

塩害環境におけるアルカリ骨材反応の長期進行性を考慮した補修方法の確立 コンクリート構造物の補修費のコストダウン

Establishment of Repair Method considering the Long-Term Progress of an Alkali-Silica Reaction in the Environment damaged by Salt
Reduction of the Costs for Repairing Concrete Structures

(電力技術研究所 土木建築G 構築T)

当社管内の一部地域には、アルカリ骨材反応という特殊な劣化要因により、ひび割れを生じているコンクリート構造物がある。本研究では、塩害環境におけるアルカリ骨材反応の長期進行性を解明し、進行度に応じた補修方法を確立した。これにより、従来用いていた補修材より耐候性の高いものを適用可能になり、今後20年間で補修費を約50%コストダウンできる見通しが得られた。

(Construction Team, Civil and Architectural Group, Electric Power Research and Development Center)

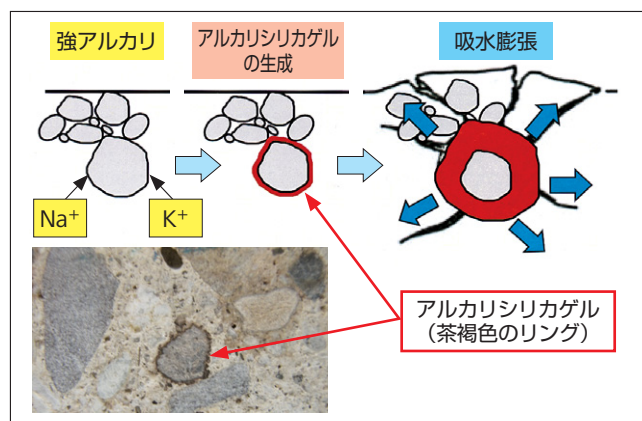
There are some concrete structures cracked due to particular factors of deterioration called an alkali-silica reaction in some service area of ours. In this study, we clarified the long-term progress of an alkali-silica reaction in the environment damaged by salt and established the repairing method according to the stage of deterioration progress. Through this study, the application of repair materials that are more weather resistant than conventional materials has become possible, and we expect possibility to reduce repair costs by approximately 50% in the next 20 years.

1 研究の背景と目的

アルカリ骨材反応(以下、ASRという)によるコンクリートの劣化は、コンクリートの骨材中に含まれる反応性シリカが、コンクリート中の強アルカリ性水溶液と反応して、生成されたアルカリシリカゲルが吸水膨張し、コンクリート表面にひび割れを生じさせることにより発生する(第1図)。この劣化は、反応性骨材を使用している地域において、反応性骨材に関する規制の行われ始めた1985年頃以前に建設されたコンクリート構造物に発生する可能性が高い。

当社においても、これまでに一部地域の構造物でASRによる劣化の発生を確認しており、その都度補修を実施してきた。しかし、沿岸部において、再補修を繰り返す鉄塔用コンクリート基礎がある。これは海水によるASRの促進作用を受ける環境において、劣化の長期進行性が予想を上回っていたためと考えられる。補修方法の選定においては、ASRの今後の進行性の把握が非常に重要となる。

そこで本研究では、海水の影響を受ける環境におけるASRによる劣化の今後の進行性を明確にし、適切な補修方法を確立することで、補修費をコストダウンすることを目的とした。



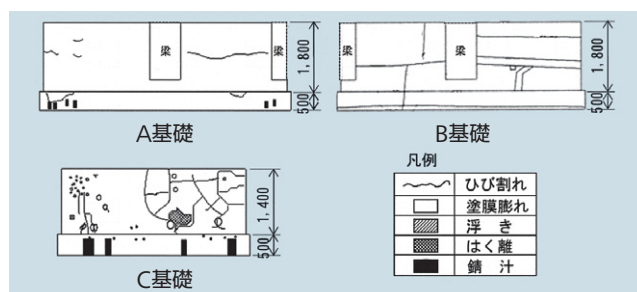
2 研究の概要

(1) 調査対象基礎

調査対象基礎は、建設後約30年以上経過し、過去に補修を繰り返した鉄塔用コンクリート基礎を対象に、ASRによる劣化発生数の多い三河湾沿岸より3箇所(A、B基礎は三河湾東岸(建設後29、30年経過)、C基礎は三河湾西岸(建設後37年経過))を選定した。

