

Köprü yapısal güvenliği izlenmesinde ultrasonik yöntem



Betonarme yapılar önemli yüklere maruz kalmaktadır. Bu yapılar yüksek hızlı yük trenlerinin ağırlığına, titreşimlerine ve yüksek binalara etki eden kuvvetlere dayanmalıdır. Bu nedenle, tüm yapıyı düzenli olarak denetlemek ve yapı malzemesinin durumunu değerlendirmek çok önemlidir. Şimdiye kadar, izleme zaman alıcı, emek yoğun ve maliyetli olan karmaşık malzeme testlerine dayanıyordu. Örneğin, denetçiler genellikle boşlukları kontrol etmek için çekiçlerle vurarak köprüleri kontrol ediyor ve bu da köprülerin geçici olarak kapatılmasını gerektirebiliyor. Bu düzenli testlere rağmen, Dresden'deki Carola Köprüsü'nün çökmesi gibi ciddi mal-

Ultrasonic method aids bridge safety monitoring

Reinforced concrete structures are subjected to significant loads. These structures must endure the weight and vibrations from high-speed and freight trains, as well as the forces acting on high-rise buildings. Therefore, it is crucial to regularly inspect the entire structure and assess the condition of the building material.

Until now, monitoring has relied on complex material tests that are time-consuming, labor-intensive, and costly. For instance, inspectors often tap bridges by hand with hammers to check for cavities, which can require temporarily closing the bridges. Despite these regular tests, serious material failures, such as the collapse of the Carola Bridge in Dresden, cannot be completely ruled out.

zeme arızaları yaşanabiliyor.

Bu nedenle, ultrasonik test yöntemlerine ilişkin araştırmalar uzun zamandır devam ediyor. CoDA (Coda Waves Beton Hasar Değerlendirmesi) araştırma grubu ultrason tabanlı, son derece hassas koda dalgası interferometrisi (CWI) adlı yeni bir yöntem için ümit verici sonuçlar sundu.

Bu yöntem yalnızca yapıların seçici bir şekilde test edilmesini değil, aynı zamanda sürekli ve kapsamlı bir izleme yapılmasını da sağlar. Sonuç olarak, binalardaki kritik değişiklikler erken tespit edilebilir, kapanmaları veya acil tahliyeleri önlemek için zamanında önlemler alınabilir.

Gerçek koşullar altında ölçümler

CWI, özellikle beton ve ön gerilmeli beton bileşenleri için uygun olan malzeme değişikliklerini izlemek ve analiz etmek için bir yöntemdir. Malzeme yapısındaki çok küçük değişiklikleri tespit etmek için ultrasonik dalgalar kullanır. Bu teknik, özellikle aşırı gerilme durumlarını ve olası hasarı erken bir aşamada tespit etmek için faydalıdır.

Münih Teknik Üniversitesi (TUM), Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Ruhr-Universität Bochum (RUB) ve Bochum Uygulamalı Bilimler Üniversitesinden (BO) araştırmacılar tarafından oluşan CoDA araştırma grubu (DFG FOR 2825), şu anda iki yapı üzerinde uzun süreli testlerde betonarme yapıların izlenmesi için CWI uygulamasını test ediyor.

2021'den beri araştırmacılar, Ulm ve Neu-Ulm arasında 96 metre uzunluğunda olan Gänstor Köprüsü'nün durumunu değerlendirmek için ultrasonik sensörler kullanıyor. 2022'de ayrıca, sensörlerin yukarıdaki tramvay trafiğinin tavana uyguladığı yükü izlediği Münih'teki Scheidplatz metro istasyonunda ölçümler başladı.

Gänstor Köprüsü ile ilgili devam eden araştırmalardan elde edilen iş birlikli çabalar ve bulgular, 21 Kasım'da TUM'da düzenlenen Tuna Havzası'ndaki Köprüler Uluslararası Konferansı'nda (ICBDB 2024) sunuldu.

Bilgisayar destekli modeller sensör sinyallerini yorumluyor

Sadece 75 milimetre uzunluğunda ve 20 milimetre çapında olan boru şeklindeki sensörler, üretim sırasında sondaj deliklerine veya doğrudan yapıların içine kalıcı olarak yerleştirilir. Sürekli olarak mevcut yük ve malzemedeki yaşa bağlı değişiklikler

This is why research into ultrasonic testing methods has been going on for a long time. The CoDA (Concrete Damage Assessment by Coda Waves) research group has now presented promising results for a new method: ultrasound-based, highly sensitive coda wave interferometry (CWI).

This method enables not only selective testing of structures but also continuous and comprehensive monitoring. As a result, critical changes to buildings can be detected early, allowing for timely measures to prevent closures or evacuations.

Measurements under real conditions CWI is a method for monitoring and analyzing material changes, particularly suitable for concrete and prestressed concrete components. It uses ultrasonic waves to detect very small changes in the material structure. This technique is particularly useful for detecting stress states and potential damage at an early stage.

The CoDA research group (DFG FOR 2825), consisting of researchers from the Technical University of Munich (TUM), the Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Ruhr-Universität Bochum (RUB) and Bochum University of Applied Sciences (BO), is now testing the application of CWI for monitoring reinforced concrete structures in long-term tests on two structures.

Since 2021, the researchers have been using ultrasonic sensors to assess the condition of the Gänstor Bridge, which spans 96 meters between Ulm and Neu-Ulm. In 2022, measurements also commenced at the Scheidplatz subway station in Munich, where the sensors monitor the load on the ceiling caused by the streetcar traffic above.

