

自己治癒成分を有機系材料でコーティングした モルタルの自己治癒性状

住友大阪セメント(株)
東京大学 生産技術研究所

○ 齋藤 尚
岸 利治

1. はじめに

1

自己治癒とは

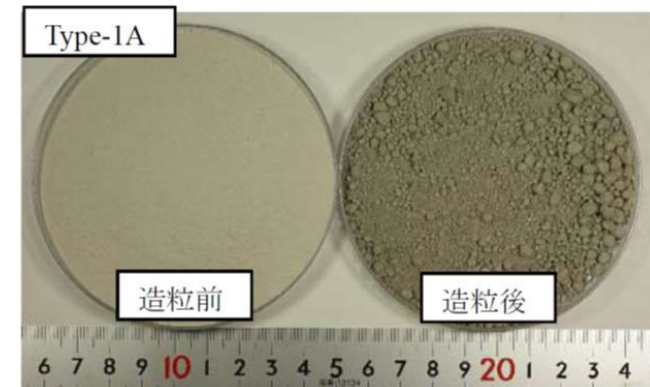
- ◎ 外部から水分の供給等により自らひび割れを治癒・修復
 - ⇒ セルフメンテナンス機能の付与
 - ⇒ 新設構造物, 補修材料などへの適用を想定

自己治癒材料の現状

| 水和物析出 | 膨張・膨潤作用 | CaCO ₃ 析出 |
|--|-------------------------------|------------------------|
| 混和材 (FA, BFS) ジオマテリアル系材料 無機系造粒物 液体コーティング クリンカー骨材 | 膨張材 ジオマテリアル系材料 高吸水性ポリマー | 無機系炭酸塩 短繊維 バクテリア |

無機系造粒物の課題

- 造粒物の製造段階で水を使用
(水和により自己治癒効果が一部消費)
- 練混ぜ～硬化の過程
⇒ 自己治癒効果を温存することが課題



(森田ら, JCI年次論文集, 2011)

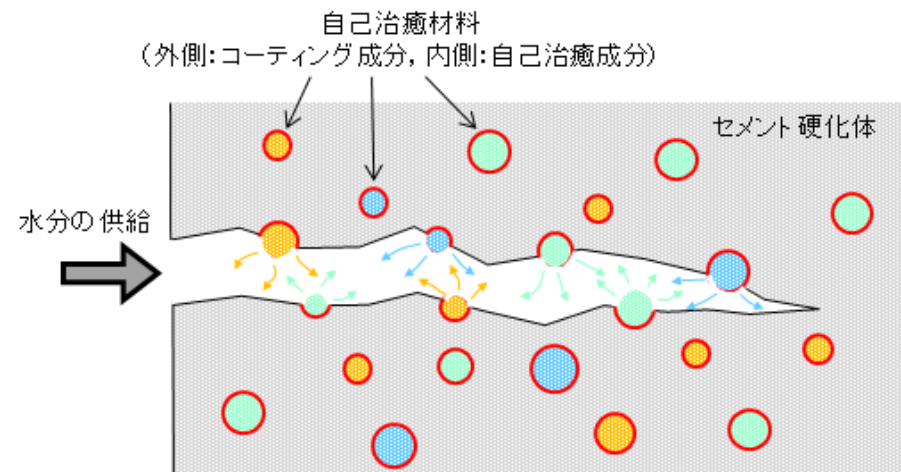
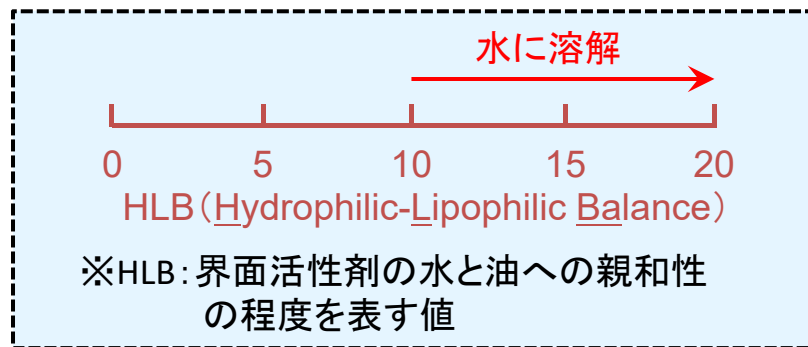
本研究の目的

