

- 3) Teslim süresi (günü ve saati) ve teslim yeri,
- 4) Beton bileşimi ile ilgili talepler (su/çimento oranı, çimento dozajı, çimento cinsi, kullanılması uygun görülen katkı),
- 5) Kalıpların durumu,
- 6) Vibratör kullanılması,
- 7) Betonun yerleştirecek ekibin deneyimi,
- 8) Beton pompasının talep edilip edilmediği, ediliyorsa pompa tipi,
- 9) Yeterli miktarda boşaltma aracının bulunup bulunmadığı,
- 10) Pompa ve transmikserlerin çalışma alanlarının belirlenip belirlenmediği,
- 11) Rüzgar durumu,
- 12) Betonun korunması ve kürü.

Şantiyede Üretim

İnşaata yakın hazır beton tesisi yoksa, dökülecek beton miktarı çok az ise veya beton döküm hızı çok yavaşsa betonu şantiyede üretmek gerekebilir. Bileşenleri ağırlık cinsinden belirleyerek karıştırmak en iyi yoldur, hacim olarak da karıştırmak mümkün olmakla birlikte üretime titizlik göstermek gereklidir.

4.4.3 Beton Toleransları

Beton bileşenleri ve çökme için izin verilen toleranslar şöyledir:

- çimento: ağırlıkça $\pm$ %1,
- su: ağırlıkça $\pm$ %1,
- ince ve iri agrega: ağırlıkça $\pm$ %2,
- katkılar: ağırlıkça $\pm$ %3,
- çökme (slump): verilen değer veya 25 mm daha az.

4.5 BETONUN TAŞINMASI VE YERLEŞTİRİLMESİ

Üretilen betonun üretim noktasından döküm yerine götürülmesine betonun taşınması, taze betonun kalıba dökülüp yüzey düzeltme için hazır duruma getirilmesine ise betonun yerleştirilmesi adı verilir. Bazı yönlerden, betonu zemine yerleştirmek bir kolona yerleştirmekten daha kolaydır. Doldurulacak derin kesitler olmadığı için yatay soğuk derzler için endişe edilmez. Donatı genellikle az ve basittir, bazı zemin betonları ise hiç donatı içermez. Ancak, birçok yönüyle zemin betonlarının yerleştirilmesi farklı gereksinimlere sahiptir [1-2].

4.5.1 Betonun Taşınması

Genel bir kural olarak beton mümkün olduğunca az yöntemle taşınmalıdır. Örneğin betonu transmikser kamyonlarıyla şantiyeye getirip el arabalarına boşaltmak ve oradan da sabit bir beton pompasına boşaltmak iyi bir uygulama değildir, bu durum segregasyon yani betonun homojenliğinin kaybolmasına neden olabilir. Zemin betonlarının taşınmasında en yaygın kullanılan yöntemler şunlardır:

Transmikserler

Transmikserler genellikle 5 ile 10 m³ arasında beton taşıyabilirler. Tüm transmikser kamyonlarında dönen bir karıştırıcı kazanı vardır. Mümkün olan her yerde, transmikserler betonu doğrudan kalıp içine boşaltmalıdır. Bu yöntem büyük zaman kazandırdığı ve maliyeti de düşürdüğü için transmikserlerin beton döküm alanına girişini sağlayacak şekilde zemin betonu tasarımı değiştirilebilir. Zemine oturan döşemelerin birçoğunda beton transmikserle yerleştirilebilir ancak asma döşemelerde bu çoğu zaman mümkün olmaz.

Damperli kamyonlar

Damperli kamyonlar betonu karıştırmadıkları için segregasyona neden olabilir. Bu nedenle sadece kuru kıvamlı betonlar için veya çok kısa mesafeler için kullanılabilir.

El arabaları

Küçük işlerde ve çok dar alanlarda kullanılırlar. Şekil 4.7' de zemin betonunun motorlu el arabalarıyla taşındıktan sonra boşaltılması görülmektedir.



Şekil 4.7 Betonun motorlu el arabalarıyla taşınması

Pompalar

Üst katlardaki döşemelerde beton dökümü için pompa gereklidir. Zemin seviyesindeki betonlar için de pompalar yaygın olarak kullanılmaktadır. Modern pompalarla beton çok uzun mesafelere pompalanabilir. Şimdiye dek, beton 300 metre yüksekliğe kadar pompalanmıştır. Pompalama farklı bir beton karışımı gerektirebilir. Pompalanan karışımlar diğer karışımlara göre daha fazla ince agrega ve bazen daha fazla çimento gerektirir.

