

養生がFAコンクリートの耐久性に 与える影響について

愛媛大学 岡崎慎一郎

研究の背景

フライアッシュを混和材として使用したときの利点

- 単位水量の低減
- 高い長期強度・耐久性能

欠点

- ポゾラン反応に伴うCHの消費→中性化
- 低い初期強度 → 養生期間+2-3日

研究の背景

養生の影響が強度に与える影響

→先達の多くの実験結果により実証

養生の影響が耐久性（塩分拡散，中性化）
に与える影響

→多くない

養生が耐久性能にあたえる影響について検討し、
FAコンクリートの高い耐久性能発揮メカニズムを調査

検討項目

- 中性化速度
- 塩化物イオンの実効拡散係数
- (連結性のある空隙の)空隙率

供試体の情報・養生の方法

供試体

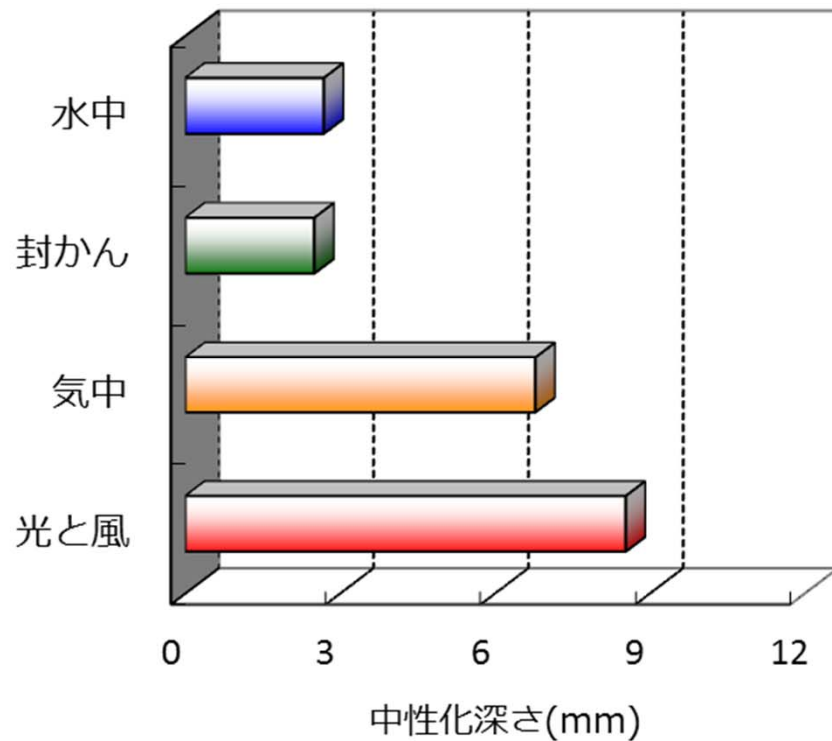
- 打設は $\Phi 100 \times 200\text{mm}$ 塩化物イオン用供試体は表層から5cm部分
- 普通コンクリート, フライアッシュコンクリート(内割30%)
- 材齢80日と450日
- 水粉体比は40%, 65%
- 養生は, 脱型後一ヶ月, 水中養生, 封緘養生, 気中養生および扇風機による風環境+白熱ランプによる, 水分逸散のしやすい環境下での養生

実験手順

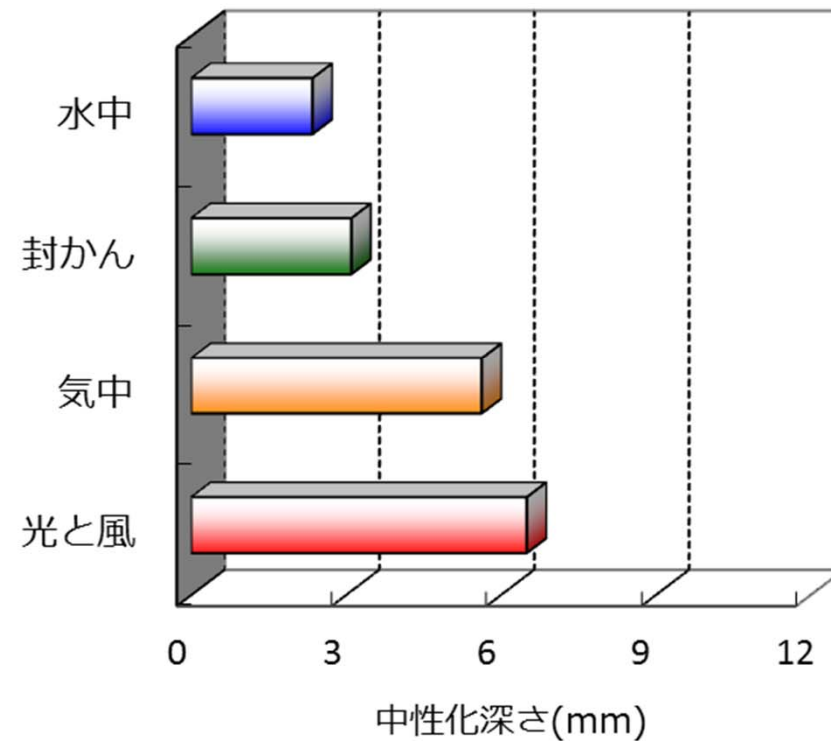
- 割裂後, フェノールフタレイン溶液噴霧による中性化深さの測定
- 電気泳動試験による実効拡散係数の算出
- 水銀圧入式ポロシメータによる連続空隙の20nm以上の細孔量を計測(岸・吉田法)



中性化深さ(80日経過後)



