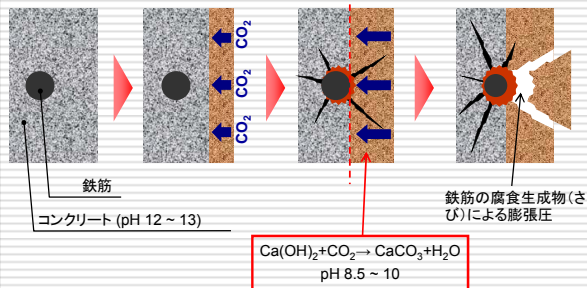


コンクリートの中性化深さ モニタリングセンサ

独立行政法人土木研究所
材料資源研究グループ（新材料）

富山 禎仁

コンクリートの中性化



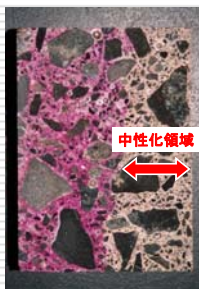
中性化深さを的確に把握し、鉄筋腐食を未然に防ぐことが重要。

コア採取による中性化深さの把握

フェノールフタレイン溶液をコンクリート割裂面に吹付け、コンクリート表面から発色部分と非発色部分との境界までの深さから中性化深さが求められている。

しかし...

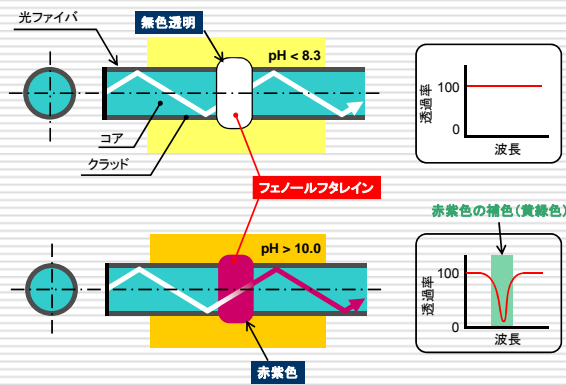
- 足場を架設しなければアクセスできない箇所や、狭い部などの点検は困難。
- 破壊検査に伴う構造物への負担や、点検後の補修の手間が避けられない。
- 維持管理にかかる労力やコストがかさむ。



そこで、

光ファイバを使って、中性化深さを非破壊でモニタリングする方法を考案した。

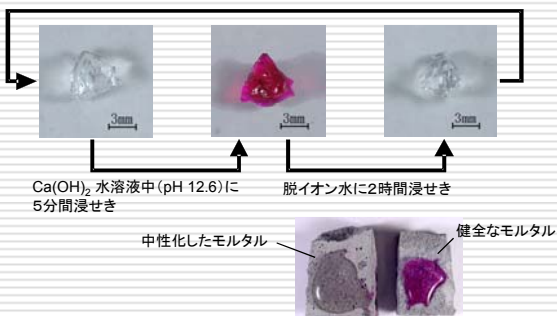
考案した光ファイバ・センサのしくみ



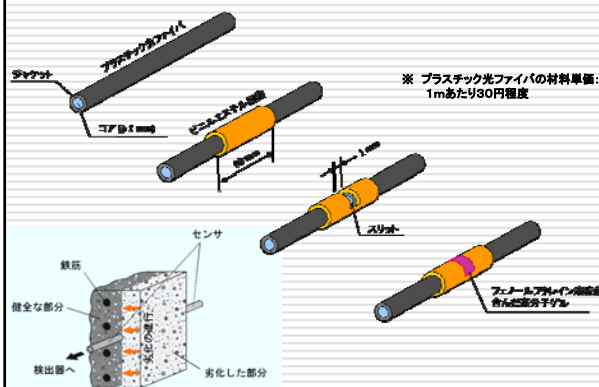
フェノールフタレイン溶液を保持するゲル

ポリ(N-ビニルアセトアミド)