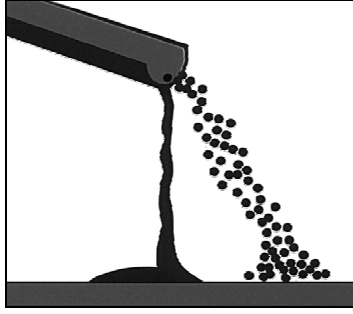
Pompalama sonucu çoğu beton karışımı işlenebilirliğini kaybeder. Kayıp büyük ölçüde değişir, ancak tahmin edilenden daha azdır. Bazı karışımlar 25 mm kadar çökme kaybı gösterebilir.

Kreynerler

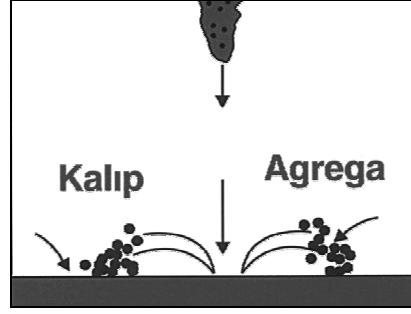
Kreynerler betonu yüksek katlı yapılara taşımak için kullanılır. Genellikle yüksek maliyetli ve kullanımı pompadan daha zordur, ancak bazı işlerde alternatifi yoktur.

4.5.2 Taze Betonda Ayrışmaya Karşı Alınacak Önlemler

İşlenebilirliği yüksek akışkan taze beton, eğimli bir olukla boşaltılırsa Şekil 4.8’ de görüldüğü üzere harç ve iri agrega kolayca ayrışabilir. Bu nedenle betonun yaklaşık 50 cm’ den fazla yükseklikten dökümü halinde önlem almak gerekir.



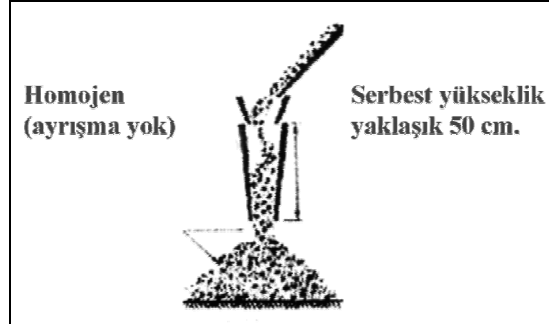
Şekil 4.8 Aşırı akışkan olan betonun oluktan döküldüğü sırada ayrışması



Şekil 4.9 Sert kalıba veya zemine çarpan betonun ayrışması

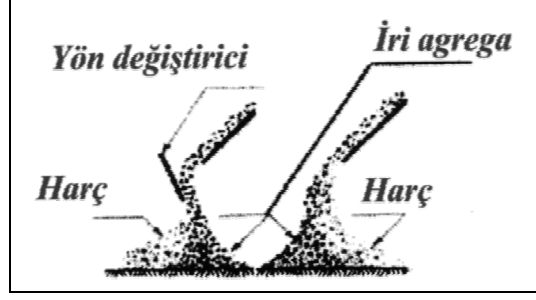
Yüksekten serbestçe döküldüğünde taze beton sert kalıba çarparak Şekil 4.9’ da görüldüğü gibi iri agrega harçtan ayrılabilir ve sonuçta tipik bir segregasyon (ayrışma) gözlenir.

Şekil 4.10’da görüldüğü gibi serbest dökme yüksekliği yaklaşık 50 cm olan bir huni yardımıyla ayrışma önlenir.



Şekil 4.10 Ayrışmaya karşı huni ile önlem

Eğer yukarıdaki önlem alınmamış ise yine Şekil 4.11'deki gibi betonda ayrışma olabilir.



Şekil 4.11 Yanlış dökümle harç ve iri agreganın ayrışması

4.5.3 Betonun Döküm Şekli

Küçük bir döşeme tek bir panel olarak yerleştirilebilir, ancak daha geniş bir döşeme birkaç bölüme ayrılabilir. Değişik zamanlarda dökülmüş döşeme plakları inşaat derzleriyle ayrılırlar. Plaklarının yerleşimi döşeme tasarımının önemli aşamalarından bir tanesidir. Yerleşim aşağıdaki özellikleri etkiler:

- maliyet,
- yapım kolaylığı,
- çatlak kontrolü,
- kıvrılma,
- yüzey düzgünlüğü.

