

Asbest Çimento Borularda Korozyon (*)

Yazan :

Dr. J. E. CARRERE

Yeraltı boru hatlarının korunması ve
korozyon etüdleri Uluslararası
daimi komitesi başkanı

Çeviren :

Münir ALPSOYLU
Yük. Müh.



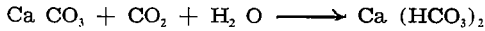
I — Korozyon mekanizması teorisi :

Zemin korozyonu aşağıdaki 4 zemin halinde olur :

- 1 — Aerobik, hemen hemen nötral reaksiyonlu, meselâ pH yaklaşık olarak 7;
- 2 — Aerobik, asid veya çok asid reaksiyonlu meselâ pH bir veya daha az,
- 3 — Anaerobik, faal sülfat redüksiyonlu ve hemen hemen nötral reaksiyonlu, pH yaklaşık olarak 7,
- 4 — Asiditede büyük değişiklik, münavebe ile anaerobik ve aerobik.

Asbest çimento malzemesinde korozyona maruz yegane eleman kalsiyum karbonatı dolayısıyla çimentodur. Bu sebeple demir ve çeliğin korozyonu olayının aksine, oksijen asbest çimento korozyonunda faal rol oynamaz ve esas faktör burada pH dır. Dolayısıyla sadece aerobik, asid ve sırayla aerobik ve anaerobik olan zeminler asbest çimentoya karşı ağırsittir.

Çimentonun kalsiyum karbonatı hem karbonik asit, sülfürik asit gibi mineral ve hem de hümkik asit gibi organik asitler tarafından atake olur.



Bikarbonat, karbon dioksit denge denklemi, yüksek bir karbon dioksit muhtevasının karbonatı eriteceğini gösterir. Karbonat bakımından fakir yeraltı suları kirece karşı daima koroziftir ve böyle zeminlerde pH 3 - 4'e ve hatta daha aşağıya düşer.

Hümkik asitler nebati veya hayvani maddelerin zeminde biyolojik veya kimyasal ayrışımı sonucu husule gelen çok kompleks birleşimlerdir. Molekül ağırlıkları yüksek olan bu asitler, sadece suda ve çok az erirler. Bununla beraber düşük pH lı zeminlerde hümkik asitlerin asbest çimentoyu atake etmeleri ihtimal dışı kabul edilmemelidir.

Sülfürik asidin korozyona sebep olması ihtimal bir sülfat redüksiyonu sonucu meydana geldiği cihetle çok daha fazladır. Çimentonun asit sülfürikle korozyonunda aşağıdaki denkleme göre :



Jips (alçı) ve karbon dioksit teşekkül eder. Genellikle kaide olarak yer altı suyu ve zemin ne kadar fazla asit dolayısıyla pH ne kadar düşüklse çimentonun korozyonunda o nisbette şiddetli olur. Sürekli olarak anaerobik örneğin ıslak kil ve kompakt turba gibi demir karşı sülfat redüksiyonu ile korrozif olan zeminler karbonatlar ihtiva etmeleri halinde asbest çimentoya karşı korosif değildir.

Bu cins zeminlerde karbonatları atake edebilecek kuvvetli asitler bulunmaz. CO_2 sülfatların karbonatlarına etkiyerek onları redüi eder, husule gelen hidrojen sülfid çimentoyu atake etmez ve demir sülfid dönüşür. Sülfatların bu suretle imhası bu iyonların konsantrasyonunun çimentoya zarar verecek seviyeye yükselmesine mani olur. Bu şekilde sülfat redüksiyonu asbest çimentonun korunmasında olumlu olarak etkilidir. Fakat bahis konusu zeminler havalandırılırsa (bu durum yeraltı suyu seviyesinin boru hattının altına inmesi suretiyle olabilir.) asit ve dolayısıyla asbest çimentoya karşı çok korozif hale gelirler.

