

# 平成27年度土木学会全国大会 第70回年次学術講演会プログラム

## 第5部門

V-551 表面保護工によるコンクリート内部水分量の変化／本州四国連絡高速道路株式会社  
[正] 大塚 雅裕・楠原 栄樹・山根 彰・西村 徹也

### ■14:40～16:00 凍害 / 座長:徳重 英信

- V-552 コンクリートのスケール劣化に関する要因感度解析／神戸市立工業高等専門学校  
[正] 高科 豊
- V-553 表面養生剤がダムコンクリートの耐凍害性に与える影響／高知工業高等専門学校専攻科  
[学] 畑中 大地・横井 克則・佐藤 英明・牛尾 仁
- V-554 耐凍害性フライアッシュスランブコンクリートの適用／名工建設 [正] 金谷 義則
- V-555 モルタル小片試験体を用いた細骨材の耐凍害性の評価に関する研究／岡山大学 [学]  
中溝 翔・森 雅聡・藤井 隆史・綾野 克紀
- V-556 収縮低減剤および気泡組織の品質が耐凍害性に影響を及ぼす要因の検討その1 概要および硬化コンクリートの基礎的性状／(株)フローリック [正] 松沢 友弘・西祐宜・鳴海 玲子・濱 幸雄
- V-557 収縮低減剤および気泡組織の品質が耐凍害性に影響を及ぼす要因の検討その2 凍結融解挙動に及ぼす影響因子の抽出と劣化抑制方法の一考察／(株)フローリック  
[正] 西 祐宜・松沢 友弘・鳴海 玲子・濱 幸雄

平成27年度9月16日(水) V-12会場 (岡山大学津島キャンパス 文法経済義棟26番講義室)

### ■9:00～10:20 副産物利用・再生材料(1) / 座長:楠 貞則

- V-558 フライアッシュ洗浄技術によるコンクリートのワーカビリティ改善効果について／中国電力株式会社エネルギー総合研究所 [正] 松尾 暢・江木 俊雄・福本 直・及川 隆仁
- V-559 フライアッシュの品質と加熱養生条件がジオポリマーモルタルの強度に与える影響／九州大学 [学] 太田 周・佐川 康貴・原田 耕司・西崎 丈能
- V-560 単位量150kg/m<sup>3</sup>以上のフライアッシュを混入した廃品ボールを原コンクリートとする再生骨材コンクリートの諸特性の検討／徳島大学大学院 [学] 青江 匡剛・橋本 親典・渡辺 健・平田 大希
- V-561 木質系バイオマスボイラー燃焼灰の特性とその有効活用に関する基礎的検討／鹿児島大学大学院 [学] 村田 純孝・下野 和馬・山口 明伸・武若 耕司
- V-562 改質フライアッシュを用いたコンクリートの硬化性状に関する一考察／住友共同電力 [正] 濱田 英樹・近藤 昭彦・室野井 敏之
- V-563 廃棄コンクリートのAE剤使用の有無を判定方法する簡易な試験方法の開発／徳島大学大学院 [学] 平田 大希・橋本 親典・渡辺 健・石丸 啓輔

### ■10:40～12:00 副産物利用・再生材料(2) / 座長:半井 健一郎

- V-564 I G C Cスラグを細骨材として用いたコンクリートの配合と性状に関する検討／大林組技術研究所 [F] 竹田 直典・赤津 英一・坂本 康一・片野 啓三郎・石田 知子
- V-565 砕石粉によるごみ溶融スラグ細骨材を用いたコンクリートの性状改善／豊田工業高等専門学校 [正] 河野 伊知郎・須田 裕哉・山本 貴正・松井 隆哉・棚橋 靖仁
- V-566 強制炭酸化を行った再生骨材が乾燥収縮と凍結融解に及ぼす影響／芝浦工業大学大学院 [学] 伊藤 孝文・松田 信広・柳澤 晃大・伊代田 岳史
- V-567 牡蠣殻細骨材の内部養生効果に関する基礎的実験／呉工業高等専門学校 [正] 堀口 至・三村 陽一
- V-568 海水練り鉄鋼スラグ水和固化体の舗装への適用／大林組 [F] 新村 亮・松本 伸・片野 啓三郎・林 正宏・落合 健
- V-569 複合リサイクル材料を用いたモルタルの性能評価／宮崎大学 [学] 長納 央樹・李 春鶴・亀井 健史・境 健太郎

