

Esnek Dostumuz Beton

Roger Jones bizi taş devrine götürmek istiyor, ama düşündüğü ilkel yaşama geri dönmekle ilgili değil. Kafasında canlandığı, taşın suni kopyası betondan yapılmış arabalar, bilgisayarlar ve hatta elektrik devre panoları. Nevada'da Reno'da *Materials Technology* için çalışan Jones, yeni beton ve çimentolarının, çok yakında dış fırçasından uzay aracı panellerine kadar her yerde ahşap, metal, plastik ve seramiğin yerine geçeceğine inanıyor.

Jones, yapacağı işlemlerle, mevcut beton yapıların, evlerin, kiliselerin, heykellerin ve barajların daha da sağlamlaştırılabileceğini ve su geçirmez hale getirilebileceğini söylüyor. Ancak, betondan oluşan bir dünya çevrecilere korkunç gözüküyor halde, Jones materyali için yeşil kimlik iddia ediyor. Bu yeni materyali tamamen atıklardan bile yapabileceğini söylüyor.

Bildiğimiz beton, inşaat endüstrisi tarafından her yerde kullanılıyor ve her yıl milyonlarca ton dökülüyor. En çok bilinen karışım kum veya ezilmiş taş, su ve Portland çimentosu (kireç taşından üretilmiş çeşitli kalsiyum silikatlar). Ancak bu, hikayenin sonu değil. Beton yapıldıktan sonra çimentodaki kalsiyum bileşikleri yavaş yavaş atmosferdeki karbon dioksitle reaksiyona girerken sertleşmeye devam ediyor. Karbonlaşma denilen bu işlem bu bileşikleri orijinal çimentodan daha sağlam bir materyal olan kireçtaşına çeviriyor. Normalde bu çok yavaş gerçekleşiyor: büyük bir beton kütesinin tamamen karbonlaşması yaklaşık 30 bin yıl sürüyor.

Karbonlaşma reaksiyonu böyle salyangoz adımlarıyla ilerler, çünkü ürettiği su betonun gözeneklerini tıkayarak daha fazla CO₂ girmesini engeller. Mühendisler bu sağlamlaşmayı, gazın girmesi umuduyla beton parçalarını CO₂ içeren kapalı basınçlı odaya koyma gibi metotlarla hızlandırmaya çalışmışlar. Bu yaklaşım kısmen başarılı olmuş, ancak hâlâ reaksiyonu yavaşlatan su üretme problemiyle karşı karşıyalar.

Bununla beraber, 1994'te Jones'un aklına bir fikir gelmiş. Karbonlaşma katılaşması problemini düşünürken süper kritik karbon dioksitin (SCCO₂) yeni



kullanımları ile ilgili bir makaleyle karşılaşmış. Bu, bileşikleri normal sıvılar kadar etkili bir şekilde çözen, ancak materyaller içine gaz gibi kolaylıkla sızabilen, karbon dioksitin özel bir durumu. Normal CO₂ 31°C sıcaklık üstünde atmosfer basıncının 73 katı basınç uygulandığında SCCO₂'ye dönüşüyor.

"Birden aklıma bir şey geldi ve koltuktan fırladım" diyor Jones. Aklına gelen, betondaki çimentoyu sertleştirmek için SCCO₂'nin ideal olacağıydı. O kadar saldırgan bir maddeydi ki katı bir plastik bloğa bile nüfuz edebiliyordu. Çimento plastik kadar boşluksuz olmadığı için SCCO₂ tamamen sertleşmiş bir beton içinde bile kolaylıkla ilerleyebilmeliydi.

Jones SCCO₂'yi bir beton içinden pompalayarak geçirip binlerce yıl yerine birkaç dakikada kireçtaşına döndürebileceğini göstermiş. Bu çok iyi işleyen basit bir teknik. Jones, SCCO₂'nin reaksiyonda üretilen suyu bile dışarı attığını fark etmiş. "[SCCO₂] de öyle çok enerji var ki su moleküllerini bir konvoy gibi sarıyor" diyor Jones. "Su damlacıklarını yakalayıp dışarı atıyor".



İşlem görmüş betonun, ne kadar ağırlığı kaldırabileceğinin bir ölçüsü olan basınca dayanıklılığı, karbonatlar gözenekleri doldurup materyali daha yoğun hale getirdiklerinde iki katına çıkıyor. Ayrıca betonun çekme dayanıklılığı yaklaşık % 75 artıyor.

Bu işlemin çevre açısından da faydaları bulunuyor. Çimento kireç taşından imal edilirken, kalsiyum karbonatın kalsiyum oksite dönüşmesinde atmosfere büyük miktarda CO₂ bırakılıyor. Çimento fırınlarında genellikle fosil petrolle yakılıyor, bu da ayrıca CO₂ açığa çıkarıyor. Çimento kireç taşına dönüşürken de çimento üretiminde açığa çıkan gazın çoğunu karşılayan, büyük miktarlarda CO₂ tutuyor.

