

İSTT ULUSLAR ARASI KAZISIZ TEKNOLOJİLER DERNEĞİ	KAZISIZ TEKNOLOJİLER ARAŞTIRMA MERKEZİ	
	KAZISIZ TEKNOLOJİLER GENEL BİR BAKIŞ	
	YERİNDE UYGULANAN KAPLAMALAR (Applied Coating)	

1. GENEL BAKIŞ

Bu Bölüm, küçük çaplı (insan girişi söz konusu olmayan) basınç boru hatları için püskürtmeli kaplama sistemlerini kapsamaktadır. Bir insan girişi ebatlarındaki borular ve de odalar için püskürtmeli kaplama teknikleri başka yerlerde de kapsamaktadır. Söz konusu teknolojiler, metalik ya da asbestli çimentodan mamul boru hatlarının iç yüzeylerine, ya epoksi ya da Poliüretan (PU), genel olarak ince çimento gibi ya da ısıtılınca sertleşen / termoset reçine kaplama uygulamasını içermektedir. Kaplamanın fonksiyonu ise, akan suyu boru duvarından ayırmak ve de bu sayede korozyonu ve / veya akan suyun kirlenmesini yok etmek ya da önemli ölçüde azaltmaktadır. Çimento bazlı sistemler, boru duvarını pasif hale getiren ve de korozyonun meydana gelmesini önleyen kaplama / boru ara yüzünde oldukça yüksek oranda bir alkalın ortam yaratmaktadır. Polimer bazlı sistemler ise, ince ve de sızdırmaz bir koruma bariyeri oluşturmaktadır.

Sözü edilen tüm bu teknolojilerin daha önceden monte edilmiş olan boru hatlarında kullanılması, zaman içinde birikmiş bulunan korozyon ürünlerin çıkartarak orijinal sondajı muhafaza ederek detaylı bir temizlik işlemin yapılmasına bağlıdır (Tüberkülyasyon / Tüberkül oluşumu). Bu durum, aynı zamanda, kaplama malzemesinin yapışabileceği ve de kaplamanın gelecekteki performansında hayati önem arz eden bir etmen olan bir yüzey de oluşturacaktır.

Üç sistemin tümünün de, son yıllarda PU bazlı sistemleri geliştirenler daha da kalın yapısal kaplamalar için potansiyeli savunmalarına ve de basınçlı borularda sızmayı ortadan kaldırmak amacı ile daha kalın kaplamaların kullanıldığı boru hattı montaj işlemlerini başarılı bir şekilde tamamlamış olmalarına rağmen, ana boru sisteminin ya da sızıntının yapısal bütünlüğü üzerinde minimal düzeyde etkiye haiz olduğu kabul edilmektedir. **Çimento bazlı sistemler ilk olarak 1920li yıllarda, dökme ve de yumuşak demir ve de çelik borular için fabrika uygulamalı koruyucu bir kaplama olarak kullanılmıştır. Amerika Birleşik Devletlerinde bir çimento kaplama müteahhidi olan W. Walsh' a göre, söz konusu bu tekniğin gömülü / toprak altı boruların yerinde kaplanmasına kadar genişletilmesi, aynı zamanda şirketinde kurucusu olan Carl Perkins isimli bir şahıs tarafından 1933 yılında başarı ile gerçekleştirilmiştir.** Bununla birlikte, söz konusu bu övgüleri hak eden başka kimseler de mevcuttur.

CML (Çimento Harcı ile Kaplama) İngiltere, Kuzey Amerika ve de Avrupa'nın bir kısmında su şebekelerini ıslah etmek amacı ile yaygın olarak kullanılmıştır. Bununla birlikte, İngiltere'de yumuşak suda CML' nin performansı üzerindeki endişeler ve de 4 inç (100 mm) ya da daha az çaplı borular içindeki akım kapasitesinin azalması, bu yöntemle bir alternatif bulunması için yapılan çalışmalar hız vermiş ve de bunun sonucunda ise epoksi kaplama doğmuştur. Sonuç olarak, İngiltere'de çimento harçlı kaplamanın yerini epoksi tamamen alırken, epoksinin mevcut ve de kullanılabilir olmasına rağmen, CML halen Amerika Birleşik Devletleri ve de diğer bir takım ülkelerde halen tercih edilmektedir. İngiltere'de ise, şu sınırlar Epoksi kaplama, hızlı bakım kapasitesi temelinde bir su şebekesinin 12 saat içinde yeniden hizmete sokulması olasılığına izin

veren Poliüretan ile değiştirilmektedir. Bu süreci destekleyen kimseler, aynı zamanda, onun daha geniş çaplı borularda bile daha kolay uygulama imkanı sağladığını iddia etmekte.