### ■13:00～14:20 補修・補強(材料)(3) / 座長:遠藤 裕丈

- V-582 シラン系表面含浸材を塗布したコンクリートの水分透散性能／神戸大学 [学] 川合 将斗・中島 朗博・森川 英典・中西 智美・楠原 栄樹
- V-583 2年間相当の紫外線照射がシラン系含浸材による物質透過遮断性に及ぼす影響／金沢工業大学大学院 [学] 宮崎 悠太・宮里 心一
- V-584 シラン系表面含浸材の繰返し塗布によるコンクリートの凍・塩害抑制効果の持続性について／大同塗料 [正] 水谷 真也・仲本 善彦・河西 悠介
- V-585 けい酸塩系表面含浸材の Ca 系補助材による性能向上に関する実験的研究／岐阜大学 [正] 小林 孝一・岡島 広樹・浅野 達夫・小島 信一
- V-586 併用型表面含浸材の塗布量最適化および浸透性に関する実験的検討／東洋大学 [学] 石川 健児・福手 勤・酒井 貴洋・金子 洋一
- V-587 シラン系表面含浸材により改質されたコンクリート表面層の塩化物イオン拡散係数の推定／金沢工業大学大学院 [学] 吉谷 拓磨・宮里 心一・花岡 大伸・網野 貴彦

平成27年度9月17日(木) V-12会場 (岡山大学津島キャンパス 文法経済義棟26番講義室)

### ■9:00～10:20 補修・補強(材料)(2) / 座長:鶴田 浩章

- V-576 シラン系表面含浸材の浸透性の効率的な管理方法に関する基礎的研究／寒地土木研究所 [正] 遠藤 裕丈・島多 昭典・林 大介・室野井 敏之
- V-577 施工方向が表面含浸工の品質に与える影響／JR西日本 [正] 鈴木 佑典・宮島 英樹・大江 崇元・近藤 拓也
- V-578 反応型けい酸塩系表面含浸材の種類判定試験方法の改善とこれに基づく性能評価結果について／鹿児島大学大学院 理工学部 海洋土木工学専攻 建設材料研究室 [学] 畑野 貴洋・田所 翔・武若 耕司・山口 明伸
- V-579 けい酸塩系表面含浸材の種類判定試験における溶解条件の影響／金沢工業大学 バイオ・化学部 [正] 大嶋 俊一・佐藤 遥・西野 英哉・黒岩 大地・高島 達行
- V-580 超速硬高靱性コンクリートの配合検討／株式会社大林組 [正] 富井 孝喜・青木 茂・古川 祐介・末益 大祐・室賀 陽一郎
- V-581 超速硬コンクリートの材料特性／トクヤマ [正] 古城 誠・青木 茂・富井 孝喜・早川 智浩・室賀 陽一郎

### ■10:40～12:00 補修・補強(材料)(1) / 座長:皆川 浩

- V-570 ひび割れ補修したコンクリートの透水試験／電力中央研究所 [正] 大塚 拓・松尾 豊史・松村 卓郎
- V-571 コンクリート補修材料のX線CTによる内部観察／国立研究開発法人 土木研究所 [正] 櫻庭 浩樹・熊谷 慎祐・内藤 勲・佐々木 巖・西崎 到
- V-572 コンクリートのひび割れ注入前後のX線CTによる内部観察／国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所 [正] 内藤 勲・櫻庭 浩樹・熊谷 慎祐
- V-573 浸透系エポキシ樹脂の床版防水への適用効果に関する実験的検討／日本国土開発株式会社 [正] 山内 匡・子田 康弘・亀井 雅大
- V-574 自己治癒材料を用いた新たな箱型トンネル漏水補修工法の検討／東京地下鉄株式会社 [正] 諸橋 由治・安 台浩・橋本 達明・小椋 紀彦・岸 利治
- V-575 新潟地震・震災復旧後50年を経過した「昭和大桥」の追跡調査報告／ショーボンド建設 [正] 山崎 大輔・片山 真文・丸山 久一

平成27年度9月18日(金) V-12会場 (岡山大学津島キャンパス 文法経済義棟26番講義室)