The collaborative efforts and findings from the ongoing research on the Gänstor Bridge were presented at the International Conference on Bridges in Danube Basin (ICBDB 2024) on 21 November at TUM.

Computer-aided models interpret sensor signals The tubular sensors, measuring just 75 millimeters in length and 20 millimeters in diameter, are permanently installed in boreholes or directly within structures during production. They continuously provide data on the current load and any age-related changes in the material. However, the signals from the ultrasonic sensors do not immediately reveal the extent or exact location of any damage. They must undergo a process of translation and interpretation.

hakkında veri sağlarlar ancak, ultrasonik sensörlerden gelen sinyaller herhangi bir hasarın kapsamını veya tam yerini hemen ortaya çıkarmaz. Bir çeviri ve yorumlama sürecinden geçmeleri gerekir.

Makine öğrenimi ile birleştirildiğinde, ultrason verileri yorumlanarak farklı ölçeklerde sertlik gibi malzemelerin fiziksel özelliklerindeki değişiklikler ortaya çıkarılabilir. Bu yöntemler yalnızca hasarın kapsamını belirlemekle kalmaz, aynı zamanda yerini de belirleyebilir. Sensörlerden toplanan veriler bir sunucuya iletilir ve yapının uzaktan izlenmesini sağlar. Bu gelişme, gelecekte birden fazla yapının merkezi olarak izlenmesine olanak tanır.

Minimum müdahale ile kalıcı izleme

CoDA projesinin sözcüsü, TUM'da İnşaat Mühendisliği Malzeme ve Malzeme Testi Profesörü olan Christoph Gehlen, "Gerçek koşullar altında yaptığımız yıllarca süren testlerin sonuçları açıktır. CWI ölçüm yöntemini, sensörlerimizi ve karmaşık değerlendirme modellerimizi kullanarak gelecekte yapıda minimum müdahale ile büyük binaları bile izleyebileceğimiz ölçüde geliştirmeyi başardık. Burada belirleyici faktör, sıcaklık ve nem gibi dış etkenlerden sinyalleri değerlendirmek için çeşitli farklı faktörlere kadar her şeyi hesaba katan sistematik ve bütünsel yaklaşımımızdır." dedi.

Kaynak: https://techxplore.com/news/2024-11-ultrasonic-method-aids-bridge-safety.html#google_vignette

“The Line” projesinin 152 milyon sterlinlik beton tesisi

Suudi Arabistanlı inşaat şirketi Asas Al-Mohileb, Suudi Arabistan'ın NEOM bölgesindeki iddialı bir mega proje olan “The Line” için hazır beton tesisi inşa etmek ve işletmek üzere 152 milyon sterlin (700 milyon SAR) değerinde bir sözleşme imzaladı.

Suudi Arabistan'ın kuzeybatısındaki NEOM geliştirme projesinin içinde yer alacak tesis, günde 20.000 metreküpe kadar beton üretecek. Üretimi, çöl boyunca 170 km uzanan ve 9 milyon kişiye kadar insan barındırabilecek 200 metre genişliğinde doğrusal bir şehir olan The Line'in inşasını destekleyecek.

Birden fazla beton santralinden oluşan tesis, çevresel etkisini en aza indirmek için karbon yakalama ve kullanım (CCU) teknolojisini ve enerji tasarrufu sistemlerini entegre edecek. The Line'in alt ve üst yapısı için vazgeçilmez olan betonun, tesisi projenin temel bir bileşeni hâline getirecek.

Şu anda beton santrallerini inşa eden Asas Al-Mohileb, 2025'te tam kapasiteye ulaşması beklenen tesisteki operasyonları da denetleyecek. Yapılacak operasyonlar için destek araçları filosu seferber edildi.

The Line'daki inşaat çalışmaları ilerlerken, planlanan 30.000 adet temel kazığından yaklaşık 1.000'i döküldü ancak, şu ana kadar ne kadar mesafe kat edildiği belirsizliğini koruyor.

Yeni tesis hakkında konuşan NEOM CEO'su Nadhmi Al-Nasr, projenin yerel endüstri için önemini şu sözlerle vurguladı. “Beton santrallerinin teslimatı, NEOM'daki hızlı ilerlemenin bir kanıtıdır. Ayrıca Krallığın inşaat endüstrisinin gücünü ve bu projeyi verimli ve sürdürülebilir bir şekilde teslim etmede yerel ortaklıkların hayati rolünü de gösteriyor.”

Suudi Arabistan'ın Vizyon 2030'unun bir parçası olan The

Go ahead for The Line's £152 million concrete factory

Saudi Arabian construction company, Asas Al-Mohileb, has secured a £152 million (SAR 700 million) contract to build and operate a ready-mix concrete factory for The Line, an ambitious megaproject in Saudi Arabia's NEOM region.

The facility, which will be located within the NEOM development in northwest Saudi Arabia, will produce up to 20,000 cubic metres of concrete per day. Its output will primarily support construction of The Line, a 200m-wide linear city that could eventually stretch 170km across the desert, accommodating up to 9 million people.

Line, ülkenin ekonomisini çeşitlendirmek için tasarlanmış birkaç mega projeden birisidir ancak proje, 2030 yılına kadar sadece 2,4 km'ye ulaşabileceğini ve başlangıçta 300.000 kişiye ev sahipliği yapabileceğini öne süren raporlarla birlikte bir miktar küçülmeye karşı karşıya kaldı.

Asas Al-Mohileb'in CEO'su Sulaiman Al-Mohileb, şirketin sürdürülebilirliğe olan bağlılığını vurguladı: “Bu ortaklık, en son teknolojileri ve sürdürülebilir inşaat çözümlerini benimseyerek Krallık'taki ekonomik büyümeyi ilerletme konusundaki özverimizi vurguluyor.”