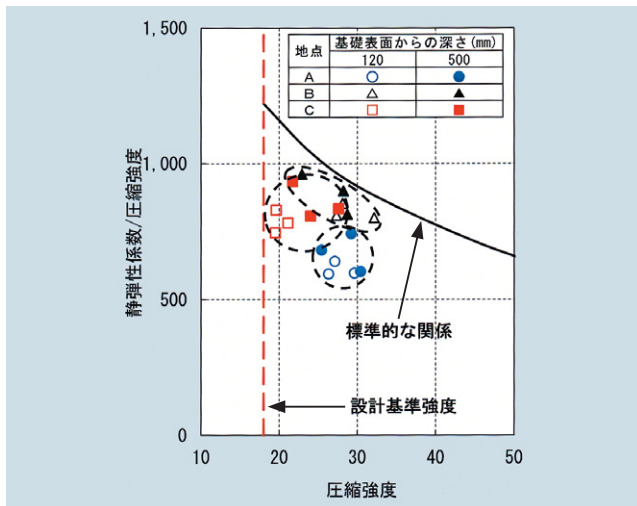
(2) 基礎より採取したコンクリートコアの目視調査

第2図に各基礎における表面の劣化状況の例を示す。ひび割れ形状として、A、B基礎では断面補修箇所付近に発生した水平、鉛直方向のひび割れが、C基礎では亀甲状のひび割れが顕著であった。ひび割れ幅はA～C基礎それぞれにおいて、0.25mm以下、1mm以下、0.45～5mmであった。現場採取したコンクリートコアの表面観察より、A、C基礎のコアの表面には、骨材周辺に白色のゲル状物質が析出し、さらに微細ひび割れが生じていた。B基礎のコアには、顕著な白色のゲル状物質はなかったものの、微細なひび割れが生じていた。



(3) 载荷試験による劣化調査

設計基準強度に対し、現状の圧縮強度の状態を把握するため、また、ASRによる劣化の程度は圧縮強度よりも静弾性係数に顕著に現れることから、圧縮強度と静弾性係数の関係を把握するため、载荷試験を実施した。供試体は、現場採取したコアより切り出して作製した。

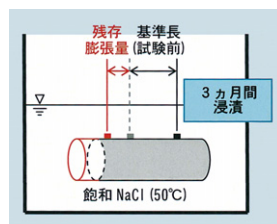


第3図 静弾性係数/圧縮強度と圧縮強度の関係

第3図に静弾性係数の圧縮強度に対する比と圧縮強度の関係を示す。図中の曲線は、標準的なコンクリートの静弾性係数と圧縮強度の関係より求めたものである。全ての基礎において、ひび割れの無い部分の圧縮強度は、設計基準強度 18N/mm^2 を上回っており、強度上の問題がないことがわかった。基礎ごとのASRによる劣化程度を、静弾性係数の圧縮強度に対する比の標準値(図中の曲線部)からの低下程度で比較する。劣化の程度は、A、C基礎において大きく低下しており、B基礎は比較的小さいことがわかった。劣化の進行程度の大きいA、C基礎において、表面からの深さ120mm付近の圧縮強度が深さ500mmに比べ低くなっている。ASRによるひび割れは、コンクリート基礎内部の応力バランスにより、表面から内部の鉄筋位置付近までの範囲に入りやすい傾向にあることが一般的に知られており、このことが表面側の劣化の程度が大きいことに現れていると考えられる。

