

“3. GAP MÜHENDİSLİK KONGRESİ 24-26 MAYIS 2000 ŞANLIURFA”

BETON BORULARDA CAM LİF ORANININ VE BORU ÇAPININ BORU ALIN VE İÇ YÜZÜNÜN DÜZGÜNLÜĞÜNE ETKİSİ

Servet YILDIZ

F.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Eğitimi Bölümü, ELAZIĞ

Zülfü Çınar ULUCAN

F.Ü. İnşaat Mühendisliği Bölümü, ELAZIĞ

ÖZET

Bu çalışmada, değişik çaplardaki beton borulara ağırlıkça %0.2, 0.4 ve 0.6 oranlarında cam lifler ilave edilerek, beton boruların alın ve iç yüzünün düzgünlüğü araştırılmıştır. Yapılan deneyler sonucunda, cam liflerle katkılanmış beton boruların alın yüzünün ve iç yüzünün daha düzgün olduğu ve standartta verilen değerlere uygun olduğu gözlenmiştir. TS 821'e göre cam lifli beton boruların alın yüzlerinin düzgünlüğü lifsiz borulara göre daha düzgündür. Lifsiz dökülen borularda ortalama sapma 3.00 mm iken bu değer %0.6 lif oranında 2.00 mm'ye kadar düşmektedir. Boru iç yüzünün düzgünlüğü muayenesinde de lifli boruların lifsiz borulara nazaran daha düzgün olduğu yapılan ölçümler sonucu bulunmuştur. TS 821'e göre boru iç yüzeyinde bulunan eğrilik, boru boyunun %5'den büyük olmaması gerekir. Cam lifli katılmış beton borularda bu değer %0.6 lif oranı için %0.08 değerine kadar düşmüştür. Bu durumun imalat sırasında dökülen beton boruların taşınması esnasında sarsıntıdan kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü lifler beton içerisinde donatı vazifesi yaparak boruların sarsıntıdan ve titreşimden daha az etkilenmesini sağlamaktadır. Bu da lif katkılı beton boruların boru imalatında kullanılmasının uygun olacağını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Beton, boru, cam lif, cam lifli beton, boru alın yüzünün düzgünlüğü, boru iç yüzünün düzgünlüğü.

THE EFFECT OF FİBER RATE AND PIPE RADIUS ON ROUGHNESS OF İNŞİDE AND OUTSIDE OF THE PIPE IN THE CONCRETE PİPES

In his study, the surface quality tests of inside and outside of the reinforced concrete pipe containing 0.2, 0.4 and 0.6% glass fiber (by weight) have been performed. At the end of experimental studies, inside and outside of the reinforced concrete pipes showed much more smooth surfaces than that of conventional one and they were consistent with the standards. According to TS 821, the outside smoothness of reinforced concretes is better than that of concrete without fibers. As the average diversion in the concrete pipes without fibers goes to 3.00 mm, this value changes to 2.00 mm in the reinforced concrete containing 0.6% fiber. The inspection of inside surfaces of the reinforced concrete pipes also showed that they are smoother than those of the concrete pipes without fibers. According to TS 821, the inside curvature of pipe should not be greater than 5% of the pipe length. At the reinforced concrete pipes, this value decreased down to 0.08% for 0.6% fiber rate. It is thought that it occurred during the delivery of casted concrete pipes. Because fiber behaves as reinforcing element and provides contribution for damping of any vibration. This result also shows that the usage of fiber reinforcement is very consistent in the design of concrete pipes.

Key Words: Concrete, pipe, fiberglass, fiberglass reinforced concrete, the roughness of inside of pipe and the roughness of outside of pipe.

1.GİRİŞ

Son yıllardan beri Avrupa’da ve diğer gelişmiş ülkelerde değişik türdeki liflerin katkısı ile üretilen lifli betonlar büyük bir başarıyla ve giderek yaygınlaşan bir şekilde kullanılmaktadır. Sanayi atığı olarak elde edilen çeşitli liflerin yanında özel olarak bu amaç için üretilen lifler de kullanılmaktadır. Betonda en sık kullanılan lifler; çelik, polypropylen, cam , mika ve kevlar gibi liflerdir.

