

Saha Betonlarında Sıcaklık ve Büzülme Çatlakları Kontrolü için Makro Fiber Kullanımı

Burak Erdal¹, Uğur Alparslan²

Use of Macro Synthetic Fiber for Temperature and Shrinkage Control Cracks in Concrete Slabs on Ground

When macrofibers are used in concrete to replace steel reinforcement, they can provide enhanced ductility, toughness, and durability. Fiber dosage can be engineered to provide a desired level of crack control, post-crack tensile and flexural capacity, or both. Similar to steel bars for which the size and spacing are calculated to provide the required reinforcement ratio, the dosage of fibers is also calculated to satisfy engineering requirements. Parameters affecting the performance of FRC include fiber type (material, size, and geometry), as well as bond characteristics and concrete mixture design. Macro synthetic fiber reinforcement conformity with the standard EN 14889-2 (Fibers - for use in concrete - Part 2: Polymer fibers - Definitions, specifications, and conformity), equivalent diameter > 0.3 mm are referred to as macro synthetic fiber.

Betonda çeliğin yerine makrofiber kullanıldığında, çelik ile aynı oranda süneklik, tokluk ve dayanıklılık sağlarlar. Fiber dozajı (kg/m^3) çatlak kontrolü, çatlak sonrası çekme gerilmesi ve eğilme kapasitesi veya her ikisi için hesaplanabilir. Geleneksel çelik donatılar gibi makro sentetik fiberler gerekli mühendislik gereksimlerini karşılayabilir. Makro sentetik fiber performansı; fiberin malzemesine, geometrisine, boyutlarına, bağ (çimento ve agrega ile olan yapışma kuvveti) karakteristiklerine ve beton dizaynına bağlı olarak değişmektedir. Makro sentetik fiber donatılar EN 14889-2 (Lifler - Betonda kullanım için - Bölüm 2: Polimer lifler - Tarifler, özellikler ve uygunluk) Standardı'na uygunluk gösterir. Eş değer çapı $>0,3$ mm büyük olan lif çeşitleri makro olarak adlandırılır.

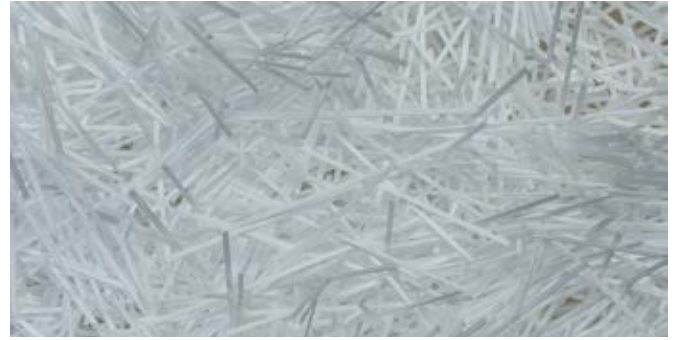
Tasarım Yaklaşımları

ACI 544.4R-18 (Guide to Design

with Fiber-Reinforced Concrete) tasarım rehberinde sıcaklık ve büzülme kaynaklı çatlakları kontrol etmek için 2 farklı yaklaşım sunulmuştur.

Deneysel Çalışma Beton dizaynı:

Makro Sentetik Lif

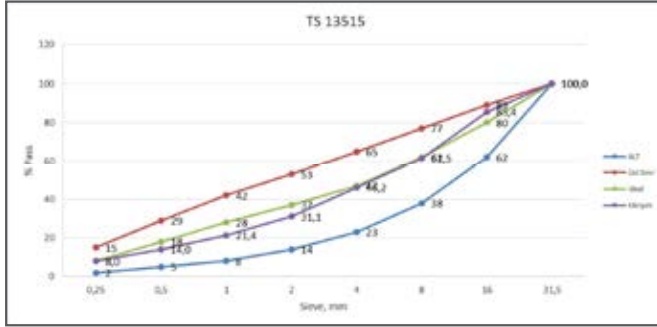


Şekil 1: Makro Sentetik Lif / Makro sentetik fiber donatı

Tablo 1: Beton Karışım Değerleri

Beton Karışım Değerleri	1 m ³ beton, kg/m ³
Su	145
Çimento	290
Kaba Agregası	1008,8
İnce Agregası	984,5
Süper Akışkanlaştırıcı	2,9 (%1)
Makro Sentetik Lif	2-3-4

1) burak.erdal@kordsa.com, 2) ugur.alparslan@kordsa.com
Kordsa Teknik Tekstil, İzmit Kocaeli



Şekil 2: Agrega Elek Analizi - (TS 13515)

Tablo 2: Makro Sentetik Lif Teknik Özellikleri

Boy	54 mm
Eş değer çap	0,72 mm
Çekme Gerilmesi	550 MPa
Elastisite Modülü	8,5 GPa

ASTM C 1609 4 Noktalı Eğilme Çekme Testi

Üretilen numuneler (3 adet 15*15*50 cm) üzerinde ise ASTM C1609 Standardı'na göre eğilme deneyleri yapıldı. Yapılan deneyde prizmalar yan çevrilerek kalıplara değen beton yüzeyleri iki çelik mesnet üzerine serbestçe oturtuldu. Deneyde mesnet açıklığı 450 mm olarak kullanıldı. Prizmanın üst yüzeyinde, mesnet açıklığının 1/3'ü mesafesinde, birbirine eşit iki yük uygulandı. Numunenin orta noktasındaki sehimi,

bu noktaya yerleştirilen LVDT ile ölçüldü. Söz konusu deney kapalı çevrimli deplasman kontrollü deney makinesinde gerçekleştirildi. Bütün deneyler 28 günlük numuneler üzerinde gerçekleştirildi. L/900 (0,5 mm) kadar 0,018 mm/dk, L/900-L/150 (0,5 mm-3 mm) sehim aralığı 0,12 mm/dk oluşacak biçimde uygulanan bir yükleme hızıyla yük-sehim eğrileri elde edildi. Elde edilen yük-sehim eğrileri verilmektedir.