Zemin betonu plağı için dört temel yerleşim şekli vardır:

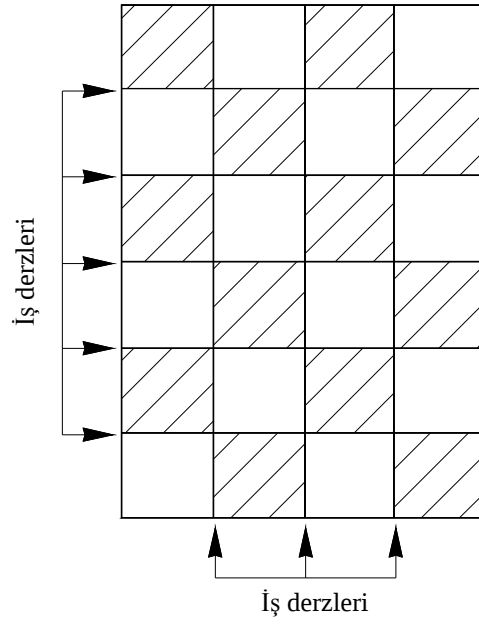
- parçalı ano döküm (dama tahtası biçiminde döküm),
- dar şerit döküm,
- geniş şerit döküm,
- geniş alan dökümü.

Parçalı ano döküm

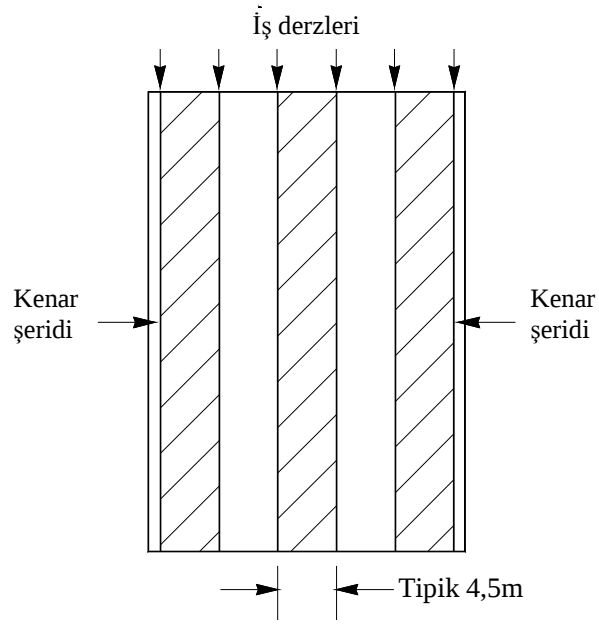
Bu beton döküm şeklinde döşeme, küçük, yaklaşık kare anolar halinde, birer ano atlanarak beton dökülür, kalan kısımlar ise daha sonra betonlanır. Bu şekilde beton dökümü günümüzde çok az yapılmaktadır. Şekil 4.12' de parçalı ano dökümü diğer bir deyişle dama tahtası biçiminde bir döküm şekli görülmektedir. Amerikan Beton Enstitüsü (ACI) bu yöntemi tavsiye etmemektedir, çünkü her iki yönde çok sayıda derz ortaya çıkmaktadır.

Dar şerit döküm

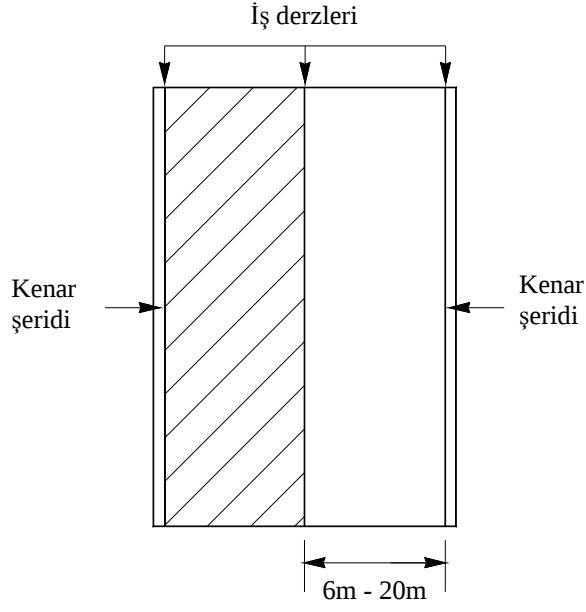
Bu yöntem döşemeyi, her birinin genişliği 6 metreye kadar olan uzun şeritler halinde böler. Her bir şerit döşemenin uzunluğu boyunca devam eder. Boyuna derzler yakın aralıklı oldukları için dar şeritler şeklinde inşaa edilmiş döşemeler boyuna çatlaklara karşı iyi korunmuştur. Enine yönde donatı veya öngermeye gerek olmaz. Ancak yanıl çatlaklara karşı koruma gereklidir. Bu koruma, yanıl yönde derzler veya boyuna doğrultuda donatı veya öngirme ile sağlanır. Dar şerit dökümü Şekil 4.13'de ve geniş şerit dökümü Şekil 4.14' de şematik olarak görülmektedir. Dar şerit dökümü İngiltere'de oldukça yaygındır ve 4,5 metrelik bir şerit genişliği standart hale gelmiştir. Bu inşaat yöntemi yüzey düzgünlüğü için iyi bir kontrol sağlar [1].