フェノールフタレインを保持した高分子ゲルは、可逆的な呈退色反応を示す。

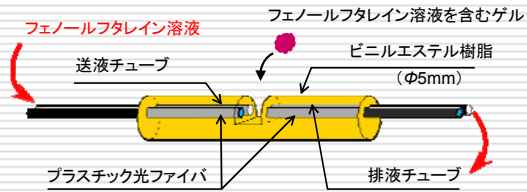


センサの作製手順



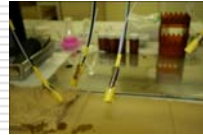
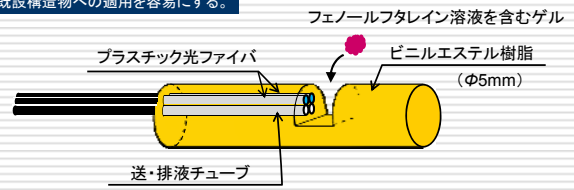
薬液供給機構の付加

長期にわたる供用中にゲルが乾燥してしまったり、フェノールフタレインの濃度が低下してしまう問題を解決。



末端型センサ

既設構造物への適用を容易にする。



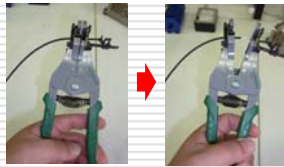
樹脂の注型



完成したセンサ

8

光ファイバの端面処理



①専用工具によるジャケットの除去



②SMAコネクタへ挿入



③光ファイバ末端を所定の長さにカット

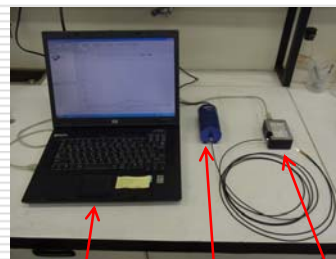


④ホットプレートで光ファイバ端面を平滑化

専用工具を用いることにより、誰でも比較的簡単に端面処理することができる。

9

モニタリングシステムの構成例



スペクトル収集ソフト (ノートPC) タングステンランプ (光源) 可視分光計 (検出器)

一式: 60万円程度 (パソコンは含まず)



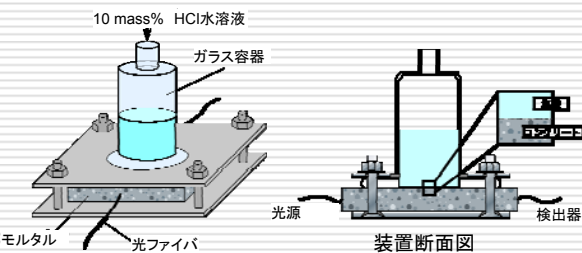
光源・検出器・モニター・バッテリーが一体となった可搬型計測器



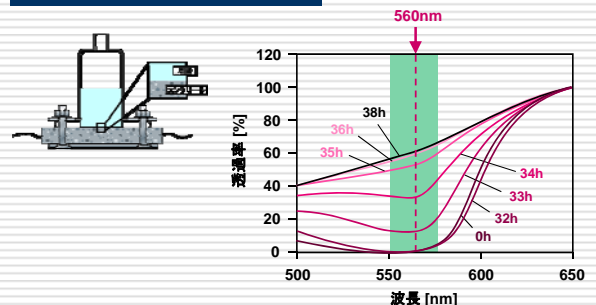
10

光ファイバ・センサによる中性化モニタリング実施例

- モルタル供試体を促進的に中性化させるため、液相（塩酸中）で実験を行った。
- センサを100×100×20mm程度のモルタル平板に埋設し、埋設100時間後から50°C、10 mass%の塩酸による片面浸せきを行い、光ファイバ透過光の可視スペクトルをモニタリングした。