### ■9:00～10:20 補修・補強(材料)(4) / 座長:末岡 英二

- V-588 供試体の形状や寸法が断面修復材の圧縮強度に及ぼす影響／土木研究所 [正] 川上 明大・片平 博・渡辺 博志
- V-589 環境温度と養生日数が断面修復材の強度に与える影響／国立研究開発法人土木研究所 [正] 片平 博・渡辺 博志
- V-590 エポキシ樹脂の塗布による断面修復後のマクロセル腐食対策／金沢工業大学大学院 [学] 畑中 達郎・宮里 心一
- V-591 超高強度繊維補強モルタルを用いた断面修復部のマクロセル腐食抑制および一体性向上に関する検討／東亜建設工業 [正] ムッサガルバサライ スルカネル・花岡 大伸・國枝 稔・網野 貴彦・羽瀧 貴士
- V-592 界面活性剤系プライマーの付着特性に関する検討／太平洋マテリアル株式会社 [正] 丸田 浩・浜中 昭徳・長井 義徳
- V-593 界面活性作用に着目した打継ぎプライマーの検討／太平洋マテリアル株式会社 [正] 浜中 昭徳・丸田 浩

### ■10:40～12:00 補修・補強(材料)(5) / 座長:山本 貴士

- V-594 工期短縮に寄与する鋼板巻立て工法における速硬軽量無収縮グラウトの開発／清水建設 [正] 吉田 匠吾・藤田 輝男・久保 昌史・板津 吉晃
- V-595 CFRPグリッドPCM吹付け工法による既設RC部材のせん断補強効果／九州大学 [学] 郭 瑞・日野 伸一・山口 浩平・谷口 碩士
- V-596 CFRP格子筋と吹付けモルタルによるRC梁のせん断補強に関する基礎的実験とモデル化／首都東京大学 [学] チャン ウ ズン・宇治 公隆・上野 敦・大野 健太郎
- V-597 先貼BFRPシートを設置したコンクリートに対するBFRPロッドの付着強さの評価／名城大学理工学部社会基盤デザイン工学科 [正] 岩下 健太郎・八木 耐介・吉田 光秀
- V-598 中拘束された柱・はりモデルの超高強度コンクリート使用による耐力と破壊特性／浅野工学専門学校 [正] 殿廣 泰史・加藤 直樹・加藤 清志
- V-599 複数のリチウム塩を組み合わせた電解液の電気浸透性と電気化学的補修に関する検討／電気化学工業 [正] 七澤 章・梶山 璃奈・上田 隆雄・塚越 雅幸

### ■13:00～14:20 補修・補強(材料)(6) / 座長:江良 和徳

- V-600 仕上げ補助剤を塗布したポリマーセメントモルタルの表面強度および耐久性に関する検討／太平洋マテリアル [正] 杉野 雄亮・佐竹 紳也・大久保 藤和
- V-601 防錆材混入モルタルに含まれる亜硝酸イオンの浸透性状について／株式会社ネクスコ エンジニアリング新潟 [正] 野上 克宏・東田 典雄・小川 正幸・天野 裕久
- V-602 補助剤に含有する亜硝酸イオンの溶脱と浸透に関する研究／北見工業大学 [正] 井上 真澄・野田 亮佑・崔 希燮・須藤 耕司・鮎田 耕一
- V-603 各種混和材料を用いたポリマーセメントモルタルの耐久性の検討／高知工業高等専門学校専攻科 [学] 中平 直樹・横井 克則・谷田 雄輝・佃 幸寿
- V-604 塩分吸着剤を配合した防錆材の塩害抑制効果試験／ジェイアール総合エンジニアリング [正] 鈴木 昭仁・水野 清・立松 英信・飯島 亨
- V-605 塩分吸着剤を混入したエポキシ樹脂の塩分吸着効果の検証／日本国土開発 [正] 千賀 年浩・山内 匡・横山 大輝・伊達 重之

### ■14:40～16:00 補修・補強(材料)(7) / 座長:谷村 充

- V-606 低温環境と基材の品質が表面被覆材の膨れと接着性に及ぼす影響／土木研究所 [正] 熊谷 慎祐・櫻庭 浩樹・宮田 敦士・佐々木 巖・西崎 到
- V-607 アクリルゴムを用いたコンクリート表面被覆材のひび割れ部視認性に関する一考察／株式会社 駒井ハルデック [正] 岡田 幸児・橋 肇・小川 麗宏・阿知波 政史
- V-608 ひび割れからアルカリ水供給を受けるコンクリート表面被覆材の付着劣化に関する検討／神戸大学工学部 [学] 井場 健太・川島 洋平・森川 英典・中西 智美・楠原 栄樹
- V-609 可塑性注入材のプレミックス化／熊谷組 [正] 森 康雄・平林 守・畑山 駿
- V-610 都市鉄道のカルバートンネルを対象とした断面修復工法の開発／飛鳥建設 [正] 平間 昭信・福井 賢一郎・川端 康夫・望月 泰彦・山岸 隆典
- V-611 浸透型破砕剤の開発について／東北電力 [正] 成田 健・川守田 猛