- ◆ 自己治癒成分を有機系材料でコーティングした自己治癒材料を用いたモルタルの自己治癒効果を検討
 - ◎ 材料製造段階: 水を全く用いない
 - ◎ 自己治癒効果: ひび割れからの通水量で評価

自己治癒材料の構成

- (1) 自己治癒成分：普通ポルトランドセメント(OPC)
エトリンガイト・石灰複合系膨張材(EX)
- (2) コーティング成分：固体の非イオン界面活性剤(2種類／NS-A, NS-B)

| 界面活性剤 | 成分 | HLB |
|-------|----------------|------|
| A | 天然脂肪酸の混合物 | 10.5 |
| B | 脂肪酸多価アルコールエステル | 19.4 |



自己治癒材料の作製

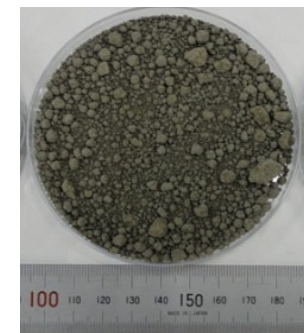
| 自己治癒材料の種類 | 材料構成 (mass%) | | | |
|-----------|--------------|-----|----------|------|
| | 自己治癒成分 | | コーティング成分 | |
| | OPC | EX | NS-A | NS-B |
| A | 80 | --- | 12 | 8 |
| B | --- | 90 | 8 | 2 |
| C | --- | 90 | 6 | 4 |

◆作製方法

1. 自己治癒成分, コーティング成分を計量
2. 練り鉢に投入後, **80°Cの炉乾燥機に設置**
(**界面活性剤の融点: 70°C程度**)
3. **コーティング成分が溶融した後に混合**
4. 上記3.の操作を3~4回繰り返して作製



界面活性剤



自己治癒材料A

2. 実験概要

5

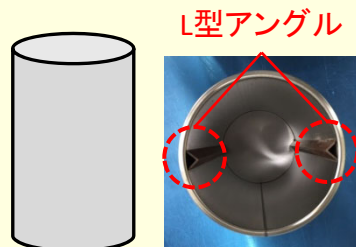
モルタル配合

- 配合：W/C=50%, S/C=2.5 一定
- 自己治癒材料：コーティング成分の有無 ※細骨材置換

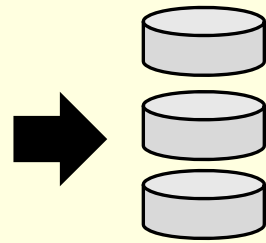
| 配合名 | 自己治癒材料 | | |
|--------|--------|----------|--------------------------|
| | 種類 | コーティング成分 | 添加量 (kg/m ³) |
| プレーン | --- | --- | --- |
| OPC単体 | --- | 無 | 80 |
| SH-OPC | A | 有 | 80, 150, 300 |
| EX単体 | --- | 無 | 40 |
| SH-EX1 | B | 有 | 20, 40 |
| SH-EX2 | C | 有 | 20, 40 |

通水量の測定

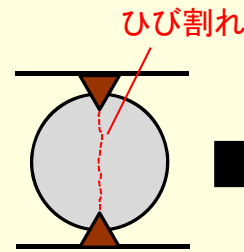
● 供試体作製



※ひび割れ導入まで20℃封かん養生



①厚さ30mm
に切断



②ひび割れ導入
(割裂試験)