Çimento kullanılan bütün beton imalatlarda büyük ekonomik avantajlar yanında, çok basit kullanımı ve hava şartlarının getirdiği sorunları yok eden yapay beton lifleri aynı zamanda asbest yerine de kullanılabilir. Türkiye şartlarına göre yapay beton liflerin sağladığı ekonomik avantajlar göz ardı edilemez .

Beton borularda suyun akışını uygun bir şekilde sağlamak için boru iç yüzünün düzgün ve pürüzsüz olması gerekir. Düzgün olmayan borularda suyun akışında azalmalar olur, birikmelere yol açar ve zamanla tıkanmalara sebep olur. Bu yüzden beton borulara % 0.2, 0.4 ve 0.6 oranlarında cam lifi katılarak boru iç yüzünün düzgünlüğü, alın yüzünün düzgünlüğü kontrol edilmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

Deneylerde İstanbul-Beyoğlu Camsar Sanayi Ara Malları Pazarlama A.Ş.’den temin edilen cam lifleri kullanılmıştır. Başlangıçta rulolar halinde ve ızgara şeklinde olan bu lifler uygun şekilde ayrıştırılarak deneyler için hazırlanmıştır. Çok fazla bilinmemekle birlikte, cam elyafı elastiklik özelliği olan bir malzemedir. Diğer bir deyişle dikkate değer bir yüzde uzamaya sahiptir. Diğer organik liflerde bulunmayan, düşük de olsa bu süneklik özelliği cam elyafına bir miktar enerjiyi, kayıpsız olarak depolama ve bırakma imkanı sağlamaktadır. Deneylerde kullanılan cam lifinin mekanik özellikleri tablo 1’de verilmektedir.

Tablo 1. Cam Liflerine Ait Bazı Tipik Değerler

Lif Çeşidi	Boyutu (µm)	Özgül Ağırlığı (kN/m ³)	Young Modülü (kN/mm ²)	Çekme Mukavemeti (kN/mm ²)	Kırılmada Uzama (%)
Cam	9-15	26.0	70-80	2.4	2-3.5

Araştırmada, Elazığ Altınova Çimento Fabrikası A.Ş.’nin üretmiş olduğu portland çimentosu (PÇ 325) kullanılmıştır. Çimentoların fiziksel ve kimyasal analizleri ve mekanik özellikleri Tablo,2’de verilmiştir. Bütün deneylerde aynı çimento kullanılmıştır.

Tablo 2. Portland Çimentosunun Analiz Sonuçları

KİMYASAL ANALİZLER (%)

Çimento Türü	Elazığ Çimento PÇ 325
CaO	65.87
SiO ₂	20.42
Al ₂ O ₃	5.92
Fe ₂ O ₃	2.81
MgO	3.23
SO ₃	0.97
Çözünmeyen Kalıntı	0.18
Tayin Edilemeyen	1.10
(Na ₂ O+K ₂ O) Alkaliler	0.15
Klorür Cl	≤ 0.1
Kızdırma Kaybı	2.16
C ₃ S	60.06
C ₂ S	13.31
C ₃ A	10.94
C ₄ AF	8.55

FİZİKSEL ANALİZLER

Özgül Ağırlık(g/cm ³)		3.00
Özgül Yüzey (cm ² /g)		3927
Elekte Kalan (%)	200 mik	1.1
	90 mik	7.6
Normal Kıvam Su (%)		
Priz (s/dk)	Başlama	2.25
	Bitiş	3.55
Le Chatelier (mm)		5