Şekil 3: ASTM C 1609 Test Düzeneği

Tablo 3: Elde Edilen Deney sonuçları

Numune	Tepe Yüğü (ilk çatlak yüğü) Pp (Kn)	Tepe Yüğü Gerilme f1 (MPa)	Tepe Yüğü Deplasman δ (mm)	Max-Tepe Yüğü Gerilmesi fp (MPa)	Rezidüel Yüğü (δ=0.75 mm sehimi için) P ^D ₆₀₀ (Kn)	Rezidüel dayanımı (L/600=δ=0.75 mm sehimi için) f ^D ₆₀₀ (MPa)	Rezidüel Yüğü (δ=3 mm sehimi için) P ^D ₁₅₀ (Kn)	Rezidüel dayanımı (L/150=δ=3 mm sehimi için) f ^D ₁₅₀ (MPa)	Tokluk (0-3mm sehimi aralığı için) T ^D ₁₅₀ (joule)	R _{e3} (Ortalama eş değer eğilme dayanımı oranı)
Makro Sentetik Fiber 54 2 kg/m ³	36,69	4,89	0,05	4,89	13,56	1,81	12,07	1,61	41	38
Makro Sentetik Fiber 54 3 kg/m ³	36,01	4,80	0,04	4,80	15,53	2,07	15,51	2,07	48	45
Makro Sentetik Fiber 54 4 kg/m ³	35,16	4,69	0,04	4,69	18,95	2,53	19,30	2,57	59	56
Yalın Beton	33,40	4,45	0,04	4,45	3,21	0,43	0,00	0,00	0	0

Fiber Çeşidi	Dozaj kg/m ³	Numune Boyutu	Adet	Adet	Basınç dayanımı (MPa)	Ortalama
Makro Sentetik Lif	2	15*15*15		1	48,42	48,94
			3	2	49,97	
			3	3	48,44	
Makro Sentetik Lif	3	15*15*15		1	42,26	43,49
			3	2	44,01	
				3	44,20	
Makro Sentetik Lif	4	15*15*15		1	45,94	46,62
			3	2	45,99	
				3	47,92	
Yalın Beton		15*15*15		1	46,95	46,62
			3	2	46,45	
				3	46,46	

Hedef dayanım C30/37 seçilmiştir.

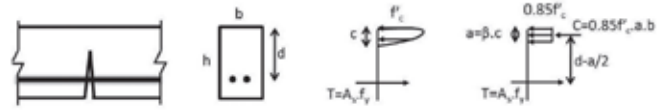
1. Yaklaşım Modeli - Moment Taşıma Kapasitesi Karşılaştırması (ACI 544.4R-18'e göre hesaplamalar yapılmıştır)

Tablo 4: Hesaba katılan parametreler

Plak Kalınlığı	120 mm, h
Beton Sınıfı	C30/37 MPa
Donatı	Tek Kat Q131/131, mm ² /m
Pas Payı	60 mm

Tablo 5: Çelik hasır ve makro sentetik fiberin sağlamış olduğu moment kapasitesi

b	1000	Birim genişlik, mm
As	131	Donatı alanı, mm ²
f _y	500	Çelik donatı akma dayanımı, MPa
F _c '	30	Betonun basınç dayanımı, f _{ck} , MPa
a	2,57	Basınç bölgesinin derinliği, mm
h	120	Beton kalınlığı, mm
h'	60	Pas payı, mm
d	60	Çeliğin derinliği, mm
Moment Azaltma Faktörü	0,9	φ
M _{Capçelik}	3461289,706	N-mm
	3,461	kN-m
M _{oCapFRS}	1,60	f ¹⁵⁰ gerekli olan rezidüel dayanım, N/mm ²



Şekil 4: Geleneksel donatı ile sağlanan gerilme bloğu

$$M_{Capçelik} = \varphi * F_y * \left(\frac{h}{h-h'} - \frac{a}{2} \right)$$

(Çelik hasırın sağlamış olduğu moment kapasitesi)



Şekil 5: Makro fiber donatı ile sağlanan gerilme bloğu

$$M_{CapFRS} = \varphi * f_{150}^D * \frac{b * h^2}{6}$$

(Makro sentetik fiberin sağlamış olduğu moment kapasitesi)

İki kapasite eşitleme işleminden sonra gerekli olan rezidüel dayanım (makro fiber için - ASTM C 1609 test sonucu) 1.61 MPa çıkmaktadır. Tablo 3'te yer alan test sonuçları incelendiğinde 2 kg/m³ Makro Fiber 1.6 MPa rezidüel dayanımı sağlamış olduğu gözükmektedir (1.61MPa ≥ 1.60 MPa). Sonuç olarak 2 kg/m³ makro fiberin geleneksel olarak kullanılan Q131/131 çelik hasıra denk bir dayanım sağlamış olduğu görülmektedir.

2. Yaklaşım Modeli - Donatı oranına göre gerekli olan makro fiber miktarının belirlenmesi (ACI 544.4R-18'e göre hesaplamalar yapılmıştır)

Tablo 6: Hesaba katılan parametreler

Plak Kalınlığı	120 mm, h
Beton Sınıfı	C30/37 MPa
Donatı Alanı, As	131, mm ² /m (Q131/131)
Donatının Akma Dayanımı, F _y	500, MPa
Pas Payı	60 mm

Donatı Oranı Tayini, $p = \frac{A_s}{b \cdot h} = 131 / (1000 \cdot 120) = 0,0011$

Çelik tarafından sağlanan çekme kuvveti, $F_s = p \cdot F_y = 0,55$ MPa (gerekli olan eksenel çekme dayanımı)

$F_s / 0,37 = 1,48$ MPa (İhtiyaç duyulan eğilmedeki çekme gerilmesi)

Tablo 3'te yer alan test sonuçları incelendiğinde 2 kg/m³ makro fiberin (makro fiber için - ASTM C 1609 test sonucu) 1.61 MPa (1.61 MPa ≥ 1.48 MPa) rezidüel dayanımı sağlamış olduğu görülmektedir. Sonuç olarak 2 kg/m³ makro fiberin geleneksel olarak kullanılan Q131/131 çelik hasıra denk bir dayanım sağlamış olduğu ortaya çıkmaktadır.

