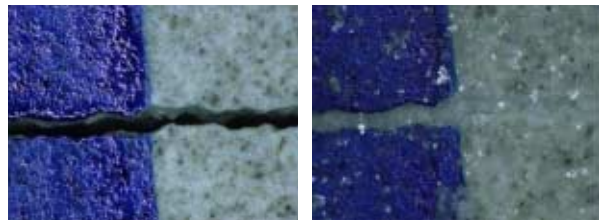


ひび割れを自ら閉ざす自己治癒コンクリートの開発 トンネルなど構造物の維持管理費用を低減し防水工事も不要となる技術

コンクリートにひび割れが生じて、コンクリート自らがひび割れを閉ざす「自己治癒」技術。トンネルなど地下水に触れることが多いコンクリート構造物は漏水に悩まされてきたが、この技術により維持管理費用を大きく低減することが期待されます。

- 本技術は、自己治癒が起こりにくいといわれる日本の軟水環境において、通常の水セメント比（注1）で確かな自己治癒を実現します。
 - 竣工後の維持管理費用を低減するだけでなく、コンクリート構造物の長期的な信頼性を向上させます。
- 将来的には、施工時の防水工事を不要にすることを目指しています。



▲作製したセメントペースト（砂や砂利等の骨材を除いたコンクリート中の接着材部分）を120日放置した後にひびを入れ（左）水を入ると、3日でひび割れが自己治癒（右）した。

（注1）コンクリートの水とセメントの配合比を表す指標で、強度の目安となる。一般に水を減らすと高い強度を得ることができる。水量をW、セメント量をCとし、(W/C)の百分率で示す。一般的なコンクリートの水セメント比は45～60%。

競合技術への強み

	コスト	自己治癒に要する時間	自己治癒性能（耐水性）
①生物反応を利用した自己治癒技術（注2）	— （実現していないので評価不可）	×	— （実現していないので評価不可）
②低水セメント比と膨張材大量使用によるひび割れ自己治癒技術（2001年に発表した同研究室の技術）	×	○ 28日（コンクリートでの場合）	○
③通常の水セメント比による自己治癒技術（最新バージョンの本技術）	○ （通常コンクリートの約1.3倍）	◎ 最短3日（セメントペーストの場合）	○

▲コンクリートの自己治癒技術に関する従来・競合技術と本技術との比較表

- ①補修工事不要：ひび割れを自ら治癒し漏水を止めるので、漏水対策としてのひび割れの補修工事をする必要がなくなります。
- ②美観の維持：漏水が少ないので美観を損なわず、快適な地下空間を維持することができます。
- ③信頼性向上：セメント親和性材料の化学作用を利用した自己治癒性能をコンクリートに与え、構造物の長期的な信頼性を向上させます。
- ④地上構造物にも適用：道路や鉄道等の地上のコンクリート構造物の場合でも、雨や人工的な散水により自己治癒させることが可能と考えられます。

ここがポイント

ひび割れはコンクリート構造物の大敵ですが、セメント中の水酸化カルシウムが二酸化炭素と反応して炭酸カルシウムを生じたり、セメントの未反応部分が流れてきた水と追加反応する等により、ひび割れが自然に修復（自己治癒）することが稀にあります。私たちはこうした自己治癒を確実にに行わせることができるコンクリート材料の開発を行ってきました。

2001年には、水とセメントの比率（水セメント比）を低くして未反応部分を多くし、膨張材を大量に使用して自己治癒させる技術を開発しました。しかし、この方法はコストが高いため、その後通常の水セメント比でも実現できる新しい自己治癒技術の開発を目指して研究してきました。

新手法の基本的な考え方は、①膨張材、②膨潤する材料、③ひび割れ部分に析出した生成物の結晶性を高める材料、の3つを添加して、これらの複合効果によりコンクリートを自己治癒させるというものです。この考え方に沿って研究開発を重ねた結果、作製したセメントペーストを120日～200日後放置した後にひびを入れ水に浸すと、3日でひび割れが自己治癒（自己閉塞）するという結果を得ています。