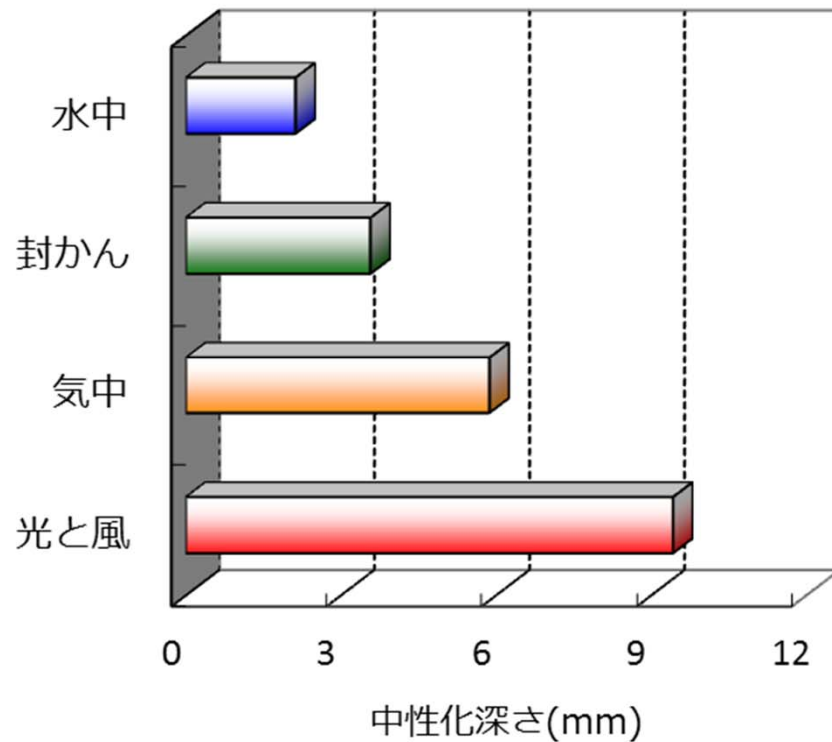
W/P=65% FA置換なし



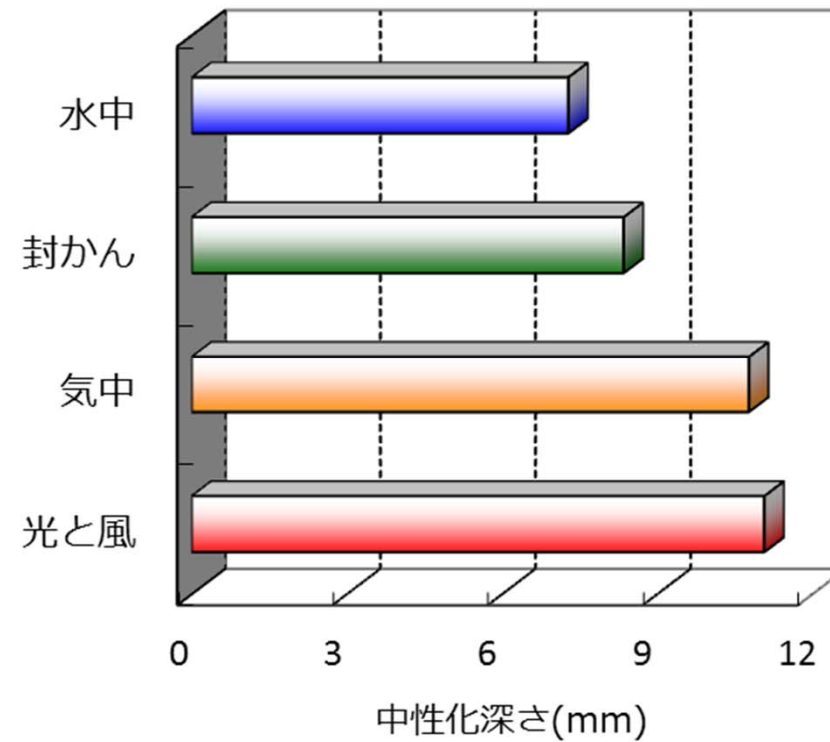
W/P=65% FA30%置換

- 養生が乾燥状態に近い程、中性化深さは大きい
- FAの置換の場合さほど相違は見られない→若材齢

中性化深さ(450日経過後)