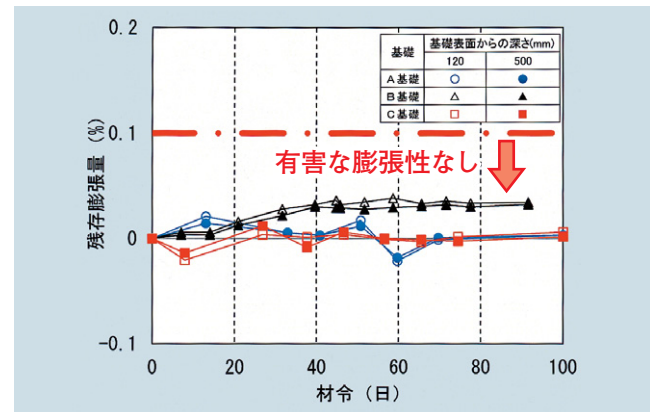
(4) ASRの進行性

ASRの今後の進行性を評価するため、現場採取したA～C基礎のコアを用いた促進養生試験を実施した。試験方法は、一般的に用いられるJCI-DD2法ではなく、海水からのNaClの供給を考慮できる方法を調査した結果、デンマーク法(第4図)を採用した。



第4図 デンマーク法

残存膨張量と試験材令の関係を示す。材令90～100日での残存膨張量は、A、C基礎がほぼ0%、B基礎は0.04%程度であり、表面側(白抜きマーク)と内部側(塗りつぶしマーク)の違いはほとんどなかった。残存膨張量はいずれの基礎も0.1%未満であることから、従来用いられている判定基準に基づき、「有害な膨張性なし」と判断された。したがって、海水による促進作用を受ける環境において、少なくとも建設後30年経過していれば、ASRは、ほぼ収束した状態にあることがわかった。

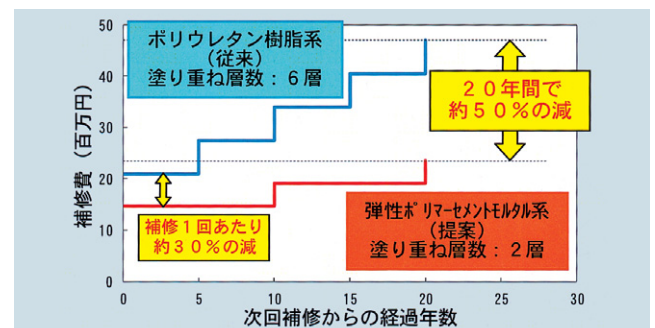


第5図 残存膨張量と材令の関係

3 研究の成果

全ての基礎において、圧縮強度は設計基準強度以上あることから、ひび割れ部分に樹脂等を注入し一体化すればコンクリートの打替や補修をする必要はなく、表面被覆による補修で劣化の進行を抑制し、使用に耐え得る性能を維持することが可能である。また、ASRは、全ての基礎で30年経過すれば収束していることが判明したことから、従来用いてきたひび割れ追従性の高い補修材に代えて、ひび割れ追従性は低いものの、より耐候性の高い補修材を用いることができることがわかった。

弾性ポリマーセメントモルタル系材料を用いた提案工法と、ポリウレタン樹脂系材料を用いた従来工法の補修費を比較した例を第6図に示す。初回補修では、ひび割れ注入や断面補修した上で、表面被覆する全体補修を実施し、その後、従来工法は5年毎、提案工法では10年毎に表面被覆のみ補修する考え方にて算出した。提案工法により補修費は、1回あたり約30%のコストダウンが図れ、かつ、長期的に耐候性が向上するため補修間隔が長くなることから、今後20年間で補修費を約50%コストダウンできる見通しが得られた。



第6図 従来工法と提案工法の補修費の比較の例

4 今後の展開

補修費のコストダウンを図るため、得られた知見をASRによるコンクリートの劣化が発生している基礎の補修方法に反映していく。



執筆／三輪 寛