光ファイバ・センサによる中性化モニタリング実施例

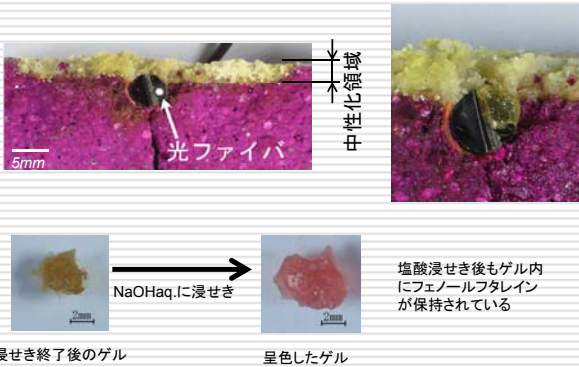


浸せき開始から約32時間経過後よりゲルの退色がはじまり、38時間経過後までの間にほぼ無色となった。

浸せき開始から約32時間で中性化領域がセンサ埋設深さまで到達したと判断できる。

11

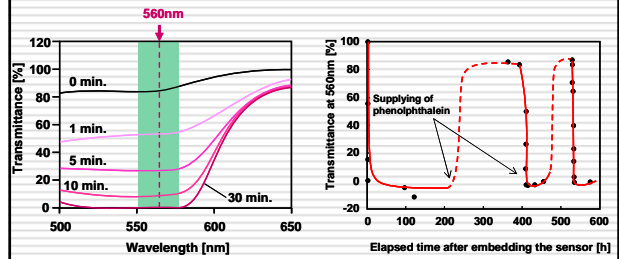
光ファイバ・センサによる中性化モニタリング実施例



浸せき終了後のゲル

呈色したゲル

薬液供給機構の効果



適切なタイミングでゲルにフェノールフタレイン溶液を供給することで、センサは初期の性能まで繰り返し回復することが確認できた。

コンクリート躯体への適用例



①斜め45度程度にドリルで削孔

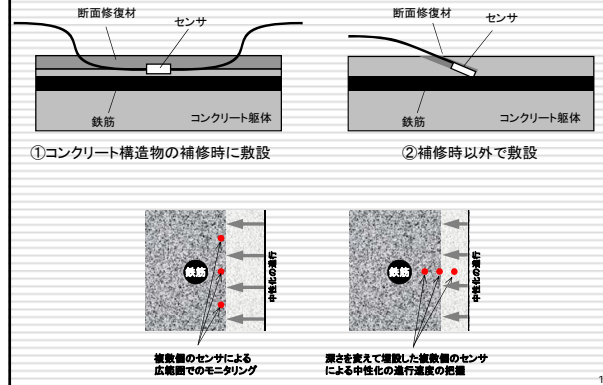
②センサを所定の深さまで挿入

③グラウト材を注入

④完成

15

センサ適用方法の提案



①コンクリート構造物の補修時に敷設

②補修時以外で敷設

埋め戻し材による広範囲でのモニタリング

深さを覚えて埋め戻した埋め戻し材のセンサによる中性化の進行速度の把握

16

光ファイバ・センサの応用例

プロモチモールブルー(BTB)

変色域 : pH 6.0~7.6
 pH < 6.0 黄色
 pH > 7.6 青色

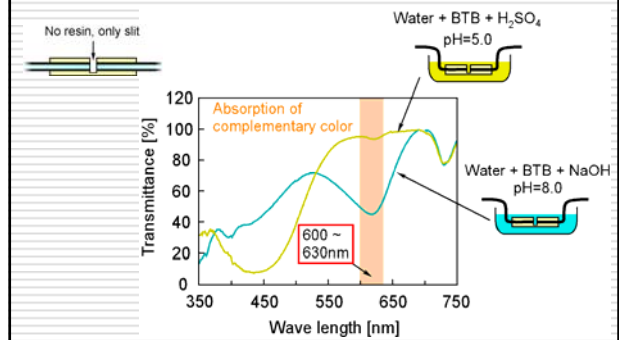
プロモフェノールブルー(BPB)

変色域 : pH 3.0~4.6
 pH < 3.0 黄色
 pH > 4.6 青紫色



17

光ファイバ・センサの応用例



たとえば、下水処理施設におけるコンクリート躯体の硫酸腐食のモニタリング等へ応用することも可能である。

18