Yeni betonun bir olası uygulaması nükleer atıkların zararsız hale getirilmesi. Jones konu üzerinde New Mexico'da kimyager Craig Taylor ve malzeme mühendisi James Rubin ile birlikte çalışıyor. "Çimento halen radyoaktif zararlı atıklar için hareketsizleştirme maddesi olarak kullanılıyor" diye açıklıyor Taylor. ABD'nin betona yerleştirilmiş radyoaktif atık içeren 200 litrelik varillerle dolu birçok deposu bulunuyor. Atıklar, plutonyum preslenmesinden kalan katı atıklar yanında, radyoaktif metal tozları içeren bez ve paçavraları da içeriyor.

Bu varillerin depolanmadan ve hatta taşınmadan önce, güvenlik testlerinden geçmeleri gerekiyor. "Varilin üzerindeki boşluk, açığa çıkan ısı ve uçucu maddeler bakımından test edildi." diyor Taylor. Yüksek düzeyde uçucu madde bulunması atıktaki çözücülerin buharlaştığı, fazla ısı açığa çıkması ise çimentodaki suyun atıktan gelen radyasyonla parçalandığını gösterir. Taylor'a göre bu ciddi bir problem olabilir, çünkü patlayıcı olan hidrojen gazı meydana geliyor.

SCCO₂ ile işlem mükemmel bir çözüm gibi görünüyor. Sertleşmiş betondan suyu çekiyor ve aynı anda sağlamlaştırarak gözeneklerini azaltıyor. Taylor atığın radyoaktif kısmının betonun içinde güvenli olarak gömülü kaldığını belirtiyor ve "Süperkritik karbon dioksitte radyoaktif metaller çözülmez" diyor. Bundan sonraki aşama, radyoaktif me-

tallerin yeni çimento maddesinde nasıl hareket ettiğini gösteren süzülebilme çalışmaları.

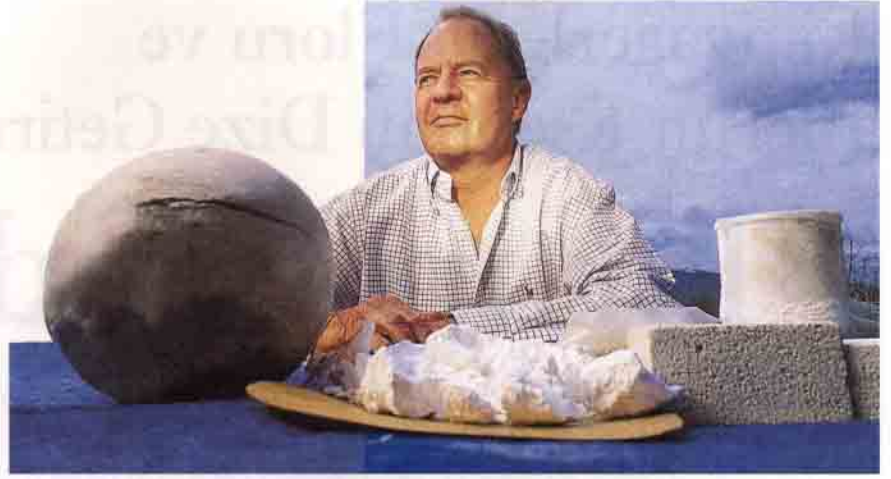
Taylor ve Rubin'in yeni beton malzeme için başka fikirleri de var. Demir-yolu traverslerini alın. Japonya'nın yüksek hız hatlarında kullandığı beton traverslerin ömrü üç yıl kadar. Taylor kendi metodları ile işlenmiş beton traverslerinin bunun iki katı ömürleri olacağını tahmin ediyor.

SCCO₂ için başka bir uygulama da, yeni ve mevcut beton yapıların geçirgenliğini önlemek. Beton bir yapının dış yüzeyinin birkaç santimetresini SCCO₂ ile yıkamak yapıya asit yağmuru ve elementlere dayanıklı sert ve su geçirmez bir yüzey sağlayacak. "Tarihi kiliseler ve heykeller gibi değerli eserlere bu uygulama yapılabilir. İşlem ayrıca barajlara, köprülere, ve yollara uygulanabilir. Dünyanın büyük şehirlerinin çoğunda betondan yapılan binalar, yol kaplamaları, kaldırımlar ve köprüler yapıldıktan sadece birkaç ay sonra bozulmaya başlayabiliyor, diyor Jones; SCCO₂ bu yapıları koruyabilir ve hatta bazı hasarları onarabilir.

