



Dokuz Eylül Üniversitesi İnşaat Mühendisliği
Bölümü

ÖZEL BETONLAR

VAKUMLU BETON

Prof. Dr. Halit YAZICI

■ *<http://halityazici-deu.com>*

VAKUMLU BETON

Beton üretiminin en önemli ve zor problemi su miktarının ayarlanmasıdır. Çimentonun kimyasal reaksiyonu (hidratasyon) için gerekli olan su miktarı, çimento ağırlığının yaklaşık %14'ü kadardır. Hidrate çimento taneleri arasında kalacak jel suyu da hesaba katıldığında gerekli olan su miktarı, yaklaşık %25 değerine ulaşmaktadır.

VAKUMLU BETON

Ancak işlenebilme gereği yüzünden uygulamada, bu oran genellikle %50-%65 değerine çıkmakta, bu durum da bazı sakıncaları beraberinde getirmektedir. Hidratasyon ve jel yapı için gerekli olan suyun üstündeki fazla su beton sertleştikten sonra buharlaşarak, sertleşmiş beton içinde çoğunluğu kılcal olan boşlukların oluşmasına neden olur.

-
- Bu boşlukların betonun mekanik özelliklerini ve kalıcılığını olumsuz yönde etkilediği daha önceki bölümlerde ayrıntılı olarak açıklanmıştı

VAKUMLU BETON

- Vakumlu beton uygulamasının genel ilkesi, betona işlenebilirlik için fazladan verilen suyun geri alınmasıdır. Vakum işlemi, normal koşullarda hazırlanmış orta işlenebilirliğe sahip karışımlar üzerinde uygulanır.

VAKUMLU BETON

- Yeterli işlenebilirlikte kalıbına yerleştirilen betonun, vakum yöntemi ile çökme değerini sıfıra indirgeyerek, yüksek mukavemet, düşük maliyet ve zamandan tasarruf sağlanmaktadır. Betona vakum uygulanması, dünyada ve ülkemizde yıllardır yüzey alanı büyük olan elemanlarda kullanılmaktadır.

VAKUMLU BETON

Bu yöntemle yerleştirilmiş betonun su/çimento oranı düşürülmekte ve kalitesi yükseltilmektedir. Taze beton, sürekli bir sistem halinde bulunan su dolu kanalcıkları içermektedir. Beton yüzeyine uygulanan vakum işlemi ile, betonun belirli bir derinliğine kadar olan fazla su çekilir.

VAKUMLU BETON

- Önemli bir konu da su ile birlikte bir kısım hava kabarcığının da uzaklaştırılmasıdır. Hava kabarcıkları betonda sürekli bir sistem oluşturmadıklarından, sadece su içindeki ve yüzeye yakın konumdaki hava kabarcıkları uzaklaştırılır.

VAKUMLU BETON

- Böylece betonun prizden önceki su/çimento oranı düşer ve bu oran betonun dayanımı üzerinde büyük rol oynar, ayrıca betonun durabilitesini, boyutsal stabilitesini ve aşınma dayanımını da olumlu yönde etkiler. Özellikle kaplama betonlarında betonun servise girme süresinin bu yolla azaltılması avantaj sağlamaktadır

VAKUMLU BETON

Beton kalıbına yerleştirildikten sonra, yeterli kr yapılmazsa, hidrasyon ısısının da etkisiyle üst yüzeye yakın bölgelerdeki suyun hızlı bir şekilde buharlaşması ile nem oranı en düşük değere ulaşır. Bunun yanında alt tabakalardaki buharlaşma üst yüzeye oranla daha az olur. Betonda plastik büzülme (rötre) adı verilen bu orantısız buharlaşmanın yarattığı iç gerilmeler bir süre sonra kırılmalara ve çatlaklara sebep olur.

VAKUMLU BETON

- Vakumla betonlamada ise, kr uygulanmadan ve katkı malzemeleri kullanmadan betondaki nem oranı, her noktada yaklaşık aynı değerde olmaktadır. Çünkü taze betondaki işlenebilirlik için gerekli, fakat hidrasyon için fazla olan su miktarı (serbest su) vakumlama yöntemi ile dışarı atılmıştır.

