



Yeni bir MIT çalışması Çimento'nun mikroskobik özelliklerinin daha güçlü ve daha sürdürülebilir binaların ve köprülerin anahtarı olduğunu keşfetti.

Çimento malzemeleri; çimento macunu, harç ve beton da dahil olmak üzere dünyanın en yaygın üretilen malzemeleridir. Karbon ayak izi de aynı derecede etkilidir: Çimento üretim süreçleri küresel karbon emisyonlarının neredeyse yüzde 6'sına katkıda bulunur.

Bu malzemelere olan talebin yakın zamanda azalması pek mümkün değildir. Amerika Birleşik Devletleri'nde, 1960 ve 1970'lerde inşa edilen beton köprüler, binalar ve kaldırımlarla çevrili sokakların çoğu, altyapı için daha az çevresel strese(gerilmeye) sahip ve en fazla 50 yıl sürecek şekilde tasarlanmıştır.

Şimdi, MIT araştırmacıları doğal malzemelerdeki basit yapı taşlarının hiyerarşik düzenlemelerinden esinlenerek üretilen yeni bir beton yaklaşımının kaynağını keşfettiler. Bulunan sonuçlar yerel malzemelerin kullanıldığı betonu daha güçlü ve daha sürdürülebilir yapmak ve betonun sera gazı emisyonlarını dengelemek için yeni yöntemlere yol açabilir.

Yeni araştırmada, inşaat ve çevre mühendisi profesörü Oral Büyükoztürk ve arkadaşları,

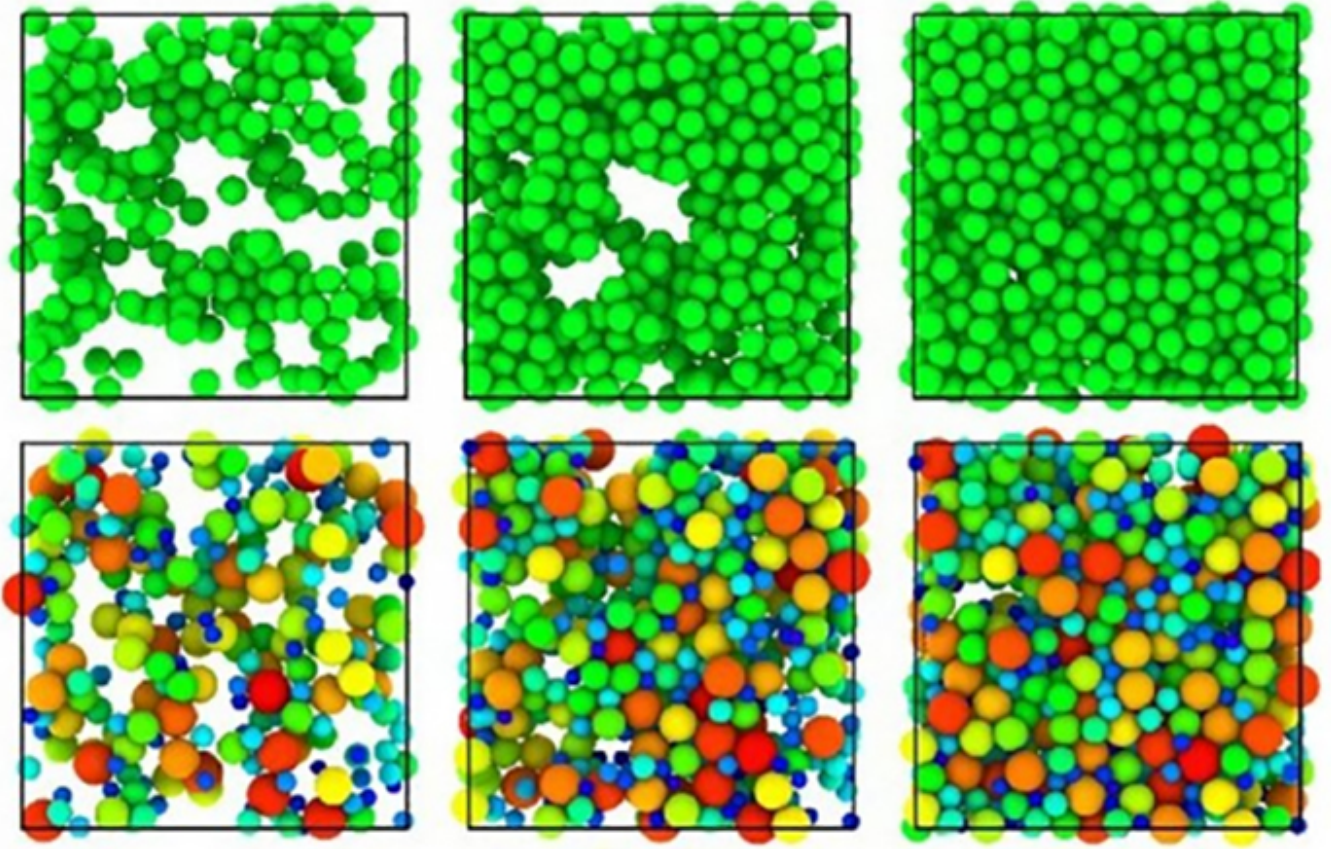
bireysel atomlarda, betonda genel bir direnç ve dayanıklılığa katkıda bulunan önemli bir özelliği analiz ettiler. Bu grup, sertleştirici bir materyal içinde moleküler yapı taşları oluşturacak şekilde düzenlenen bireysel atomların davranışını simüle eden bir bilgisayar modeli geliştirdi. Bu simülasyonlar, moleküler yapı içindeki bir ara yüzeyin kayma deformasyonu altında “sürtünme direnci” sergilediğini ortaya koydu. Ekip daha sonra her biri binlerce atom içeren daha büyük ölçekli parçacıklardaki bu atom-atom etkileşimlerini içeren bir kohesif-sürtünmeli kuvvet alanı veya modeli geliştirdi. Araştırmacılar, bu kuvvetlerin doğru şekilde tanımlanmasının, beton malzemelerde mukavemetin nasıl geliştiğini anlamak için önemli olduğunu söylüyor. Ekip şimdi çimento içindeki atom gruplarının veya koloidlerin kohesif ve sürtünme kuvvetlerinin, volkanik kül, rafineri çürüğü ve diğer malzemeler gibi bazı katkı maddeleri ile karıştırılarak geliştirilmesinin yollarını araştırıyor. Ekibin bilgisayar modeli, elde edilen karışımların moleküler etkileşimlerine dayalı yerel katkı malzemeleri seçiminde tasarımcılara yardımcı olabilir. Tasarımcılar ve mühendisler mikroskobik düzeyde dikkatli bir tasarım yoluyla daha güçlü, daha çevre dostu ve sürdürülebilir yapılar inşa edebilirler.

