

コンクリート工学

講義をはじめる前に

- 6/27 第12回 耐久性(1)
- 7/4 第13回 耐久性(2)
- 7/11 第14回 まとめ
(復習、試験範囲等について)
- 7/? 第15回 期末試験

6回以上の欠席は、自動的に不可
就職活動、遅延等で欠席した者
欠席届を提出すること

コンクリート工学 第12回

耐久性(1)

- ・凍害
- ・塩害

途中と最後に、小テスト有り！！

【凍害(Frost damage)】

1.劣化事例

構造・劣化原因	凍結融解作用
構造物・部位	ダム堤体下面
構造物の立地条件	山間部

ダム堤体の非結凍部に凍結融解作用による剥離が生じた。特に目録部分の損傷が大きい。



損傷・劣化原因	凍結融解作用
構造物・部位	道路舗装石
構造物の立地条件	山間部

コンクリート二次製品の縁石が凍結融解作用により鋭角部からスケーリングを起こしている。

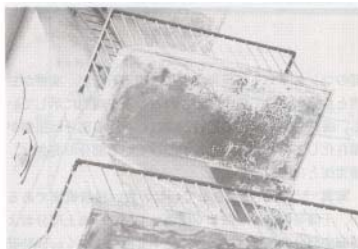


上:凍害を受けた場合の
右:工場製品の面状縁石に
おきた凍害の事例



2.劣化形態

2.1 ひび割れ



屋外の階段

写真-1

紋様ひび割れ:比較的広い面積に現れる亀甲状
Dひび割れ:継ぎ目や端部あるいはすでに存在するひび割れ
に沿って現れる

2.2 スケーリング

コンクリート表面のセメントペースト、モルタルのはく離から始まり、粗骨材間のモルタル、粗骨材のはく離へと進行する。



建物の屋上

写真-2



写真-4

ベンチ

2.3 骨材の露出



写真-6

擁壁



写真-7

道路の縁石

2.4 ポップアウト

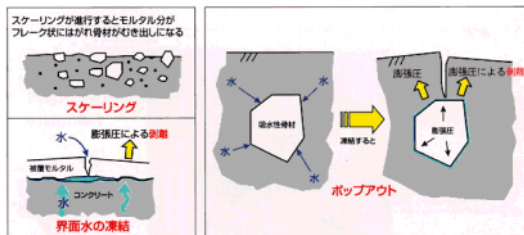


写真-8

コンクリート表面近くの強度の低い多孔質の骨材が破壊し、クレータ状のくぼみを生じさせる現象

3. 凍害劣化のメカニズム

凍害とは、コンクリート中の水分が凍結することに伴い、その体積膨張(水は凍結するとき9%ほど体積が増える)の圧力でコンクリートの組織が破壊され、ひび割れたり、表面が剥離したりして、全体の強度が劣化する現象



4. 凍害を発生させる要因

4.1 気象

- (1) 気温
気温が低いほど、劣化しやすい。
- (2) 日照
日当たりのよい南面のコンクリートが凍害を受けやすい。
- (3) 雪
融雪水による水分の供給が凍害を促進させる。

4.2 環境

- (1) 水分
飽和度が高いほど、凍害劣化しやすい。
- (2) 海水
淡水と海水では、海水の方が凍害劣化しやすい。
- (3) 融氷塩
融氷による水分の供給が凍害を促進させる。

5. 凍害の対策

5.1 配合

(1) 水セメント比

毛細管空けきを小さくする必要があり、その毛細管空けきは、水セメント比により支配されている。
水セメント比の小さいコンクリート

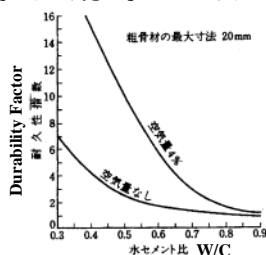


図-5 水セメント比が耐凍害性に及ぼす影響

(2) 空気量 空気量4%以下

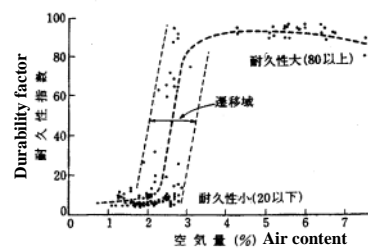


図-6 空気量が耐凍害性に及ぼす影響

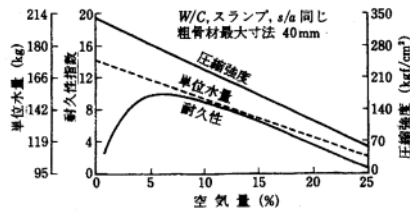


図-7 空気量が耐凍害性に及ぼす影響

空気量を入れすぎると、耐凍害性が損なわれるだけでなく、圧縮強度も低くなる。

5. 凍害の対策

5.2 材料

(1) セメント

寒中コンクリート：水和反応の速い早強性のセメントが有効
 硬化コンクリート：JIS適合セメントなら通常問題なし。
 :混合セメントは、凍害を受けやすい。
 強度28N/mm²以上ならスケーリングが抑制される。