Geleneksel Çözüm	
Beton kalınlığı, h, mm	120
Beton Basınç Dayanımı, f _{ck} , MPa	30
Donatı	Q131/131
Makro Sentetik Lif ile Çözüm	
Plak Kalınlığı, mm	120
Dozaj, kg/m ³	2
Fiber Tipi	54 mm
f _{p150} (Rezidüel Dayanım, ASTM C 1609), MPa	1.61

2 kg/m³ makro sentetik lif ürünü gerekli çekme gerilmesi ve kuvvetini sağlamış olup, tamamen geleneksel çelik donatının yerine kullanılabileceği görülmektedir. Makro sentetik lifler 3 boyutlu dağılım sağlayarak 2 boyutlu çalışan çelik hasıra göre çatlak kontrolü açısından çok daha etkin rol alır. Çatlak kontrolü betonun durabilitesini (zamana bağlı dayanım) koruması için en önemli kriterdir. Makro sentetik lifler uygulama sürecinde projelere zaman ve maliyet avantajı sağlamaktadır. Yukarıda yer alan tasarım örnekleri özellikle saha betonları ve topping (kaplama betonları, otopark, şap,

döşeme üstü betonlar vb.) betonları için kullanılacak (kg/m³) makro fiber donatının belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

REFERANSLAR

ASTM C 1609: Standard Test Method for Flexural Performance of Fiber-Reinforced Concrete (Using Beam With Third-Point Loading)

ACI 544.4R-18: Guide to Design with Fiber-Reinforced Concrete

ACI 360R-10: Guide to Design of Slabs-on Ground

ACI 302.1R: Guide for Concrete Floor and Slab Construction

Beton dayanımının gerçek zamanlı algılama teknolojisi ile belirlenmesi



ABD Ulaştırma Bakanlığı, beton yol inşaatından sonra yolun trafiğe ne zaman açılacağına nasıl karar vermektedir?

Mevcut yöntem, mekanik testler yapmak ya da gücü test etmek için bir olgunluk ölçer kullanmaktır. Saha mühendisleri bu yöntemleri yeni betonun ne zaman dökülmeye uygun olduğunu belirlemek için kullanırlar. Her ikisi de yaygın olmalarına rağmen sahada kullanıldıklarında önemli kusurları ortaya çıkan yöntemlerdir. Karayolları ve köprülerde genellikle erken problemler yaşanabilir ve ömürleri önemli ölçüde kısılır. Beton yolun kalitesini denetleme sürecini geliştirmek için Purdue Üniversitesinin Lyles İnşaat Mühendisliği bölümündeki bir araştırma ekibi, mühendislere daha önce görülmemiş bir doğruluk sağlayan ve inşaatı gerçek zamanlı izleyebilecekleri bir yöntem geliştirdi.

Mekanik testler beton dökümünden yapılan numunelerin yerinde hazırlanmasını, laboratuvara taşınmasını ve üzerlerinde basınç ve eğilme gücüne sahip olmasını gerektirir (ASTM C78, C293, C39 ve AASHTO T22, T97). Laboratuvarda hazırlanan numuneler güvenilir sonuçlar verir. Ancak, sahada hazırlanıp laboratuvara götürülen numuneler, laboratuvar ve saha koşulları arasındaki farklar nedeniyle güvenilir olmayan sonuçlar verir. Betonun dayanımı; sıkıştırma derecesi, iç

sertleştirme sıcaklıkları ve günlük sıcaklık değişimleri ve bağıl nem yüzdesindeki değişiklikler (% RH) gibi dış sertleştirme koşulları ile belirlenir. Diğer bir yöntem ise betonun kürlenmesiyle gelişen dayanımını değerlendirmek için bir olgunluk ölçer kullanmaktır. Bu ölçer, beton dayanımı ile kür sıcaklığı ve süresi arasındaki ilişkiyi kullanır. Sahada kullanılmadan önce her farklı karışım tasarımı için deneme grupları kullanılarak olgunluk ölçerin kapsamlı ayarlamalar yapılmasını gerektirir.

Bu farklı yöntemler, kapsamlı laboratuvar süresi ve numune hazırlama, saha ve laboratuvar koşullarındaki farklılıkların getirdiği potansiyel hatalar ve genel maliyet gibi çeşitli benzerlikler taşımaktadır. Olgunluk ölçer testi, kullanması hızlı ve kolay olan bir yöntemdir. Dezavantajı ise tüm karışım tasarımları için bina taslaklarının bir başlangıç maliyetinin olması ve saha koşullarının hiçbir zaman kesin olarak öngörülemezidir. Mekanik testler çok daha uygun maliyetlidir, ancak numuneler için gerekli olan kürlenme süresi planlanan şekilde gitmediği zaman sorun çıkarır.

de gitmediği zaman sorun çıkarır.

Purdue Üniversitesinin araştırma ekibi Indianapolis yakınlarındaki I-465 yolunda betonun dayanım gelişimi için algılama verilerini işliyor.