Bir insanın girmesinin söz konusu olmadığı atık su kanalları için püskürtmeli kaplama teknolojileri hakkında bir takım geliştirme çalışmaları yapılmış, ne var ki, şu ana kadar bu tür hiçbir yöntem ticari anlamda dikkat çekecek düzeye erişememiştir. Bu durum, kısmen de olsa, amacın genel anlamda korozyonu önlemekten ziyade, borunun harici yüklemeye dayanımını / direncini artırmak olduğu atık su kanalı yenilemenin farklı gereksinimlerinden ileri gelmektedir. Ayrıca, yine kısmen de olsa, materyal uygulanırken ve de iyileştirilirken atık su kanalı içine akışın tamamen durmasını tesis etmekte yaşanan uygulamadaki zorluklardan da ileri gelmektedir. Atık su kanalları için pratik bir püskürtmeli kaplama sistemi, pek çok diğer yenileme tekniklerinin doğasında var olan yanal yeniden bağlantı problemini de ortadan kaldıracaktır.

Bir kısım ülkelerde, gaz servis borularından yaygın bir şekilde kullanılmasına rağmen, püskürtme kaplama sistemi gaz şebekelerinde nadiren tercih edilmektedir. Bu Bölüm, tekniğin dünya çapında en genel kullanımı olan içilebilir su şebekelerine püskürtmeli kaplama sisteminin uygulanması üzerine yoğunlaşmaktadır.

Genel Bakışa Geri Dön [▲](#)

2. HAZIRLIK

Püskürtmeli kaplamanın genel anlamda, mevcut alt katman ile bir yapıştırıcı maddeye dayanan koruyucu bir kaplama olarak kullanılmasını amaçlandığından dolayı, ana borunun detaylı bir şekilde hazırlanması önemlidir. Eski su şebekeleri ve de özellikle dökme demirden imal edilmiş olan su şebekeleri sık sık, bazı durumlarda etkin sondajı orijinal ebadının belirli bir bölümüne kadar daraltabilecek ölçüde, kabuk ve de korozyonun ağır dâhili kalıntılarına sahip olabilirler.

Temizlik teknikleri arasında yüksek basınçlı su fişkırtma, pigging (boru hatlarının bir tür alet yardımı ile temizlenme işlemi), dişli çubuk beslemeli sondaj aletleri ve de kesiciler ile zincir dövenleri gibi mekanik olarak işleyen cihazlar yer almaktadır. Boru hattı içinde zaman içinde birikmiş bulunan korozyonun tüm izlerinin çıkartılması ile boru duvarına zarar vermektan kaçınmak arasında genel olarak bir denge gözetilir ve de bir takım daha agresif olan teknikler daha büyük bir itina ile kullanılmak durumundadır.

Bir boru içerisinde vinç yardımı ile sokulan boru kazıyıcıları sert kalıntılar ve de nodülleri buldukları yerden sökmek üzere tasarlanmışlardır ve de orta şaftı üzerine monte edilmiş çok sayıda çelik iki uçlu bıçakları içermektedir. Şaftın her bir ucuna da, gerekli olması halinde, aletin geri çekilmesine imkân veren bir çekme halatı bağlantı halkası yerleştirilmiştir.

Tel fırça pik demirler, her bir ucunda bir adet çekme halatı bağlantı halkası yer alan merkezi bir orta şaft üzerinde iki adet dairesel tel fırça içerir ve de kaplama öncesinde boru hattı iç duvarlarına yapışık bulunan gevşek kalıntıları ve de tozu çıkartmak için kullanılır. Söz konusu bu aletler, ayrıca, bir boru kazıcısı tarafından gevşetilen molozları da buldukları yerden çıkartmak için kullanılabilir.

