

ひび割れからの通水量に基づく
自己治癒性能の評価試験方法の一提案

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

◆ 背景

- 社会インフラ ⇒ 老朽化, 維持管理・更新費用の増加
- 構造物のひび割れ ⇒ 耐久性, 水密性などの低下



自己治癒・修復技術の利用

◆ 自己治癒コンクリート

- 特徴: ひび割れが発生しても, 外部からの水の供給などでひび割れを治癒・修復
⇒ 想定される適用箇所: 地下構造物, タンク, トンネルなど
- 既往の研究: ①自己治癒材料
⇒ 粘土鉱物を含む材料, バクテリア, 高吸水性ポリマーなど
数多くの研究報告事例あり
- 既往の研究: ②自己治癒性能の評価試験方法
⇒ ひび割れ導入材齢, ひび割れなどの影響を検討した事例 少
⇒ ひび割れからの通水を対象とした統一的な試験方法がない

1. はじめに

目的

- ◆ 各種試験条件がひび割れからの通水量に及ぼす影響を検討し、自己治癒性能を評価することが可能な試験方法を提案

* 試験条件： ひび割れ導入材齢， 表面ひび割れ幅， 水頭差， 供試体厚さ

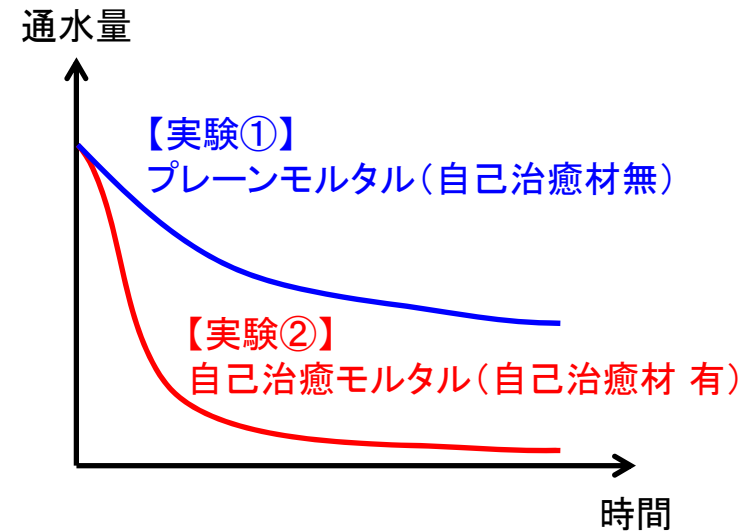
【実験①】プレーンモルタル(自己治癒材 無)

- ◎ 各種試験条件がひび割れからの通水量の変化に及ぼす影響

自己治癒性能の試験方法 提案

【実験②】自己治癒モルタル(自己治癒材 有)

- ◎ 提案した試験方法による自己治癒性能の検証



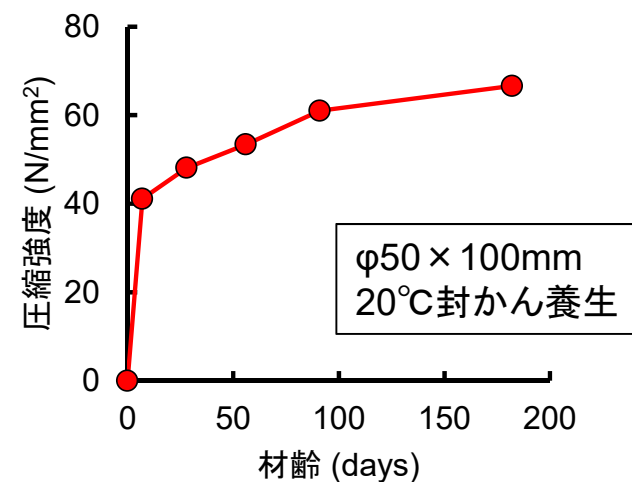
2. 実験① 評価試験方法の提案に向けた実験的検討

実験パラメータ

ひび割れ導入 までの養生期間 (days)	表面ひび割れ幅 (mm)	水頭差 (mm)	供試体厚さ (mm)
14, 28, 91, 182	0.2, 0.3, 0.4	100, 300, 500	30
	0.3	100	60, 120, 180