Kesilme Riski

Hızlı tempolu inşaat programları genellikle beton yolu erken yaşlarında bile aşırı yüklenme koşullarına maruz bırakır, bu da yolların ve köprülerin ömründe önemli azalmaya neden olabilir. Bir yolun kullanıma çok erken açılmasının yarattığı kaynak israfının dışında, yaşam döngüsüne dikkat edilmesi için yapılan masraflar ve işçilerin güvenliğinin riski de artar. Karayollarında ve köprülerde yapılan taze beton dökümünün, kullanıma açılmadan önce tamamen kürlenmesine izin verilmesi gerektiği sonucuna ulaşmak basit gibi görünmektedir. Oysaki kapalı yollar vatandaş, hükümet ve

ticaret için sorun yaratan bir unsurdur.

Bu etkileri değerlendirmek için Purdue araştırma ekibi, beton dayanım gelişimini belirlemek için karışımdan bağımsız güvenilir bir test yöntemi geliştirdi. Laboratuvar testleri ve pahalı

Real-Time Sensing Technology Can Help Determine Concrete Strength and Construction Schedules

How does a DOT decide when to open a road to traffic after concrete pavement construction?

The current methodology is to perform mechanical testing or use a maturity meter to determine the strength. Field engineers use that information to determine when the fresh concrete is suitable to drive on. Both are widely used industry methods that have significant shortcomings when used in the field.

zaman alıcı ekipman ihtiyacı, elektromekanik iç direnç (EMI) yöntemiyle birleştirilmiş piezoelektrik sensörler kullanarak betonun dayanım gelişimini izlemek için güvenilir bir algılama yöntemi gerektirmiştir. Çalışma prensibi, betona titreşim dalgaları göndermek ve sonra betonun zaman içinde titreşim dalgasına direncini ölçmektir. Betonun dayanımı bu yöntemle gerçek zamanlı olarak izlenebilir. Olgunluk ölçerinin aksine, EMI yöntemi, sıcaklık ve sertleşme süresini ilişkilendirmek yerine doğrudan betonun dayanımını ölçer. Bu nedenle, beton bileşimine bağlı değildir ve belirli bir beton karışımına göre ayar yapılmasını gerektirmez. Araştırma ekibi bu yöntemi, farklı karışımlarla kapsamlı laboratuvar deneyleri kullanarak EMI algılama teknolojisinin sayesinde keşfetti. Bu algılama yönteminin su/çimento oranından, tamamlayıcı çimento esaslı malzemelerin (SCM) dâhil edilmesinden ve farklı çimento tiplerinden bağımsız olduğu sonucuna vardılar.



Indianapolis yakınlarındaki I-465 yolu üzerindeki betonda inşaat demirine bağlanmış olan pizelektrik sensörler.

Yeni Bir Yöntem

Araştırma ekibi Indiana Ulaşım Bakanlığı mühendisleriyle çalışarak algılama teknolojisini üç eyaletler arası projede uyguladı: I-70 West, I-74 (Batesville) ve Indianapolis yakınlarındaki I-465. Saha testleri arasında I-70 ve I-465 projeleri beton yama içindi ve I-74 tam derinlikte bir beton parke taşı projesiydi. Her iş için, bir ila üç gün arasında gerçek zamanlı güç gelişimini izlemek için yaklaşık 100 sensör beton kaplamaya yerleştirildi (Sensörler şu anda yerinde bırakılmak üzere tasarlanırken, daha fazla yineleme, yalnızca kurulumda kullanılmalarına izin verecektir). Beton yama işlemine 182 cmx365 cm büyüklüğündeki, 2 cm derinliğindeki bir delik açılarak başlandı. Bağlantı çubukları alanın durumuna bağlı olarak deliğin her 2 santimetrede bir kenarlarına sıkıştırıldı. Delik hazır olduktan sonra piezoelektrik sensörleri çelik çubuklara sıkıca bağlandı. Teller deliğin dışına uzatılmış ve ölçüm için ihtiyatlı bir biçimde yere sabitlenmiştir. Daha sonra beton tesisten şantiyeye iletildi ve

doğrudan deliğe döküldü. İşçiler standart bir beton yaması işlemini gerçekleştirdi. Betonun vibratörle sıkıştırdılar. Daha sonra beton, silindir ile düzleştirildi. Ondan sonra iş tamamlandı ve yüzey süpürüldü. Kürleme bileşiği, betonun üstüne üçüncü saatte püskürtüldü ve betonun nemi ile sıcaklığını korumak için (saha koşullarına bağlı olarak) ıslak telis bezi ve beşinci saatte plastik örtüler ile kaplandı. Tüm deliğin beton parke taşı işi (I-74) için sensörler, çubuk sepetlerin üzerine yapıştırıldı. Beton parke taşı daha sonra bu sepetlerin üzerine döşendi. Gerçek zamanlı EMI izlemesi ile bir ila üç gün arasında gerçekleştirildi.

İlk yapılan EMI testi, standart mekanik test yöntemiyle karşılaştırıldığında birkaç fark ortaya çıkmıştır. Karşılaştırma için birinci ve üçüncü günlerde mekanik teste gereken silindir numuneler hazırlandı. Sonuçlar, EMI algılama yönteminden gelen betonun bir günlük basınç dayanımının silindir numunelerinden daha yüksek olduğunu göstermiştir. Bunun, betonun ekzotermik hidrasyon reaksiyonlarına bağlı olduğu belirlenmiştir. Basitçe söylemek gerekirse, büyük levhalar bir silindir numunesinden daha fazla hidrasyon ısısına sahiptir. Diğer bir farkın su buharlaşma hızı olduğu fark edilmiştir. Beton kaplama örnekleri silindir örneklerinden daha ağırdı. Bu duruma silindir kalıpları tarafından daha iyi tutulan suyun neden olduğu düşünebilir, böylece hidrasyon derecesini etkileyen açıkta kalan yüzey alanı azaltılır. Bu yüzden de üçüncü gün EMI algılama sonuçları, mekanik test sonuçlarından biraz daha düşüktür. Bu belirtiler ışığında, EMI algılama sonuçlarının beton döşemenin gerçek koşullarını daha iyi yansıtabileceği söylenebilir.