オーバーフロー孔
塩ビ管(内径75mm)
モルタル

③破断面の微粉除去
④フッ素樹脂シート設置(0.3mm)
⑤ホースクランプで結束
⑥塩ビ管(長さ100mm)設置

● 通水方法

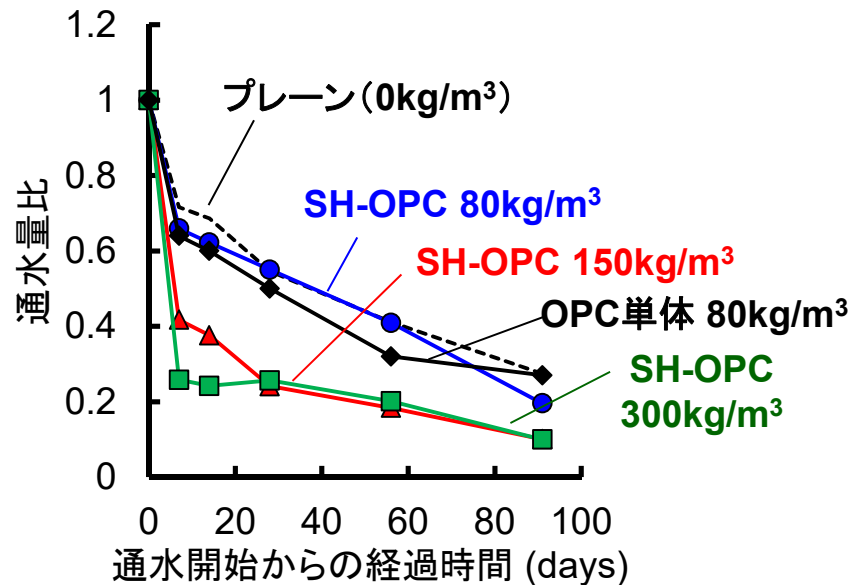
- 1) 方法: 水頭差一定(定水位試験) ⇒ 5分間の通水量を測定
- 2) 供給水: 溶存酸素量95~98%の水
- 3) 通水試験以外の状態: 20℃水中下で静置

3. 実験結果

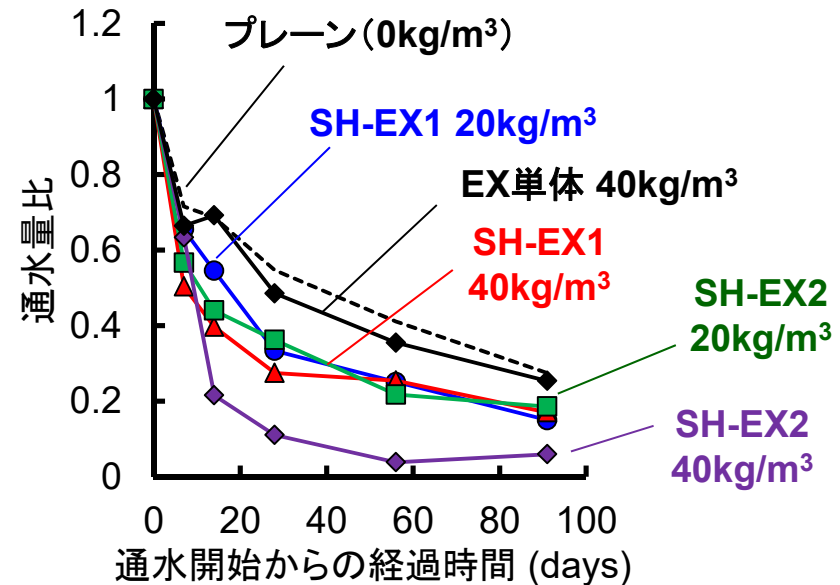
7

通水量比による自己治癒性状の評価

セメント系



膨張材系



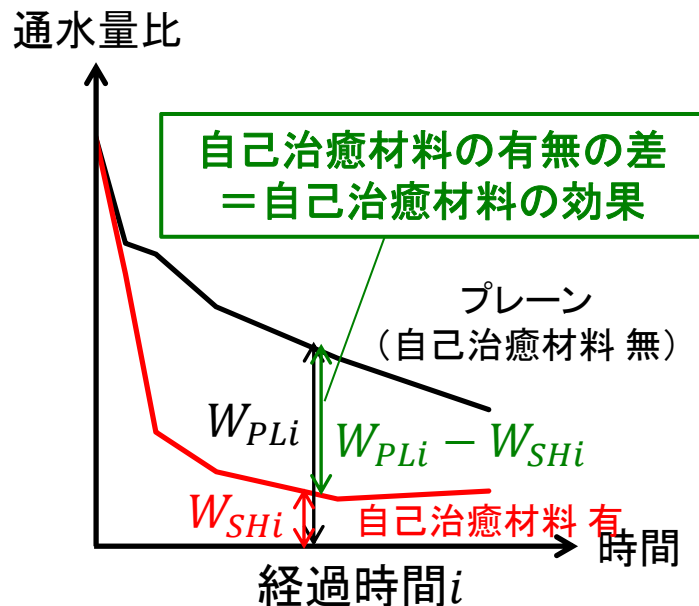
- セメント系：添加量150kg/m³以上で自己治癒効果あり
- 膨張材系：SH-EX2で添加量40kg/m³のケースで、高い自己治癒効果あり

