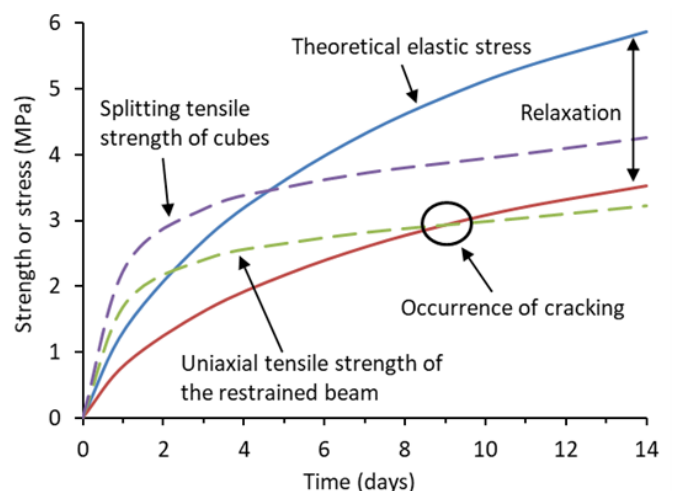


Hoe los je het autogene krimp-probleem van geopolymere/alkaligeactiveerd beton op?

Geopolymeren of alkaligeactiveerde materialen (AAM's), als milieuvriendelijk alternatief voor Portlandcement (OPC), hebben de afgelopen decennia steeds meer aandacht gekregen van onderzoekers. In tegenstelling tot cement, dat calcineren van kalksteen vereist, kunnen AAM's worden gemaakt van industriële bijproducten, of zelfs afval, met behulp van een alkalische activator. De productie van AAM's verbruikt 40 procent minder energie en stoot 25 - 50 procent minder CO₂ uit in vergelijking met de productie van OPC. Ondanks het milieuvriendelijke karakter van AAM's bestaan er twijfels over deze materialen als bindmiddel voor beton, bijvoorbeeld vanwege hun volumestabiliteit. Autogene krimp is de volumevermindering veroorzaakt door het materiaal zelf, zonder water- of warmte-uitwisseling met de omgeving. Wanneer de autogene krimp van een bindmiddel te groot is, kunnen er scheurtjes optreden die de duurzaamheid van beton ernstig aantasten.

Het doel van het onderzoek van dr. Zhenming Li was daarom om de autogene krimp en de scheurgevoeligheid van AAM's te begrijpen en te verminderen. In eerste instantie werd de autogene krimp van AAM's experimenteel bestudeerd. Er is aangetoond dat zelfdroging niet het exclusieve mechanisme van autogene krimp van AAM's is. Andere drijvende krachten, zoals de sterische hydratatiekracht tussen colloïden die samenhangen met de verandering in ionenconcentraties in de porie-oplossing, spelen ook een rol, vooral op zeer jonge leeftijd. Bovendien vertonen AAM's een overduidelijk visco-elastisch karakter, wat leidt tot een grote tijdsafhankelijke vervorming of kruip. Op basis van de veron-

derstelde mechanismen worden twee strategieën voorgesteld, gericht op het verminderen van de drijvende krachten van autogene krimp: interne nabehandeling met superabsorberende polymeren (SAP's) en de toevoeging van metakaoline (MK). Experimenten die tijdens dit onderzoek zijn gedaan, bewijzen dat de hierboven voorgestelde strategieën zeer effectief zijn om de scheurgevoeligheid van beton met alkaligeactiveerde slak en vliegas (AASF) te verminderen. Deze resultaten laten zien dat SAP's en MK veelbelovende ingrediënten in betonmengsels kunnen zijn om op grote schaal te worden gebruikt in AAM-mengsels. De numerieke benaderingen die in deze studie zijn ontwikkeld, zijn ook nuttig in toekomstige studies of toepassingen om de kruip en relaxatie in AAM's in te schatten.



Figuur 2. Een schematisch diagram van de spanningsontwikkeling en het barsten van beton als gevolg van beperkte krimp

Het promotieonderzoek van dr. Zhenming Li werd uitgevoerd binnen de afdeling Materials, Mechanics, Management & Design, Civil Engineering and Geosciences, Delft University of Technology. Zijn supervisors waren dr. Guang Ye en prof.dr.ir. Klaas van Breugel. Met succes heeft Zhenming Li zijn proefschrift verdedigd op 15 maart 2021. De titel van de dissertatie is: 'Autogenous shrinkage of alkali-activated slag and fly ash materials: From mechanism to mitigating strategies.'

[Het proefschrift is hier te lezen](#)



Figuur 1. Schematische weergave van scheurvorming veroorzaakt door beperkte krimp