EMI algılama teknolojisi, saha mühendislerine betonun sağlamlığı için anlık ve doğru bilgi sağlar. Bu bilgiler, beton dökümünden sonra trafiğin açılmasına en uygun zamanın belirlenmesine yardımcı olur. Yoğun ilgi nedeniyle Federal Karayolu İdaresi (Federal Highway Administration), Purdue'daki ekip ile beraber çalışarak bu teknolojiyi bütün eyaletlere yayabilmek için ülke çapında bir fon çalışmasına sponsorluk etmektedir. Kaliforniya, Teksas, Missouri ve Kansas dâhil olmak üzere birçok eyalet Indianada başlayan bu çalışmayı desteklemektedir.

Purdue'daki araştırma ekibi prosedürlerini daha da geliştirme fırsatı yakalamıştır. Küçük farklılıkları ortadan kaldırmak ve test yönteminin tutarlılığını arttırmak için sinyal gönderimi yazılımları üzerinde çalışmayı sabırsızlıkla beklemekteler. Planlamalar, kürlenme sırasındaki sıcaklıkları dengelemek ve kablosuz internet ya da Bluetooth iletişimiyle çalışan sensörlerin tedarik edilmesi yönündedir. Genel olarak EMI algılama teknolojisi, saha çalışanlarının karşılaştığı tehlikeli şantiye koşullarını en aza indirmek için tasarlanmıştır.

Kaynak: <https://www.roadsbridges.com/real-time-sensing-technology-can-help-determine-concrete-strength-and-construction-schedules>

Bilim insanları, olumsuz sıcaklık koşullarında döküm için nano beton üretiyor



Yeni Belediye Kütüphanesi'ni inşa etmek için şantiyede büyük iskele üzerine yakından bakış. Soldaki kalın iskele, ön yatay ön cepheyi desteklemek için gereklidir.

Uzak Doğu Federal Üniversitesi Askeri Eğitim Merkezinden (UDFÜ, Vladivostok, Rusya) mühendisler ve RUDN Üniversitesinden meslektaşları, on kat yüksekliğe kadar monolitik inşaat için nano katkı maddeleri ile beton için bir karışım geliştirdiler. Beton dökümü, çok nemli bir iklimde ve eksi 5 dereceye kadar sıcaklıkta yapılabilecek-

Scientists come up with nanoconcrete for casting under negative temperature conditions

Engineers from Far Eastern Federal University Military Training Center (FEFU, Vladivostok, Russia) together with colleagues from RUDN University have developed a concrete mixture with nano additives for monolithic construction up to ten stories high.

tir. Bununla birlikte, inşa edilen binalar 50 yıl boyunca büyük bir yenileme gerektirmeyecektir. İlgili makale Yapı ve İnşaat Malzemeleri bölümünde yayımlanmıştır.

Düşük sıcaklık koşullarında beton dökümü inşaat sektörü için ciddi bir sorundur. Betondaki su donarsa, betonun akışkanlığı bozulur ve bu da kürlenmesinin zarar görmesine yol açarak döşeme içi topaklar oluşmasına sebep olur. Beş derecenin altındaki sıcaklıklarda döküm yapmak için özel bir teknoloji gerekir.

UDFÜ Askeri Eğitim Merkezi (AEM) mühendisleri, RUDN Üniversitesi'nden meslektaşları ile birlikte, nanoteknoloji yoluyla özellikleri geliştirilmiş beton karışımı için özel katkı maddelerinin (süper akışkanlaştırıcı) tanıtılmasını önerdi. Bu maddeler inşaat sürecini daha pahalı hâle getirmede olduğu gibi, soğuk mevsimlerde inşa edilen beton yapıların dayanıklılığını korumasına da yardımcı olur.

Rusya'da 13. kez düzenlenen "2018 Yılın Mühendisi" yarışmasının kazananı ve UDFÜ AEM'de araştırmacı profesörlerden olan Teğmen Roman Fediuk şöyle açıklıyor: "Yeni nano karışımının özellikleri inşaat mühendisliğinin ihtiyaçlarıyla birleşerek tüm gereksinimleri karşılar. Karışım, nemli hava koşulları altında 10 kat yükseklikteki yapıların dökümü için uygundur. Yani nemli kitalarda, Muson ve benzeri soğuk iklimlerde bile rahatlıkla tercih edilebilir. Karışım hızlı bir şekilde kürlenir ve üretilen geleneksel betondan daha küçük boşluklu, kabartmasız bir yapı elde edilir. Böylece sıradan betonları mahvedebilen nemin, bu yeni yapıları hiçbir etkisi olmaz. Beton yapının özellikleri 50 yıl boyunca değişmeden kendini koruyabiliyor."

Bilim insanı, yeni beton karışımının öncekiler gibi daha az çimento içerdiğini, bunun yerine enerji üretiminden elde edilen uçucu küllerin kullanıldığını ve böylece beton yapının çevre dostu olduğunu söyledi. Bu durumda yeni karışımın özellikleri en yüksek kalitedeki çimentoyla aynıdır, sadece daha uygun fiyatlıdır.

Mühendisler, katkı maddelerinin oranlarını deneyler sonucu elde ettiler; daha sonra matematiksel modeller ile hesaplamalarını kontrol edip düzenlediler. Böylesine bir karışım donmaya karşı dirençli ve topaklanarak yapının dayanıklılığını azaltacak akışkanlıktan uzaktır. Ayrıca, mühendisler karışımın yapımında %40 daha az su kullanarak dayanıklılığı daha da artırmayı başardılar. Yüksek yoğunluk ve küçük taneciklerin elde edilebilmesi sadece nano katkı maddeleri sayesinde değil, aynı zamanda beton parçalarının öğütülebilmesi teknolojisi ile elde edildi. Bu öğütücü de UDFÜ'de geliştirildi.