Büyükozturk, “Dünyanın koşulları değişiyor” diyor ve ekliyor: “Depremler ve sellerden kaynaklanan artan çevresel rağbet ve altyapı üzerinde baskılar var. Daha uzun tasarım ömrü ve daha iyi dayanıklılık ile sürdürülebilir malzemeler bulmamız gerekiyor. Bu büyük bir zorluk.”

Büyükozturk ve arkadaşları, lisansüstü öğrencisi Steven Palkovic ve MIT Nükleer Mühendislik Bölümü’nden emekli profesör Sidney Yip sonuçlarını Journal of the Mechanics and Physics of Solids dergisinde yayınladılar.

Sürtünme Mukavemeti

Büyükozturk’un revize edilmiş, yerel tedarik edilen beton için vizyonu kısmen Roma inşaatından esinlenmiştir. İmparatorluğun zirvesinde Romalılar, Pompeii, Ostia, İspanya ve Orta Doğu, Türkiye, Libya ve Fas’taki kasabalar dahil olmak üzere tapınakları, banyoları ve amfityatroları inşa ettiler. Uzaktaki her bir yerde Arkeologlar Romalıların binalarını yerel malzemelerden inşa ettiklerini keşfettiler. Bu yapılar 2000 yıldan daha uzun süre korunmasına yardımcı olmuş bir tekniktir.



Araştırmacılar tarafından geliştirilen bu bilgisayar simülasyonu, farklı boyutlu parçacıkların farklı yoğunlukta karıştırılmasını göstermektedir.

Büyüköztürk şöyle diyor: ‘Muhtemelen bunu sezgi yoluyla yaptılar. Bizimki, bu malzemelerin altında yatan temel bilimsel ilkeleri anlamak suretiyle, yerel olarak ulaşılabilen malzemeleri kullanma felsefesini umutla uygulamak için bir çabadır.’ Dergilerinde bilim adamları betonun atom yapısının mühendislik özelliklerini nasıl etkilediğini analiz etmek için geliştirdikleri hesaplamaya dayalı sistemin parçası olan bir bilgisayar modelini tanımlıyorlar. Bu modeller, parçacık gruplarının moleküler boyutlarda beton içindeki kayması ve hareketini simüle eder.