Temizlik pik demirler geniş bir tür aralığında bulunabilirler ve de genel olara aşındırıcı bir dış katman ile sert reçineden kalıp olarak çıkartılırlar. Bir kısmında, sert kalıntıları buldukları yerden çıkartmak amacı ile silindiri çevresinde kalsiyum karbür çiviler bulunur. Bu aletler, şebeke içinde su basıncı yardımı ile normal olarak dolaştırılırlar ve de sürekli boru hatları içinde birkaç kilometre uzunluğundaki mesafelere dahi temizleyebilirler. Ağır bir şekilde kabuk tutmuş bir boru içinde pik demir ile temizleme işlemi, artan ebatlarda pik demirler kullanarak kademe kademe uygulamaya konur.

Köpük pik demirler, genel olarak bir boru hattı içerisinde hava ta da su basıncı ile itilir, ancak bir çekme halatı kullanılarak çekilebilen versiyonları da mevcuttur. Genel olarak, herhangi bir malzemeden mamul boruların içinde bulunan tozu ya da sıvıları çıkartmak amacı ile kullanılır ve de ayrıca hat kurulması için de uygun bir seçenektir.

Bir takım modellerin, boru hattı lokasyonu ve de izlemesi için verici yuvalarına sahiptir. Köpük pik demirleri sıklıkla çift yönlüdürler ve de dirsekler, valflar ve de çatal bağlantıları gibi boru hattı kısımlarının içinde rahatlıkla geçebilecek kadar esnek bir yapıya sahiptir. Onlar, ayrıca, azaltılmış boru çapları ve de kısmi tıkanıklıkları gibi engelleri aşmak için de kullanılabilir.

Lastik şeritli ve de saplı silecekler, boruların içinde bulunan ince malzemeyi ve de akışkanları temizler. Söz konusu lastik şeritli ve de saplı silecekler, her bir ucunda bir çekme halatı bağlantı kablosuna haiz olan bir merkezi / orta shaft üzerinde monte edilmiş iki adet kalın kauçuk disk içerirler. Köpük pik demirler ya da Lastik şeritli ve de saplı silecekler genel olarak püskürtme kaplama malzemesinin uygulanacağı temiz ve de kuru bir yüzey oluşturmak için hazırlık prosesinin en son aşaması olarak kullanılırlar.

3. ÇİMENTO HARCİ İLE KAPLAMA

Çimento harcı ile kaplama uygulaması, su şebekesi yenileme işinde yaygın bir biçimde kullanılan ve de göreceli olarak diğer uygulamalara nazaran daha pahalı olmayan bir yöntemdir. Çimento harcı belli başlı iki fonksiyonu yerine getirir - çimentonun alkalitesi demir borunun korozyonunu engeller ve de göreceli olarak daha düz iç yüzey ise hidrolik pürüzlülüğü azaltır ve de ayrıca akış karakteristiklerini geliştirir. Tüm bunların yanı sıra, çimento harcı ile kaplama uygulamasının pek çok yeni pik demir ve de dökme demir borulara da uygulandığını ve de aynı zamanda korozyonu da önlediğine dikkat edilmelidir.

Kaplama, ana borunun çürüyeceği oranı azaltmaktan başka yapısal bir işlevi yerine getirmez, bu nedenle de, söz konusu teknik, sızdırmanın mevcut olduğu ya da korozyonun boru duvarının kalınlığını önemli ölçüde azalttığı borular için uygun değildir.

Yukarıda da açık bir şekilde beyan edildiği üzere, mevcut borunun detaylı bir biçimde hazırlanması elzemdir. Ayrıca, sıva / demir ara yüzünde alkaline bir ortam oluşturmak amacı ile sıvayı yeterli kalınlıkta uygulamak çok önemlidir. Betonarme yapılarda çelik güçlendirme ile olduğu gibi, metalin yetersiz bir şekilde kaplanması, sıvanın çatlamasına ve de yer yer dökülmesine neden olacak korozyonun başlamasına imkan sağlayacaktır.