Tesis tam olarak faaliyete geçtiğinde, 500'den fazla yerel iş yaratması ve NEOM'un endüstri ve inovasyon merkezi rolüne daha fazla katkıda bulunması bekleniyor.

Kaynak: www.concreteconnect.co.uk/news/go-ahead-for-the-lines-ps152-million-concrete-factory



Beton çatlaklarına karşı halı lifleri



Avustralya'daki mühendisler, atık halı lifleriyle daha güçlü ve çatlamaya dayanıklı beton yapmanın bir yolunu bularak inşaat sektöründe sürdürülebilirlik için önemli bir adım attılar.

Araştırma ekibi, Textile Recyclers Australia, Godfrey Hirst Australia ve Victoria'daki belediyeler de dâhil olmak üzere ortaklarla birlikte, geri kazanılmış tekstillerden yapılmış beton döşemeler üzerinde saha çalışmaları yürütüyor.

RMIT Üniversitesinden baş araştırmacı Dr. Chamila Gunasekara, ekibin atık halı liflerini kullanarak betondaki erken yaş büzülme çatlamasını %30'a kadar azaltan ve aynı

Carpet fibers can stop concrete cracking

Engineers in Australia have found a way to make stronger and crack-resistant concrete with scrap carpet fibers, rolling out the red carpet for sustainability in the construction sector.

The research team is engaging with partners including Textile Recyclers Australia, Godfrey Hirst Australia and councils in Victoria to conduct field studies of on-ground slabs made of reclaimed textiles.

zamanda betonun dayanıklılığını artıran bir teknik geliştirdiğini söyledi. Bu araştırma, Avustralya'da betonarme yapılarıdaki çatlakların yıllık onarım maliyetinin yaklaşık 8 milyar Avustralya doları bulması nedeniyle inşaat sektöründe yaşanan büyük bir zorluğu ele almaktadır. ABD'de ise bu maliyetin yılda 76 milyar ABD doları olduğu tahmin edilmektedir.

Araştırma sonuçlarını Construction and Building Materials dergisinde yayımlayan ekip, atık halı malzemesinin betonun bazı özelliklerini iyileştirmek için kullanılabilirliğini gösterdi.

RMIT'deki son teknoloji tekstil araştırma

tesisleriyle, inşaat mühendisleri ve tekstil araştırmacılarından oluşan ekip, betonu daha güçlü hâle getirmek için giysi kumaşlarının yanı sıra diğer atılmış tekstil ürünlerinin de kullanılabilirliğini söyledi.

ARC DECRA Mühendislik Fakültesinden öğretim üyesi Gunasekara, "Erken yaştaki beton döşemelerinde çatlama, inşaat sektöründe uzun süredir devam eden bir sorundur. Bu durum erken korozyona neden olarak binanın sadece kötü görünmesine yol açmakla kalmaz, aynı zamanda yapısal bütünlüğünü ve güvenliğini de riske atar. Hurda halı lifleri, betonun çekme mukavemetini %40 oranında arttırmak ve büzülme için önemli ölçüde azaltarak erken çatlamayı önlemek için kullanılabilir." diyor.

Laboratuvar beton numuneleri çeşitli tekstil malzemeleri kullanılarak oluşturulmuş, mühendislik performansı ve çevresel gereklilikler için Avustralya Standartlarını karşıladığı gösterilmiştir.



Doktora öğrencisi Nayanatara Ruppegoda Gamage (solda) ve Dr. Chamila Gunasekara

Tekstil ürünleri kullanılarak yapılan beton örnekleri

Büyük bir atık sorununu ele almak

Araştırmacılar halılar ve diğer tekstillerin, özellikle de atık kumaşların bertaraf edilmesinin büyük bir çevresel zorluk teşkil ettiğini belirtiyor. Avustralya, kişi başına tekstil tüketiminde, ABD'den sonra dünyada ikinci sırada yer alıyor. Ortalama bir Avustralyalı her yıl 27 kg yeni kıyafet ve tekstil ürü-

Lead researcher Dr. Chamila Gunasekara from RMIT University said the team had developed a technique using waste carpet fibers to reduce early-age shrinkage cracking in concrete by up to 30%, while also improving the concrete's durability. This research addresses a major challenge in the construction sector, as the annual cost of repair for cracks in reinforced concrete structures in Australia is about A\$8 billion. In the US, the cost is estimated at US\$76 billion per year.

Publishing their latest results in the Construction and Building Materials journal, the team has shown that waste carpet material can be used to improve concrete.

With state-of-the-art textile research facilities at RMIT, the team of civil engineers and textile researchers has also been able to use other discarded textiles, including clothing fabrics, to make concrete stronger.

nü satın alıyor ve 23 kg'ını çöpe atıyor. Halı atıklarının yakılması, çeşitli toksik gazların salınmasına neden olarak çevresel kaygıya sebep oluyor.

RMIT'te tekstil ve malzeme bilimi alanında çalışan araştırmacılar, itfaiyeci kıyafetlerinden kaynaklanan atıkların da sorun teşkil ettiğini belirtiyor. Bu malzemeleri yangınla mücadele için ideal kılan özelliklerinin, aynı zamanda geri dönüştürülmelerini zorlaştırdığını söylüyorlar.

Mühendislik Fakültesinden araştırmacılar, tekstil atıklarının %70'ine kadar olan kısmının yeniden kullanılabilir liflere dönüştürülmeye uygun olduğunu, bunun da malzeme tedarik zincirinde bir fırsat sunduğunu belirttiler.