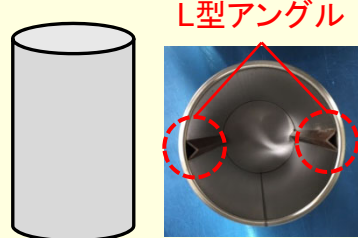
モルタル配合

- W/C=50%, S/C=2.5
(普通セメント使用, 自己治癒材 無)
- モルタルフロー235mm, 空気量3.9%



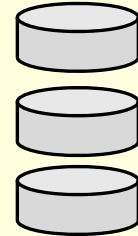
2. 実験① 評価試験方法の提案に向けた実験的検討

● 供試体

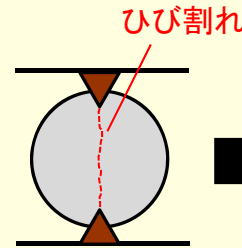


φ100×200mm
(L型アンゲル2本設置)

※ひび割れ導入まで20℃封かん養生



①所定の厚さに切断



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(0.2~0.4mm)
⑤ホースクランプで結束
⑥塩ビ管設置

◆ ひび割れ幅(表面・内部)

- ・ 寸法: φ100×30mm
- ・ 表面ひび割れ幅: 0.2~0.4mm
- ・ デジタルマイクロスコープで計測
⇒ 測定数: 表面9点, 内部9点



表面ひび割れ幅 計測

ひび割れにエポキシ樹脂注入
(顔料混合)

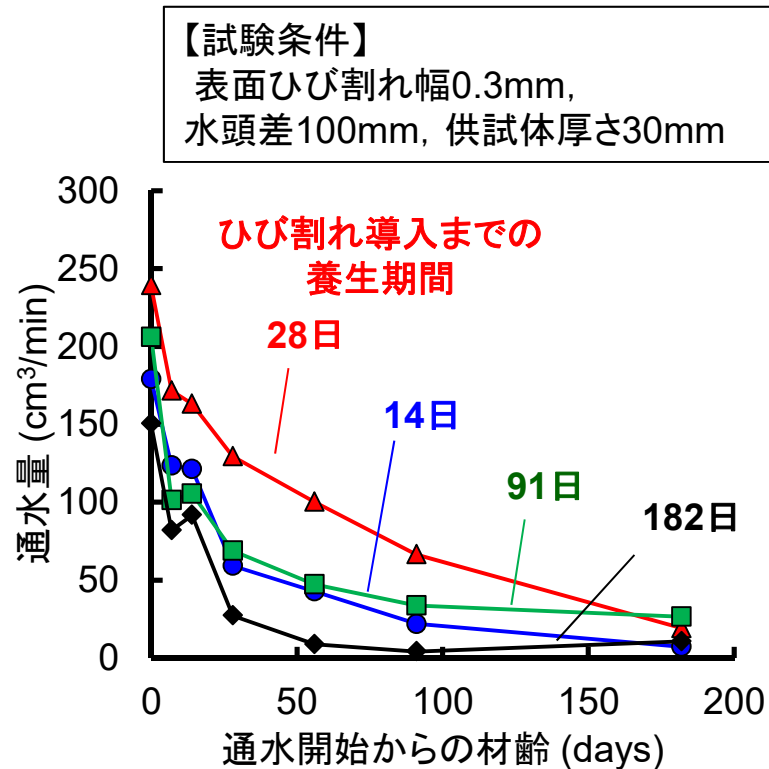
内部ひび割れ幅 計測

◆ 通水量の測定

- ・ 寸法: φ100×30~180mm
- ・ 表面ひび割れ幅: 0.2~0.4mm
- ・ 供試体数: 2体/ケース
- ・ 方法: 水頭差一定(定水位試験)
⇒ 5分間の通水量を測定
- ・ 供給水: 溶存酸素量95~98%の水
- ・ 通水実験以外: 20℃水中下で静置