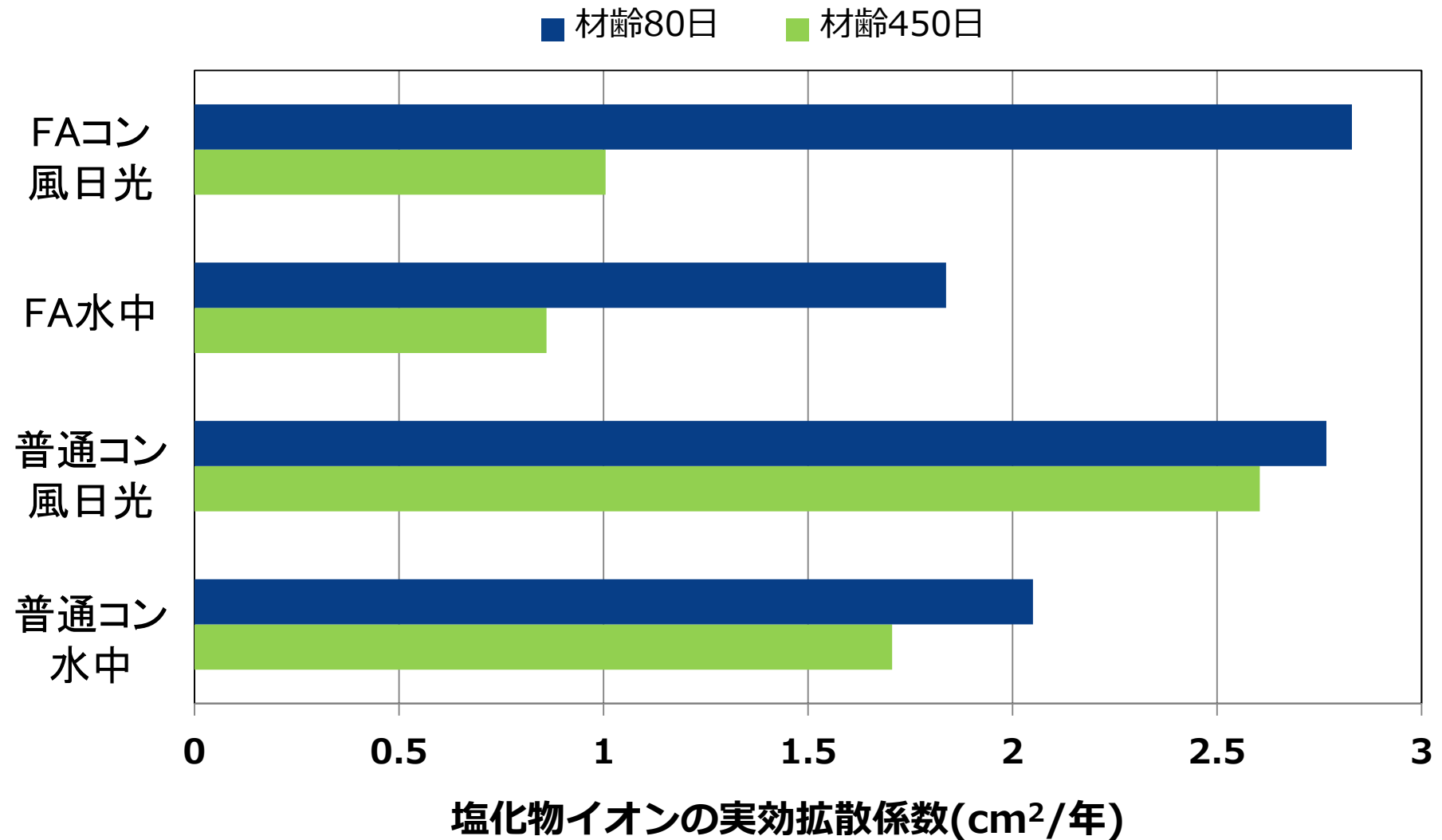
W/P=65% FA置換なし



W/P=65% FA30%置換

- 養生が乾燥状態に近い程, 中性化深さは大きい
- ポズラン反応によりFAコンは中性化大

実効拡散係数(W/P=65%)