(2) 骨材

細骨材がコンクリートの損傷の原因となることは少ない。
 ポップアウトの防止：吸水率の小さい骨材を使用する。
 :モルタルとの熱膨張係数の差が 5.5×10^{-6} を超える粗骨材は用いない。
 骨材の露出の防止：粗骨材とモルタルとの付着強度を増すために混合セメントよりポルトランドセメントを使用

(3) 混和剤

- ・良好な気泡組織を形成するAE剤の使用は有効
- ・減水剤や高性能減水剤は気泡組織を粗大にすることもあるので注意が必要。
- ・水中不分離性混和剤を用いたコンクリートは耐凍害性が劣る場合がある。高炉スラグ微粉末との併用が望ましい。

(4) 混和材

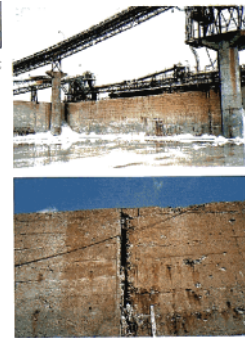
- ・フライアッシュ中の未燃カーボンがAE剤を吸着するので、AE剤の使用量が多くなる。空気量の管理が難しくなる。
- ・シリカヒュームもAE剤を吸着する。
- ・フライアッシュや高炉スラグ微粉末を使用する場合、強度レベルを少し高めに設定して配合設計するとよい。

【塩害 (Salt damage)】

1. 劣化事例

調査・劣化原因	融・塩害の作用 (塩分)
構造部・部位	工場の貯塩庫
構造物の立地条件	内陸部

工場の貯塩庫の壁が塩分の浸入により腐蝕劣化が生じた。



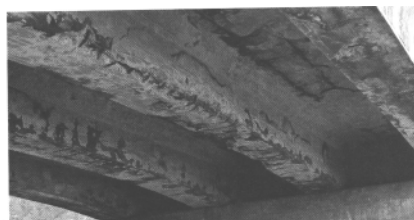
調査・劣化原因	塩害
構造部・部位	橋脚
構造物の立地条件	海岸

架橋脚の橋脚で、梁の腐蝕が顕著して膨張し、ひび割れが生じた。

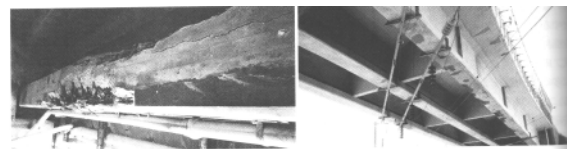


調査・劣化原因	塩害
構造部・部位	橋脚
構造物の立地条件	海岸

橋脚に塩化物が浸入し、梁鉄筋の腐蝕に陥って梁腐食によるひび割れ、ならびに、梁表面の剥離が生じた。

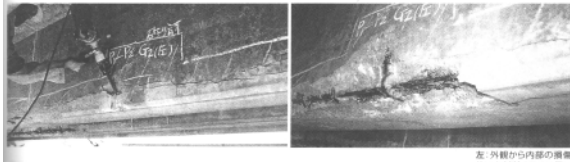


塩害で劣化した橋脚
 かぶりコンクリートが剥落し、鉄筋が露出している。



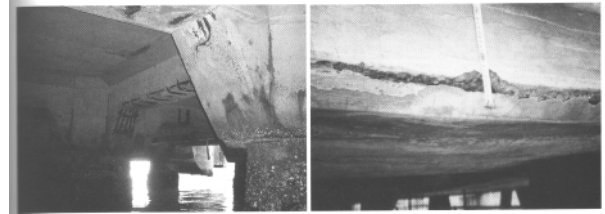
左：塩害で著しく劣化したコンクリート製の桁
 鉄筋が腐食し、耐荷性能も低下していると判定できる。