Genel olarak uygulama, ya yüzeyden gelen hortumlar ile beslenen, ya da bilhassa daha geniş borularda, önceden karıştırılmış harcı içeren kendi besleme hunisine sahip olan bir püskürtme makinesi ile gerçekleştirilir. Makinenin ileri hız kontrolü, sıvanın tutarlı bir kalınlığını tesis etmek için önemlidir. Püskürtme uygulamasının akabinde malalama uygulaması gelir. Bu işlem ise, püskürtme makinesine bağlanmış döner ıspatulalar yardımı ile ya da bazı zamanlarda makinenin hemen arkasından çekilen ve de gerek duyulan iç çap eninde basit bir boru şeklindeki kalkan yardımı ile gerçekleştirilebilir. Hangi sistem kullanılırsa kullanılsın, ekipmanı ana borunun tam ortasına oturtmak, böylece de bütün çeperin etrafında kaplamanın sabit bir kalınlıkta uygulanması mümkün olacaktır.

4. EPOKSİ VE DE POLİÜRETAN KAPLAMA

Epoksi ve de Poliüretan kaplama, korozyon koruması sağlamak ve de düz bir sondajı gerçekleştirmek için aynı fonksiyonlara sahip olan çimento harcı ile kaplama yönteminin alternatifleri olarak görülebilir. Borunun hazırlanan iç yüzeyine yapıştırılacak reçine için amaç, suyun nüfuz etmesini ve de korozyonu önleyen bir kaplama oluşturmaktır. Kaplamalar genel olarak çimento harcı ile kaplama uygulamalarından daha da incedir ve de bu nedenle önemli ölçüde sondaj çapının azalmasına neden olmaz. Onlar ayrıca, çimento bazlı malzemelerden çok daha hızlı bir şekilde sertleşirler. Bununla birlikte, kaplama üzerinde her hangi bir bozukluk korozyonun başlamasına neden olur ve de çimento harcının aksine, çürümeyi kimyasal olarak engeleyecek hiçbir alkalite mevcut değildir. Ayrıca, reçineler, çimento bazlı malzemeler ile mukayese edildiğinde, göreceli olarak daha pahalıdır.

İlgili Ulusal Makam tarafından su şebekelerinin kaplamsı için onaylanmış olan reçineler, doğru oranda uygun bir şekilde karıştırılmış olmaları ve de doğru bir şekilde sertleşmiş olmaları şartıyla, taşınan suyun kalitesine zarar vermez. Bu amaçla, belirli bir formülasyon resmi olarak akredite edilmediği müddetçe, su borularının kaplanması için reçine kullanılmamalıdır. İngiltere’deki ulusal onay kurumları olarak DWI ve de Amerika Birleşik Devletleri’ndeki ulusal onay kurumlar için ise NSF örnek olarak verilebilir. İngiltere’de söz konusu bu teknolojiler, yalnızca yayımlanan yönergeler uyarınca faaliyet gösteren onaylı müteahhitler tarafından kullanılabilir.



Reçine, genellikle yüksek hızlı bir döner enjektöre sahip olan bir püskürtme makinesi tarafından uygulanır. Kaplamanın kalınlığı, akış oranı ve de makinenin ileri yöndeki hızı ile kontrol edilir. Pek çok sistemde, reçine esaslı ve de sertleştirici ayrı hortumlar aracılığı ile beslenir ve de püskürtme memesinin / enjektörünün hemen arkasında yer alan statik bir mikser / karıştırıcı ile bir araya getirilir. İdela olarak, su şebekesinin devre dışında kalma süresinin minimize etmek ve de ayrıca sertleşme öncesinde reçinenin kirlenmeye maruz kalması riskini azaltmak amacı ile sertleşme süresi mümkün olduğu kadar kısa olmalıdır. Bununla birlikte, çok da hızlı şekilde gerçekleşen bir sertleşme durumu ise statik mikserin / karıştırıcının ya da enjektörün bloke edilmesi riskini de beraberinde getirir. Çimento harcı ile kaplamadan farklı olarak, reçine püskürtme işlemi sonrasında düzleştirilmez ya da malalanmaz ve de yüzey kalitesi ise uygulanan tekniğe ve de kullanılan malzemenin özelliklerine bağlıdır.