VAKUMLU BETON

- Bu sayede su/çimento oranı düşen karışım daha katı olacağından, tanecikler birbirlerine daha sıkı bağlanırlar. Böylece dayanım artar, kırılma ve çatlakların oluşması önlenir. Kısa sürede yüzeyi üzerinde yürünebilecek ölçüde sertleşen taze beton, perdahlama işlemi ile pürüzsüz bir görünüm alır, aşınmaya ve kimyasal etkilere karşı daha dayanıklı hale gelir.

Vakumlu Beton Tekniği

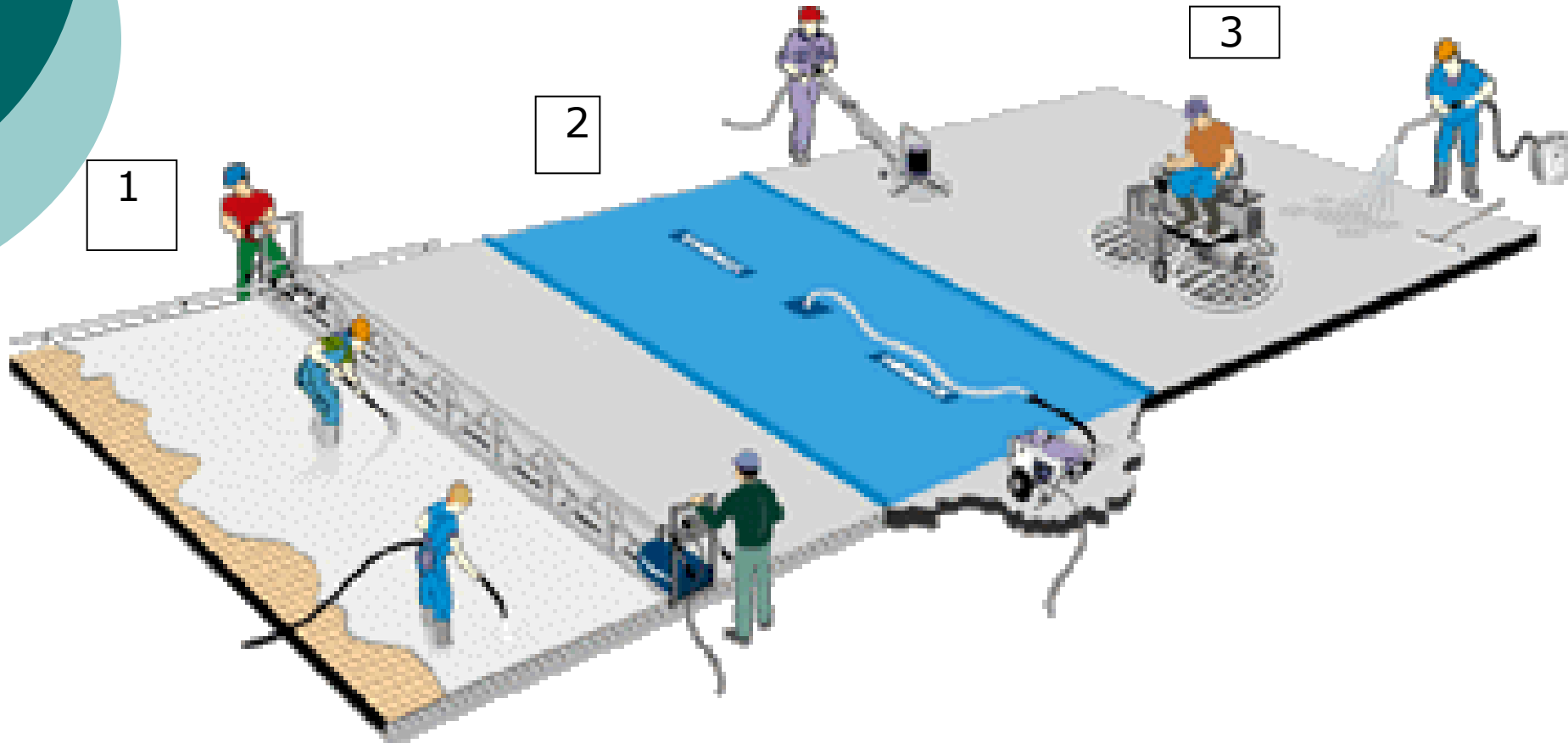
- Taze yerleştirilmiş betona vakum uygulanması, minimum su/çimento oranı ile yeterli işlenebilirliği sağlama problemlerinin ortak çözüm yöntemidir.