- ・養生の差異で塩化物イオン実効拡散係数が大きく異なる
- ・フライアッシュ混和の場合、ポゾラン反応の発現でさらに遮塩性能増加

検討項目

- 中性化速度
- 塩化物イオンの実効拡散係数
- (連結性のある空隙の)空隙率

水銀圧入法とは

コンクリート試料に圧力をかけ内部の空隙を水銀で満たす。
加圧力と水銀の浸入可能な空隙半径はWashburnの式により、
一対一の関係で表現される。

圧力の増分に対する注入水銀量・・・対応する径の細孔量

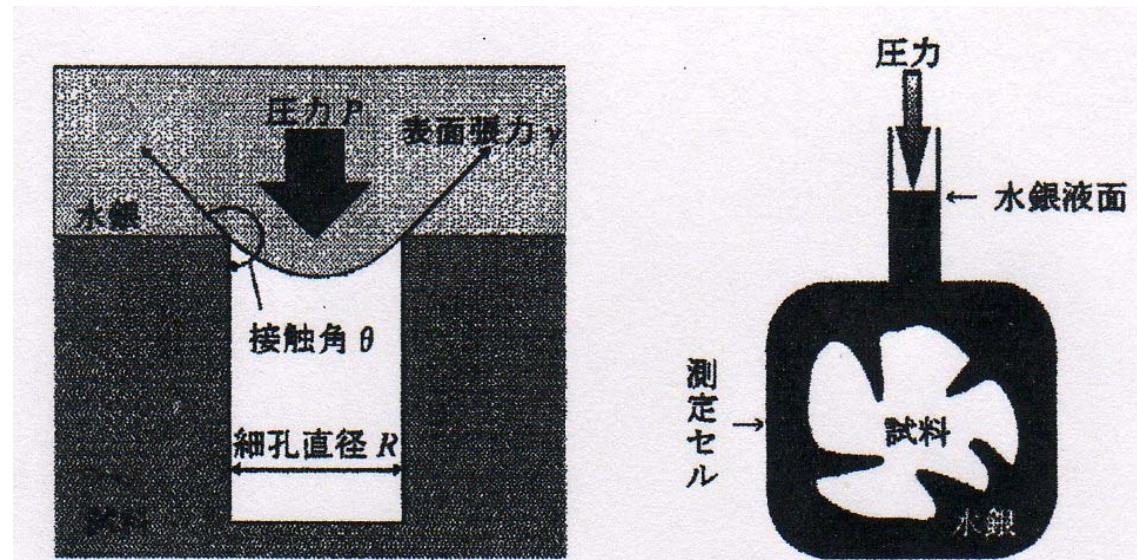
$$D = \frac{4\sigma \cos \theta}{P}$$

D : 空隙直径

σ : 水銀の表面張力

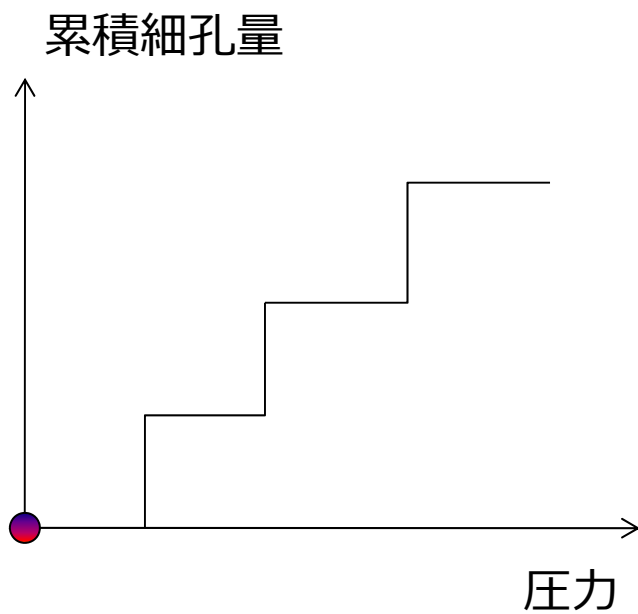
θ : 接触角

P : 加圧力



水銀圧入法とは

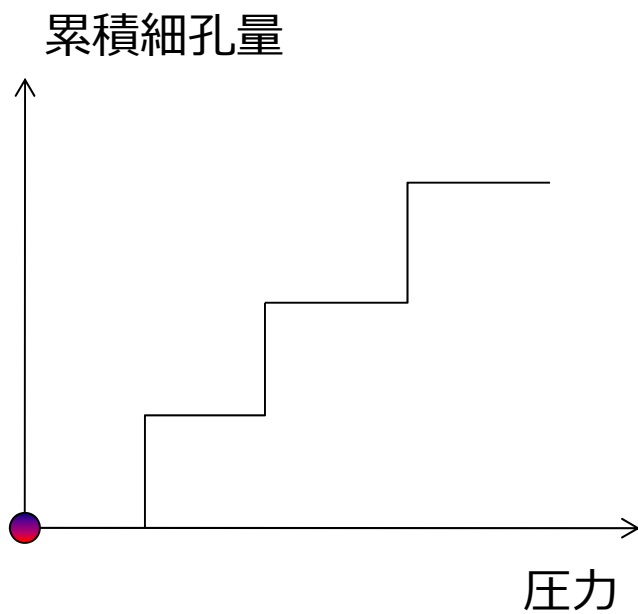
イメージ



セメント硬化体

水銀圧入法とは

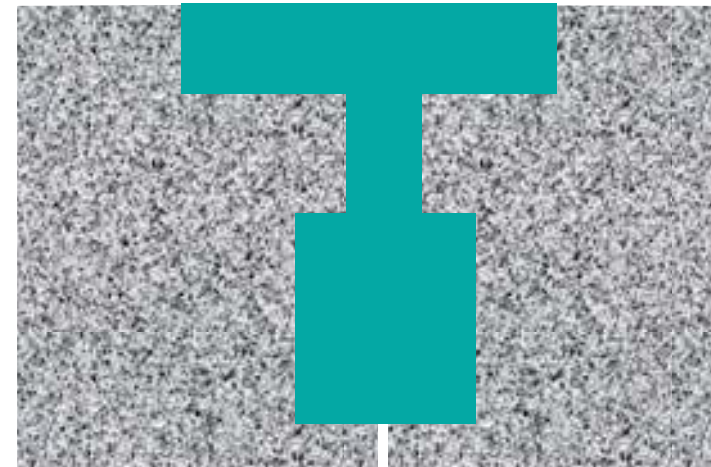
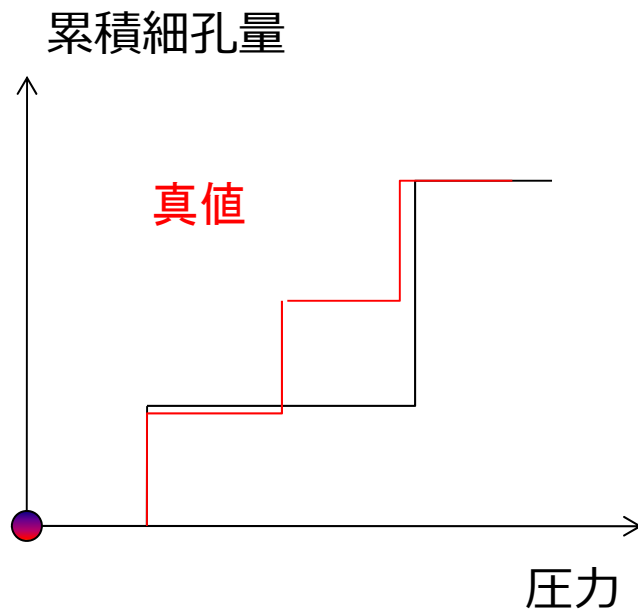
イメージ



セメント硬化体

水銀圧入法の問題点 (インクボトル空隙の存在)