Yeni karışım çoktan bir denemeye tabi tutuldu. Deneme olarak, mühendisler beş katlı bir otopark inşa ettiler. Beton yapı, beş ila eksi altı dereceler arasında 28 gün kürlenmeye bırakıldı ve sonuçlar belirtilen düzeydeydi.

Bilim insanları, katkı maddesi olarak nano partiküller ile özelliklerini geliştirdikleri inşaat sektöründe zaten iyi bilinmekte olan bileşenleri kullandılar. Bu nedenle, naftalin formaldehit reçinesini silikon dioksit özellikleri ile güçlendirdiler ve elde edilen beton özelliklerini daha uzun süre korurken aynı zamanda daha güçlü olduğu ortaya çıktı. Karışımın bir diğer bileşenleri de ahşap reçine ve sodyum nitratı.

UDFÜ AEM'de, bu tür karışımların geliştirilebilmesi için ayrı bir bilim okulu bulunmaktadır. Okulun amacı, orijinallerine benzeyen suni materyaller tasarlamaktır. Mesela beton, doğal taş dayanıklılığına sahip olmalıdır. Bu teori, Shukhov Belgorod Devlet Teknoloji Üniversitesi, Rusya Mimarlık ve İnşaat Bilimleri Akademisi'nin üyesi ve V.G'nin profesörü olan Valery Levsov tarafından kurulan GEONICS olarak kabul edilmektedir. Moskova, Kazan ve Doğu Rusya'dan mühendisler yöntemin geliştirilmesi üzerinde çalışıyorlar. Yeni beton tasarımı, amacı rahat bir insan ortamı için yeni malzemeler tasarlamak olan GEONICS ilkelerine uygundur.

Araştırmanın bir sonraki aşamasında, bilim adamları eksi on beş dereceye kadar sıcaklıklar altında döküm için bir beton karışımı geliştirmeyi planlıyorlar.

Kaynak: <https://phys.org/news/2020-02-scientists-nanoconcrete-negative-temperature-conditions.html>

The concrete casting is possible within a very humid climate and negative temperature down to minus 5-degrees centigrade. Given that, the constructed buildings will not require major renewal for 50 years. The related article is published in Construction and Building Materials.

Casting concrete under low-temperature conditions is a serious challenge for the construction industry. If the water in the concrete freezes, the fluidity of the concrete goes wrong, which will foul its curing and promote in-slab lumps forming. Casting at temperatures below plus five degrees already requires special technology. Breach of one leads to reduced characteristics of monolithic structures that deteriorate prematurely.

Betonun ideal kürü için veri kaydedicilerinin kullanımı

Yüksek kaliteli bir veri kaydedici ve alıcı ile betonu doğru bir şekilde kürleyebilirsiniz.

Beton kürleme, çimento hidratasyonuna erken aşamalarda yardımcı olmak için uygun sıcaklık aralığında betonda yeterli nemi muhafaza etme işlemidir. Bu işlem inanılmaz derecede hassastır ve yanlış kullanılırsa, sertleşmiş betonun yapısal bütünlüğü ciddi şekilde tehlikeye atılır. Bununla birlikte, bir kişinin üç hafta veya daha uzun süren bir kürleme işlemi sırasında nem seviyelerini ve sıcaklığı ölçmesini beklemek imkânsızdır. Bu nedenle, süreci gerçek zamanlı olarak 7/24 izlemek için doğru araçlara sahip olmak gerekir. Bunun için en doğru araç, kablosuz veri iletim özelliklerine sahip bir veri kaydedicidir.

Veri kaydedicilere duyulan ihtiyacı anlamak için, kürleme sürecini ve süreci bozabilecek faktörleri anlamak gerekir. Beton sıcaklığı, hava sıcaklığı ve betonun boyutları hidratasyon süreci üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Betonun şeklini ve dokusunu koruyabilmesi için bu değişkenlerin zaman içinde dikkatlice ölçülmesi gerekir. Ölçüm kılavuzlarındaki en ufak sapmalar bile betonu sağlam ve pürüzsüz bir yapıdan çatlak bir karmaşaya dönüştürerek herkesin güvenliğini tehlikeye atabilir.

Isının Beton Kürlenmesine Etkisi

Sıcak günlerde yapılan beton kürü süreci hızlandırabilir ve bu da zaman içinde betonun sağlamlığının azalmasına neden olur. Bu durum, sıcaklık yükseldiğinde su ilave edilerek önlenir. Ayrıca, daha büyük bir beton yapı, daha fazla ısı üretecektir. Çimento suyla karıştırıldıkça, ısı karışımında hapsolür ve dış soğurken dolgu ısınmaya devam eder. Eklenen suya karşı sıcaklık düzeyini takip etmek, Amerikan Beton Enstitüsünün kılavuzunda belirtilen %70 basınç dayanımına uygunluğunu sağlamak için anahtar yoldur.

Soğuk Havanın Beton Kürlenmesine Etkisi

Soğuk hava da kürleme sürecine zarar verebilecek bir etkenidir. Beton, donma nedeniyle %50'lik bir güç kaybı yaşayabilir. Bu duruma karşı taze buhar, gömülü ısıtma bobinleri, ısıtma pedleri veya beton battaniyeler kullanılarak önlem alınabilir.

Ancak, bu güçlendirici materyallere olan ihtiyacı belirlemek için, profesyonellerin iç ve dış sıcaklıkları ölçebilmesi gerekir.