DAYANIMLAR

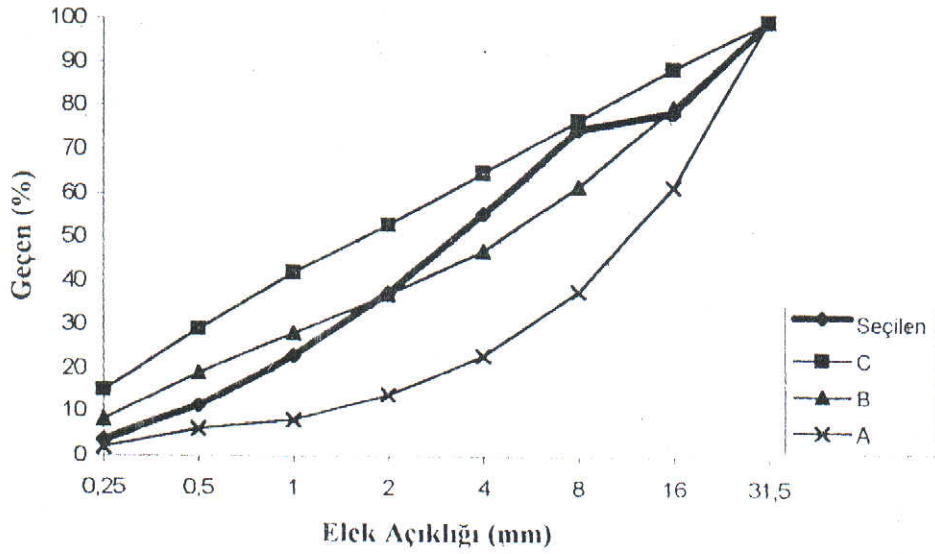
Basınç (N/mm ²)	7 gün	27.5
	28 gün	38.5
Eğilmede Çekme (N/mm ²)	7 gün	5.7
	28 gün	6.8

Mevcut agreganın numunelerinde yoğunluk $\gamma = 2.70 \text{ kg/dm}^3$

Beton deneylerinde Elazığ-Çemişgezek kumu kullanılmıştır. Mevcut yıkama eleme tesisinde hazırlanmış olan üç değişik agreganın malzemesi mevcuttur. Bu agregalara ait granülometrik bileşimler, Tablo 3'de verilmiştir (TS 706). Deneylerde kullanılan üç agreganın granülometri eğrisi de Şekil 1'de verilmiştir.

Tablo 3. Elazığ-Çemişgezek Agregası Elek Analizi Sonuçları

Elek Göz Açıklığı (mm)	Kalan (gr)	Kümülatif Ağırlık (gr)	% Kalan	% Geçen
31.5	-	-	-	100.00
16.0	210.75	210.75	21.07	78.93
8.0	40.00	250.75	25.07	74.93
4.0	193.30	444.05	44.41	55.59
2.0	181.40	625.45	62.55	37.45
1.0	145.00	770.45	77.05	22.95
0.5	117.00	887.45	88.75	11.25
0.25	77.55	965.00	96.50	3.50
Toplama Kabı	35.00	1000.00	100.00	-



Şekil 1. Elazığ-Çemişgezek Agregası Granülometri Eğrisi

Bütün karışımlarda kullanılan su/çimento oranı W/C olarak ifade edilmiştir. W/C oranı, en elverişli durumda karışım ve karıştırıcıyı çalıştırmak için 0.39 olarak alınmıştır. Karışımlarda; Çimento, 1 nolu, 2 nolu ve 3 nolu agrega, ve ağırlıkça %0.2, 0.4 ve 0.6 oranlarında cam lifi kullanılmıştır. W/C oranı lif oranına bağlı olarak 0.39-0.48 arasında tutulmuştur. Deneylerde kullanılan malzeme oranları % olarak Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 4. Beton Karışım Oranları

Malzemenin Adı	Karışımındaki Miktarı (%)
1 Nolu Agregat	24.1
2 Nolu Agregat	31.9
3 Nolu Agregat	16.3
Çimento	19.9
Su	7.8
Cam Lifi	0.2-0.4-0.6