Beton yapılar zeminde mevcut tuzlar tarafından atake edilebilirler. Yeraltı suyunda erimiş sülfat ve magnezyum tuzları korozif olarak kabul edilir. Sülfatın imha edici tesirine jips'in teşekkülü sebep olur. Jips harcın alüminat kalsiyomu ile sülfat alüminat kalsiyom meydana getirir. Bu kompleks bileşim fazla miktar kristalizasyon suyu dolayısıyla "Gipstreiben" olayına sebep olur. Şayet yeraltı suyu soydum sülfid ihtiva ediyorsa, gene jips hasil olur. Gruen'e göre aşağıdaki reaksiyon olur.



Gipstreiben alum'a benzer bir jips ve alüminyum oksid bileşimi sonucu hasil olur. Bu bileşimde büyük miktarda su alarak, kristalize olur. Ve bileşiklerinde daha büyük bir hacim yapar. Tilmann's'da aynı görüştedir. Fakat betonun bu şekilde imhasının yeraltı suyu SO_4 — muhtevasının 100 ilâ 1000 ppm ve hatta daha fazla olmasına bağlı olduğunu kabul eder. H. Pisters' in yeni bir yayınında (Einwirkung von angreifender Wassern auf beton, Angewandte Chemis 75, 1963, p 938) 200 - 600 ppm SO_4 — ve 100 - 300 ppm Mg— ihtiva eden sular hafif agresif ve 600 - 250 ppm SO_4 — ve 300 - 1500 ppm Mg— ihtiva eden sularda çok agresif kabul edilmişlerdir.

(*) 15-19 Haziran 1964 de Stokholm'de yapılmış Uluslararası içme suyu Kongresine verilen tebliğ.

II — Deniz suyu, sülfat ve magnezyum tuzları ile yapılan laboratuvar testleri :

Çimento asbest çimentonun aslı bir elemanı olduğundan sülfat ve magnezyum tuzlarının bu malzeme üzerinde de tesirleri olabileceği düşünülmüştür. Bu sebeple Hollanda'da Asbest - çimento boru komitesi tarafından asbest çimento üzerinde korozyon testleri yapılmış ve sonuçlar 1948 de özel bir raporla yayınlanmıştır. Asbest çimento borulardan kesilen halkaların 5000 ppm'e kadar olmak üzere değişik konsantrasyon-da sodyum ve magnezyum sülfat eriyiklerine daldırılması suretiyle yapılan bu testler asbestos çimento malzemesinin bu tuzların koroziv tesirlerine çok mukavim olduğunu göstermiştir.

Aynı komite asbest çimento boruların deniz suyu içindeki durumlarına ait bazı araştırmalarda yapmıştır. Testler bir yıldan daha uzun bir süre ile yaklaşık olarak 17400 ppm Cl- ve 2400 ppm SO₄- ihtiva eden deniz suyu dolu bir kab içinde bırakılan asbest çimento boru, halkaları üzerinde olmuş, deniz suyu her hafta tazelenmiştir. Komitenin 1963 yılında yayınlanan "Application of asbestos - cement pipes for conveying water" adlı raporunda test halkaları üzerinde bir korozyon emaresi görülmediği ve ağırlıklarında da bir azalma tesbit edilemediği belirtilmiştir.

III — Asbest çimento borular üzerinde arazi testleri :

Hollanda asbest çimento komitesi 90 cm. uzunluk ve 100 mm. iç çapta asbest çimento boru parçaları üzerinde bunları zemine gömerek, bazı arazi tesetlerinde yapmıştır. Alınan sonuçlar bir ek raporda tesbit edilmiştir. Bunlar hakkında bazı bilgiler tablo (1) de verilmiştir.

1938 yılında başlanılan bu testler 1951 yılında ikmal edilmiştir. Her araştırma sahasında 18 test numunesi kullanılmıştır. Muayyen fasıllarla topraktan çıkarılan numuneler dikkatle tetkik edilmiş ve kısmende laboratuvar testlerine tabi tutulmuştur. Alınan sonuçlar yapılan tahminleri gerçekleştirmiştir. A ve B sahaslarında, sırasıyla anaerobik ve aerobik olan turbalık zeminlerde, numuneler ciddi şekilde korrode olmuştur. Zeminin aktif sülfat redüksiyonu halinde ve pH'ı 5, 6 ilâ 7 arasında olan C sahasında ise mühimce bir korozyon müşahade olunmamıştır. Az miktarda kil ve kireç ihtiva eden kumlu ve nötral reaksiyonlu D sahasından çıkarılan numunelerde herhangi bir korozyon eseri göstermemiştir. Umulanın aksine az miktarda kireç ihtiva eden düşük pH lı (4,2 — 6,8) kumlu zeminli E sahasında hafif korozyon olmuştur. Buna sebep olarak, yeraltı su seviyesinin kimyasal reaksiyonların husulüne imkân vermeyecek kadar düşük olması bulunmuştur.