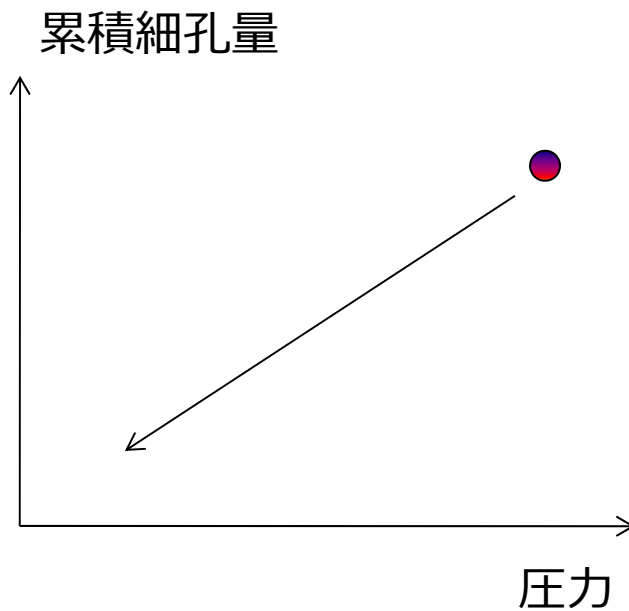
イメージ



セメント硬化体

水銀圧入法の問題点 (インクボトル空隙の存在)

イメージ

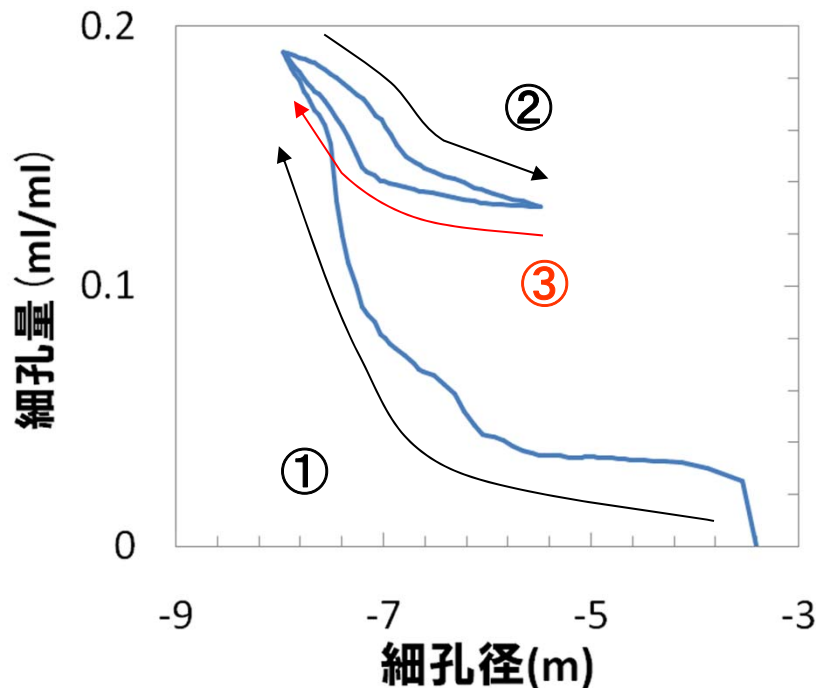
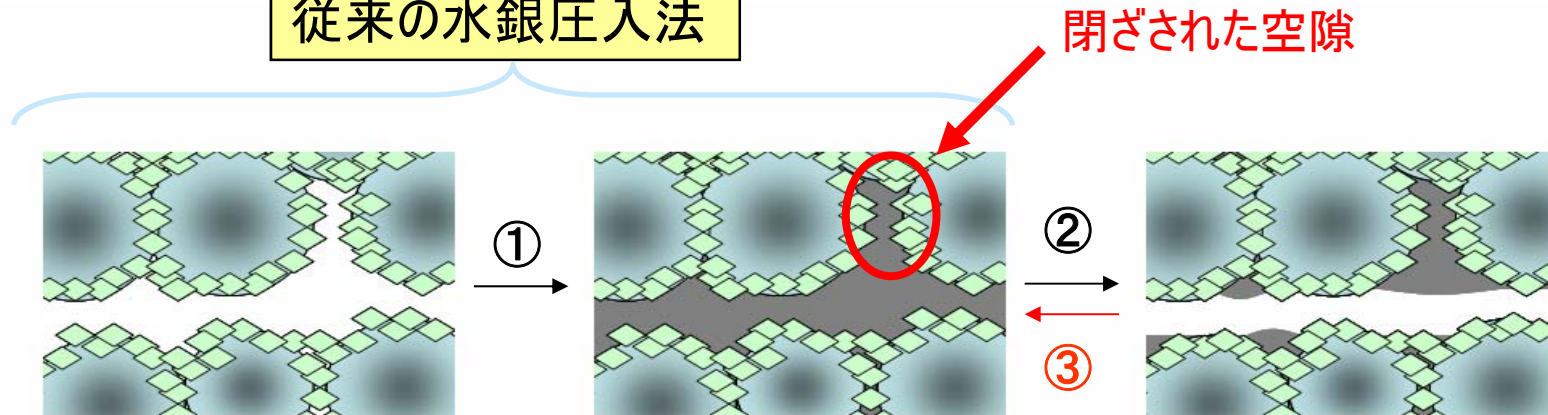


セメント硬化体

ボトルネックに水銀が留まる
→再び加圧すると、**連続空隙**が測定される

連続空隙の測定方法(岸・吉田法, 2006)