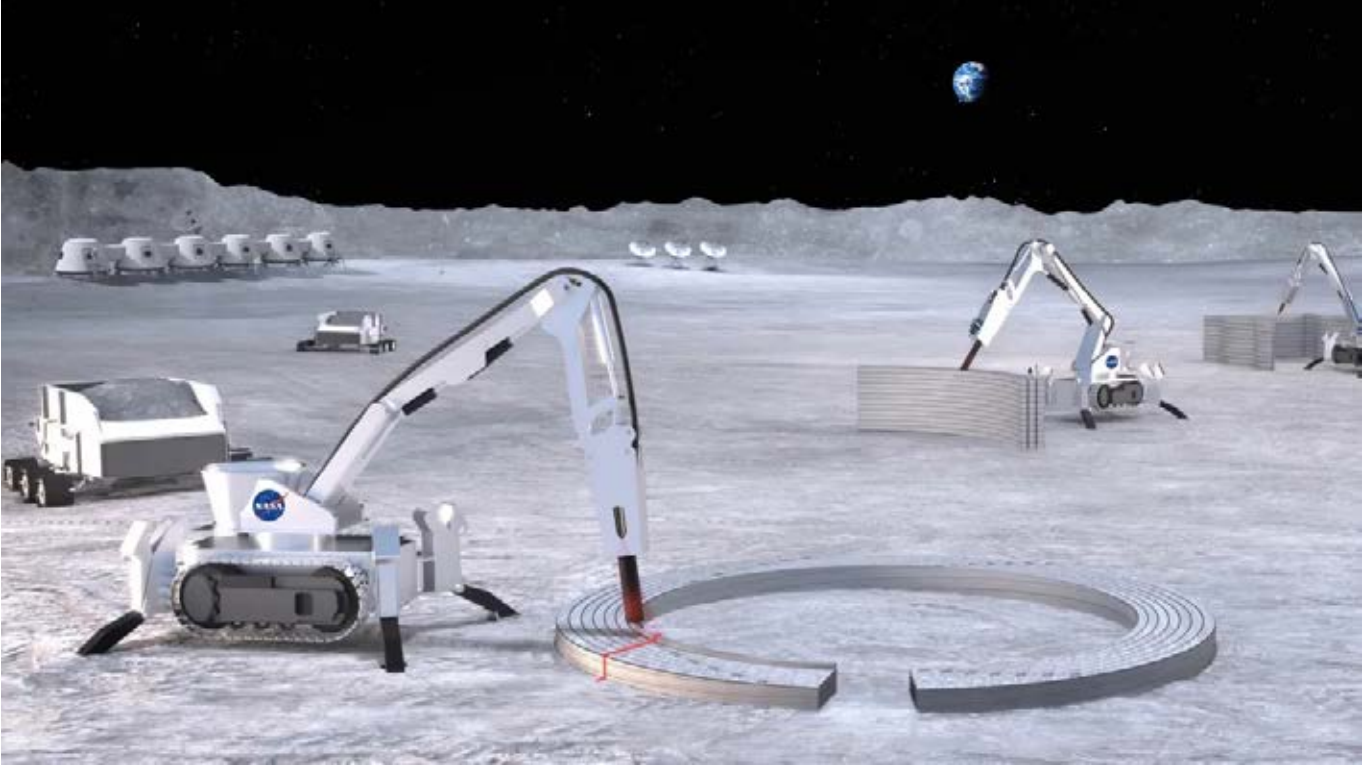
Araştırma ekibi ve betonlarında kullanılacak atılmış giysi yığını

Atıkların geri dönüşümünü desteklemek için sanayi ve hükümetle birlikte çalışmak

Sanayi ve yerel yönetim ortaklarının desteğiyle gerçekleştirilen saha denemeleri, gerçek dünyadaki inşaat projelerinde karşılaşılan beklenmedik koşulları anlamaya yardımcı olacak. Ekip, İsveç'teki Luleå Teknoloji Üniversitesinden Profesör Andrzej Cwirzen ile hesaplamalı modelleme üzerinde iş birliği yapıyor. Proje ekibi, tekstil kumaşlarının betonda kullanımı üzerine çeşitli çalışmalar da yayımlamıştır.

Kaynak: <https://techxplore.com/news/2024-11-carpet-fibers-concrete.amp>

Ayda susuz beton üretimi



Sahte Mars ve Ay toprağından elde edilen kükürt bazlı yeni bir bileşik, Dünya'da daha hızlı inşaat yapılmasını sağlayabilir.

NASA ayda kalıcı bir varlık kurarsa, astro-notlarının evleri yeni bir 3D yazdırılabilir, susuz betondan yapılabilir. Bu kükürt bazlı bileşik inşaat için kütleme sürecini hızlandırarak, Ay toprağında olduğu kadar bizim Dünya'daki arazimizde de uygulanabilir hâle gelebilir.

En erken eylül 2026'da fırlatılması planlanan Artemis III, yalnızca insanlığın 50 yıldan uzun bir süre sonra aya dönüşünü kutlamakla kalmayacak, aynı zamanda NASA'nın ana kampının önerilen yeri olan Ay'ın Güney Kutbu'nu keşfeden ilk görev olacak.

The moon is just the beginning for this waterless concrete

Made from faux Martian and lunar soil, a new sulfur-based compound could also lead to faster construction on Earth.

If NASA establishes a permanent presence on the moon, its astronauts' homes could be made of a new 3D-printable, waterless concrete. Someday, so might yours. By accelerating the curing process for more rapid construction, this sulfur-based compound could become just as applicable on our home terrain as it is on lunar soil.

