

## 1 はじめに

前回までにコンクリートの塩害、中性化およびASRの劣化事例やメカニズムについて紹介しました。それらの劣化に関する知識を踏まえて、今回からは土木技術者が知っておくべき「コンクリート補修の考え方」について解説します。構造物の維持管理区分には予防保全と事後保全がありますが、今回は予防保全に着目します。

## 2 予防保全の定義

土木学会のコンクリート標準示方書[維持管理編]では、予防維持管理という用語を用い、『劣化が発生あるいは進行しないように予防的な適切な対策を講じ、構造物の維持管理を行う方法』と記されています。予防保全とは、構造物に変状が生じる前段階から詳細調査やモニタリング、劣化進行予測を行い、必要に応じて何らかの補修行為を施すという積極的な維持管理手法であると言えます。

## 3 塩害、中性化に対する予防保全

塩害または中性化において、まだ変状が生じていない段階を示す劣化過程は潜伏期と進展期です(表-1参照)。潜伏期は、塩化物イオンの浸透または中性化領域の進行の兆しがあるものの、その程度は腐食発生限界に達していません。潜伏期と判定される試験結果の例を図-1に示し

ます。塩害であれば鉄筋位置の塩化物イオン量が腐食発生限界に達しておらず、中性化であれば中性化残りが限界値(例えば10mm)以上ある状況です。いずれも現時点で鉄筋が腐食する理由はありません。この段階で今後の塩化物イオンまたは二酸化炭素の侵入を阻止すれば将来的に塩害や中性化による鉄筋腐食が生じることはありませんので、潜伏期における対策工への要求性能は『劣化因子の侵入抑制』となります。この要求性能を満たす工法として表面含浸工法(写真-1)が挙げられます。表面含浸工法は施工後の外観を変えずモニタリング性に優れますので予防保全としての適用性が高いと言えます。また、塩化物イオンの拡散予測または中性化進行予測の結果次第では腐食発生限界濃度を超えるまでに十分な余裕がある場合も想定されますので、その場合はすぐに対策工を施さず、しばらく経過観察を行うという選択も考えられます。

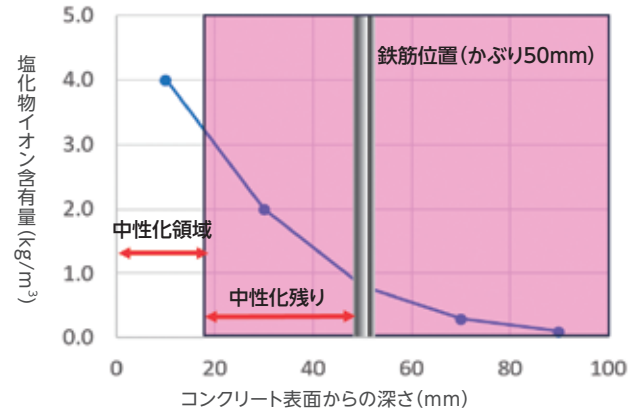


図-1 潜伏期と判定される試験結果の例

劣化過程	劣化の状態
潜伏期	外観上の変化なし、腐食発生塩化物イオン濃度以下
進展期	外観上の変状なし、腐食発生塩化物イオン濃度以上、腐食が開始
加速期前期	腐食ひび割れや浮きが発生、さび汁が見られる
加速期後期	ひび割れが多数発生、ひび割れの進展に伴うかぶりコンクリートの部分的な剥離・剥落、鋼材の著しい断面減少は見られない
劣化期	ひび割れの進展に伴う大規模な剥離・剥落が見られる、鋼材の著しい断面減少がみられる、変位・たわみ

表-1 塩害の劣化過程と劣化状況



写真-1 表面含浸工法の施工状況

一方、塩害または中性化の進展期は、鉄筋位置における塩化物イオン量が腐食発生限界を超えた状態または中性化残りが限界値（例えば10mm）未満となった状態を指します。進展期と判定される試験結果の例を図-2に示します。既に不動態皮膜は破壊され、鉄筋腐食が開始している可能性があるものの、まだひび割れなどの変状は生じておらず、外観には何ら変状が見られないという状況です。既に鉄筋腐食を生じる条件が揃っているため、進展期における対策工への要求性能は、『劣化因子の侵入抑制』に加え、以後の『鉄筋腐食の進行抑制』も考慮すべきです。ここで言う劣化因子とは、塩化物イオンや二酸化炭素だけでなく、水分、酸素も指します。進展期の予防保全としても表面含浸工法が多用されますが、劣化因子の侵入抑制を目的とした一般的な表面含浸工法よりも、鉄筋腐食抑制効果を併せ持つ表面含浸工法のほうがより適用性が高いと言えます。例として、亜硝酸リチウム併用型表面含浸工法（図-3）が挙げられます。この工法については第6回で紹介する予定です。

