

# 化学的侵食

コンクリートが外部からの化学的作用を受け、セメント硬化体を構成する水和生成物に変質あるいは分解して結合能力を失っていく現象を化学的侵食といいます。

化学的侵食を及ぼす要因は、酸類、アルカリ類、塩類、油類、腐食性ガスなどがあります。一般的な環境において化学的侵食が問題となることは少なく、温泉地、酸性河川流域および下水道関連施設等の特殊環境下にある構造物で化学的侵食が問題となります。

コンクリートを化学的に侵食する物質の例を以下に示します。

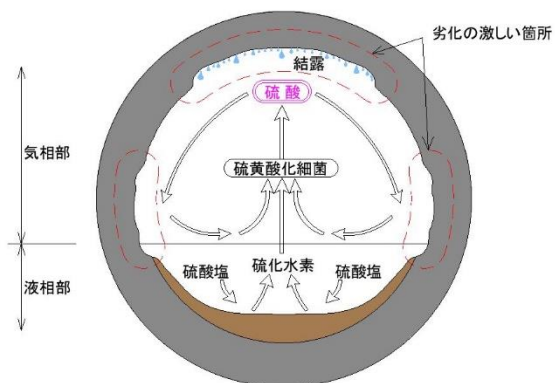
化学的侵食をもたらす酸、無機塩類、腐食性ガスの例

| 酸                           | 無機塩類  | 腐食性ガス                                      |
|-----------------------------|---|--|
| 塩酸<br>炭酸<br>硫酸<br>酢酸<br>亜硫酸 | 水酸化ナトリウム（濃度10%以上）<br>水酸化カリウム（濃度10%以上）<br>水酸化アンモニウム（濃度10%以上）<br>塩化マグネシウム<br>塩化亜鉛 | 硫酸<br>硝酸<br>硫酸<br>硫酸<br>硫酸<br>硫酸           |
|                             | 塩化銅<br>塩化カルシウム<br>硫酸ナトリウム<br>硫酸マグネシウム<br>硫酸アンモニウム                               | 亜硫酸ガス 硫化水素<br>ふっ化水素<br>一酸化窒素<br>塩化水素<br>塩素 |

## 劣化メカニズム

化学的侵食を及ぼす要因のうち、最も劣化事例が多い酸類について、下水道施設を例にとり、劣化メカニズムを以下に示します。

- ①嫌気性状態の下水中および汚泥中での硫酸塩還元細菌による硫酸塩からの硫化物の生成
- ②液相から気相への硫化水素ガスの放散
- ③密閉されたコンクリート構造物の気相部内面の結露水中での好気性の硫黄酸化細菌等による硫化水素からの硫酸の生成
- ④硫酸とコンクリートの主成分である水酸化カルシウムが反応し、硫酸カルシウム（石こう）が生成される
- ⑤硫酸カルシウムとセメント硬化体中のアルミン酸三カルシウムが反応し、エトリンガイトを生成する
- ⑥エトリンガイトが結合水を取り込み膨張し、コンクリートが崩壊する



下水道施設の腐食概念図



コア採取状況



## 調査項目・方法

調査により把握すべき事項は、劣化因子の種類・濃度、浸透深さ、中性化深さ、コンクリート中の鋼材の腐食状況です。これらの調査結果をもとに、劣化の程度、補修・改修の必要性を検討します。

### 劣化因子の種類・濃度

- ・溶液採取・pH測定
- ・ガスの種類、濃度測定
- ・イオンクロマトグラフィ等による濃度測定

### 劣化因子の浸透深さ

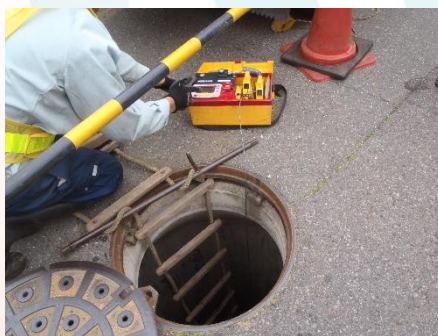
- ・中性化試験
- ・EPMA面分析

### 劣化の程度 補修の必要性

### 鋼材の腐食状況

- ・はつり調査

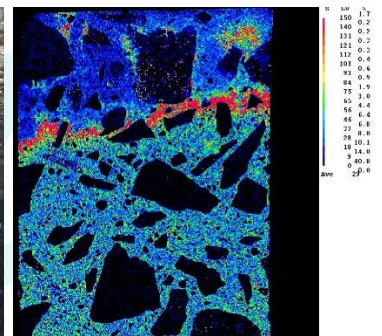
評価・判定・対策



ガスの濃度測定



はつり調査



EPMA面分析

## 劣化予測

酸による劣化の場合、侵食の程度を左右する大きな要因の一つは酸の強さです。酸が強くなるほど（pHが低くなるほど）侵食の程度は大きくなります。土壌中や水の流れがない環境の場合、侵食は時間の平方根に比例して進行するとされています。

$$x = K\sqrt{t} \quad \text{ここで、} x : \text{反応部分の厚さ (mm)} \quad t : \text{時間 (年)} \quad K : \text{速度定数 (mm}/\sqrt{\text{年}})$$