Ay'da bir ana üs inşa etmek, Ay tabanlı alt-yapıya yönelik fırlatma rampaları, barınak ve radyasyon engelleyiciler gibi dikey bir tedarik gerektirecek ancak Dünya'da üretilen betonu Ay yüzeyine göndermenin ağır bir maliyeti var. Louisiana Eyalet Üniversitesinde (LSU) robotik inşaat araştırmacısı olan Ali Kazemian, Ay'a sadece 1 kilogram malzeme göndermenin yaklaşık 1,2 milyon dolara mal olduğunu söylüyor. Bunun yerine NASA, Ay toprağından yeni malzemeler yaratmayı ve sonunda aynı teknikleri Mars'ta inşaat yapmak için uyarlamayı umuyor.

Amerikan İnşaat Mühendisleri Derneğine göre, geleneksel beton büyük miktarlarda su gerektirir; bu da Ay'da az bulunan ve

yaşam desteği ya da bilimsel araştırmalar için kritik öneme sahip bir emtia olacaktır. NASA'nın önceki projeleri "Ay betonu" yapmak için kullanılabilir bileşikleri test etmiş olsa da, hâlâ doğru susuz malzemeyi üretmek için çalışıyor. Bu nedenle LSU araştırmacıları formülü iyileştiriyor, kükürt bazlı yeni bir çimento geliştiriyorlar ve bu çimentoyu, suya ihtiyaç duymadan malzemeyi bağlamak için eriyene kadar ısıtıyorlar. Son çalışmalarında ekip, susuz çimentolarını simüle edilmiş Ay ve Mars toprağıyla karıştırarak duvarları ve kirişleri birleştirmek için kullandıkları 3 boyutlu yazdırılabilir bir beton oluşturdu. Kazemian, "Otomatik inşaatı ihtiyacımız var ve NASA, 3 boyutlu baskının Ay altyapısı inşa etmek için birkaç uygulanabilir teknoloji deniyor." diyor.



Suya olan ihtiyacı ortadan kaldırmanın ötesinde, çimento daha geniş sıcaklık uçlarını kaldırabiliyor ve geleneksel yöntemlerden daha hızlı kürleniyor. Grup deneyleri için önceden hazırlanmış bir toz kullanılıyor, ancak Ay ve Mars'ta astro notlar yüzey toprağından da kükürt çıkarılabilir. Betonun, Ay'ın zorlu ortamına dayanıp dayanamayacağını test etmek için ekip, yapılarını haftalarca bir vakum odasına yerleştirerek, malzemenin farklı sıcaklıklardaki kararlılığını analiz etti. Başlangıçta araştırmacılar, Ay'ın karanlık tarafındaki soğuk

koşulların, kuru buzun sıvı fazını atlayıp doğrudan buharlaşması gibi, süblimleşme adı verilen bir işlemle bileşimin gaza dönüşmesine neden olabileceğinden endişeleniyorlardı. Sonuç olarak, betonun formunu kaybetmeden Ay'ın Güney Kutbu'nun soğuk koşullarını karşılayabileceğini buldular. Azalmış yer çekimi gibi bazı şartlar, betonun avantajına bile olabilir. Deneyde, duvarlar ve küçük dairesel kuleler gibi her biri birçok beton katmanının istiflenmesiyle yapılan yapılar test edildi. Kazemian, "Daha büyük ölçekli 3D baskıdaki temel zorluklardan biri, bu kalın, ağır katmanların bozulmasıdır ancak daha düşük yer çekimine sahip olduğunuzda, bu aslında katmanların deforme olmasını önlemeye yardımcı olabilir." diyor.

Kazemian ve meslektaşları yakın zamanda teknolojiyi, tasarımlarını daha büyük ölçekli bir robotik sistemde uygulamak ve daha büyük vakum odalarında inşaatı test etmek için Alabama, Huntsville'deki NASA Marshall Uzay Uçuş Merkezi'ne transfer etti. Kabul edilirse, beton büyük olasılıkla yaşam alanları ve radyasyon kalkanları gibi daha farklı Ay yapıları için kullanılacaktır. İniş pisti gibi daha düz tasarımlar, muhtemelen Ay toprağını eriterek seramik bir yapı hâline getirmek için lazer tabanlı teknolojiler kullanılacaktır ancak Dünya'da yapabileceğimiz çok fazla test olabilir.

Yakın zamanda emekli olan Central Florida Üniversitesinde gezegen fiziği uzmanı olan Philip Metzger'e göre, "Gerçek toprağı kullanarak teknolojiyi test etmek için bu gezegenlere görevliler gönderdiğimizde, o ortamda çalışmasını sağlamak için teknolojiyi daha da geliştirmemiz gerektiğini görebiliriz." diyor ancak Metzger, kükürt bazlı betonu gelecekteki gezegen projeleri için hayati bir temel olarak görüyor. Mars'a yapılacak gelecekteki görevler, buz madenciliği sahalarına gidip gelmek için yollar ve tozsuz çalışma alanları oluşturmak için yaşam alanlarının etrafında kaldırım gerektirebilir. Bu yeni beton, bu uzak hedefleri gerçeğe biraz daha yaklaştırıyor.