平成27年度9月16日(水) V-13会場 (岡山大学津島キャンパス 文法経済義棟25番講義室)

### ■9:00～10:20 短繊維補強コンクリート(構造)(1) / 座長:伊藤 始

## 自己治癒材料を用いた新たな箱型トンネル漏水補修工法の検討

東京地下鉄(株) ○正会員 諸橋 由治, 村上 哲哉, 非会員 小柴 康平  
 (株)SERIC JAPAN 正会員 安 台浩  
 (株)CORE 技術研究所 正会員 橋本 達朗, 小椋 紀彦  
 東京大学生産技術研究所 フェロー会員 岸 利治

### 1. はじめに

東京地下鉄株式会社(以下、「東京メトロ」)では、現在営業キロ約 195km のうち、約 85%がトンネル区間である。その中には供用開始から 80 年以上経過した区間もあり、維持管理の面では特にトンネル内への漏水補修対策が重要な課題となっている。漏水補修は、薬液注入と V カット工法を併用した止水を基本としているが、季節の温度変化による躯体の収縮や有機系材料の経年劣化により、再漏水が生じる場合も多い。そこで、東京大学生産技術研究所で開発が進められてきたひび割れ自己治癒補修材料を、従来使用されてきた漏水補修材料である急結材と止水材に混入し、室内試験および現地試験施工からその有効性を検討した。

### 2. 検討概要

#### 2.1 自己治癒材料

自己治癒材料にはCSA 系膨張材、ジオマテリアル、炭酸基系化学添加材を使用している。図-1にひび割れ自己治癒技術の材料設計概念を示す。これは、主原料の普通ポルトランドセメントに対するそれぞれの材料が担う機能を示している。

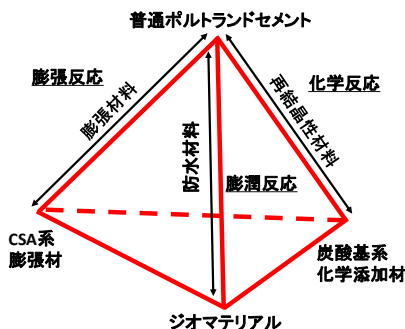


図-1 ひび割れ自己治癒材料の設計概念

#### 2.2 室内試験

自己治癒補修材料に伴う開発は、これまでひび割れ充填材料を中心に進められてきた。橋梁の張出下面や漏水量の少ないところでは十分な補修成果が認められている。しかしながら、東京メトロにおける箱型トンネルの

環境下では、常時漏水が流れている箇所や漏水量が多い箇所もあることから、薬液注入と V カット工法を用いた漏水補修工を基本としている。そのため、止水材や急結材が果たす補修効果の役割が非常に大きい。そこで、これら止水材と急結材に自己治癒機能を付加することで、特に再漏水に対する抵抗性の持続効果を期待できると考え検討を行った。

また、実現場においても適用可能な材料かを判断するため、従来材料との比較を基本とし、表-1 に示す材料の諸性能を確認した。

表-1 室内試験項目一覧

材料	試験項目	引用規格
急結材	硬化時間試験	JIS R 5201
	ビッカース硬さ試験	JIS Z 2244
止水材	ゲルタイム時間試験	ASTM 4402
	フロー試験	JHS 414

再びひび割れに対する止水性能について評価するため、0.2mm 幅のひび割れを模擬したφ100×200 mmの円柱供試体を作製し、止水材もしくは急結材を塗布または注入した。その後7日間の通水試験を実施し、補修部から漏水が無いことを確認してから、再びひび割れを導入し、通水試験を実施した。なお、再びひび割れの導入は、初期の割裂引張強度の50~80%程度の荷重で再載荷し、その載荷と除荷を10回程度繰り返すことで、意図的にひび割れ幅の変動についても模擬することとした。また、比較用に無補修のケースも実施した。

#### 2.3 現地試験施工

現地試験施工は、新規の漏水発生箇所を対象に、急結材、止水材と断面修復材に従来材料を用いた従来型(止水工③④)と急結材と止水材に自己治癒材料を添加した自己治癒型(止水工①②)の2パターンで実施した。

