

鉄筋腐食による劣化を考慮した補修後の最小かぶり

大成建設（株）技術研究所 正会員 武田 均
同 上 正会員 丸屋 剛

1. はじめに

塩化物イオンによる鉄筋の腐食によって劣化した既設構造物の補修において、補修方法を決定したり、例えば補修後のかぶりの設定など補修時に補修仕様を決定する必要が生じる。補修後の構造物の耐久性確保の観点から、適当な供用期間を設定しこの供用期間中に構造物が再劣化しないように配慮する必要がある。新設の構造物の場合には、現在のところ各機関の規準にしたがって、かぶりを設定することができる。しかし、補修後のかぶりについての規定はなく、施工当時の規準にしたがって施工された構造物では、現在の規準に照らして十分なかぶりが確保できていない場合も考えられる。このような場合には、構造物の将来の健全性を確保することを保証できるようなかぶりを設定することが重要となる。

2. 実構造物における鉄筋の腐食挙動

平成11年度制定の土木学会コンクリート標準示方書施工編¹⁾においても明確に記述されているように、塩化物イオンの影響を受ける環境下では、中性化が鉄筋位置にまで及ぶ前に鉄筋の腐食が発生し進行する場合があります。中性化残りを考慮する必要がある。著者らは、実構造物の調査データに基づいた検討を行なった結果、コンクリートの中性化の進行は、構造物のコンクリートの品質や構造物の供用される環境の影響を受けると考えられることから、中性化深さをコンクリートの品質や構造物のおかれる環境をモニタリングするセンサと位置づけている^{2), 3)}。同様に、塩分環境下における実構造物の鉄筋の腐食要因を定量的に整理した結果、中性化残りは鉄筋位置の塩化物イオン濃度の多少により変化し、塩化物イオン濃度が高いと中性化残りは小さくなる傾向があった³⁾。腐食要因として考慮している中性化深さは、鉄筋位置のpHの指標のみでなく、鉄筋の腐食反応に必要な酸素の供給に関連したコンクリート中のガス状物質の透過性の指標とも考えることができる⁴⁾。

3. 補修の効果

補修の効果を以下のように整理する。

[表面被覆]: 表面からの腐食関連物質の浸入を抑制する効果

[断面修復]: 表面からの腐食関連物質の浸入を抑制する効果、腐食関連物質のイニシャル値を下げる効果

表面被覆を行なう場合には、表面からの物質の浸入は抑制されるが、それまでに蓄積された塩化物イオンはそのまま残り、内部の濃度勾配を駆動力として移動することになる。したがって、表面被覆のみを行なっても、すでにコンクリート中に浸入している塩化物イオンは、より濃度の低い内部へ移動し、鉄筋周辺の塩化物イオン濃度が、時間と共に高くなる可能性がある。また、表面被覆が健全であれば、中性化の進行が抑制されたり、鉄筋位置での酸素の供給量が少なくなる効果も期待できる。断面修復を行なう場合には、かぶりコンクリートの品質は、一般に新設時と同等以上の品質となり、コンクリート中の腐食因子の量が低減されるだけでなく、かぶりコンクリート中の物質移動も抑制される。

4. 補修後の最小かぶり

図-1は、実構造物の調査データをニューラルネットワークにより整理して求めた予測手法の出力であり³⁾、

キーワード : コンクリート, かぶり, 塩化物イオン, 補修, 表面被覆, 腐食, 予測手法

連絡先 : 横浜市戸塚区名瀬町344-1・電話; 045-814-7228・FAX; 045-814-7253

中性化深さをゼロとした場合の、かぶりと鉄筋位置塩化物イオン濃度との関係における腐食度の分布である。腐食度 2 のコンターは、塩化物イオン濃度が大きい程、より深いかぶりの鉄筋まで腐食することを表している。また、腐食度 3 のコン

