

(株) 姫野組 正会員 ○ 泓 龍志
 徳島大学工学部 正会員 上田 隆雄
 徳島大学工学部 フェロー 水口 裕之

1. はじめに

コンクリート構造物の劣化には、様々なものがある。劣化の原因となるものには、塩害、中性化、アルカリシリカ反応（ASR）などが知られているが、近年、それらの劣化が複合的に作用した複合劣化が注目されるようになってきた。本研究では、塩害、中性化、ASRを単独劣化と複合劣化に分けてコンクリート構造物に与える影響を調査検討するとともに、様々な補修工法から最適な工法を選定するための基本的な考え方を提案した。

2. 各種劣化メカニズムとその複合化

塩害、中性化およびASRによるコンクリート構造物の劣化に関して、それぞれの劣化要因と劣化現象をまとめると以下ようになる。

塩 害－劣化要因：塩化物イオン(Cl^-)、酸素、水分

劣化現象： Cl^- による不動態被膜の破壊による鋼材の腐食。鋼材の腐食によって発生する膨張圧によるコンクリートのひび割れ発生。

中性化－劣化要因：二酸化炭素(CO_2)、酸素、水分

劣化現象：コンクリートがアルカリ性を失うことにより、不動態被膜が破壊され鋼材が腐食する。鋼材の腐食によって発生する膨張圧によるコンクリートのひび割れ発生。

ASR－劣化要因：アルカリ、反応性骨材、水分

劣化現象：ASRにより生成した、アルカリシリカゲルの吸水膨張によるひび割れの発生。

以上のような劣化メカニズムが他の劣化メカニズムに与える影響として、考えられる要因をまとめると図1のようになる。ただし、実構造物において中性化とASRの複合劣化によって、鉄筋の腐食が問題となることは少ないと言われている。これは、ひび割れが鉄筋にまで達している場合でも、 Cl^- が含まれていないか、または微量の時には、高いアルカリ性を持つアルカリシリカゲルにより鉄筋表面が保護されていることによる。

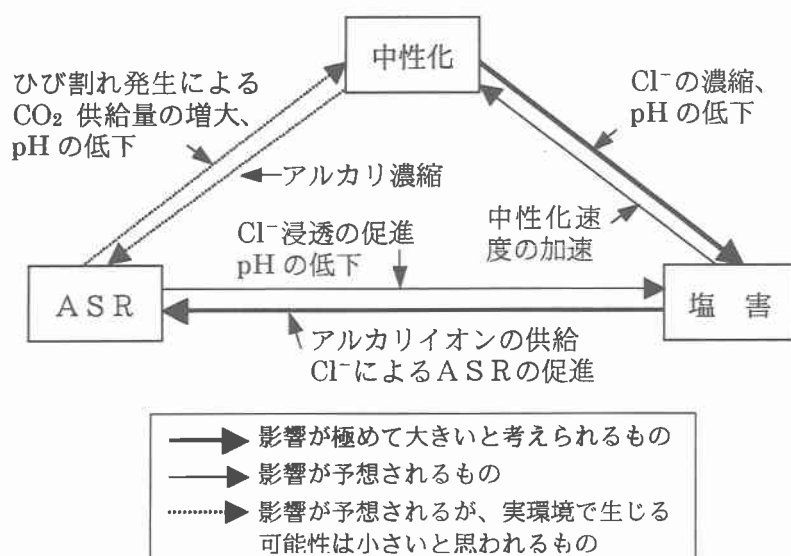


図 1 複合劣化のメカニズム

3. 各劣化に対する補修時の要求性能

種々の劣化メカニズムによって、劣化したコンクリート構造物に対して、効果的な補修を行うためには、構造物の劣化メカニズムおよび劣化状態を適確に把握するとともに、補修の目的を明確にしなければならない。図2は補修工法を目的によって分類し、主工法として最も有効であると考えられる時期を示した。