Beton Kürleme için Veri Kaydedicilerin Kullanılması

Kablosuz bir veri kaydedicinin amacı, sıcaklık ölçüm işlemi insan gücünün kullanımının tamamen bitirilmesidir. Çoğu zaman, sıcaklık bir program dâhilinde elle ayarlanarak ölçülür. Kullanıcı sıcaklığı ölçmeyi unutursa ölçüm aralığını kaybeder. Beton bu durumda belirtilen sıcaklık aralığının dışına çıkarsa, tehlikeye girebilir ve kimse fark etmeyebilir.

Veri kaydediciler çekirdeğin sıcaklığını ölçmek için gerekli sensörlere sahip oldukları gibi hava sıcaklığını ölçmek için betonun dışına da yerleştirilebilir. Kaydedici daha sonra, sıcaklıklar belirlenen aralıktan düştüğünde birden fazla kullanıcıya uyarı gönderecek şekilde ayarlanabilir. Bu sayede, görevli yerinde olmasa bile, kullanıcılar zaman kaybetmeden uyarılarak harekete geçebilir veya daha fazla su eklemek, güçlendirici bir madde kullanmak için yakınlardaki bir meslektaşı arayabilir.

Use Data Loggers for Optimal Concrete Curing

Cure concrete right the first time with a high-quality data logger and receiver.

Concrete curing is the process of maintaining adequate moisture in concrete within a proper temperature range in order to aid cement hydration at early stages. This process is incredibly delicate, and if handled improperly, the structural integrity and strength of dried concrete is severely compromised.

Veri kaydedicilerin, kullanıcının ihtiyaçlarına en uygun şekilde birden fazla ayarlama seçeneği vardır. Çoğu inşaat küremeleri kablosuz internet bölgelerinin dışına yerleştirildiğinden, veri kaydedicilerinin akıllı cihazlara sorunsuz bir şekilde veri göndermek için Bluetooth özelliği mevcuttur. Bu özellik sayesinde, şirketler kablosuz internet sinyali olmasa dahi veri kaybetme riskini ortadan kaldırır. Daha uzun mesafelerde dahi hücresel cihaz servislerine veri ulaştırabilmek için mobil baz istasyonları da bulunmaktadır. Bu kabiliyetlere sahip cihazlar çok uçuk fiyatlarda satın alınmaktadır.

Beton kürleme işlemi sırasında veri kaydedicileri kurmak, maliyet tasarrufu, işlemde verimlilik sağlamak ve kalite güvencesi için doğru bir sıcaklık kaydına sahip olma avantajından yararlanma fırsatı sağlar. İnşaat şirketleri, yanlış ölçümler nedeniyle her şeyi kaybetmektense veri kaydedicilerinin seçerek çok şey kazanabilir.

Kaynak: <https://www.forconstructionpros.com/concrete/article/21120225/td-us-llc-use-data-loggers-for-optimal-concrete-curing>

Bükülebilir, güvenli, uzun ömürlü ve çevreci beton geliştirildi

Dr. Behzad Nematollahi, Swinburne'de geliştirilen yeni beton numunesi ile birlikte. Bu malzemenin üretimi geleneksel betona göre %36 daha az enerji gerektiriyor.

Bendable, safe, long-lasting and green cement-free concrete developed at Swinburne

Dr Behzad Nematollahi with a sample of the novel concrete developed at Swinburne. The production of this material requires 36 per cent less energy than conventional concrete.

A new type of concrete that is made out of waste materials and can bend under load has been developed and patented by Swinburne researchers Dr Behzad Nematollahi and Professor Jay Sanjayan.

Atık malzemelerden yapılmış ve yük altında bükülebilen bu yeni beton türü, Swinburne araştırmacıları Dr. Behzad Nematollahi ve Profesör Jay Sanjayan tarafından geliştirildi.

Bu malzeme, kömürle çalışan elektrik santrallerinin bir yan ürünü olan uçucu kül gibi endüstriyel atık ürünleri içermektedir. Özellikle deprem bölgelerindeki inşaatlar için uygundur.

Swinburne Akıllı Altyapı ve Dijital İnşaat Merkezi'nde ARC DECRA (Avustralya Araştırma Konseyi Discovery Erken Kariyer Araştırmacısı Ödülü) üyesi olan Dr.

Nematollahi, "Beton dünyada en çok kullanılan yapı malzemesidir. Aslında, insanlar sudan sonra en çok beton tüketiyor. Betonun kalitesi, binalar, köprüler ve tüneller gibi altyapımızın dayanıklılığı üstünde büyük bir etkiye sahip oluyor." diyor.

Geleneksel beton gerildiğinde veya büküldüğünde kırılmaya eğilimli değildir. Temel bileşeni olan çimentoyu üretmek için kireç taşının kalsinasyonu nedeniyle büyük bir karbon ayak izine sahiptir. Endüstriyel atık ürünleri kullanarak, Dr. Nematollahi ve meslektaşları çimento ihtiyacını ortadan kaldırıyor ve ürünü daha sürdürülebilir hâle getiriyor.

Nematollahi, "Bu yeni betonun üretimi, çimento dan yapılmış geleneksel bükülebilir betona kıyas-

la yaklaşık olarak %36 daha az enerji gerektiriyor ve %76'ya kadar daha az karbondioksit yayıyor." diyor.

Ayrıca, bu yeni betona kısa polimerik liflerin dâhil edilmesi, gerilime veya bükülmeye maruz kaldığında parçalara ayrılmasını ve bunun yerine saç kalınlığında ince çatlaklarla varlığını sürdürmesini sağlıyor.

Ayrıca, kuvvet uygulandığında bükülebilir olması, bu malzemeyle yapılan binaların depremler, kasırgalar, mermi darbeleri ve patlamalar sırasında bozulmadan kalma olasılığının daha yüksek olması demektir.

Dr. Nematollahi, "Bu tür doğal afetlere karşı savunmasız alanlarda yapılacak binalar, bu malzeme için öngörülen başlıca kullanım alanlarından biridir." diye ekliyor.