Şekil 4.12 Parçalı ano dökümü (yaygın uygulaması olmayan ve önerilmeyen bir yöntem)



Şekil 4.13 Dar şerit dökümü



Şekil 4.14 Geniş şerit dökümü

Geniş şerit dökümü

Bu yapım yönteminin dar şerit dökümünden farkı şerit genişliğidir. Plak şeridinin genişliği 25 metreye kadar çıkabilir. Boyuna derzlerin aralığı 6 metreden fazla olduğu için tasarımcı boyuna ve enine doğrultularda çatlak kontrolünü sağlamalıdır. Dar şerit dökümüne ait bir örnek Şekil 4.15’ de verilmektedir. Şekil 4.16’ da ise geniş şerit dökümüne ait bir uygulama verilmektedir.



Şekil 4.15 Dar şerit dökümü



Şekil 4.16 Geniş şerit dökümü uygulaması

Geniş alan dökümü

Bu terim geniş bir döşemenin az sayıda inşaat derziyle yapıldığı birkaç farklı tekniği ifade eder. Bazı uygulamacılar günde 3000 m²'den fazla döşeme betonunu günün sonundaki kalıp dışında yan kalıp kullanmadan dökerler. Şekil 4.17'de tipik bir geniş alan dökümü görülmektedir [1].

Dört basit teknik vardır:

- ıslak şaplar,
- yüzen master,
- master rayları,
- lazerli master.



Şekil 4.17 Geniş alan dökümüne ait bir uygulama

Islak şaplar

Bu yöntem ucuz ve hızlıdır, ancak deneyimli bir ekip gereklidir. Böyle bir yöntemde yüzey düzgünlüğünü kontrol etmek güçtür. Aşağıdaki adımlar ıslak şaplar için tipiktir;

1. Yaklaşık 5 metrede bir her iki yönde kazıklar yerleştirilir.
2. Şantiyeye beton geldiğinde bu kazıklar arasına şeritler halinde beton dökülür. Bu şeritler ıslak masterlardır. Genellikle tek yöndedirler.
3. Bu ıslak masterlar sertleşmeden aralarına beton dökülür ve ıslak şaplar yan kalıp olarak kullanılarak beton düzeltilir.
4. Kazıklar çıkartılır.

Yüzen master

Düzeltilen betonun yüksekliği optik bir ölçü aletiyle sürekli olarak kontrol edilir. Bu yöntemde daha çok süperakışkanlaştırıcı içeren akıcı beton kullanılır. Bu yöntem için de deneyimli ekip gereklidir.

Şap rayları

Bu raylar yan kalıplara benzer, ancak bunların her iki tarafına da beton dökülür. Bu rayların çoğu geçicidir ve beton döküldükten bir süre sonra bunlar kaldırılır ve boşluk taze betonla doldurulur. Çelik veya betondan yapılmış ve yerinde bırakılan master rayları da vardır. Eğer dikkatli yerleştirilirse, yerinde bırakılan beton raylar yüzey düzgünlüğünü kontrol etmede kolaylık sağlar. Lazerli döküm tekniğinde beton otomatik olarak yerleştirilip düzeltilir. Gerekli ekipman pahalıdır ancak yüzey düzgünlüğünü kontrol etmede dar şerit dökümü kadar etkilidir.

4.5.4 Yan Kalıplar

Geniş alana yapılan bazı beton dökümleri dışında hemen her döşeme plağı için yan kalıplar kullanılır. Yan kalıplar iki şartı yerine getirmelidir: Birincisi fazla betonun sıyrılması sırasında kullanılan aletleri destekleyecek kadar sağlam olmalıdır. İkincisi ise bu kalıpların yüksekliği doğru olmalıdır, çünkü bunlar döşemenin yüzey düzgünlüğünü belirlemeye yardımcı olur. Kalıpların çoğu zemine optik veya lazer ölçü aletleriyle yerleştirilir. Kalıplar çelik, ahşap veya betondan olabilir.

4.5.5 Yerleştirme Araçları

Beton döşemelerin çoğu halen el işçiliği kullanılarak yerleştirilmektedir. Bu iş için en iyi alet kare uçlu küreklerdir.

Sıkıştırma

Beton kalıplara yerleştirildikten sonra sıkıştırılmalıdır. Bu işlem taze betondaki hava boşluklarının çıkartılmasıdır. Beton ilk kalıba döküldüğünde büyük miktarlarda hapsedilmiş hava içerir. Bu boşluklar düzensiz dağılmışlardır ve boyutlar genelde 1 mm'den fazladır. Hapsedilmiş havanın beton hacminin %1'inden az olması önemlidir. Çünkü, hapsedilmiş hava betonun dayanımını düşürür, taze betonun büyük miktarlarda oturma yapmasına neden olur, sertleşmiş beton geçirimli olur ve beton ile donatı arasındaki aderans azalır. Etkili bir

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),