Amerika Birleşik Devletleri "Millî Standartlar Bürosu" da asbest çimento borular üzerinde geniş çapta arazi testleri yapmıştır. Testlere 1937 de 17 test sahasında başlanmış ve alınan sonuçlarda J. A. Denison ve M. Romanoff tarafından "zeminlerin asbest çimento boruların özellikleri üzerindeki tesirleri" başlığıyla Corrosion dergisinin 1954 Mayıs sayısında yayınlanmıştır. Ancak ölçüler korozyon penetrasyon derinlikleri sonuçlarının çok dağınık ve kısmende mütenakis olması, bu

kabil denemeler sonuçlarına muayyen bir dereceye kadar güvenilebileceğini göstermiştir. Bununla beraber yapılmış bütün arazi testleri asbest çimento korozyonunun sadece pH'ı 6 dan düşük zeminlerde olacağını göstermiştir. Bu gibi durumlarda da boruların ince bir bitüm veya kömür katran tabakasıyla korunması kifayet etmektedir.

IV — Asbest çimento boruların tatbikattaki durumları :

a) Hollanda :

1931 yılındanberi çapları Ø 100 ilâ 200 mm. arasında 20.000 mil asbest çimento boru döşenmiştir. Borular genel olarak çelik ve demiri atake eden aerobik zeminlerde kullanılmıştır. 1934 yılında kumlu 7,5 pH lı ve Ca CO₃ üzerinde hafif reaksiyonlu bir zemine döşenmiş 150 mm. iç çapındaki bir boru hattında, 22 yıl sonra hiçbir korozyon bulunmamıştır. 1935 yılında Yeşil deniz killi ve hafif kalkerli 7,9 — 8,5 pH lı ve Ca CO₃ üzerinde hafif pozitif reaksiyonlu bir zemine döşenmiş 150 mm. lik bir başka boru hattı da keza aynı sonucu vermiştir.

Cürufu, kumlu ve pH'ı 5,5 ve Ca CO₃ üzerinde negatif reaksiyonu olan bir zemine 1933 yılında döşenmiş 100 mm. çapında bir boru hattı ise ciddi şekilde korozyona uğramıştır. Sökülen borularda korozyonun boru cidarında 11,7 mm. derinliğe kadar işlediği görülmüştür. pH'ı 5,9 — 6,8 olan ve asbest çimentoya oldukça agresif bir zeminde 1933 yılında döşenmiş 175 mm. çapında bir boru hattında da 7 mm. derinliğe kadar korozyon olmuştur.

Çok enterasan bir müşahade de şudur : 1938 yılında döşenmiş ve 1951 de sökülmiş 200 mm. çapında bir boru hattının ciddi şekilde korozyona uğradığı görülmüştür. Boru cidarı 5-6 mm. derinliğe kadar kâğıt gibi bir bünyeye dönüşmüştür. Borunun çimentosu da tamamen tahallül etmiştir. Bu durumlarla hattın turbalık zeminleri kat'ettiği yerlerde karşılaşmıştır. Ayrıca bu kısımlarda yeraltı suyunun fazla miktarda serbest CO₂ ihtiva ettiği, (50 ppm'in üstünde) ve borunun sağlam kaldığı yerlerde ise bu miktarın sadece 7 ppm olduğu tesbit edilmiştir.

pH ise genel olarak 6,5 ilâ 7,7 arasında bulunmuştur. Ancak ikinci bir tetkikte pH'ın atake olmuş kısımlarda 6 mm altına düştüğü görülmüştür. Araştırmalara devam edilmiş pH'ın bir noktada 5,3 ve H₂ S üzerinde pozitif reaksiyonlu olduğu tesbit edilmiştir. Atake edilmemiş kısımlarda ise pH sabit kalmıştır.