自己治癒効果の評価指標

◎ 自己治癒材料の良否, 材料間の優劣について評価

【前提条件】

- (1) 通水量を無次元化した“通水量比”と経過時間の関係から算出
- (2) 同一試験条件で比較(養生期間, ひび割れ幅, 水頭差など)

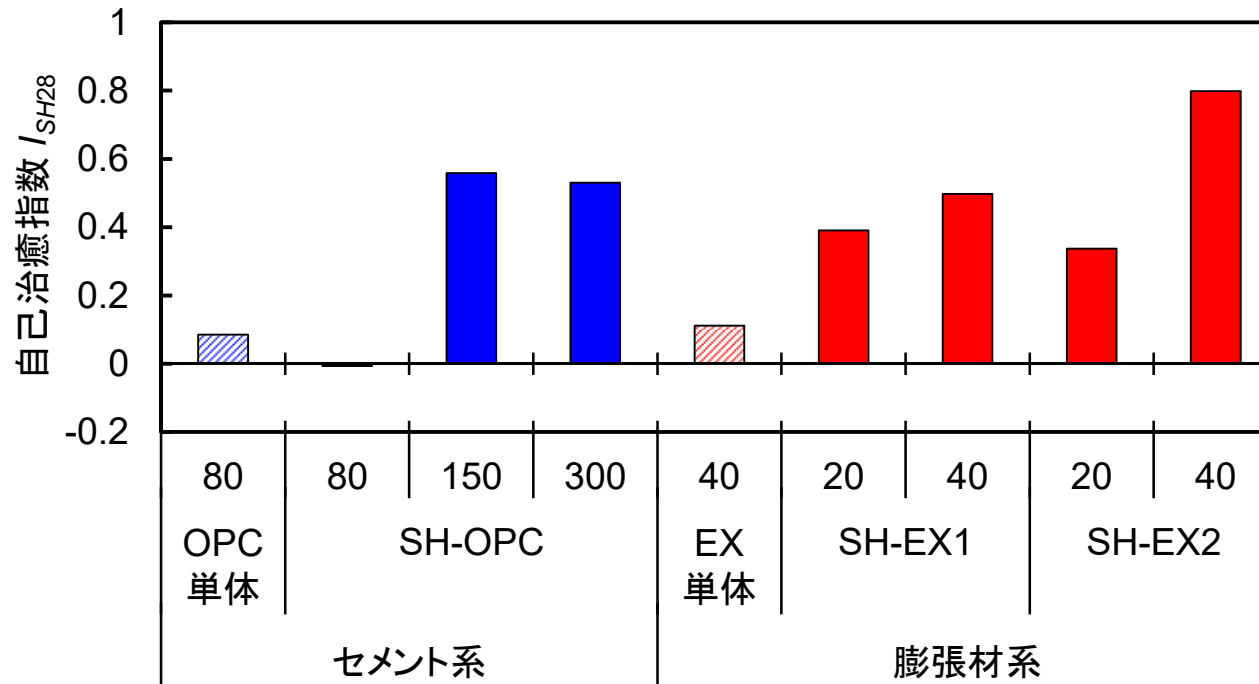


経過時間 i 日における評価指標 I_{SHi}

$$I_{SHi} = \frac{W_{PLi} - W_{SHi}}{W_{PLi}} \quad (I_{SHi} \leq 1.0)$$

- ✓ I_{SHi} の値が高いほど, 自己治癒効果が高い
- ※ $I_{SHi} = 1.0$: 完全止水
- ✓ 場合によってはマイナスとなる可能性あり

自己治癒効果の評価



- セメント系 (SH-OPC) : $I_{SH28} = 0 \sim 0.56$
 - 膨張材系 (SH-EX) : $I_{SH28} = 0.34 \sim 0.80$
- ⇒ EXを用いた方がOPCを用いた場合よりも、少ない添加量で高い自己治癒効果を有することが示された。

- 自己治癒成分(普通ポルトランドセメント, 膨張材)を有機系材料でコーティングした自己治癒材料をモルタルに用いることで, ひび割れからの通水量を低下させることができた
- 本研究の自己治癒材料では, 膨張材を自己治癒成分として用いた方が, 少ない添加量で高い自己治癒効果を有することが確認された