Vakum işleminin oldukça geniş bir agregası/çimento oranı ve agregası tane dağılımında kullanılabilir. Fakat ince granülometriye oranla, kaba bir tane dağılımında daha çok su uzaklaştırılacaktır. Mineral katkıları gibi çok ince malzemeler vakum işleminin sırasında karışımdan uzaklaştırılacağından puzolanlı betonlarda kullanılması tavsiye edilmez. Ayrıca puzolanlar filtrenin gözeneklerini de tıkayabileceğinden suyun ortamdan uzaklaşmasına engel olabilirler.

Vakumlu beton tekniğini oluşturan işlemler üç grupta toplanabilir

- Vibrasyon ile mastarlama
- Betondaki fazla suyun tahliyesi
- Perdah makinaları ile perdahlama

Vakumlu Beton Tekniği



Vibrasyon ile Mastarlama

- Vibrasyon ile mastarlamanın amacı, taze betonun serilirken sıkıştırılmasıdır. Çift kirişli ve gergi mekanizmalı master ile beton serilirken aynı anda sıkıştırılması yapılır. Vibrasyon ile mastarlama, çift kiriş tercih edilmelidir.

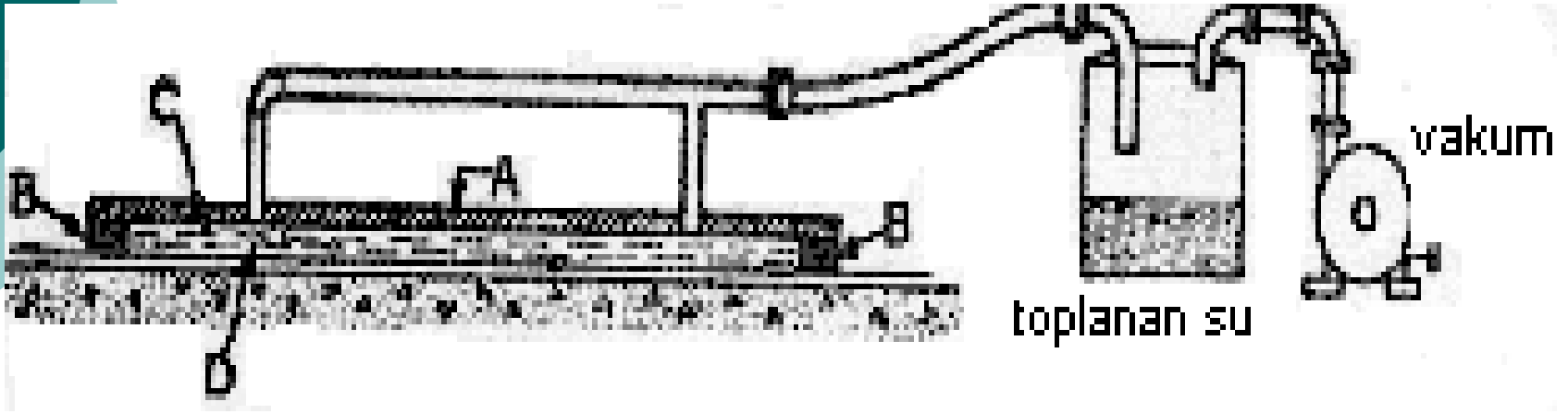
Vakumlu Beton Tekniği

- Çünkü alışma esnasında stabilite avantajları vardır. Sıkıştırma yönüne göre ndeki kiriş kaba bir düzeltme yaparken, arkadaki kiriş ise daha hassas ve düzgün sıkıştırmayı sağlar. Gergi tertibatı sayesinde, betonun sadece orta bölgede değil, vibromastarın bir ucundan diğer ucuna kadar düzgün yayılı bir vibrasyon yükü ile mükemmel olarak sıkıştırılması sağlanır.