Bu özel korozyon hali borular anaerobik şartlar altında, yeraltı suyu içinde bulunduklarında sülfat redüksiyonu olması ve yeraltı suyu seviyesi indiğinde zeminin aerobik halinde de sülfidlerin oksidasyonu sonucu pH'ın önemli miktar düşmesiyle izah edilmiştir.

Zararsız gözüken ve fakat pH ları 3-4 ve hatta daha az olan kumlu zeminlerde de boru erimesi haliyle karşılaşmıştır.

Hollanda asbest çimento boru komitesince 20-25 yıldanberi agresif zeminlerde bulunan boru hatları üzerinde yapılan araştırmalar tesbit olunan mekanik özel-

liklerin ISO(*) tarafından tavsiye olunan minimum mekanik mukavemet limitlerinin çok üstünde olduğunu da göstermiş ve komite zemin içinde zamanla boru mukavemetinin arttığı sonucuna varmıştır.

Tuzlu bir yeraltı suyu içine 1934 yılında döşenmiş bir boru hattı hiç bir korozyon eseri göstermemiştir. Bir körfezi kat'eden ve deniz suyu içindeki bir boru hattında da iki sene sonunda herhangi bir bozukluk bulunmamıştır.

Bir adada döşeli olup II, dünya harbinde ve 1953 yılı seylabında su altında kalan boru hatlarının da çıkarıldıklarında tuzlu sudan müteessir olmadıkları tesbit edilmiştir.

Hollanda'da asbest çimentoya karşı agresif olmayan zeminlerde döşenmiş çok sayıda boru hatlarının 20 - 25 yıl servis sonunda çıkarıldıklarında çok iyi durumda oldukları müşahade edilmiştir. Hollandadaki tatbikat kesin olarak sadece aerobik asit ve sırasıyla aerobik ve anaerobik olan zeminlere döşenmiş tecritsiz asbest boruların korozyona uğradıklarını göstermiştir.

Hollanda asbest çimento boru komitesi bu ahvalde korozyonun sürekli olduğu kanaatındadır. Fakat bu gibi zeminlerde de asbest çimento ince bir bitüm veya kömür katranı tabakasıyla muhafaza edilebilmektedir. Ayrıca çelik ve font borularda olduğu gibi izolasyon tabakasının mutlak olarak geçirimsizliğinin asbest çimento borularda şart olmadığını da belirtmek gerektir. Tecrübeler boruların bitüm veya kömür katranı solüsyonun püskürtülmesi suretiyle tecridinin iyi sonuçlar verdiğini göstermiştir.

İzolasyon bozulmadan ve boruya yapışık olarak kalmakta ve boru da korozyon emaresi görülmemektedir. Dış tecrid kalınlığı 0,1 — 0,2 mm. mertebesinde olmalıdır.

Bir süredenberi Hollanda asbest çimento fabrikaları talep üzerine 1 mm. kalınlıkta özel bir kömür katranı mamülü ile kaplanmış boru teslim etmektedirler.

b) Batı Almanya :

Prof. Dr. Ing. K. Hünerberg 1963 yılında yayınlanmış "Das Asbest Zement Druckrohr" adlı kitabında Batı Almanya'da mevcut boru hatları üzerinde yapılmış olan on adet sondajın neticelerini vermektedir. Agresif ve agresif olmayan zeminlerde döşenmiş 80 ilâ 300 mm. iç çapta borular 5 ilâ 31 yıl servisten sonra çıkarılmıştır. Yeraltı suyu pH'ı 6,9 olan kil, çakıl ve turbadan müteşekkil ve SO₄ -- muhtevası 929 ppm serbest CO₂ muhtevası 80 ppm olan bir zemine 1931 yılında döşenmiş 125 mm. iç çapında bir boru hattının mükemmel durumda olduğu görülmüştür. pH'ı 5,9, SO₄ -- muhtevası 42,5 ppm (Kg. zeminde) olan ıslak ve tuzlu bir zemine 1936 yılında döşenmiş 80 mm. iç çapında bir boru hattı ise 26 yıl servisten sonra ileri şekilde ve 4 mm. derinliğe kadar korozyona maruz kalmıştır.