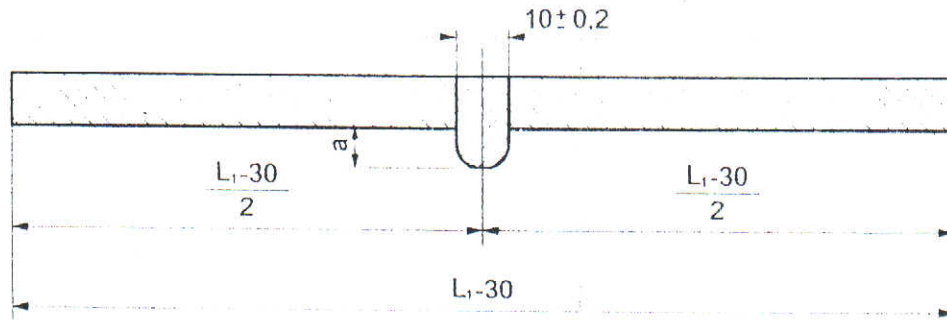
Beton boruların biçim ve görünüş muayenesi gözle ve elle kontrol edilir. Boruların iç ve dış yüzeyleri düzgün, pürüzsüz, köşe ve kenarları düzgün kıraksız ve çapaksız olmalıdır. Ancak bu standartta belirtilen özellikleri olumsuz yönde etkilememek kaydıyla yükseklik veya derinliği 2 mm'yi geçmeyen yüzeydeki gözeneklerin çapak ve çentiklerin gelişigüzel dağılmış örümcek ağına benzeyen yüzeydeki çatlakların genişliği 0.2 mm'yi aşmıyorsa beton boruların biçim ve görünüşü uygun kabul edilir. Ancak yüzeyden derinliği 12mm'yi geçen gözenekleri ihtiva eden boruların standarda uygun olmadığı kabul edilir. Biçim ve görünüş bakımından daire kesitli boruların Tablo 5'de verilen değerlere uygun olması gerekmektedir.

Tablo 5. Beton Borularda Kabul Edilen Tolerans Değerleri

Boru Çapı (mm)	Kabul Edilebilir Tolerans (mm)	Boru alın Yüzünün Düzgünlüğü (mm)	En Küçük Cidar Kalınlığı (mm)	En Küçük Muf Derinliği (mm)
100	± 2	3	22	60
200	± 3	4	26	60
300	± 4	5	40	80
400	± 4	6	45	80
500	± 5	6	50	90
600	± 6	8	60	90
700	± 6	8	70	90

Boru iç yüzünün düzgünlüğü çelik master kullanılarak yapılmıştır. Masterın uzunluğu, boru boyundan 30 mm kadar kısa olmalı ve tam ortasında boru anma boyunun %0,35'i kadar bir çıkıntı bulunmalıdır (TS 821, 1993).

Hazırlanmış beton boru numunesinin çevresi üzerinde yaklaşık olarak eşit aralıklarla dört nokta işaretlenerek bu noktalarda, uzun kenarı numune eksenine ve geniş yüzü ise değdiği noktadaki çap doğrultusuna paralel olarak tutulan master, çıkıntılı kısmı numuneye dokunacak şekilde numune iç yüzüne değdirilir. Şekil 2'de boru iç yüzünün düzgünlük muayenesi için kullanılan çelik masterın ölçüleri verilmiştir.