Bu, Dünya'daki inşaatı da fayda sağlayabilir. Kazemian, yeni malzemeyi, özellikle su kıtlığı veya kükürt fazlalığı olan bölgelerde, geleneksel betona potansiyel bir alternatif olarak görüyor. Örneğin, Orta Doğu'nun bazı bölgelerinde, petrol ve gaz üretiminin bir sonucu olarak bol miktarda kükürt bulunuyor. Metzger'e göre bu teknoloji, tedarik zincirlerinin koptuğu felaket bölgelerinde özellikle yararlı olabilir. Ayrıca, depolama binaları gibi yapıların hızlı inşası için askeri uygulamalara da sahip olabilir. Metzger, "Bu, başka bir gezegende çalışan ve çok fazla desteğe sahip olmayan insanlar için harika ancak, Dünya'da bunun birçok benzeri zaten mevcut." diyor.

Kaynak: www.technologyreview.com/2024/11/29/1107536/moon-beginning-waterless-concrete

Yapay zekâ tekniği ile atık mermer tozu içeren betonun, basınç dayanım tahmini



Scientific Reports'ta yayımlanan yeni bir çalışma, atık mermer tozu betonunun basınç dayanımını tahmin etmek için geleneksel- deneysel yaklaşımlar yerine yapay zekâ (AI) yöntemlerinin kullanılmasını öneriyor. Bu çalışmada araştırmacılar yapay sinir ağları (YSA) ile hibrit optimizasyon tekniklerini kullanarak başta karınca kolonisi optimizasyonu (ACO) ve biyocoğrafya tabanlı optimizasyonu (BBO) olmak üzere üç model geliştirmiştir.

Arka plan

Beton endüstrisi, çimentonun tarımsal-endüstriyel yan ürünler ve atıklarla

An AI-driven approach for modeling the compressive strength of sustainable concrete incorporating waste marble as an industrial by-product

A key goal of environmental policies and circular economy strategies in the construction sector is to convert demolition and industrial wastes into reusable materials. As an industrial by-product, Waste marble (WM), has the potential to replace cement and fine aggregate in concrete which helps with saving natural resources and reducing environmental harm.

ikame edilmesi gibi sürdürülebilir uygulamaları giderek daha fazla benimsemektedir. Mermer kesme ve cilalama işleminin bir yan ürünü olan mermer tozu, ince taneciklere ve yüksek kireç içeriğiyle betonun mekanik özelliklerini ve dayanıklılığını artırabilir.

Öncelikle, atık mermer tozu katkılı betonun büyük ölçekli kullanımı, betonun basınç dayanımını nasıl etkilediğinin anlaşılmasını gerektirir. Geleneksel laboratuvar yöntemleri genellikle maliyetli, zaman alıcı ve değişen malzeme oranlarına veya test koşullarına daha az uyarlanabilir. Buna karşılık, yapay zekâ

odaklı yöntemler, tekrarlayan laboratuvar testlerine gerek kalmadan güvenilir tahminler sağlayarak bu sınırlamaları ortadan kaldırabilir.

Yöntemler

Bu çalışmanın bir parçası olarak, mermer tozu katkılı betonun basınç dayanımını tahmin etmek için 53 literatür kaynağından 1.135 farklı karışımı içeren kapsamlı bir veri seti toplanmıştır. Oluşturulan modellerde çimento, su, mermer tozu, iri agrega, süper akışkanlaştırıcı, ince agrega ve numunelerin yaşı girdi verileri (bağımsız değişkenler) ve basınç dayanımı ise çıktı verileri (bağımlı değişken) olarak kabul edilmiştir.

YSA, YSA-ACO ve YSA-BBO olmak üzere üç yapay zekâ modeli, eğitim (%70 veya 795 örnek), doğrulama (%15 veya 170 örnek) ve test (%15 veya 170 örnek) olmak üzere üç aşamaya ayrılan bu veri seti kullanılarak geliştirilmiştir. Karakteristik değişkenler arasındaki ilişkileri incelemek için Pearson korelasyon katsayısı yöntemi uygulanırken, girdiler ve basınç dayanımı arasındaki doğrusal korelasyonlara dayalı bir duyarlılık analizi de yapılmıştır. Levenberg-Marquardt algoritması diğer öğrenme algoritmalarına kıyasla üstün performans göstermiş ve çalışma için seçilmiştir.

Model doğruluğu, ortalama mutlak hata, kök ortalama karesel hata, belirleme katsayısı, Nash-Sutcliffe verimliliği, performans endeksi ve A-10 endeksi dâhil olmak üzere çeşitli parametreler kullanılarak değerlendirilmiştir. Ayrıca, eğitim ve doğrulama verileri on kata bölünerek K-kat çapraz doğrulama uygulanmış ve her kattaki verilerin %90'ı eğitim ve %10'u doğrulama için kullanılmıştır. Hatalar, bir ortalama elde etmek için katlar arasında hesaplanmıştır. Son olarak, tahmin modelleri genel performansı değerlendirmek ve yeniden doğrulama yapmak için ayrı veriler üzerinde test edilmiştir.

Sonuçlar ve tartışma

YSA modeli eğitim, doğrulama ve test aşamalarında sırasıyla 0,9540, 0,9353 ve 0,9392 R2 değerlerine ulaşmıştır. Buna karşılık, YSA-ACO modeli R2 değerlerini 0,9721, 0,9710 ve 0,9655 olarak elde ederken, YSA-BBO modeli bu aşamalar boyunca 0,9955, 0,9882 ve 0,9867 değerlerine ulaşmıştır. Bu sonuçlar, YSA-BBO modelinin gözlenen ve tahmin edilen değerler arasında en güçlü korelasyonu gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Hata aralıkları incelendiğinde, YSA-BBO modelinin eğitim, doğrulama ve test aşamalarındaki tahminlerin sırasıyla %98, %97 ve %94'ünün -%10 ila %10 hata payı içinde kaldığı görülmüştür. Buna karşılık, YSA-ACO modeli bu aralıkta %85, %83 ve %82'ye ulaşırken, YSA modeli %79, %71 ve %80 kaydederek YSA-BBO modelinin daha dar bir hata aralığında mermer tozu katkılı betonun basınç dayanımını tahmin etmedeki üstün doğruluğunun göstermiştir.