Bu hattın bitüm veya kömür katranı ile tecrid edilmesi lâzım gelirdi.

(*) Uluslararası Standartlar Enstitüsü

100 ve 200 mm. iç çapın dave sırasıyla 1932 ve 1933 yıllarında agresif zeminlere feredilmiş ve fakat bir bitüm tabakasıyla tecrit edilmiş iki boru hattı 27 ve 26 yıl servisten sonra, izolasyonu bozulmuş ve bu sebeple hafife atake edilmiş olduğu birkaç nokta haricinde çok iyi durumda bulunmuştur.

Hünerberg bir adada deniz suyu isalesi için kilogramında 22800 ppm Ca O, 232 ppm SO₄ ve 610 ppm Cl bulunan bir zemine (deniz kumu) döşenmiş izolasyonlu bir boru hattının 5 yıl servis sonunda izolasyonun ayrıldığı kısımlarda dahi tamamen iyi durumda bulunduğu işaret etmiştir.

Hollanda'da olduğu gibi sökülen borularda mekanik özelliklerin ISO da derpiş edilmiş minimumların üstünde kaldığı tesbit edilmiştir. Hünerberg şiddetli korozyonun zamanla azaldığı ve bazı hallerde de tamamen durduğu fikrindedir.

C — İngiltere :

1928 denberi asbest çimento boru imal olunan İngiltere'de "İlmi ve Endüstriyel Araştırma Dairesi" 1952 yılında "Basıncılı asbest çimento boruların servis durumları"na dair bir özel rapor yayınlamıştır. Araştırma BS 486 - 1933'e göre imal edilip bir bitüm tabakasıyla izole edilmiş borularda izolasyonun uzun ömürlü olduğuna dair kesin bilgi sağlamıştır.

Agresif olmayan zeminlerde boruların çok iyi durumda bulunduğu ve uzun bir faydalı ömür beklenebileceği kanaatine varılmıştır. Sülfatlı zeminlerde korozyona karşı mukavemetin yüksek olduğu ve asbest çimento borunun killi sülfatlı zeminlerde sür'atle korrode olan font boruya karşı da iyi bir alternatif teşkil edileceği sonucuna varılmıştır. Asit tipli zeminlerde bitüm tabakası kalktığından çimentonun erimesi suretiyle korozyon olduğu tesbit edilmiştir.

Araştırmada bahis konusu edilen izolasyonun oldukça ince olduğu belirtilmelidir. İzolasyonu sıyrılmış boru sathı değeri kaba olarak izolasyon kalınlığına bağlı bulunmaktadır. 0,025 mm. den az, yaklaşık olarak 0,025 mm. ve 0,05 mm. izolasyon kalınlıklarında 17 yıl servisten sonra izolasyonu çıkmış boru sathı, sırasıyla toplam sathın % 50, 26 ve 13'ü olarak tesbit edilmiştir.

Bu agresif zeminlerde iyi izolasyonun değerini gösterir.

d) İtalya :

İtalya asbest çimentonun icat edildiği memlekettir. İçme suyu isalesinde ilk asbest çimento boru 15 Km. uzunluk ve 200 mm. iç çapında olarak 1925 yılında Sestri Levante'de döşenmiştir. Hünerberg kitabında İtalya'da asbest çimento boruların tatbikattaki durumları hakkında L'Ingegnere dergisi 1951 Mart sayısında E. Scimemi tarafından verilmiş bilgilerden de bahsetmektedir. Adı geçen ilk boru hattı 23 yıl servisten sonra mükemmel durumda bulunmuştur. 300 Km. uzunlukta ve kireçli killi zeminlere döşenmiş meşhur Andaluzie hattı da çok iyi bir durumda bulunmaktadır.

SONUÇLAR :

1 — Asbest çimentoda korozyona maruz yegâne malzeme elemanı çimentodur. Çelik ve demirde olduğu-

nun aksine oksijenin bu olayda rolü yoktur. Yegane korozyon amili burada zeminin asiditesidir.

