmek için koruyucu gazın seçiminde özlü tel üreticilerinin tavsiyesine uymak gerekir. Hep tip özlü elektrot ancak belli bir koruyucu gaz ile iyi sonuçlar vermektedir. Gaz korumalı özlü elektrotların çeşitli kaynak dikişlerindeki kaynak özellikleri Tablo 4'te gösterilmiştir [4].

Gaz korumalı özlü tellerle yapılan kaynak çoğunlukla masif tellerle yapılan MAG-kaynağı ile rekabet halindedir. w / PA ve H / PB pozisyonlardaki kaynakta, masif tel elektrotlar ile de yüksek ergime gücü elde edilebileceğinden, pahalı olan özlü tellerin kullanılması ekonomiklik getirmemektedir. Ancak özlü tellerle kalite bakımından daha iyi kaynak dikişleri elde edilmektedir. Aşağıdan yukarıya doğru yapılan zor pozisyondaki kaynakta ise (s / PF), hızlı katılma cürufun meydana geldiği P tipi özlü elektrotlarla yüksek akım şiddetlerinde yapılan kaynakta ergime gücünün yüksek olması nedeniyle kaynak süresi kısaltmakta ve dolayısıyla kaynak dikişi masrafları azalmaktadır.

MAG-kaynağına uygun özlü teller, daha iyi bir dikiş görünümü, iyi tokluk değerleri ve birleştirme hatalarının oluşma eğiliminin daha düşük olması nedeniyle endüstrinin birçok kolunda kullanılmaktadır. Zor pozisyonlardaki kaynakta sağladığı ekonomik avantajlardan dolayı gemi yapımında ve çelik yapılar da kullanımı gittikçe artmaktadır.

SONUÇ

Mekanize veya otomatik kaynak yöntemlerine uygun olmaması, elektrot değiştirmedeki zaman kaybı ve elektrot artıklarının atılmasıyla ortaya çıkan malzeme kaybı nedeniyle, örtülü çubuk elektrotlarla yapılan kaynak ekonomik olmamaktadır. Yarı ve tam mekanize kaynağa uygun, örtülü çubuk elektrotların özelliklerini taşıyan ve sürekli olarak bir makaradan kaynak arkına sürülen özlü tel elektrotların geliştirilmesiyle ekonomiklik artırılmış ve yeni alternatifler ortaya çıkmıştır. Kendi kendini koruyan özlü tel elektrotlar ile gazaltı kaynağına uygun özlü tel elektrotların birleştirme kaynağında kullanımı gittikçe yaygınlaşmaktadır. Ayrıca tozaltı kaynağı için geliştirilmiş özlü teller ile dolgu kaynağı için geliştirilmiş özlü tel ve özlü bant elektrotlar yeni uygulama yollarını açmıştır. Çeşitli malzemelere ve yöntemlere bağlı olarak özlü tel çeşitlerinin gelecekte daha da artacağı beklenmektedir. Özlü elektrotlarla sağlanan kaliteli kaynak dikişleri ve yüksek ergime gücünün getirdiği avantajlar, bu tip elektrotların geliştirilmesi yönündeki çalışmaları da önemli bir hale getirmiştir.

KAYNAKÇA

1. Weyland, F., Vom Nacktdraht zum Fülldraht - Betrachtung über die Entwicklung von Schweißzusätzen für das Lichtbogenschweißen, Jahrbuch Schweißtechnik 97, S. 135-156, DVS - Verlag, Düsseldorf 1997.
2. Anık, S., Vural, M., Gazaltı Ark Kaynağı, Gedik Eğitim Vakfı, Kaynak Teknolojisi Eğitim, Araştırma ve Muayene Enstitüsü, Yayın No: 3, İstanbul.

3. Tülbentçi, K., Özlü Tel Elektrot ile Kaynak, Gedik Kaynak Dünyası, S. 5-9, Haziran 1989.

4. Killing, R., Schweißen mit Fülldrahtelektroden - Neueste Erkenntnisse und Erfahrungen, Jahrbuch Schweißtechnik 94, S. 91-101, DVS - Verlag, Düsseldorf 1994.

5. Killing, R., Angewandte Schweißmetallurgie - Anleitung für die Praxis, Fachbuchreihe Schweißtechnik, DVS - Verlag, Düsseldorf 1996

6. Strassburg, F. W., Schweißen nichtrostender Stähle, Fachbuchreihe Schweißtechnik, DVS - Verlag, Düsseldorf 1996.