Farklı girdi değişkenlerinin mermer tozu katkılı betonun basınç dayanımı üzerindeki etkisi çeşitlilik göstermiştir. Nu-

mune yaşı, basınç dayanımı üzerindeki etkinin %24'ünü oluşturarak en önemli faktör olarak ortaya çıkmış, bunu çimento (%20), su (%18) ve mermer tozu (%12) izlemiştir. Mermer tozunun katkısı, beton karışımlarında çimentoya sürdürülebilir bir alternatif olma potansiyelinin altını çizmektedir.

Geri kalan girdiler, ince agrega, kaba agrega ve süper akışkanlaştırıcı, basınç dayanımına sırasıyla %10, %8 ve %8 katkıda bulunmuştur. SHapley Additive exPlanations (SHAP) analizi ayrıca daha yüksek yaş ve çimento değerlerinin basınç dayanımını olumlu yönde etkilediğini ortaya koyarken, su ve mermer tozu miktarındaki artışlar negatif bir eğilim göstermiştir. Bunun dışında, performans

ile sürdürülebilirliği dengeleyen, toplam çimento içeriğinin %15'ine kadar optimum mermer tozu ikame seviyesi de belirlenmiştir.

Sonuç ve gelecek beklentileri

Bu çalışma, mermer tozu betonunun basınç dayanımını tahmin etmek için doğru ve güvenilir bir yapay zekâ güdümlü yaklaşım sunmaktadır. Hibrit optimizasyon teknikleri olan ACO ve BBO, tek YSA modeline göre üstün performans göstermiş ve YSA-BBO modeli en etkili model olarak ortaya çıkmıştır. Literatürdeki modellerle karşılaştırıldığında, YSA-BBO modeli, muhtemelen kapsamlı bir veri kümesinin kullanılması nedeniyle daha iyi doğruluk elde etmiştir.

Gelecekteki araştırmalar için, modelin uygulanabilirliğini ve sağlamlığını daha da iyileştirmek amacıyla ek değişkenlerin dâhil edilmesi ve farklı çevresel koşullar altında mermer tozu betonunun dayanıklılığının ve mukavemetinin değerlendirilmesi önerilmektedir.

Kaynak: www.nature.com/articles/s41598-024-77908-3

While many studies have so far investigated the effect of WM on compressive strength (CS), it is undeniable that conducting experimental activities requires time, money, and re-testing with changing materials and conditions. Hence, this study seeks to move from traditional experimental approaches towards artificial intelligence-driven approaches by developing three models—artificial neural network (ANN) and hybrid ANN with ant colony optimization (ACO) and biogeography-based optimization (BBO) to predict the CS of WM concrete. For this purpose, a comprehensive dataset including 1135 data records is employed from the literature.

3D baskılı beton projesi ABD Ordusu araştırmalarını destekliyor



İnşaat mühendisliği fakültesi, askeri operasyonlarda kullanılmak üzere 3D baskılı yapıları test ediyor.

Olası sorun: Ordunun başka bir ülkede ileri konuşlandırma görevi için bir binaya veya köprüye ihtiyacı var. Tam ölçekli bir yapı veya yapı malzemeleri göndermek, özellikle görev bir çatışma bölgesindeyse bir seçenek olmayabilir.

Olası bir çözüm: Yerinde 3D baskılı beton Petrone ve ekibi, 3D yazdırılmış LEGO benzeri beton modüller kullanılarak inşa edilen yapıların bütünlüğüne ve perfor-

3D-printed concrete project supports U.S. Army research

Here's the problem: the Army needs a building or bridge for a forward-deployment mission in another country. Shipping a full-scale structure or building materials may not be an option, especially if the mission is in a conflict zone.

mansına odaklanıyor. 2024'ün başlarında başlayan deneysel program, yazdırdıkları 90 cm uzunluğundaki beton modüllerle bir araya getirdikleri "köprüleme altyapısını" test etmeyi içeriyor. Deneyleri doğrulamak için köprü test ediliyor, sayısal olarak simüle ediliyor. Bu matematiksel modeller aracılığıyla gerçek dünya sistemlerini simüle ve analiz etmek için bir hesaplama tekniği olarak kullanılıyor.

Petrone, "Yapılandırılmış bir yaklaşım izliyoruz ve baskıya yaklaşımımızda titizlik getiriyoruz." diyor.

3D baskılı yapılardaki erken çalışmalar zorunlu olarak deneme-yanılma tarzında yürütülmüş ancak Nevada Üniversitesi, Reno 3D baskılı yapıları test etmek için daha kesin bir yol geliştiriyor. Bu çalışma, ordunun çatışma bölgesinde veya askeri operasyonların gerçekleştiği bir alanda ihtiyaç duyulan altyapıyı inşa etme yeteneğini geliştirmeyi amaçlıyor. Petrone'nin projesi, 3D baskı, segmental yapı (daha küçük bileşenleri bir araya getirerek büyük yapılar inşa etme) ve gelişmiş sayısal simülasyonu bir araya getirmesi bakımından bu alandaki diğer birçok projeden farklıdır. Bunlar birlikte, güvenilir şekilde sağlam ve ölçeklenebilir yapılar inşa etmek için bir temel sağlamaktadır.