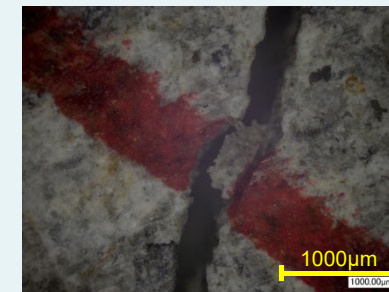
2. 実験① 評価試験方法の提案に向けた実験的検討

実験結果(通水量の経時変化)

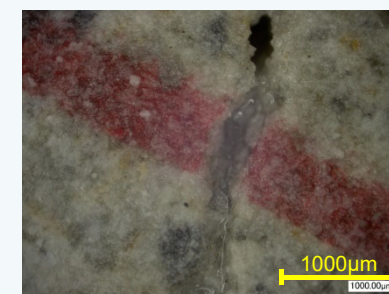


ひび割れ幅の状況(×100倍)

通水前



182日後

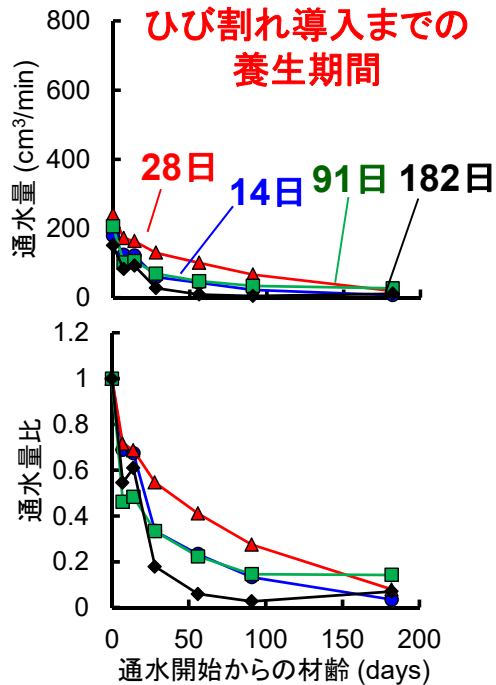


材齢の経過に伴い、いずれの養生期間においても通水量低下
⇒ 表面ひび割れ部に白色析出物(CaCO_3)が生成した影響と推察

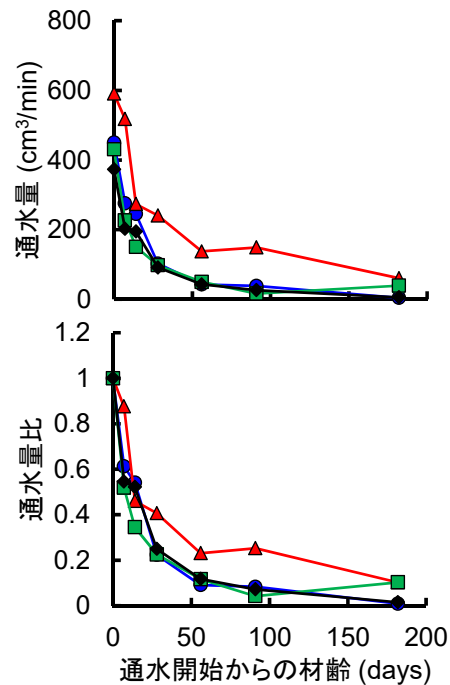
【実験1】結果④：各種試験条件の影響

“ひび割れ導入までの養生期間” + “水頭差”の影響

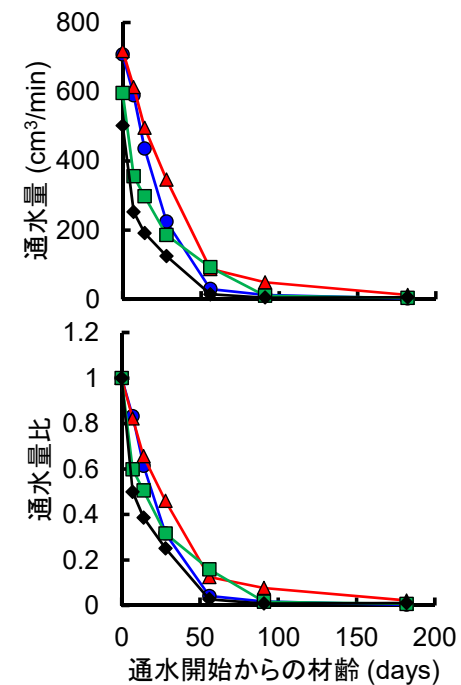
- ・表面ひび割れ幅 0.3mm
- ・供試体厚さ 30mm
- ・水頭差 100mm



