

社会基盤施設形成を担うコンクリート構造物のひび割れを減少させることの社会的ニーズは大きい。しかし、コンクリートにとって、ひび割れの発生は生来的な宿命であり、ひび割れの発生を完全に回避することは不可能である。たとえ、大掛かりな補修を行うほどには耐久性への悪影響が明確とは言えなくても、そのまま放置するには耐久性上の懸念が拭えないような取り扱いに苦慮するひび割れも多い。

一方、最近では、傷やひび割れなどの損傷を材料自らが修復する自己治癒技術が注目されており、高分子材料、コーティング、タイヤ、セラミックス、コンクリート、アスファルト、金属などの素材・製品で新技術の開発が進められている。コンクリートの分野では、予め樹脂系補修剤を充てんしたファイバー状の微小パイプをコンクリート中に混ぜておく技術の提案を皮切りに、1990年代後半からひび割れ自己修復/自己治癒に関する研究が始まった。その後、引張を受ける部位に樹脂系補修剤を充てんした太径パイプを埋め込んでおく方法、セメント系材料の反応余力を残存させておく方法、バクテリアの代謝産物でひび割れを埋める方法、石炭火力発電所の排出物であるフライアッシュやその他の粉体状化合物を混和材として予め添加しておく方法、マイクロカプセル技術の応用などの種々の提案がなされている。

このような背景の下、コンクリートに予め意図的に付与した自己治癒能力でひび割れを修復することができるひび割れ自己治癒コンクリートの実用化に期待が集まっている。

写真1は、コンクリートの水セメント比(W/C)を25%程度と通常よりも格段に小さくし、膨張材を標準添加量よりも多量に加えた高強度膨張コンクリートのひび割れ自己治癒状況を示したものである。コンクリートにひび割れを導入して水に漬けてから1ヶ月程度でひび割れがほぼ完全に閉合している。当研究室において第一世代と位置付けられる

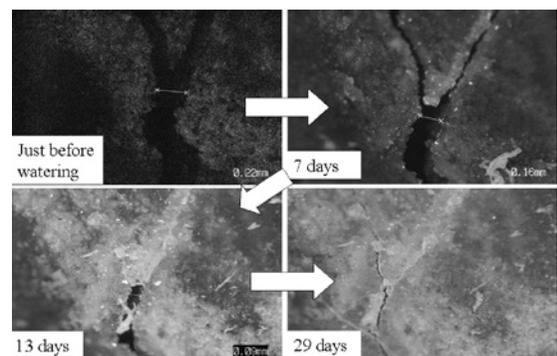


写真1 低水セメント比膨張コンクリートの自己治癒

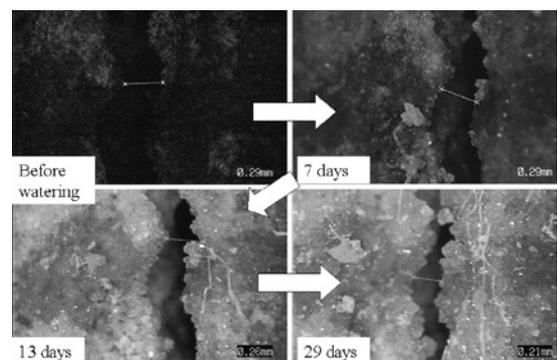


写真2 低水セメント比普通コンクリートの自己治癒

2000年頃の実験であるが、実用化を目指すにはコストや安定性の面での課題も多かった。なお、膨張材を用いなくても、低水セメント比の高強度コンクリートであれば、残存しているセメントの反応余力により、ある程度のひび割れの自己治癒が可能である（写真2）。

コンクリートのひび割れ自己治癒技術を実用化するためには、①止水性の回復などの自己治癒効果が機能性の面から十分であり、かつ速やかに発現すること、②供用期間が数十年に及び構造物を対象とするため、ある程度時間が経ったコンクリートでも自己治癒する能力が温存されていること、③ひび割れ中の生成物の化学的安定性が高く、自己治癒による回復効果が長期に亘り持続すること、④コンクリートとしての基本的な性能に悪影響を及ぼさないこと、⑤建設材料として現実的なコストで実現できることなどの要求性能を満たす必要がある。

これらの要件をある程度満たすことのできる自己治癒技術として、カルシウムサルフォアルミネート（CSA）系膨張材、膨潤性のアルミノシリケート粘土鉱物を主成分とするジオマテリアル（Geo-Materials）、自己治癒生成物の長期的安定性を高めるために結晶化を促す化学添加剤等を混和した新たな自己治癒組成物を開発した。写真3は、この自己治癒組成物を使用して製造した自己治癒コンクリート（水結合材比47%）のひび割れ治癒過程を示したものである。ひび割れ導入後に試料を水中に置いてから3日目には細かいひび割れの閉塞が開始し、当初0.27mm程度であった粗骨材脇のひび割れが7日目には0.16mm程度にまで減少している。33日後には、ほとんどのひび割れが自己治癒生成物によって閉塞されている様子が確認できる。この技術は、一連の開発における第三世代と位置付けており、現在は、第四世代の開発に向けた性能強化と既設構造物の補修技術への応用を模索している。

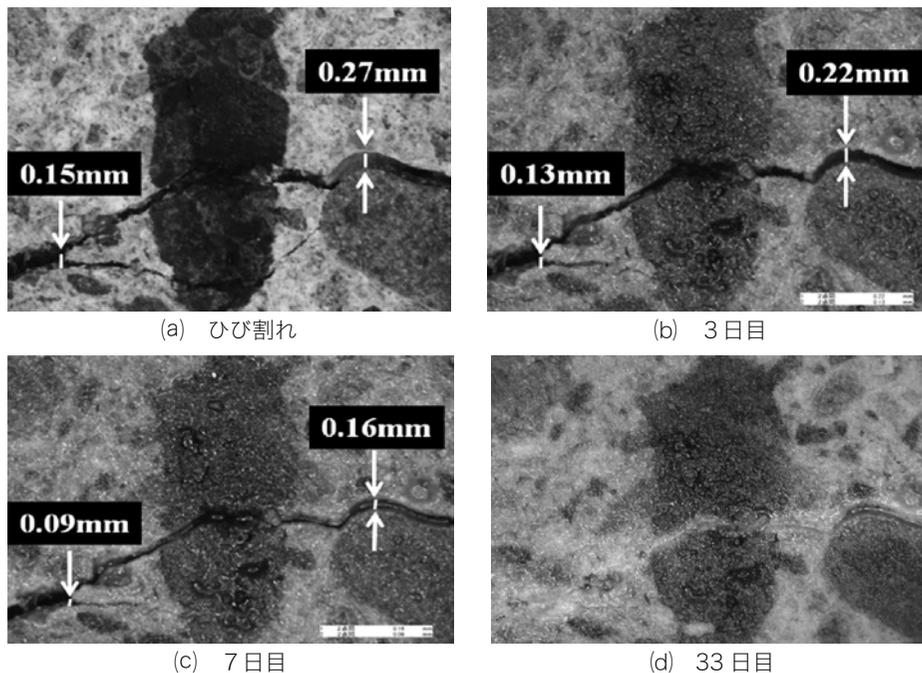


写真3 膨張材－膨潤材－化学添加剤混合系ひび割れ自己治癒コンクリートの自己治癒過程

【執筆担当 岸 利治・安 台浩】