東京メトロの漏水補修工では薬液注入工後に再漏水に対する抵抗性を高めるため、水膨張性ゴムをひび割れ

キーワード ひび割れ, 自己治癒, 止水材料, 地下トンネル構造物, 急結材料

連絡先 〒110-0015 東京都台東区東上野3丁目19番6号 東京地下鉄株式会社 TEL: 03-3837-7264

表-2 試験施工一覧

施工方法		止水材	急結材	水膨張性ゴム	断面修復材
自己治癒型	止水工①	従来品 ウレタン系	自己治癒入り	無し	従来品 ポリアセメント モルタル
	止水工②	自己治癒入り	自己治癒入り	無し	従来品 ポリアセメント モルタル
従来型	止水工③	従来品 ウレタン系	従来品	有り	従来品 ポリアセメント モルタル
	止水工④	従来品 ウレタン系	従来品	無し	従来品 ポリアセメント モルタル

に沿って設置するのが標準である。そこで、自己治癒型では、これら水膨張性ゴムの役割を自己治癒性能で置き換えられると考え、水膨張性ゴムの使用の有無を1つのパラメータとして、表-2 に示す各検討工法の詳細を決定した。

3. 試験結果

3.1 室内試験結果

急結材および止水材の室内試験の諸性能試験結果を表-3、表-4 に示す。

表-3 急結材料試験結果

試験項目		材齢	従来品	自己治癒型	JIS基準
ビッカース硬さ試験	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	7日	41	24	16以上
		28日	41	31	20以上
硬化時間測定	硬化時間 (分)	-	6分程度	1分程度	基準無し

表-4 止水材料試験結果

試験項目		従来品		自己治癒型	JIS基準	JHS基準
		有機	無機			
ゲルタイム時間	ゲルタイム (秒)	30	15	30	無し	無し
フロー試験	流下時間 (秒)	15.68	9.54	14.98	無し	45秒以内

(1) 急結材

急結材は硬化時間が1分程度と短く、漏水量が多い箇所での施工には適するが、使用性の面で硬化時間を5分程度に調節する必要があった。

ビッカース硬度と圧縮強度の関係から圧縮強度を算出したところ、従来品の方が強度は高い傾向を示したが、自己治癒型でも東京メトロ環境下での適用基準値(28日で20N/mm<sup>2</sup>以上)を材齢7日で満たしていた。

(2) 止水材

ゲルタイム試験の結果より、自己治癒型は従来品と同

程度の粘性を有していることを確認した。また、いずれの止水材においてもフロー値の結果は JHS 基準に対して1/3程度と短く流動性が高いことを確認した。

(3) 再びび割れに対する止水性能

再びび割れを導入した際に発生した漏水量を100%とし、経過日数で最初の漏水量からの変化(増減)を通水量変化率として表した。再びび割れ導入後の止水性能試験の結果を図-2 に示す。再びび割れ後においても、自己治癒材料を含む止水材および急結材においては、材齢が経過するにつれて無補修および従来品と比較して通水量が低下する傾向を示した。

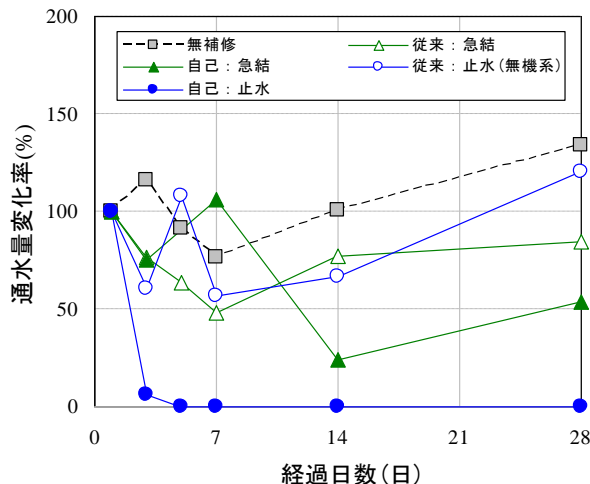


図-2 急結材料試験結果

3.2 現地試験施工結果

試験施工の結果を図-3 に示す。施工した自己治癒型は施工後2週間後も変状はなく良好であった。



図-3 施工結果(止水工②)

4. まとめ

(1) 室内試験結果より、自己治癒機能を付加した漏水補修材料は、硬化時間等の更なる改良は必要であるが、再びび割れに対する止水性能は良好であった。

(2) 現地試験施工より、自己治癒型の漏水補修材料は今後新たな漏水補修材料として適用できる可能性を有していることが分かった。今後経過観察を実施し、更なる検討を重ねていく予定である。