Rubin ayrıca bir çeşit renkli su geçirmez beton öngörüyor. Normalde boyama betonu iyi korumuyor, çünkü boya beton gözeneklerinin iç yüzeylerine yapışmıyor. Boyanmış betonu SCCO₂ ile işlemek boyayı çözebilir ve gözeneklerin içine taşıyarak su geçirmez bir kılıf oluşturabilir. Taylor bazı problemler de olabileceğini kabul ediyor. Örneğin, bu yöntem yaygın olarak yapıları sağlamlaştırmak için kullanılan çelik takviye çubuklarına ne etki yapacak? "Ancak, şunu biliyoruz ki çubukların paslanmasını engelleyecektir." diyor.

SCCO₂'de çözülebilen sadece boya değil. Birkaç metal, polimer ve bazı kimyasal maddeler de sıvı içinde çözülebiliyorlar. Geçen yıl, Kuzey Carolina Üniversitesi'nden bir kimyager olan Joseph DeSimone, SCCO₂'nin büyük hidrokarbonları çözmesine izin veren bir sabun polimeri geliştirmiş. Bu, ilaç veya egzotik plastikler içeren materyaller yapmak için faydalı olabilir, ancak sabun hâlâ çok pahalı.

Materials Technology Stiren gibi hafif hidrokarbonları SCCO₂ içinde çözmeyi başarmış ve bunu çimento da kullanmış. Bu materyal daha sonra, stiren moleküllerinin polistiren oluşturmak için bağlandığı reaksiyonu başlatan



benzoil peroksit içeren SCCO₂ ile birlikte kullanılmış. Sonuçta elde edilen çimentoya Jones hafızalı bir malzeme adı veriyor; büküldükten sonra orijinal şekline dönebilen bir malzeme. Trafik direkleri, araba tamponları ve benzeri, hem sağlam hem de şeklini koruması gereken uygulama yerlerinde bu malzeme ideal olacak.

"Yeni bir uygulama yeri bulamadığımız bir gün geçmiyor" diyor Jones. Kontrollü boyutta boş gözenekler bırakmak için daha sonra SCCO₂ ile sökülebilecek polimerler içeren çimentolar yapıyor. Bu materyaller biyofiltre, tuz giderici veya katalitik yüzeyler olarak kullanılabilir. Alternatif olarak elektriği ileten betonlar üretmek için bu gözeneklere metaller doldurulabilir. Radyo dalgalarını soğuran ferrit eklenerek materyalleri radarda görünmeyen bir hale getirebilirsiniz.

Bununla beraber, Jones'un SCCO₂ tekniği bununla ilgili tek uğraş değil. Diğer araştırmacılar, sertleşmeden önce çimento bulamacına polimerler ve metaller ekleyerek, benzer sonuçlar elde etmişler. Kanada Ottawa'dan James Beaudoin elektrik ileten ve içinden bir akım geçtiğinde ısınan beton üretmek için grafit ve çelik lifleri gibi materyal-



leri dökülmeden önceki çimentoyla karıştırmış. Bu betonları hazırlamak çok kolay ve hem hafif hem de sağlamdır. Elektrikle ısıtılan döşemeler ve tizerlerindeki kar ve buzu temizleyen araba giriş yolları uygulamalar arasında. Jones bu araştırmanın kendisinininkini tamamladığını, ancak mevcut yol ve binalara uygulamada SCCO₂'nin daha faydalı olduğunu söylüyor.

Üzerine yeni bir iletken beton tabakası dökmek yerine, mevcut betonun yüzeyi, içine metal veya başka ayırıcılarla karıştırılmış, "kuru buz" olarak bilinen katı CO₂ tabakası sürülerek işlenebilir. Üzerinden buharlı silindir ile geçmek SCCO₂'nin ve içinde ne çözüldüyse onun yüzeye nüfuz etmesini sağlar.

Jones'a göre, böyle çok yönlü bir işlemle ileride yapılabileceklerin listesi hayli kalabalık. Jones, beton içine plastik ve metaller yerleştirmek yerine, atık maddelerden çimento yapmak için de SCCO₂ kullanıyor. "Eğer materyallerin birbirine yapışmasını sağlayabilirsek, bunları süperkritik olarak işleme sokabiliriz." diyor. SCCO₂ kullanarak, bu materyallerin içine polimerlerin ve metallerin girmesini sağlamak suretiyle birçok talep karşılanabilir. Çelik veya alüminyum üreten fabrikalar çok enerji kullanırken, takviye edilmiş betonda bu daha az olacak ve malzemenin üretimi ucuzlayacaktır.

Plan aşamasında olan, daha birçok tuhaf ve şaşırtıcı kullanım alanı var; diş fırçası sapı, vücut zırhı, yarı iletkenler ve diğer elektronik parçalar, hatta helikopterin kuyruk rotor kanatları. Jones, yüz yıl içinde bu materyallerin çelik, kağıt, ahşap ve alışılmış diğer materyallerin yerine geçeceğine inanıyor.

Judge, M.
New Scientist, 10 Mayıs 1997
Çeviri: Selda Art