ブレイクスルーへの道のり

2001年：低水セメント比・膨張材大量使用によるひび割れ自己治癒（自己閉塞）コンクリートの開発に成功。

1996年：荷重によりひび割れを導入した膨張コンクリート（注3）に水をかけると膨張してひび割れが閉じるのを目にして、ひび割れを自己治癒できるのではと思い立ち、翌1997年、膨張材を用いた自己治癒コンクリート（膨張コンクリート）の研究に着手。コンクリートのひび割れは、水漏れや構造物の耐久性低下を招き、設計・施工者や管理者を悩ませ続けてきたので、この問題の解決に貢献できるのではと考えた。

1999年：低水セメント比で膨張材大量使用の場合にのみ、発生したひび割れ中への水の浸入により大きな追加膨張が生じることを確認し、研究に弾みがつく。

2001年：低水セメント比・膨張材大量使用によるひび割れ自己治癒（自己閉塞）コンクリートの開発に成功。

2004年：JR東日本（株）および横浜国立大学 細田 暁研究室との共同研究体制が本格的にスタート。ひび割れの「自己閉塞」から、ひび割れ部への生成物の析出による「自己閉塞」にコンセプトを転換。

2005年：平成17年度第1回産業技術研究助成事業に申請し、無事採択。無機表面改質材の反応メカニズムに着目した研究開発を行う。ひび割れ部に生成した水和物の化学的耐久性と基礎分析を実施。

2006年：新たなコンセプトに基づいた自己治癒セメント組成物の開発に着手。最適な材料の組み合わせを見つけるまで、試行錯誤の連続で大変苦労した。コンクリートの自己治癒性能評価および、新しいセメント組成物がコンクリートの耐久性に及ぼす影響度の定量評価を行う。さらにセメントモルタル（注4）、補修材等としての2次的な活用の可能性を模索。

2007年：4月オランダで開催された第1回自己治癒材料国際会議に参加して、研究成果の一部の発表を行い、建設材料分野で大きな関心を集める。実行委員会より、プロジェクトチームメンバーの安台浩に“Travel Award”が授与される。一連の研究が高く評価されて大きな喜びを得る。11月にはJR東日本（株）と共同で、実構造物対応の施工試験を実施

■サクセス・キー

材料および化学分野を専門に研究してきた博士課程留学生、安台浩氏（韓国）が研究に参画し、異なる分野の融合による研究体制をとることができました。これにより、新たなコンセプトで自己治癒技術を開発することができました。JR東日本（株）との共同研究という形をとることができたため、



▲自己治癒の実証試験。コンクリート貯水容器にひびを入れ、内部に水を入れて自己治癒の状況を観察する（この写真はひびを入れた直後）

確実なニーズの把握と各種実証試験の効率的な実施が可能となり、無駄なく成果に結びつけることができました。

■ネクスト・ストーリー

現在、実施工における施工性確認試験を完了し、本技術を用いた小規模な適用事例も出てきました。今後は、地下構造物・トンネル構造物などへの適用を進めていく予定です。開発技術や製品の商用化および事業化の検討も課題ですが、例えば、地上の道路や鉄道の構造物にもひび割れが問題となる箇所が多くあり、雨も降るので適用先として有望と考えています。また、セメントモルタル、補修材などに自己治癒性能を持たせる商品開発も視野に入れています。現時点での自己治癒技術は最終形ではないと考えているので、さらに優れた効果を生む技術開発を続ける必要があります。

今後、コンクリートの能動的なひび割れ自己治癒技術について、実構造物での施工実績を少しずつ重ねていくとともに、更に効果的で信頼性の高い技術を模索し、地上構造物の補修技術としての展開を進めていく予定です。

（注2）バクテリアが炭酸カルシウムを析出するしくみを利用したオランダでの研究。

（注3）膨張材として粉体状のアイウィン・生石灰・セッコウの焼成物ないしその一部を主成分とする鉱物混和材をセメントに添加して製造したコンクリート。

（注4）砂とセメントと水とを練り混ぜて作る建築資材。施工性が良く、仕上材や目地材（レンガの間の埋め込み）等として使用され、構造材料として単独で用いられることは少ない。



プロジェクトID・研究テーマ名・年度

05A27012d「能動的なひび割れ自己治癒機能を有するコンクリートの開発」（平成17年度第1回公募）

代表研究者・所属機関・所属部署名・役職名

岸 利治 東京大学生産技術研究所 人間・社会系部門 准教授