

sıkıştırma vibrasyon ile yapılabilir. Döşemeler için iki tür vibratör kullanılabilir; dalıcı vibratörler ve titreşimli masterlar [1,2,7]. Dalıcı vibratörün titreşen parçası taze beton içindedir. Titreşen parça genelde 25-27 mm çapında ve 300-600 mm uzunluğunda bir silindirdir. Titreşimli masterlar döşeme üzerinde gezdirilir ve döşemeye yukarıdan aşağıya doğru vibrasyon uygulanır. Bu tür vibratörlerde yeterli vibrasyonun uygulandığını anlamak güçtür. Şekil 4.18’ de çift vibratörlü bir master görülmektedir.

Sıkıştırmanın ölçülmesi

Sıkıştırmayı belirlemek için standart bir deney yoktur, şüphelenilen bölgeden karot alınarak inceleme yapılabilir. Yoğunluk ölçüm cihazları da betonun sıkıştırma miktarını ölçebilir.



Şekil 4.18 Çift vibratörlü master

4.6 ÇELİK TEL DONATILI ZEMİN BETONLARININ ÜRETİMİ VE YERLEŞTİRİLMESİ

Çelik tellerin çekme dayanımları normal donatılı çeliğinin çekme dayanımının 2-3 katı kadardır. Çok yüksek dayanımlı kancalı uçlu çelik tellerin çekme dayanımları 2000 MPa’ı bulmaktadır. Bu da normal beton çeliğinin çekme dayanımının yaklaşık 4 katı kadardır. ASTM A 820-90’na göre çelik teller başlıca dört temel gruba ayrılabilir: 1) Soğuk çekilmiş tel, 2) Düz yassı levha, 3) Sıcakta çekilmiş tel, 4) Diğer. Çelik tellerin karakteristikleri ve tipleri ile ilgili detaylar aşağıda verilmektedir [9-11].

4.6.1 Çelik Tel Türleri

Bazı çelik tel türleri Tablo 4.8’de verilmektedir.

Çelik tel donatılı betonların mekanik özellikleri çeşitli faktörlerden etkilenir. Bu faktörler;

- Lif türü,
- Lif uzunluğu – lif çapı arasındaki oran (lifin narinliği),

- Karışımdaki lif miktarı,
- Beton dayanımı,
- Liflerin dağılımı.

Çelik lifler betonun şu özelliklerini etkiler;

- Eğilme dayanımı,
- Kayma dayanımı,
- Darbe dayanımı,
- Yorulma dayanımı.

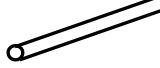
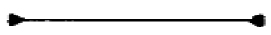
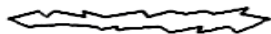
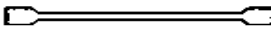
Çelik lifler beton matristeki gerilmeleri aktararak beton dayanımını artırır. Bu durum iki şekilde gerçekleşir;

1. arayüzeyde aderans,
2. beton ve lif arasında mekanik kenetlenme.

Çelik lif donatılı bir beton için iki tür eğilme dayanımı vardır;

- ilk çatlak eğilme dayanımı,
- en büyük eğilme dayanımı.

Tablo 4.8 Çeşitli çelik tel türleri

En kesit	Yuvarlak çelik tel	
	Yassı çelik tel	
	Yarı yuvarlak çelik tel	
Biçim	Düz çelik tel	
	Dalgalı çelik tel	
	Kancalı uçlu çelik tel	
	Genişletilmiş uçlu çelik tel	
	Çarpık çelik tel	
	Yassı uçlu çelik tel	
	Deforme edilmiş çelik tel	
	Zikzak biçimli çelik tel	

4.6.2 Çelik Tellerin Betona Katılması

Uygulamada çelik tel genel olarak hazır beton transmikserlerine eklenir. Transmikserin tam karıştırma hızında (12 devir/dak) tipik karıştırma zamanı yaklaşık 5 dakikadır. Dramix çelik telleri birbirlerine su ile temasta kolayca çözülebilen tutkalla bağlı olduklarından bu süre içinde beton içinde homojen dağılırlar.

4.6.3 Çelik Tellerin Betonun İşlenebilirliğine Etkisi

Çelik teller betonun işlenebilirliğini etkiler ve çökme (slump) kaybına yol açabilir. Bununla birlikte çelik tel içeren betonu sıkıştırmak için gerekli olan enerji yalın beton için gerekenden daha fazla değildir. VeBe sıkıştırma deneyi ile ölçülen işlenebilirlik çelik tellerin eklenmesine bağlı olarak az değişiklik gösterir. İşlenebilmedeki kayıp, uzun ve yassı agrega içeren beton karışımlarında daha fazla olur. Normal veya süperakışkanlaştırıcı katkı işlenebilirliği istenilen düzeyde tutmak için kullanılır. Beklenen işlenebilmeyi sağlamak için yüklenici firma ile hazır beton firması arasında iyi bir iletişim zorunludur [9].