Subterra' nın resim aydınlatması*Epoksi kaplama püskürtme kafası*

Sarkmayı engelleyen tiksotropik malzemeler ve de su bazlı bir yapı malzemesi (high build) de dâhil olmak üzere çeşitli reçine formülasyonları mevcuttur. Bir takım su şebekeleri, tercih edilen bir malzemeye ya da bir kısım uygulamalar için onaylanmış bir malzeme listesine sahiptir ve de detaylar kontrat şartnamesi içinde yer alacaktır.

5. ÖZET

1. Bilhassa püskürtme kaplama sistemleri ile mevcut borunun önceden teferruatlı bir şekilde hazırlığının yapılmış olması önemlidir ve de kabuk giderme, temizleme ve de silme işlemleri için çok çeşitli teknikler mevcut durumdadır.
2. Küçük çaplıdan orta çaplıya kadar boru hatları için püskürtme kaplama sistemleri tekniklerinin, ilke olarak, içilebilir su şebekelerinin yenilenmesinde kullanılması amaçlanır. İçme suyu ile temas halinde olması muhtemel tüm malzemelerin ilgili düzenleyici kurum ve de kuruluşlar tarafından usulüne uygun olarak onaylanması zorunludur.
3. Çimento harcı ile kaplama yöntemi göreceli olarak daha ucuzdur ve de ana borunun korozyona karşı korunması için kimyasal koruma sağlamanın yanı sıra, düz bir sondaj işlemine de imkân sağlar. Bununla birlikte, malzemenin gerek duyulan kalınlığı sondaj çapında önemli ölçüde bir daralma meydana getirebilir ve de kaplamanın kullanım ömrü, diğer pek çok yenileme tekniklerinden daha kısa olabilir.
4. Epoksi kaplamanın uygulanması ve de sertleşmesi genel olarak çimento harcı ile kaplamadan daha hızlıdır ve de minimal düzeyde sondaj iç çapı daralmasına neden olur, ancak kaplama üzerinde korozyonun başlamasına neden olabilecek her hangi bir pürüzden kaçınmak için, uygulama ve de sertleşme sırasında dikkatli kalite kontrolü elzemdir.
5. Ne, çimento harcı ile kaplama yöntemi; ne de, epoksi püskürtme kaplama yöntemi yapısal bozuklukları söz konusu olan ya da sızdırma yapan boru hatları için uygun değildir.
6. Diğer yenileme teknikleri ile mukayese edildiğinde püskürtme kaplamanın maliyeti, alternatif sistemlerinin göreceli, sağlamlığı, yapısal kapasitesine ve de uzun ömürlülüğü karşısında tartıp biçilmelidir.

EK 1

YERİNDE UYGULANAN KAPLAMALAR - YAPISAL OLMAYAN İNCE

Aşağıda yer verilen unsurları da kullanarak ek bilgi elde edilebilir:

- 1) ISTT konferans notları
- 2) Diğer konferans notları
- 3) Standartlar / Yönergeler - Kılavuzlar
- 4) ISTT üyesi müteahhitlerin listesi
- 5) Diğer müteahhitler

Detaylar ISTT' den: info@istt.com adresinde doğrudan elde edilebilir.

Aşağıda yer alan tablo her bir teknolojinin belli başlı özelliklerini özetlemektedir:

	ÇİMENTO HARCİ İLE KAPLAMA	EPOKSİ PÜSKÜRTME KAPLAMA	POLİÜRETAN PÜSKÜRTME KAPLAMA
İlke	Çimento harcının ince tabakası demir borular pasif hale getirir ve de korozyonu önler.	Püskürtme kafada karıştırılmış çözücüsüz iki parça epoksi reçinenin 1 mm' lik bir bariyer tabakası.	Epoksi ile benzerdir, fakat poliüretan reçine kullanır.
Boru Türleri	CI, DI, STEEL, A / C		
Çap Aralığı (mm)	100 - 2000	75 - 600	75 - 1600
Erişim	Giriş / Her 200 metrede ve de Vanalarda bir adet çıkış çukurlar		
Hazırlama	Çekme kazıcısı, su jeti ve de sondaj makinesi kullanarak agresif temizlik		
Maks. uzunluk	200 m		
Bağlantılar	Etki yok		
Donatılar	Tümünü kaldır / yerinden çıkart		
Devre Dışı	48 saat dk.	16 saat dk.	2 saat dk.
Kullanım tecrübesi	Geniş Alan / Kapsamlı		
Şu anki kullanm	Esasen A. B. D.' de		
Avantajlar			
Dezavantajlar			
Seçim Göstergeleri	Borular > 300 mm		

