

軽元素対応高性能ポータブル型 蛍光X線分析装置の開発

～コンクリート構造物の塩害調査や土壌汚染調査等に威力～



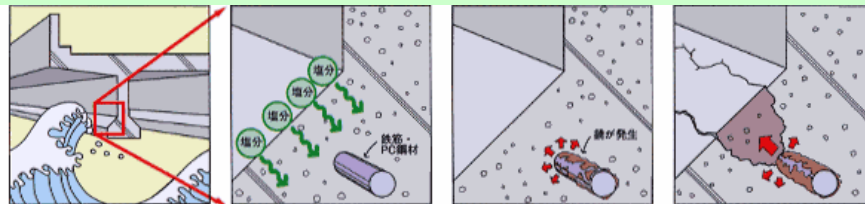
東京大学生産技術研究所
都市基盤安全工学国際研究センター(ICUS:アイカス)
特任助手 金田尚志
センター長 魚本健人

塩害劣化の要因 (1)



季節風により(特に日本海側), 波しぶきがコンクリート構造物にかかり, 塩害による劣化が問題となっている。

塩害のメカニズム



第1段階
強い季節風により波しぶきが構造物に降りかかる

第2段階
構造物の表面に塩分等が付着し, コンクリートに浸透していく

第3段階
コンクリートに浸透した塩分等が原因で, 鉄筋に錆が発生し, 膨張を始める

第4段階
錆による膨張で亀裂が生じる亀裂から塩分が入りやすくなり, 更に錆が進む

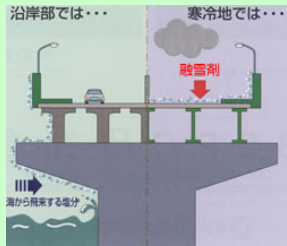
鉄筋の腐食



塩害劣化の要因 (3)

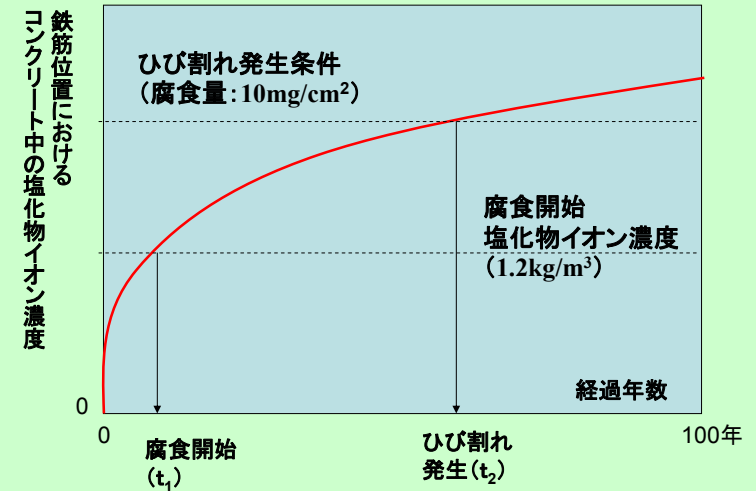


凍結防止剤の散布



凍結防止剤による床版の劣化

鉄筋位置での塩化物イオン濃度



コンクリートの塩害の程度を評価する指標として、塩化物イオン濃度の測定が一般に行われている。

コンクリートの塩害を調査する方法

塩素イオン選択性電極を用いた電位差滴定法

一般に電位差滴定法により行われている。硝酸銀溶液を用いた塩化物イオンの沈殿滴定法で、反応の定量点近傍の電位の変化から塩化物量を測定する。

コンクリート中の塩化物量に関する規定

- 日本建築学会 $Cl \leq 0.3\text{kg/m}^3$
- $Cl \leq 0.6\text{kg/m}^3$ (特段の防食を行った場合)
- 土木学会 $Cl \leq 0.3\text{kg/m}^3$ (無筋コンクリートを除く)
- $Cl: 1.2\text{kg/m}^3$ (発錆限界)

電位差滴定法の手順



手間と時間がかかる

滴定装置の例



正確な値は得られるが分析コストが高い
(外注の場合1サンプルあたり2~3万円)

新しい成分分析手法

- ・より早く、簡易に測定できる
→2~3分で結果が出る
- ・サンプルの調製が必要無い
→構造物を直接測定でき、薬品等も使用しない
- ・現場で計測できる
→その場で結果がわかるので、やり直しができる
- ・多成分同時分析
→成分ごとに別々の試験をするのではなく一度の測定で複数の劣化因子を検出できる
- ・ある程度の範囲を短時間で測定できる
→検査効率の改善

ポータブル型蛍光X線分析装置
→コンクリートの分析に応用

既存の蛍光X線分析装置

波長分散蛍光X線分析装置



高感度高性能、試験室設置型、高価、大型・異形試料の測定不可、測定面の凸凹の影響を受けやすい

既存の蛍光X線分析装置

ポータブル型エネルギー分散型蛍光X線分析装置

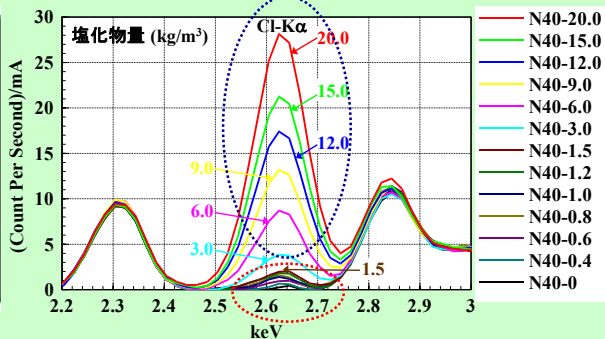
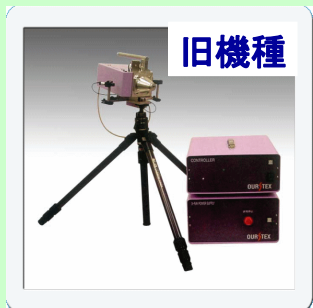


感度・性能は劣る、小型可搬型、安価、大型・異形試料の測定可、測定面の凸凹の影響を受けにくい。

微量なClなどは検出できない

旧機種を用いた実験

濃度が高い場合は定量可

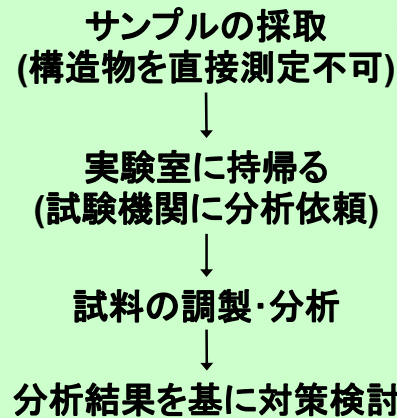


低濃度域の感度は低い

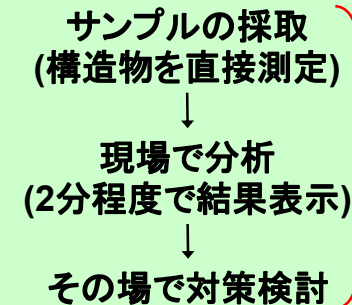
塩化物量1.0kg/m³以下も分析が可能な装置を目指し、開発に着手した。

オンサイト分析の有効性

従来手法



オンサイト分析



数日かかる

その日に対応可能

作業効率の向上
人件費の削減が期待される