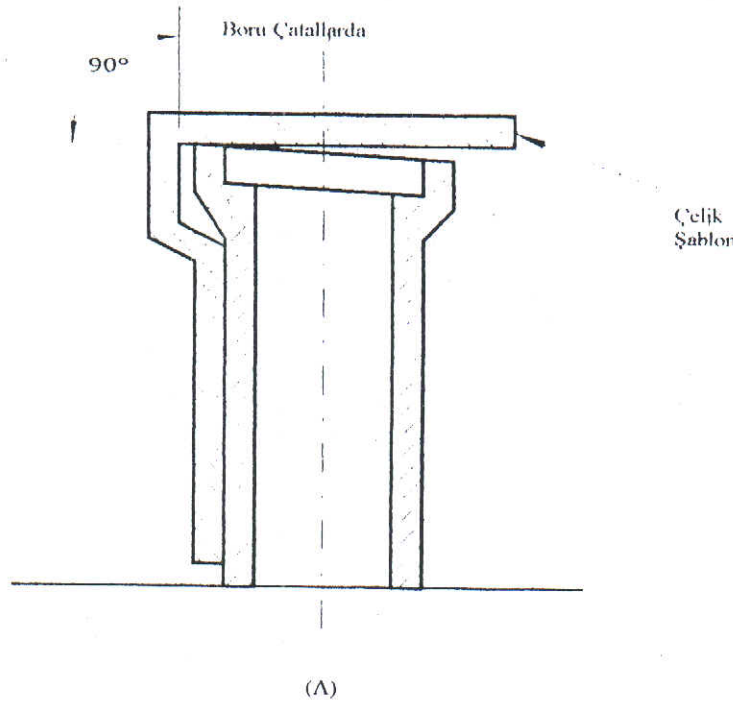


L_1 =Anma boyu
 $a = 0,0035 L_1$

Şekil 2. Boru İç Yüzünün Düzgünlük Muayenesi İçin Kullanılan Çelik Master

Bu şekilde numunenin iç çevresini yaklaşık olarak dört eşit parçaya bölerek yapılan muayenede, hiç bir yerde mastarın her iki ucu da numunenin iç yüzüne aynı anda değmemelidir. Muayenede, mastarın her iki ucunda numunenin iç yüzüne değdiği yerde %0.5 veya daha büyük bir eğrilik bulunduğu anlaşılır. Borular doğru eksenli ve uzunlukları boyunca kesitleri aynı olacak şekilde yapılmış olmalıdır. TS 821’de açıklanan deney uygulandığında boru iç yüzeyinde bulunacak eğrilik, boru boyunun %0.5’inden büyük olmamalıdır.

Beton borularda alın yüzünün düzgünlüğünün muayenesi tüm boru üzerinde direk olarak yapılmaktadır. Numune boru eksenleri düşey durumda olacak şekilde uygun bir yere yerleştirilir. Beton boruların biçim ve görünüş muayeneleri gözle ve elle kontrol edilir. Biçim ve görünüşü uygun olmayan boruların imalattan sonra kontrol edilmesi mümkündür. Muflu beton borularda kırılma ve çatlamlar nedeniyle tolerans değerlerinin zorlanmaması için muf ağzının aşağıya gelecek şekilde imalatı yapılmalıdır. Şekil 3’de beton borularda alın yüzünün düzgünlüğünün muayenesinde kullanılan çelik şablonun şekli verilmiştir.



Şekil 3. Beton Borularda Alın Yüzünün Düzgünlüğünün Muayenesinde Kullanılan Çelik Şablonun Şekli.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Hazırlanmış beton borular üzerinde yapılan deneylerde lif katkılı beton boruların iç yüzeylerinin daha düzgün olduğu ve bütün değerlerin %0.5'in altında olduğu gözlenmiştir. Tablo 6'da boru iç yüzeyinde meydana gelen eğrilik miktarları % olarak verilmiştir.

Tablo 6. Cam Lifli Beton Borularda Boru İç Yüzeyinde Ölçülen Eğrilik Değerlerinin Deney Sonuçları

Boru Çapı (mm)	Boru Boyu (cm)	Lif Oranı (%)	Boru İç Yüzeyindeki Eğrilik (cm)
200	150	-	0.50
		0.2	0.45
		0.4	0.30
		0.6	0.10
300		-	0.32
		0.2	0.25
		0.4	0.18
		0.6	0.08
400		-	0.30
		0.2	0.29
		0.4	0.20
		0.6	0.15
500		-	0.30
		0.2	0.28
		0.4	0.20
		0.6	0.13
600		-	0.27
		0.2	0.26
		0.4	0.18
		0.6	0.08

Daha önceden hazırlanmış beton borular 28 gün kürde bekletildikten sonra deneye tabi tutulmuştur. Her lif oranından üç adet boru numunesi hazırlanmıştır. Bu borular üzerinde TS 821'de belirtilen kurallara uygun olarak alın yüzünün düzgünlüğünün muayenesi yapılmıştır. Bütün borularda ölçülen sapma değerleri Tablo 7'de verilmiştir. Tablo 7'de görüldüğü gibi lif katkılı boruların alın yüzlerindeki düzgünlüğün daha iyi olduğu görülmüştür.