- ・表面ひび割れ幅 0.3mm
- ・供試体厚さ 30mm
- ・水頭差 300mm



- ・表面ひび割れ幅 0.3mm
- ・供試体厚さ 30mm
- ・水頭差 500mm

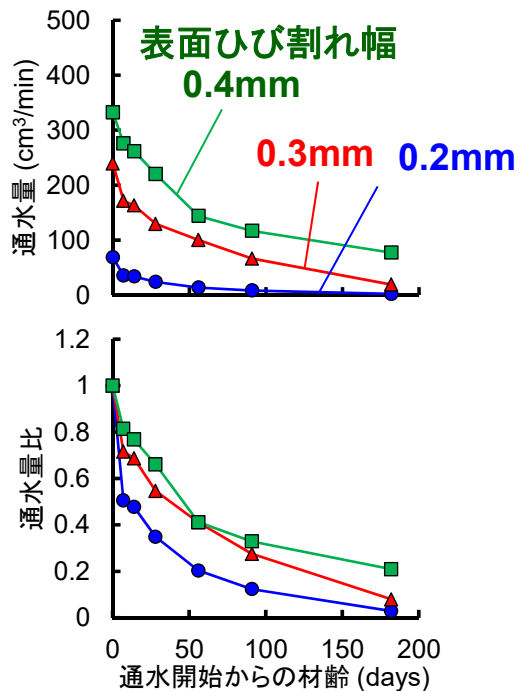


- ひび割れ導入までの養生期間：28日の場合に通水量の低下が生じにくい
- 水頭差：水頭差が大きくなると、材齢50日程度まで通水量が急激に低下

【実験1】結果⑤：試験条件の影響

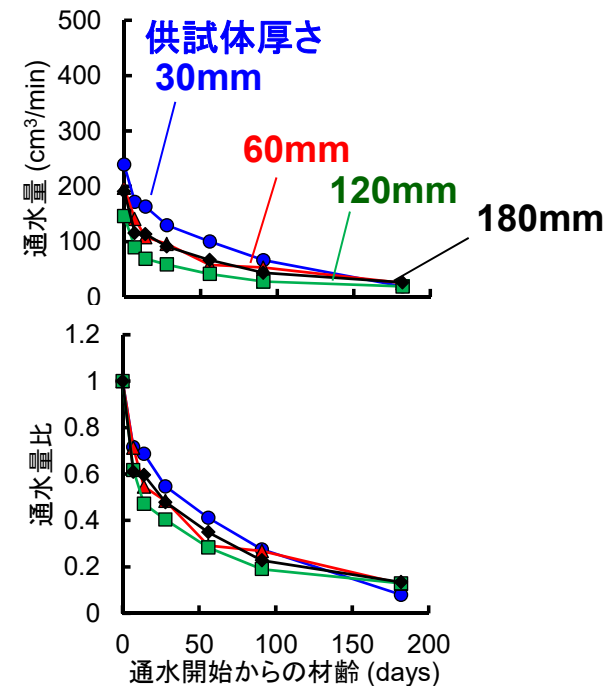
表面ひび割れ幅の影響

- ・ひび割れ導入までの養生期間 28日
- ・供試体厚さ 30mm
- ・水頭差 100mm



供試体厚さの影響

- ・ひび割れ導入までの養生期間 28日
- ・表面ひび割れ幅 0.3mm
- ・水頭差 100mm



- 表面ひび割れ幅：幅が大きくなると、通水量の低下が生じにくい
- 供試体厚さ：厚さの影響少ない

2. 実験① 評価試験方法の提案に向けた実験的検討

自己治癒性能の評価試験方法の提案

【セメント硬化体の条件】

(1) ひび割れ導入までの養生期間

14日 ←————→ 182日

小 ← 水和反応の進行 → 大

多 ← 未水和セメントの量 → 少

短 ← 評価に要する時間 → 長

【適用部材の条件】

(2) 表面ひび割れ幅

(3) 水頭差

(4) 供試体厚さ

適用箇所・部材により要求される条件が異なるため、適宜設定する必要がある

【評価試験方法の提案】

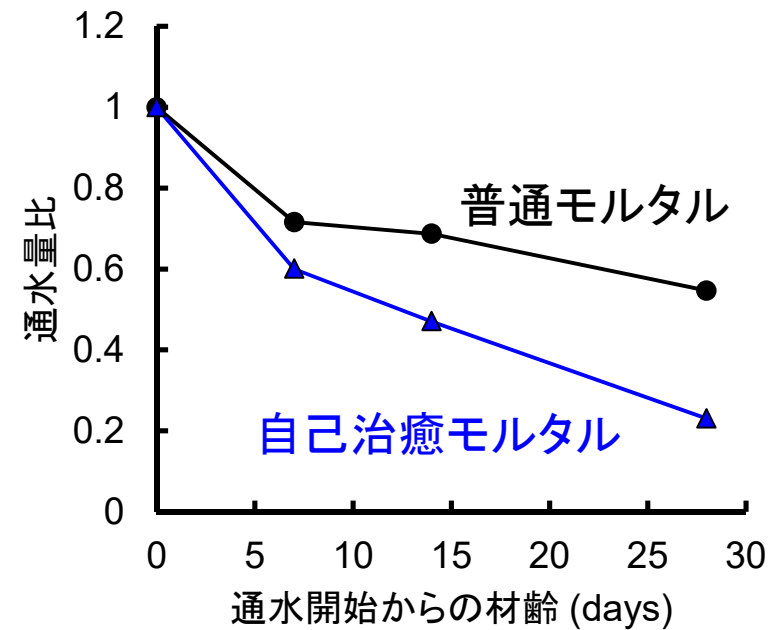