右：かぶりコンクリートの剥落が随所に見られるが、耐荷性能には影響がでない。



左: 比較的軽微なひび割れに見える箇所をはつっているところ
外観からは内部の損傷状況を判断するのは難しい。

右: 左の桁をはつた後の状況
鋼材の腐食がかなり進行している



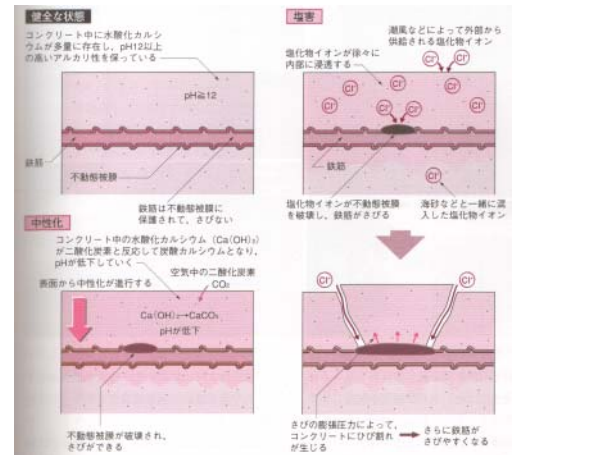
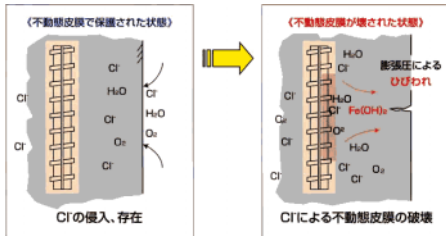
左: 鉄筋の腐食により、かぶりコンクリートが剥落している。

右: 腐食した鉄筋に沿って大きなひび割れが生じている。

2. 塩害劣化のメカニズム

塩害とは、
コンクリート中の鋼材の腐食が塩化物イオンの存在により促進される現象

鋼材の腐食により、鋼材に沿うひび割れを生じるとともに、著しい場合は、鋼材伸び能力の低下、鋼材断面減少による耐荷力の低下等につながる。



鋼材の腐食反応は、液相中で生じる

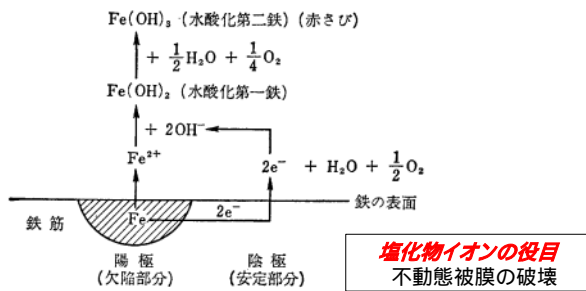
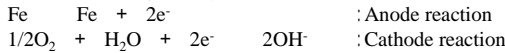


図 4.1 鉄筋の腐食反応機構

3. 鋼材腐食に与える影響

- 塩化物イオン
材料中に許容するCl⁻量
0.6 kg/m³前後
環境作用により浸透する場合
1.2 kg/m³程度
土木学会
0.3 kg/m³以下
- 環境条件
温度
湿度
乾燥・湿潤の程度
海水飛沫のかかり方、
海塩粒子の飛来量など

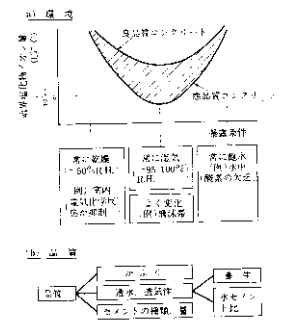


図 6 環境条件およびコンクリートの品質が塩化物イオン量に与える影響

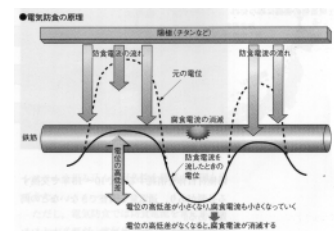
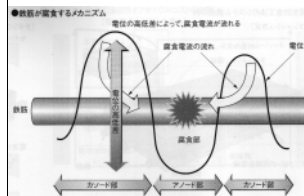
4. 塩害の対策

- 腐食性物質を除去する
- かぶりコンクリート中への腐食性物質の侵入・浸透を抑制する。
- 鋼材表面への腐食性物質の到達を抑制する。

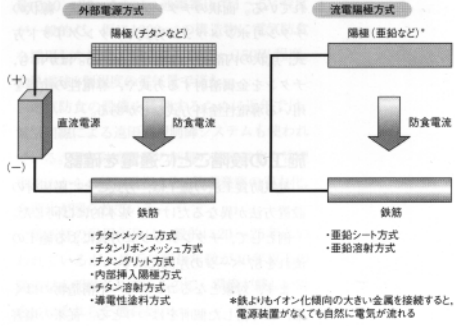


密実なコンクリート(W/Cを下げる, 混和材を使用)とし、かぶり(コンクリート表面から鉄筋表面までの距離)を十分大きくする

- 防食性の鋼材を使用する。
- コンクリート内部の鉄筋の電位を制御する。
- 防錆剤を使用する。



●電気防食工法の種類



●脱塩工法の概念図