Tablo 7. Lifli Beton Borularda Alın Yüzünün Düzgünlüğünün Deney Sonuçları

Kesit Biçimi	Boru Çapı (mm)	Lif Oranı (%)	Cidar Kalınlığı (cm)	Boru Boyu (cm)	Boru Alın Yüzündeki Sapma (mm)			Ortalama Sapma (mm)
Daire	20	-	3.0	150	3.0	3.5	2.5	3.0
		0.2			3.0	2.9	2.8	2.9
		0.4			2.2	2.4	2.6	2.4
		0.6			2.0	2.1	1.9	2.0
	30	-	4.0	150	4.0	4.0	3.7	3.9
		0.2			3.9	3.8	3.7	3.8
		0.4			3.0	3.2	3.4	3.2
		0.6			2.9	2.8	3.0	2.9
	40	-	4.5	150	4.2	4.5	4.5	4.4
		0.2			3.8	3.9	4.0	3.9
		0.4			3.6	3.5	3.7	3.6
		0.6			3.4	3.3	3.5	3.4

5. SONUÇLAR

TS 821'e göre Beton boruların alın yüzlerinin düzgünlüğünün muayenesi yapılmıştır. Lif katkılı beton boruların daha düzgün olduğu ve standartta verilen değerlere uygun olduğu gözlenmiştir. Bu da lif katkılı beton boruların boru imalatında kullanılması uygun olacağını göstermektedir.

TS 821'e göre yapılan boru iç yüzünün düzgünlüğü muayenesinde lifli boruların liffsiz borulara nazaran daha düzgün olduğu tespit edilmiştir. Bu durum imalat sırasında dökülen beton boruların taşınması esnasında sarsıntıdan kaynaklanmaktadır. Çünkü lifler beton içerisinde bir nevi donatı görevi gördüğünden sağa sola deplasmanları azaltmaktadır. Bu da boruların daha düzgün ve pürüzsüz olmasını sağlamaktadır. Boru imalatında cam liflerin kullanılmasının yararlı olacağı bu deneyle de doğrulanmıştır.

TS 821'e göre beton boruların biçim ve görünüş muayeneleri yapılmıştır. Lifli olarak dökülen beton boruların biçim ve görünüşlerinin daha uygun olduğu gözlenmiştir. Beton boruların iç ve dış yüzeyleri daha düzgün, pürüzsüz, köşe ve kenarları düzgün kıraksız ve çapaksız olmuştur. Lifli boruların yüzeyindeki gözeneklerin yüksekliği ve derinliği 2 mm'nin altında olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak cam lif katkılı beton boruların biçim ve görünüşlerinin daha uygun olduğu ve beton boru imalatında kullanılmasının faydalı olacağı gözlenmiştir.

6. KAYNAKLAR

- ACI COMMITTEE 644. (1978), "Measurement of Properties of Fiber Reinforced Concrete". ACI Journal. July, 75-30.
- BARR, B.I.G. AND LIU, K., (1982), "Fracture of GRC Materials", Int Journal of Cement Composites and Lightweight Concrete, Vol. 4, No 3, pp. 163-171.
- CAMSAR Sanayi Ara Malları Pazarlama A.Ş., (1992?), Cam Elyaf Atölye Bilgileri, **Katalog**, İstanbul.
- TSE (Türk Standartları Enstitüsü), (1992), "TS 19 Çimento-Portland Çimentoları", Ankara.
- TSE (Türk Standartları Enstitüsü), (1993), "TS 821 Beton ve Betonarme Borular-Özel Parçaları (Basıncsız Pis Su ve Yağmur Suyu İçin)", Ankara.
- YILDIZ, S., (1998), "Lifli Beton Boruların Durabilitesi Kırılma Performansı ve Kullanılabilirliğinin Araştırılması", (Doktora Tezi, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı), Elazığ.