従来の水銀圧入法



①従来の一度の水銀圧入では物質移動に直接関与しない空隙も計測される

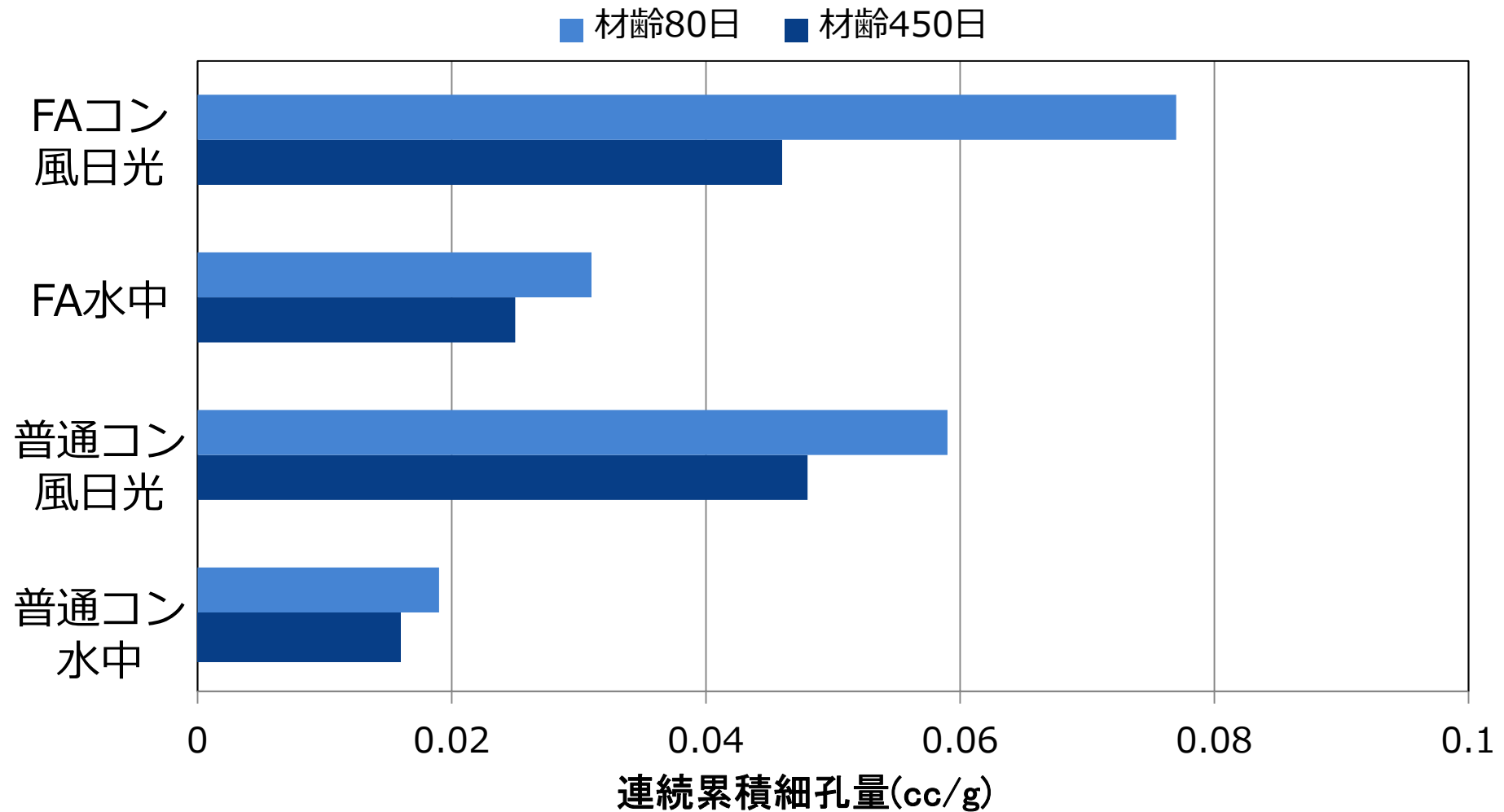
↓ 減圧

②閉ざされた空隙に水銀が留まる

↓ 加圧

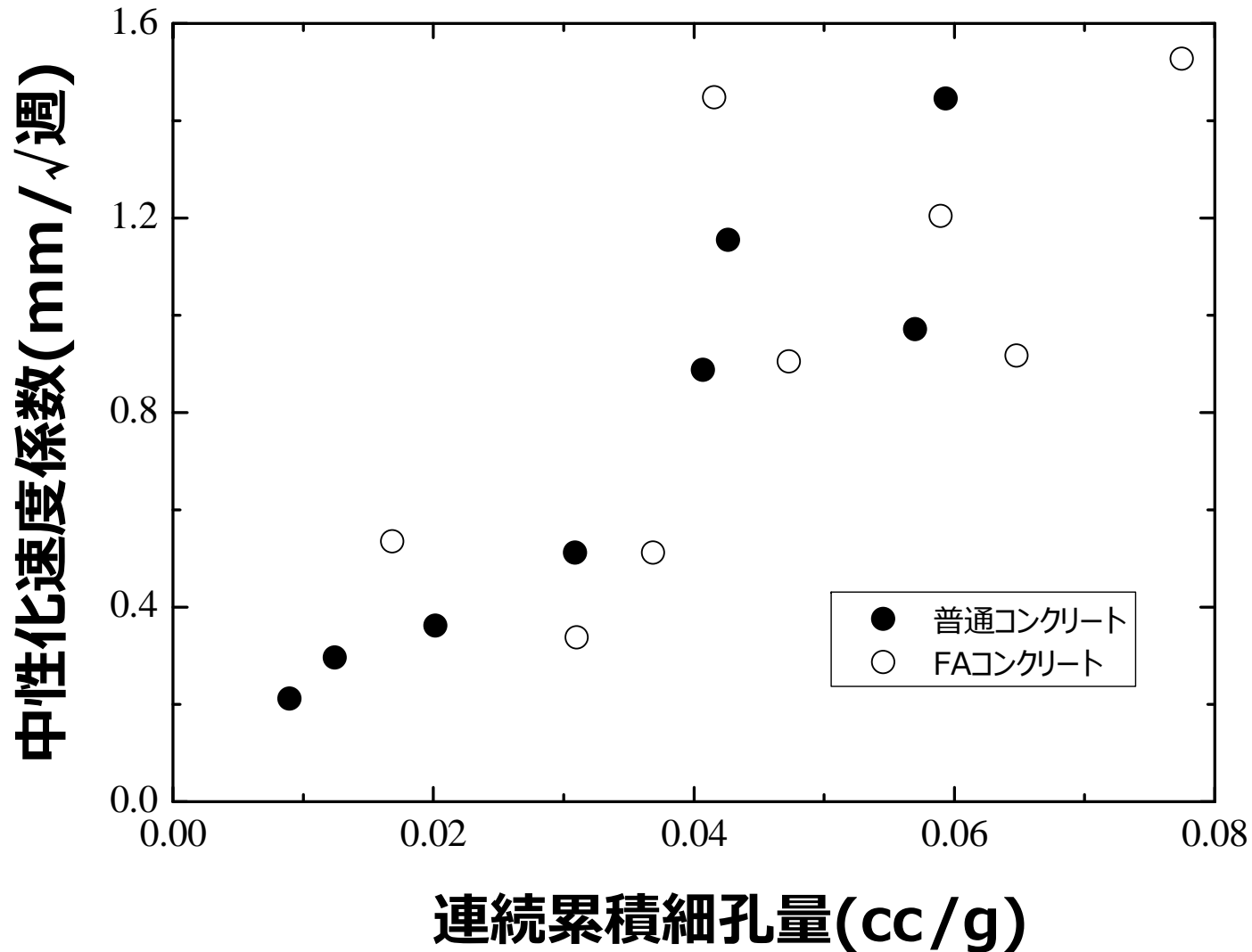