塩害または中性化の予防保全のポイントは、潜伏期と進展期のいずれもまだ変状が生じておらず、外観で判別する

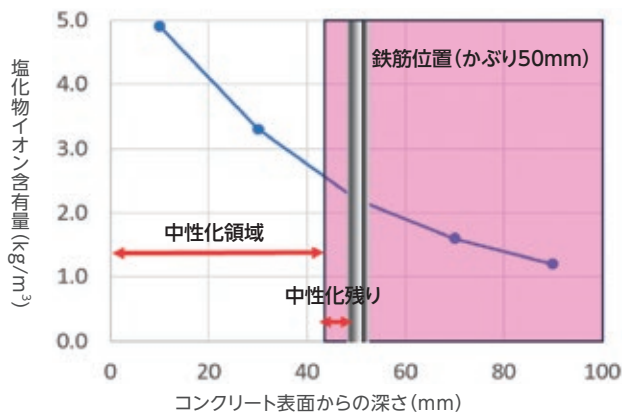


図-2 進展期と判定される試験結果の例

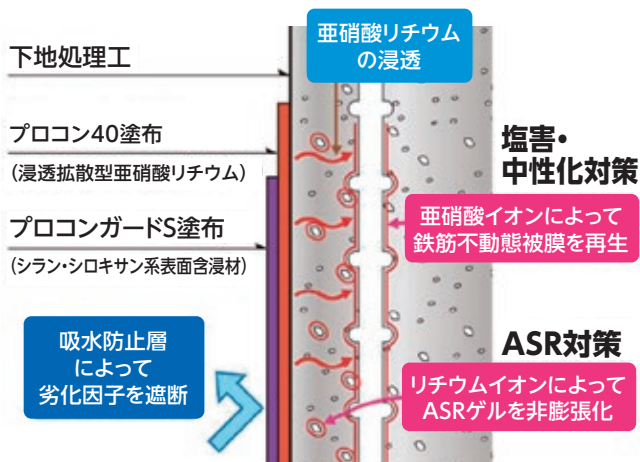


図-3 亜硝酸リチウム併用型表面含浸工

ことができないということです。しかし、潜伏期と進展期とでは対策工の要求性能が異なりますので、塩化物イオン含有量や中性化深さなど適切な調査を行って劣化過程を明確にしたうえで対策方針を決定することが重要となります。

#### 4 ASRに対する予防保全

ASRにおいて、まだ変状が生じていない劣化過程は潜伏期のみです（表-2参照）。ASRの潜伏期はアルカリシリカゲルの生成過程と位置付けられており、ASRそのものは進行するものの、膨張やそれに伴うひび割れなどの変状はまだ見られません。この段階で水分の浸透を阻止することができれば、将来的なアルカリシリカゲルの吸水膨張反応とそれに起因するひび割れが生じる可能性を低減することができます。よって、潜伏期における対策工の要求性能は『劣化因子の侵入抑制』となり、主として表面含浸工法が適用されます。

ASRの予防保全のポイントは、劣化因子である水分をいかに遮断するか、という点です。そのために、表面含浸工に加えて橋面防水工、排水施設、伸縮継手、水切りなどあらゆる部位に対して水分侵入を抑制するための対処を検討することが重要となります。

劣化過程	劣化の状態
潜伏期	ASR膨張に伴うひび割れがまだ発生せず、外観上の変状なし
進展期	水分とアルカリの供給下において膨張が継続的に進行し、軽微なひび割れが発生。変色、アルカリシリカゲルの滲出。
加速期	ASRによるひび割れが進展し、ひび割れの幅および密度、範囲が増大。鋼材腐食によるさび汁が見られる場合もある。
劣化期	ひび割れの幅および密度がさらに増大し、段差、ずれが発生。鋼材腐食が進行し、さび汁が見られる。鋼材の破断が見られる場合もある。変位・変形が大きくなる。

表-2 ASRの劣化過程と劣化状況

#### 次回予告

今回は、  
「コンクリート補修の考え方(その2)  
～事後保全編～」を予定しています。