Basınç dayanımı testi

Üniversite kampüsündeki Büyük Ölçekli Yapılar Laboratuvarının (LSSL) bir köşesinde, Petrone ve ekibi ABD Ordusu'ndan orta ölçekli bir 3D yazıcı kullanarak Ls ve Ts şeklinde beton bileşenleri 3D olarak yazdırıyor. Kablolarla bir arada tutulan beton bloklar, bir basınç dayanım testi makinesindeki sensörlere bağlanıyor. 3D baskılı beton segmentler araştırma çalışmasının bir parçası olarak test ediliyor.

Bu sonbaharda ekip, laboratuvarında bir yük testi için yeniden bir araya geldi. Yapılan testte, bileşenlerin merkezinden geçen ard gerilimli kablo ile bir arada tutulan yaklaşık yedi beton segment giderek artan miktarda bir yüke maruz bırakıldı. Sonucunda test edilen köprünün dar bir bölümü yaklaşık 3 ton kadar yük taşıdı. Elfass, köprünün performansını değerlendirdiğinde, "Bundan çok memnunuz." dedi.

Bileşenlere takılan sensörler, doktora sonrası araştırma görevlisi Satish Paudel ve lisans araştırmacısı Allen Rivas tarafından yapılan analizler ve sayısal simülasyon için kullanılacak verileri topladı.

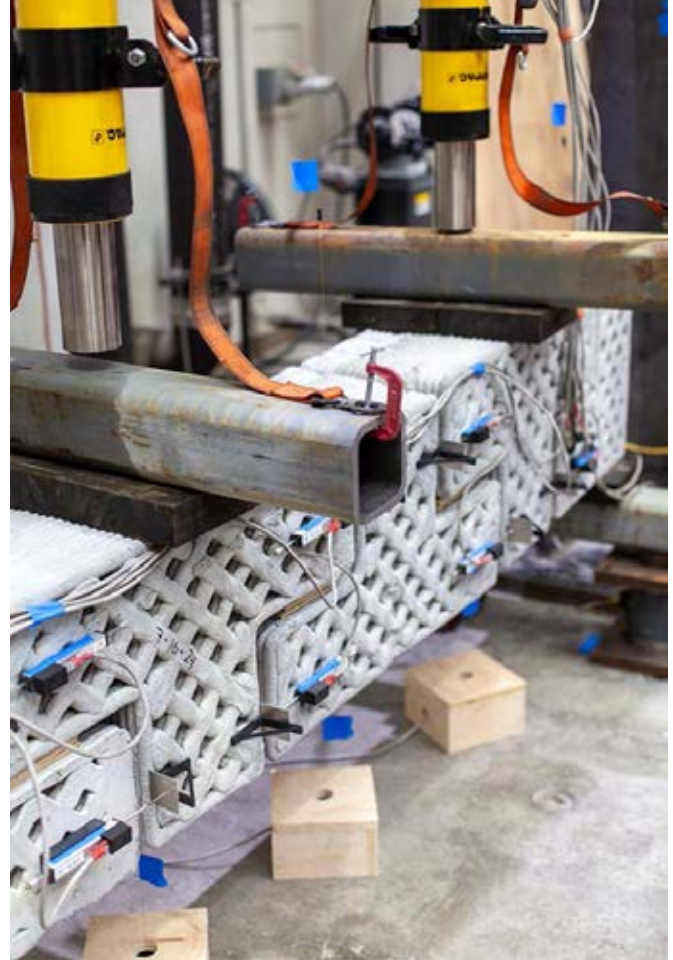
Petrone, bir sonraki adımlardan birinin ise ek bileşenler ekleyerek test örneğini genişletmek ve hızlandırılmış inşaat için bağlantıları araştırmak olacağını söyledi. Bu proje Haziran 2025'e kadar finanse edilecek.

Sağlam bir teknik temel sağlamak

Petrone, nihai proje hedefinin orduya sahadaki ihtiyaç duyulan yapıların nasıl basılacağı ve monte edileceği konusunda sağlam bir teknik temel sağlamak olduğunu söyledi. Kendisi ve ekibi, proje boyunca bu durumu akıllarından çıkarmayarak, 3D yazdırılmış bileşenlerin birbirine nasıl bağlanacağı gibi süreçleri düşündüler. Mevcut projelerinde bileşenler, özel ekipman gerektirmeyen kablolarla birbirine bağlanıyor.

Petrone, kablolama sistemi hakkında "Savaş bölgesinde özel

ekipman bulunamayacağı için her şey sahadaki elle monte edilebilir." diyor.



Yapılar, ihtiyaç ortadan kalktığında teorik olarak bileşen parçalarına ayrılabilir ve farklı konfigürasyonlarda yeniden monte edilebilir. Elfass'a göre aynı yapısal bileşenleri yazdırmak, son derece uyarlanabilir tasarımlar sağlıyor. Petrone ile birlikte yürüttüğü araştırma, sahadaki mühendislerin bu bileşenleri yapısal olarak sağlam bir altyapı üretecek şekilde bağlamasına yardımcı olacak.

Sayısal modellemenin entegrasyonu

Elfass, "3D baskı ve segmental yapı, inşaat başlamadan önce yapısal performansı tahmin etmek için güçlü bir araç oluyor. Bu, mühendislerin segmentlerin yerleşimini ve basılı bileşenlerin tasarımını optimize etmelerine olanak tanıyarak, 3D baskılı yapıların çeşitli koşullarda gerekli güç ve dayanıklılık gereksinimlerini karşılamasını sağlıyor." dedi.

Kaynak: www.unr.edu/nevada-today/news/2024/3d-printed-construction