Taze Betondaki Fazla Suyun Tahliyesi

- Vakum işlemi, bir vakum pompasına bağlanmış bir vakum örtüsü ile uygulanır. Vibrasyon ile serilip sıkıştırılmış taze beton yüzeyine hemen özel vakum örtüleri serilir. Vakum örtüsünün altına ince agrega ve çimento tanelerinin betondan ayrılmasını önleyen geçirgen ve ince filtre örtüsü serilir. İki kattan oluşan (filtre ve izolasyon) örtü grubu serildikten sonra üst örtü ortasındaki bağlantı yerinden vakum pompası bağlanır


Vakumlu Beton Tekniği



- A- Esnek yada sabit üst vakum örtüsü, B- Kauçuk conta, C- Genleşme örtüsü, D-Filtre

Vakum gücü bir vakum pompası ile yaratılır. Vakum pompası, iki işlemi bir arada yapar; örtü altında vakum oluşturduğundan basınç ile betonu sıkıştırır ve sıkışma esnasında üst yüzeye çıkan fazla suyu tahliye eder. Pompanın gücü örtünün büyüklüğüne bağlı olarak değişik kapasitelerde olabilir. Ancak uygulanan vakumun gücü 0.07-0.08 MPa'lık değerın altına inmemelidir. Aksi halde uzaklaştırılan suyun miktarı, betonun toplam hacmindeki azalmaya eşit olmayacaktır.

Bunun anlamı uzaklaştırılan suyun yerinde hava boşluklarının oluşması demektir. Pratikte görülen bu boşluklar, aynı su/çimento oranındaki normal betonların, vakumlu betonlara oranla daha yüksek dayanım göstermesine neden olabilir. Hava boşluklarının oluşumunu, vakum işlemi sırasında aralıklı olarak vibrasyon uygulanması ile engellemek mümkündür.

- 
-
- Bu durumda, suyun uzaklaştırılmasında da yaklaşık iki kata varan daha yüksek bir başarı elde edilir. Garnett tarafından yapılan deneylerde 29 dakikalık vakum süresince 4., 8., 14., ve 18. dakikalarda vibrasyon uygulanması ile daha iyi sonuçlar elde edilmiştir

-
- Su oranındaki azalma üst yüzeylerde daha fazladır ve emme etkisinin 10-15 cm derinliğe kadar etkili olduğu kabul edilir. Suyun çekilme hızı zamana bağlı olarak düşer. Vakumlama süresinin kritik değeri betonun derinliğine ve karışım oranlarına bağlıdır.


- Ortalama 15-25 dakikalık vakumlama süresi ekonomik olacaktır. 30 dakikadan daha fazla vakum uygulandığında, su içeriğindeki azalma miktarı ihmal edilebilir düzeydedir. Çimento dozajı 350 kg/m³'ün üzerinde olan beton karışımlarına, vakum uygulanmaması ve aynı zamanda, vakum uygulanarak suyu uzaklaştırılacak olan karışımların slump değerinin 12 cm değerini aşmaması tavsiye edilir

Perdah makinaları ile perdahlama

- Perdahlama, yüzey dokusunu sağlamlaştırmak ve aşınma mukavemetini arttırmak için perdah makinası ile yapılan işlemdir. Vakumlanmış bir betonun yüzeyi mutlaka perdahlanmalıdır. Bu işlem iki aşamada perdah diski ve perdah bıçağı ile yapılabilir.

Perdah makinaları ile perdahlama

- Bu işlem iki aşamada perdah diski ve perdah bıçağı ile yapılabilir. Rijit üstyapılar ve garaj gibi sürtünmeli yüzeylerde sadece perdah diski yeterlidir. Bunun yanında pürüzsüz yüzeylerin istendiğı sanayi tesisi, depo gibi toza karşı hassas yerlerde önce disk ile daha sonra 'helikopter' adı verilen perdah bıçağı ile perdahlama yapılır

- 
-
- Vakumlu betonlarda fazla suyun uzaklaştırılması nedeni ile terleme olayı görülmez. Bu nedenle, erken buharlaşma ve kuruma sonucu önlemler alınmazsa, beton yüzeyinde plastik çatlaklar meydana gelir. Islak kür koşullarının sağlanması ile sorun giderilebilir.