EK 2

YERİNDE UYGULANAN KAPLAMALAR - YARI YA DA TAMAMEN YAPISAL KALIN

POLİMER TABANLI

Epoksi ve de poliüretan tabanlı kaplamalar bir insanın rahatlıkla girebileceği ölçülerde girişi olan borular, tüneller, menhollar ve de diğer su ve de atık su yapılarının ıslah edilmesi ve de korozyon koruması için yaygın bir biçimde kullanılmaktadır. İki parça halindeki malzemeler, % 100 katılar, çözücüsüz formülasyonlar, 5 mm' ye kadar kalınlıkta elle ya da püskürtme ile uygulanır. Kaplama ile alt katman arasında iyi bir yapışmayı tesis etmek için dikkatli bir yüzey hazırlığına ihtiyaç duyulur.

Bir takım poliüretan tabanlı kaplama materyallerinin imalatçı firmaları, bunların yarı ya da hatta tam yapısal bir şekilde hareket ettiklerini söyleyerek, küçük çaplı boruların içerisinde şu anda daha kalın kaplamaları uygulayabildiklerini iddia etmektedirler. Boru içlerinde tespit edilen sızıntıları yok etmek için kalın kaplama PU reçinelerinin uygulandığı testler, son yıllarda başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiştir.

2006 yılının sonunda, İngiltere’de bir poliüretan imalatçı firması, 3 mm kalınlığında ya da daha kalın reçine tabakaları içeren yarı yapısal bir kaplama sistemini piyasaya sürmüştür. Söz konusu firma, su şebekeleri içinde kullanıldığında, bu tür bir sistemin şunları sunduğunu iddia etmektedir:

- Hızlı sertleşme, böylece de su şebekesinin aynı gün içinde devreye sokulabilmesi imkânı
- Derz aralıklarını ve de küçük deliklerin birleştirilebilmesi olasılığı, böylece de sızıntı durumlarının önlenmesi
- Küçük çaplı pik demir borularda rastlanan en yaygın problem olan çevresel sorunların birleştirilerek çözülebilmesi imkânı
- Servis bağlantılarını bloke etmeyen bir sistem, bu nedenle onları eski haline geri getirmek için yerel bir kazı işlemi gerektirmez.

Söz konusu sistem, İngiltere genelinde çok sayıda su şirketi tarafından oldukça yaygın bir şekilde test edilmiş ve de kullanılmıştır.

ÇİMENTO BAZLI

Shotcrete ve de Gunita gibi teknikleri kullanarak bir insan girebilecek kadar geniş girişi olan tünellere ve de borulara beton işlemi püskürtme yolu ile uygulanabilir.

Karışım içinde bir araya getirilmiş ya polimer ya da çelik tellerin kullanımı ile ya da beton işleminin uygulanması öncesinde boru duvarı üstünde güçlendirme kumaşının katmanlarını yerleştirilerek püskürtülen katman içinde güçlendirme yapılır. Bu işlem, katmanın yarı ya da tam bir yapısal kaplama olarak işlev görmesine izin verir.

Ferro çimento, mükemmel çatlama / yarıma kontrolü sağlayan püskürtülen katman içine çok ince bir çelik ağı yerleştirildiği söz konusu bu teknolojilerin bir değişkenidir. Söz konusu bu malzeme gelişmekte olan ülkelerde geniş bir yelpazede obje imal etmek amacı ile yaygın bir biçimde kullanılmaktadır. Söz konusu malzeme, ayrıca, hem yer çekimi hem de basınç uygulamaları için kullanılan borular ve de tüneller içinde yapısal bir kaplama olarak da kullanılmıştır.