表-1 予測手法による腐食度の予測値とコンクリート表面の状態

予測手法の腐食度	鋼材の腐食状態	コンクリート表面の状態
1~2	腐食なし、薄い緻密なさびがある。	ひび割れなし
2~3	部分的かつ表面的な腐食がみられる。	ひび割れなし
	全体的かつ表面的な腐食が見られる。浅い孔食がみられる。	ひび割れなし、かぶりが極端に小さければひび割れあり
3~4	全体的な腐食がみられ、異形鉄筋のリブが判別できない部分もある。断面欠損を伴う全体的な腐食がみられる。	腐食によるひび割れの発生が激しい(剥離している部分もある)

ターは中性化がほとんど進まないような条件下であっても、かぶりが30mm以下の場合には、塩化物イオン濃度が大きくなれば、激しい腐食が発生する可能性があることを示している。これは、かぶりが小さい場合には、中性化が進行しないような条件であっても、鉄筋位置に激しい腐食が発生するのに十分な量の酸素が供給されるためと考えられる。

表面被覆により酸素の供給が抑制されることを期待すれば、30mmよりも小さなかぶりであっても激しい腐食には至らないとも考えられるが、被覆層の局所的な欠陥や長期的な変質などについては十分に明らかでないので、表面被覆の効果としては、少なくとも中性化が進まない条件と同等であるとみなすのが安全側であると考えられる。被覆層の健全性が保持されることを前提として、以下のように補修後の最小かぶりを考えることができる。

- ・表-1に示したように、予想される腐食度が2~3の範囲では、かぶりがある程度大きければ、鉄筋が腐食しても構造物表面に腐食を促進するようなひび割れや浮きなどの劣化が現れないと考えられることから、腐食度3を越えないことを構造物の健全性の目安とする。
- ・腐食度が3を越えないことを構造物の健全性の目安とすれば、図-1に示した中性化しない条件の場合と同様にかぶりは少なくとも30mm以上必要である。
- ・断面修復を行なう場合には、断面修復材料の品質にもよるが、高品質の材料を使用した場合には、図-1における腐食度1~2の範囲で管理することも可能である。この場合には、新設構造物の場合と同様に、将来の塩化物イオン濃度、中性化深さなどを予測して補修仕様を決定することができる。

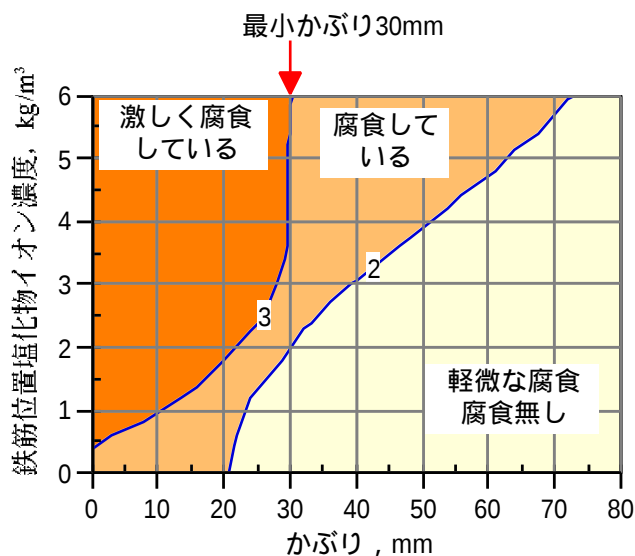


図-1 中性化深さがゼロのときのかぶりと鉄筋位置塩化物イオン濃度の関係における腐食度の分布

[参考文献]

- 1) 土木学会編：H11 年度制定，コンクリート標準示方書 耐久性照査型 [施工編]，土木学会，1999.
- 2) 丸屋 剛，武田 均，松岡康訓：コンクリート中の鉄筋の腐食進行予測に関する一考察，土木学会第 49 回年次学術講演概要集，pp.554~555，1994.
- 3) 武田 均，丸屋 剛：ニューラルネットワークを用いたコンクリート構造物中の鉄筋の腐食進行予測，コンクリート工学論文集，Vol.9，No.1，1998.
- 4) Hsu, K.L., Takeda, H. and Maruya, T.: Numerical Simulation on Migration of Oxygen and Carbon dioxide in Concrete, コンクリート工学年次論文報告集，V-21，No.2，pp.1009-1014，1999.