Betonda Vakumlama İşleminin Dayanım Üzerindeki Etkileri

Vakumlu beton uygulaması ile, normal betonlara kıyasla daha yüksek dayanım değerlerine ulaşılabilir. Vakumlama işlemi ile düşük geçirgenliğe sahip ve durabilitesi daha yüksek ve aşınma dayanımı da oldukça yüksek beton elde edilir. Vakumlu beton üreten bir firma tarafından vakum işlemi öncesi ve sonrası su/çimento oranı ile birlikte verilen 28 günlük basınç dayanımları şöyle belirlenmiştir (Tablo)

Vakum işlemi öncesi ve sonrası S/Ç oranları ile 28 günlük basınç dayanımları

Vakum işleminden önceki S/Ç oranı	Vakum işleminde n sonraki S/Ç oranı	Basınç Dayanımları	
		Vakum yapılmamış betonda (MPa)	Vakum işlemin den sonra (MPa)
0.74	0.68	15.0	22.3
0.71	0.59	17.7	23.0
0.65	0.57	20.6	27.0
0.60	0.55	29.7	32.8

- Basınç dayanımındaki artış belirli bir kritik değere kadar, çekilen su miktarı ile doğru orantılıdır, bu değerden sonraki artış önemli değildir, bu nedenle vakum işleminin uzatılmasına gerek yoktur. Kritik değer betonun kalınlığına ve karışım oranlarına bağlıdır. Yine de vakum işlemine tabi tutulmuş bir betonun dayanımı ile işlem sonrası karışımın su/çimento oranı arasında bir uyum görüldüğü söylenebilir (1) .

Vakum işlemi esnasında taze beton içerisinde atmosfer basıncından düşük basınç oluşması, bir iç akım oluşmasına neden olur. Bu da, atmosfer basıncı etkisiyle bir sıkıştırmanın oluşması demektir. Beton içerisinden çekilen su miktarı kadar hava boşluğu oluşmamasının nedeni de budur. Fazla suyun çekilmesi betonun daha iyi yerleşmesini sağlar ve yaklaşık olarak beton derinliğinin %3'ü oranında bir sıkışma meydana getirir

VAKUMLU BETON

- Bu durum betonun oyulma ve aşınma dayanımını geliştirir. Dayanım sonuçlarının sıkışma derecesiyle kıyaslanması, sıkıştırmanın önemini ortaya çıkarır. Aynı karışım oranlarına sahip betonun birim hacim ağırlığı arttıkça, dayanımları da artmaktadır.

VAKUMLU BETON

- Vakumlu betonun yüzeyi yüksek aşınma dayanımına sahiptir. Uygun kür yapılması durumunda büyük ölçüde geçirimsiz bir üst yüzey elde edilir. Bu özellik yüksek yoğunlukta sıvı temasına maruz olan yerlerde özel bir öneme sahiptir.

VAKUMLU BETON

- Vakumlu beton üst yüzeyinde oluşan sağlam tabaka sayesinde aşınmaya karşı normal betona oranla 2.5 kat daha fazla dayanıma sahiptir ve tozuma karşı dayanımlıdır, yüksek sızdırmazlık özelliğine sahiptir. Sanayi tesislerinde sık sık karşılaşılan, betonun 6 ay sonra gibi bir sürede ek yerlerinden yukarı doğru kıvrılmaları ve kırılmaları tamamıyla yok edilir.

VAKUMLU BETON

- İlave koruyucu kaplama malzemesi gerektirmeyen bir beton yüzeyi elde edilir ve uzun yıllar tamir gerektirmez. İşletmeyi daha kısa sürede açma imkanı sağlayarak zamandan büyük tasarruf edilir

VAKUMLU BETON

- Rijit üst yapıların servise geç açılması problemine, esnek üst yapılar kadar olmamakla birlikte alternatif bir çözüm getirir. Yeni ve eski beton yüzeyleri arasında aderansın artmasını sağlar. Bu nedenle yol kaplamalarının yenilenmesinde ve diğer tamirat işlerinde başarı ile uygulanabilir

VAKUMLU BETON

- Vakumlu beton, çok hızlı bir biçimde prizini alır. Bu durum dikkate değer bir ekonomik değere sahiptir ve özellikle prefabrik panel beton elemanların üretiminde kalıp alma süresinin düşmesi ile daha seri imalat yapımına imkan sağlar.



Dokuz Eylül Üniversitesi İnşaat Mühendisliği
Bölümü

ÖZEL BETONLAR

VAKUMLU BETON

Prof. Dr. Halit YAZICI

■ *<http://halityazici-deu.com>*