"Laboratuvar test sonuçlarımız, bu yeni betonun normal betondan yaklaşık 400 kat daha bükülebilir olduğunu, ancak benzer mukavemete sahip olduğunu gösterdi."

Kaynak: http://www.swinburne.edu.au/news/latest-news/2020/03/bendable-safe-long-lasting-and-green-cement-free-concrete-developed-at-swinburne.php?utm_source=miragenews&utm_medium=miragenews&utm_campaign=news



Atomik Metotlarla ASR Mekanizmalarını İnceleme*

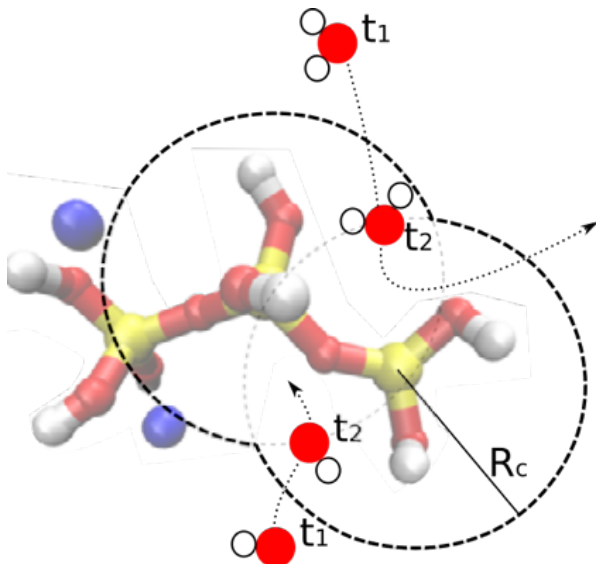
Atom Ölçeğinde Sorular

ABD'deki karayolu kaplamalarının %20'sinin yetersiz durumda olduğunu düşünürsek, kaplamalarda başarısızlığın azaltılmasının giderek daha önemli hâle geldiğini söyleyebiliriz. Bununla birlikte, beton kaplamalarda hasarın önde gelen nedenlerinden biri olan Alkali Silika Reaksiyonunun (ASR) mekanizmaları hâlâ belirsizliğini korumaktadır.

ASR'nin yıllar içinde çatlamaya neden olabileceği iyi bilirse de reaksiyonu, özellikle de silikatların suda ayrışması ve oluşumunu, atom ölçeğinde anlama ihtiyacı hâlâ mevcuttur. Bunun için duruma atomistik bir yaklaşımla bakmak gerekir.

ASR Oluşumunu Simüle Etme

Bu çalışmada öncelikle, çimento hamurundaki sodyum hidroksite maruz kaldığında potansiyel olarak reaktif agregadaki silikatların ayrışmaları incelendi. Daha sonra, saf suda veya ASR jeli oluşturmakta olan alkalilerin varlığında silikat oluşumu araştırıldı.



Şekil 1: Sodyum hidroksit ile ayrılma sırasında silikatların etrafındaki lokal ortamı analiz etmek için geliştirilen algoritmanın şematik bir temsili. Silikon atomları sarı, oksijen atomları kırmızı,

zı, hidrojen atomları beyaz ve sodyum atomları mavi ile gösterilmiştir.

ASR zaman içinde incelemeye zorlandığı için, uzun yıllar süresince ortaya çıkan farklı mekanizmaları simüle etmek için kullanılan en gelişmiş atomistik yöntemler kullanıldı. Şekil 1'de gösterildiği gibi, silikon atomları etrafındaki kimyasal ortamın istatistiksel analizini yapmak için yeni bir algoritma geliştirildi.

Reaksiyonun Sınırlandırılmasına Doğru

Silikat zincirlerinin ayrışmasının ve oluşumunun büyük ölçüde su moleküllerinin varlığına bağlı olduğu bulundu. Özellikle, senaryoların yaklaşık %20 'sinde, sodyum hidroksitin varlığında silikatları ayırmak için sadece bir değil, iki su molekülü birlikte hareket etmektedir. Bu, doğru reaksiyon yollarını bulmak ve ASR jeli oluşumuna yol açan silikatları çözmek veya oluşturmak için gereken enerjiyi değerlendirirken önemlidir: Bu reaksiyonlarla ilişkili enerji bariyerleri, reaksiyonların hızıyla ve bu nedenle mekanizmada hangi adımın reaksiyonu sınırlandırabileceğiyle ilgili iç görü sunar. Mühendisler ve bilim adamları bu silikatların davranışlarını daha iyi anlayarak, nihayetinde beton karışımlarındaki ASR'yi azaltan yeni stratejiler geliştirebilirler.

Önemli Bulgular:

- ASR jelinin yapısının hassasiyetle değerlendirilmesi zor olduğu için, simülasyonlar ASR oluşumunun temel mekanizmalarını anlamak için önemli araçlardır.
- Reaksiyon yollarını detaylandırmak için yeni algoritmalar geliştirdik. Bu, enerji bariyerlerinin ve dolayısıyla bu reaksiyonların zaman ölçeğinin hesaplanmasını sağlar.
- Bu yeni yöntemle ASR jeli veya jelden kaynaklanan geniş çatlak oluşumunu azaltan katkı maddelerinin etkisini inceleyebiliriz.

Investigating the Mechanisms of ASR Using Atomistic Methods

Questions at the Atomic Scale

With 20% of highway pavements in the U.S. in poor condition, mitigating pavement failure has become increasingly important. However, the mechanisms of the alkali-silica reaction (ASR), a leading cause of damage in concrete pavements, remain unclear.

(*) MIT CSHub (Massachusetts Teknoloji Enstitüsü Beton Sürdürülebilirlik Merkezi), Araştırma Özeti, 2020, Sayı 5, Romain Dupuis, rdupuis@mit.edu