4.6.4 Pompalama

Çelik telli betonun pompalanması için özel bir pompa gerekli olmayıp yalın betonun pompalanmasına benzerdir. Uzunlukları 50-60 mm olan çelik telleri içeren betonların pompalanmasında pratik olarak 25 kg/m³'lük lif içeriğine kadar sorunla karşılaşmaz. Bazı durumlarda çelik telli betonlar 45-50 kg/m³'lük dozajlara kadar pompalanabilirler. Pompadaki tıkanma riskini azaltmak için hazır beton firması ile yüklenici firma arasında iyi bir iletişim olmalıdır [9].

4.6.5 Yerleştirme

Herhangi bir standard yerleştirme tekniği uygulanabilir. Optimum yerleştirmeyi sağlamak için kimyasal katkıyla işlenebilmede gerekli ayarlamalar yapılabilir. Çelik tellerin beton içinde homojen dağılması için gerekli olan vibrasyon kirişi gibi bir yüzey vibratörü kullanılmalıdır. Çökmenin (slump) yaklaşık olarak 12 cm alınması uygun olabilir. Çelik tel donatılı beton kıvamı akıcı olmamalıdır. Sulu karışımlarda çelik teller yüzeyde kalabilir. Bunun için gerekli önlemler alınmalıdır [9].

Serilme/Yerleştirme

Mikser veya pompadan boşaltılacak beton miktarı, vibrasyon kirişinin düzeltebileceğinden daha fazla olmamalıdır. Bu fazla döküm, inşaatı istenen tabaka kalınlığının 50 mm daha fazlasını geçmemelidir. Betonun çökmesi çok düşük de olmamalıdır, çünkü bu durum dengesiz serilmeye ve vibrasyon kirişinin hareketi sırasında yüzeyde boşluklara neden olabilir.

Görünüş olarak, yüzeyde bulunması istenmeyen bazı çelik tellere rastlanabilir. Yüzeyde açıkta kalan çelik tel uçlarının tel kesicileriyle kesilmesi ve böylece oluşan yüzey kusurlarının uygun bir onarım malzemesiyle tamir edilmesi de önerilir [9].

Sıkıştırma

Çelik tel donatılı taze betonun sıkıştırılması yüzeye uygulanan vibrasyon kirişi kullanılarak yapılmalıdır. Böyle bir sıkıştırma, çelik tellerin betonun içine gömülmesi için gereklidir. Dalıcı vibratörler yeterli üniformaluluk sağlamazlar ve yüzeydeki tellerin azaltılmasına katkıda bulunmazlar. En son masterlama ise “mekanik perdah makinesi” (helikopter) ile yapılmalıdır. İyi bir yüzeyin elde edilmesi için en son perdah işleminin uygulanma süresi büyük önem taşır [9].

4.6.6 Düzeltme

Bilinen zemin düzeltme teknikleri kullanılabilir. Malzemeler ve ekipman kadar beton yüzeyinin düzeltilmesi yüzeyin kalitesi bakımından büyük önem taşır. Yüzeyde çelik tellerin görünmemesi için helikopterle yapılabilecek en son düzeltme süresi de önemlidir. Bu bağlamda çelik tel için 20-25 kg/m³ değerlerini aşan dozajlarda yüzeyde kalanların sayısını azaltma yönünde gerekli önlemler alınmalıdır. Şekil 4.19’da bir çelik tel donatılı zemin betona ait uygulamanın aşamaları gösterilmektedir [9-11].



Şekil 4.19 Ç.T.D.Zemin betonunun uygulama aşamaları: 1) Betonun hazır beton tesislerinde üretimi, 2) Çelik tellerin uygulama yerine transmiksere katılması ve betonun doğrudan transmiksere boşaltılması veya pompa ile iletimi, 3) Yüzey düzgünlüğünü sağlamak için vibrasyonlu master kullanılması, 4) ÇTDB’un sertleşmesi sırasında mekanik perdah kullanılması, 5) Yüzeyin perdahlanmasından sonra yüzeye kür/ıslak koruma uygulanabilir, 6) Bir veya üç gün sonra çatlak kontrolü için derz kesimi yapılabilir.

Şekil 4.20 çarpma ve aşınma etkisinde kalan bir zemin için seçilmiş olan çelik tel donatılı zemin betonunu göstermektedir.