③圧入した水銀の量が連続空隙量である

実験結果（累積連続空隙量）



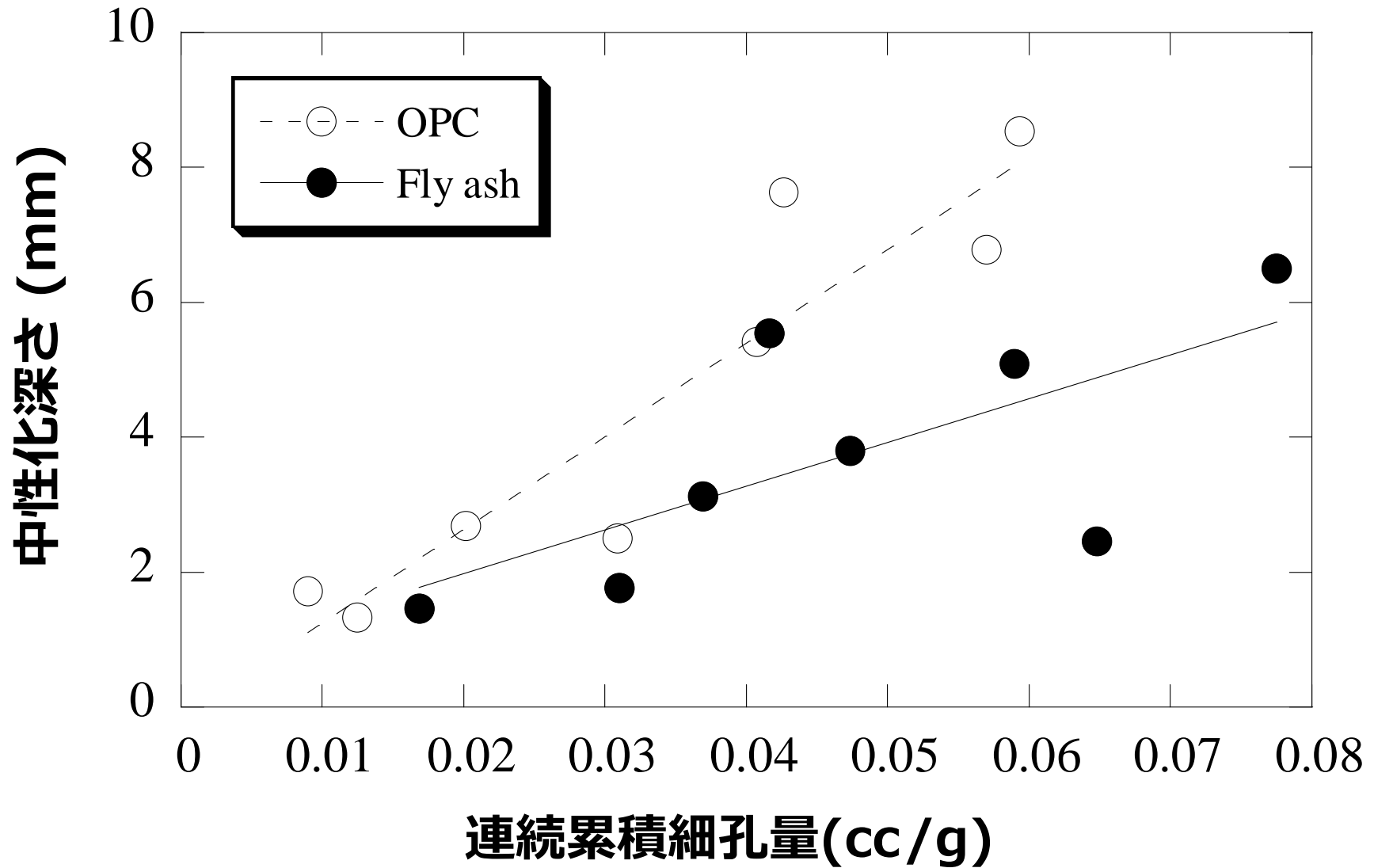
フライアッシュコンクリートはポゾラン反応の進行により、細孔量が減少この結果は電気泳動試験結果と定性的に整合するものである