Araştırmacılar, atomik modellerini dünyada kullanılan en yaygın çimento türü olan Portland çimentosunu içeren karışımları simüle etmek için kullandılar. Özellikle, suyun Portland çimentosu ile reaksiyona girerken oluşturduğu ana faz olan kalsiyum silikat hidrat (C-S-H) olarak adlandırılan jel benzeri maddenin mekanik tepkisini simüle ettiler. Grup, bir C-S-H moleküler yapı taşı içindeki binlerce atomun hareketlerini parçacıkların birbirine yapışmasına neden olan kohezif kuvvetlerin etkisine işaret ederek ve atom gruplarının su dolu arayüz boyunca birbirlerine kayarak kesme direncinin varlığını modellemiştir. Daha

sonra, bu molekül boyutlu özelliklerin, binlerce atomu veya kolloidleri içeren daha büyük parçacıkları nasıl 'mesoscale(orta ölçek)' olarak adlandırılan şekilde kontrol ettiğini simüle ettiler. Sürtünme özelliklerinin orta ölçekte kolloidlerin hareketine ve ayrılmasına direnç derecesinin betonun santimetre ölçekli belirlenmesinde en güçlü faktör olduğunu keşfettiler. Tasarımcılar, çoğunlukla santimetre ölçekli çimento özelliklerini kullanarak daha kesin, çok daha büyük ölçekli yapıların kuvvetini tahmin ederler. Araştırmacılar bu nedenle, katılaşmış mikroyapının bilgisayar modelleri içindeki atom-kolloid simülasyonlarının sonuçlarını santimetre boyutunda laboratuvar deneyleriyle karşılaştırmaya olanak tanımak için uygulamışlardır. Büyükoztürk, ekibin deneysel sonuçlarla eşleşen tahminlerini sürtünme etkileşimlerini ihmal eden simülasyonları ile yapılan tahminlerden daha iyi bulmuştur.

Yip 'Çimento mukavemetinin malzeme bilimi, moleküler seviyedeki açıklamaları ve niceliksel tahminlerin gerçekleştirilebilmesi konusunda henüz başlangıç aşamasındadır.' diyor ve devam ediyor: 'Çalışmamızda ele alınmış olan sürtünme kuvveti konusu zamanla değişen çimentonun mekanik davranışıyla ilgilidir. **Bu oran hassasiyeti, mesoscale'deki birkaç fizik bilim disiplinde geliştirilen mikro ölçek kavramları ve modellerin teknolojik uygulamalar için makro ölçek özelliklerine bağlı olduğu araştırma sınırı olan bilimsel zorlukların bir parçasıdır. Büyükoztürk ekliyor: 'Yeni sistemimizin somut bilimde yeni bir dönem başlattığından eminiz.'**

Karışımdaki Katkı Maddeleri

Ekip şimdi çeşitli malzemelerin çimentodaki atom-atom davranışına etkisini ve nihai, katılaşmış betonun son mukavemetini araştırmak için çeşitli katkı maddelerini kendi modellerine entegre etmek üzerine çalışıyor. Ön araştırmalardan, sürtünme değerinin kimyasal bağımlılığının veya kolloidlerin birbirlerine doğru kaymasına karşı direnç derecesinin olduğunu gözlemlediler. Gelecekteki çalışmalar, katkı maddelerinin bu koloidal fazların kimyasal bileşimini nasıl etkilediğini araştıracaktır. Bu bilgi, geliştirilen mukavemet ve deformasyon davranışıyla yeni beton malzemeleri tasarlamak ve optimize etmek için bir veri tabanı parçası olarak kullanılabilir. Palkovic şöyle diyor: 'Katkı maddeleri betonda kullanıldığında ne olduğunu nispeten biliyoruz. Suudi Arabistan'daki volkanik kül ile Hawaii'deki volkanik külden aynı performansı beklemiyoruz. Bu nedenle atomik ölçekte başlayan ve materyalin kimyasını açıklayan malzemenin daha iyi anlaşılmasına ihtiyacımız var. Bu da bize daha iyi bir malzeme üretmek için katkı maddelerini nasıl kullanabildiğimiz konusunda daha fazla kontrol ve anlayış sağlayabilir.'

Kaynak : techxplore.com

Yorumlar