◎ ひび割れ導入までの養生期間 28日

◎ 通水実験の供給水：溶存酸素量(DO)95-98%の水

◎ その他の条件：適用部材や箇所により設定

3. 実験② 提案した評価試験方法による自己治癒性能の検証

区分	条件	設定値
モルタル配合	W/C	50%
	自己治癒材 (低反応活性セメント) 	80kg/m ³
通水実験	養生期間	28日
	表面ひび割れ幅	0.3mm
	水頭差	100mm
	供試体厚さ	30mm



自己治癒モルタルの通水量は普通モルタルよりも低下した
⇒ 提案した評価試験方法で自己治癒性能を評価可能と考えられる

4. まとめ

- 割裂面にフッ素樹脂シートを設置することによって、**供試体の内部ひび割れ幅は表面ひび割れ幅を概ね再現**できることが確認された。
- **初期通水量は水頭差の増加**に伴って、増加する傾向を示した。この傾向は表面ひび割れ幅が増加するほど顕著であった。
- 通水量比の結果から、**ひび割れ導入までの養生期間が長くなる**、すなわち**未水和セメントの残存量が少なくなっても**、**通水量比の低下が小さくなる**とは限らなかった。
- 自己治癒性能の**評価試験方法は**、**ひび割れ導入までの養生期間28日を試験条件**とし、その他の条件については適用部材や箇所によって選択することが好ましい。また、**試験の供給水には**、**過飽和状態でない溶存酸素量95～98%程度の水**を用いることが好ましい。
- 提案した評価試験方法により、**自己治癒材料を用いたモルタルの自己治癒性能が評価可能**と考えられる。