連続空隙と中性化速度係数の関係



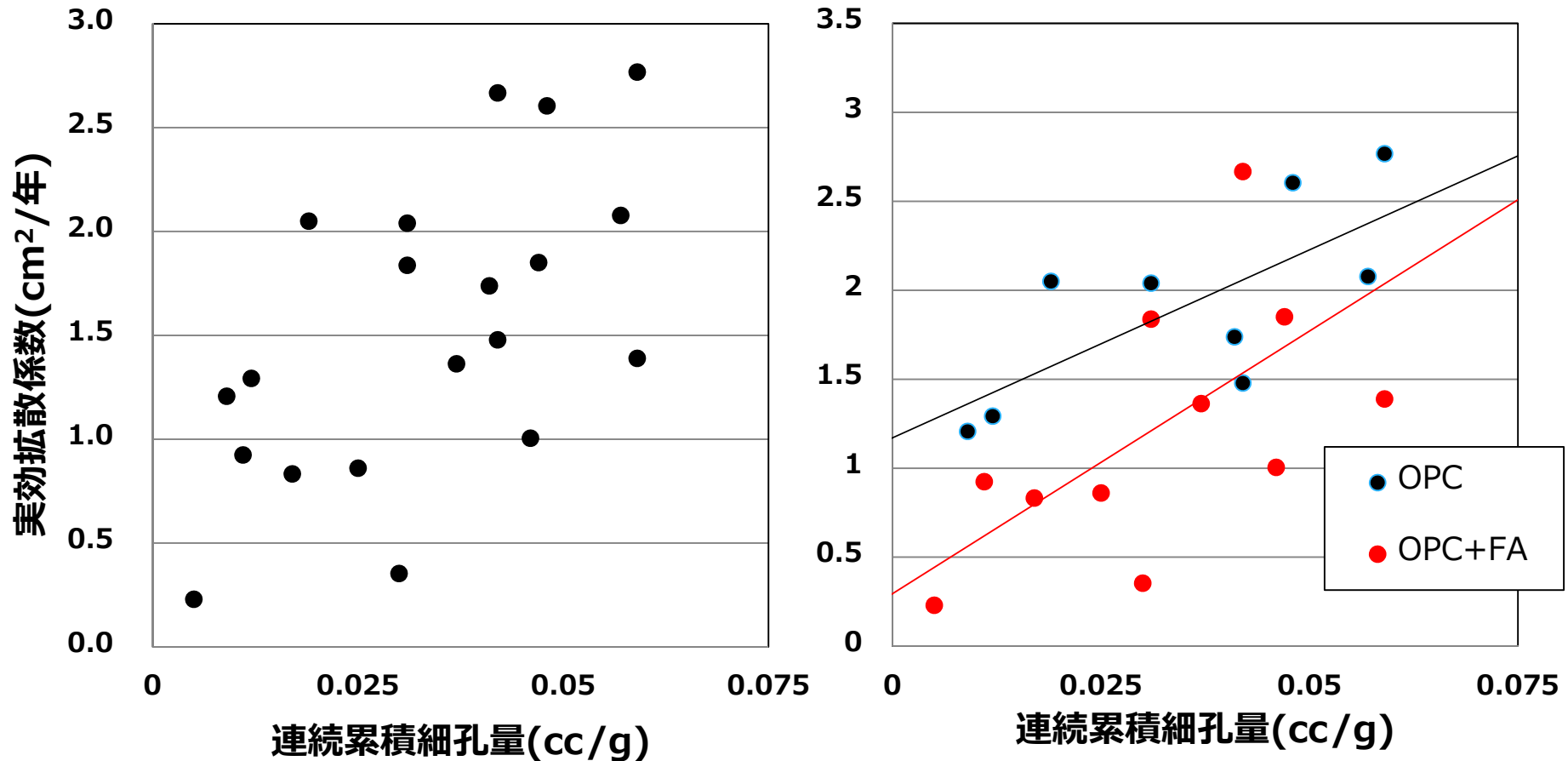
普通コン, FAコンよらず, 連続空隙の細孔量と中性化速度係数は同傾向

80日時点での中性化深さ



ポゾラン反応を十分呈していない時期では、普通コン>FAコン

累積連続細孔量と実効拡散係数の関係



普通コン, FAコンで区分すると, FAコンはポゾラン反応による組織の緻密化による遮塩性能のほか, その他要因によっても遮塩性能が向上するメカニズムを有する

→FAコンクリートは普通コンクリートよりも複雑な屈曲構造をもつ

もしくは、塩化物イオンと硬化体表面の電気的作用が普通コンクリートよりも大きい

結論

- 養生が中性化速度・塩化物イオン拡散性状に与える影響は大きい
- 中性化速度はフライアッシュの有無によらず，連続空隙量で決定される可能性がある。これは，FAコンの高い物質移動抵抗性による+の影響とポゾラン反応によるCHの消費の-影響がキャンセルし，普通コンと結果的に相違がなくなったためと推察される。
- 実効拡散係数は，同一空隙率でみた場合，FAのほうが普通コンよりも小さい値を呈する。
- ポゾラン反応による緻密化の影響以外にも，FAコンクリートの高い耐久性を発揮させるメカニズムの存在が示唆された。