Bu sebeple aerobik asit zeminlerle, sırayla aerobik ve anaerobik olan zeminler asbest çimentoya karşı agresif olmaktadır.

2 — Hollanda'da ve başka diğer memleketlerde yapılan araştırmalar agresif olmayan zeminlere döşenmiş asbest çimento borularda 20 - 25 yıl sonra dahi herhangi

bir korozyon emaresi bulunmadığını göstermiştir.

3 — Tatbikat mevcut hatlardan aerobik asit ve sırasıyla aerobik ve anaerobik olan zeminlerde döşenmiş olanların korozyona maruz kaldığını göstermiştir. Bu hallerde borular yumuşamakta kâğıtvare bir bünye almaktadır. Ancak böyle zeminlerde de borular müessir şekilde ince bir bitüm veya kömür katranı tabakasıyla korunabilmektedir.

TABLO : 1
ASBEST ÇİMENTO BORULAR ÜZERİNDE ARAZİDE YAPILAN TESTLERE AİT
D O N N E L E R

Test yeri	Zemin	Boruya nazaran yeraltı suyu seviyesi	Islak zeminde pH	Z E M İ N İ N T E R K İ B İ				Zeminin asbest çimentoya karşı teorik agresivitesi
				Hidrojen Sülfid H ₂ S	Pirit (Fe S ₂)	Sülfid S++	H CO ₃ ve CO ₃ "	
A. Overbraker Binnenpolder	Turba	Sırayla altta ve üstte	4,4 - 6,5	+	+	—	—	+
B. Daarlerveen	Asit turba	Sırayla altta ve üstte	3,7 - 6,6	+	—	—	—	+
C. Boskoop	Az turbalı kil sülfat redüksiyonu	Sürekli olarak üstte	5,6 - 7,1	+	+	—	—	—
D. Dijkshoek	Kumlu kil	Kışın üstte yazın altta	7,2 - 8,1	—	—	—	+	—
E. Bergen	Kum	Çok altta	4,2 - 6,8	—	+	—	—	+

Bayındırlık Bakanlığı

Yapı ve İmar İşleri Reisliği

- 1 — Erzurum Atatürk Üniversitesi 2 x 24 lük lojman inşaatı işi 2490 sayılı kanun hükümlerine göre kapalı zarf usulüyle eksiltmeye konulmuştur.
- 2 — İşin keşif bedeli (2.714.558,49) liradır.
- 3 — Eksiltme Ankara'da Bayındırlık Bakanlığı Yapı ve İmar İşleri Reisliği Eksiltme Komisyonunda 15.6.1965 Salı günü saat 16 da yapılacaktır.
- 4 — Eksiltme şartnamesi ve diğer evrakları Mezkûr Reislikte görülebilir.
- 5 — Eksiltmeye girebilmek için isteklilerin,
 - a) (95.187,—) liralık geçici teminatı,
 - b) 1965 yılına ait Ticaret Odası belgesini,
 - c) Müracaat dilekçeleriyle birlikte verecekleri (Eksiltme Şartnamesinde belirtilen ve usulüne göre hazırlanmış olan) plân ve teçhizat beyannamesi, teknik personel beyannamesi, taahhüt beyannamesi, Bayındırlık Bakanlığından almış oldukları (b) grubundan keşif bedeli kadar işin eksiltmesine girebileceklerini gösterir Müteahhitlik karnesine göre Yapı ve İmar İşleri Reisliği belge Komisyonundan alacakları yeterlik belgelerini teklif mektupları ile birlikte zarfa koymaları lazımdır.
- 6 — İstekliler teklif mektuplarının 15.6.1965 Salı günü saat 15 e kadar makbuz mukabilinde ihale Komisyonu Başkanlığına vereceklerdir.
- 7 — Son müracaat tarihi 10.6.1965 Perşembe günü mesai saati sonuna kadardır. Telgrafla müracaatlar ve postada vaki gecikmeler kabul edilmez. Keyfiyet ilân olunur.

(Basın A - 4921) - 117