- ・塩害に対する補修方針

 - ①Cl⁻の浸入防止
 - ②Cl⁻の除去
 - ③鉄筋の不活性化(電気防食など)
 - ④酸素、水分の浸入抑制
- ・中性化に対する補修方針

 - ①CO₂の遮断
 - ②中性化部分の再アルカリ化
 - ③鉄筋の不活性化(電気防食など)
 - ④酸素、水分の浸入抑制
- ・ASRに対する補修方針

 - ①水分の浸入防止
 - ②コンクリート中の水分の逸散
 - ③アルカリの侵入防止

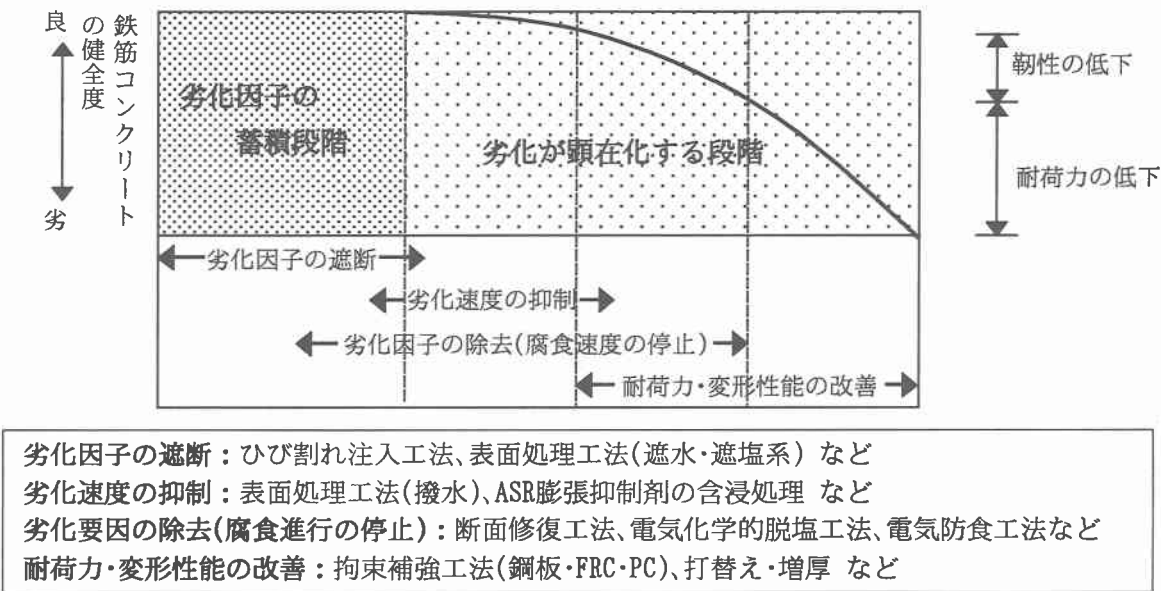


図2 劣化段階に対する補修方針と補修工法の割り付け

- 図2を参考に塩害、中性化、ASRの単独劣化に対する、補修工法選定の考え方をまとめると以下のようになる。
- 塩害対策

 - ・Cl⁻の蓄積段階では表面処理工法による遮塩を行う。
 - ・鉄筋腐食段階では断面補修工法、デサリネーションによりCl⁻の除去を行う。また、電気防食工法は腐食反応の停止に有効である
- 中性化対策

 - ・中性化が鉄筋にまで達していない場合は、表面処理工法によりCO₂を遮断する。
 - ・鉄筋腐食が初期の段階では、表面処理工法、再アルカリ化工法が有効である。
- ASR対策

 - ・残存膨張量が大きい段階では、表面処理工法による遮水、撥水が有効である。
 - ・表面処理による効果が期待できない場合には、拘束工法により膨張を抑制する。

4. 複合劣化時の補修工法選定の考え方

- 図1を参考に複合劣化に対する補修工法選定の考え方をまとめると以下のようになる。
- 塩害と中性化の複合劣化：中性化による、Cl⁻の濃縮に対応するため、早期での電気防食工法の適用が有効である。また、脱塩と再アルカリ化が同時に行えるため、デサリネーションなどの電気化学的工法も有効であると考えられる。
- 塩害とASRの複合劣化：劣化の初期段階では、表面処理工法とひび割れ注入工法による補修が有効となる。また、塩害による劣化が深刻であり、ASRの残存膨張量が大きい場合に、電気化学的な工法を用いると、アルカリの集積によりASRの膨張を促進させる可能性があるため、注意が必要である。