

V-277

コンクリート中の鉄筋の腐食進行予測に関する一考察

大成建設（株） 正会員 丸屋 剛

大成建設（株） 正会員 武田 均

大成建設（株） 正会員 松岡康訓

1. まえがき

コンクリート中の鉄筋の腐食因子は水や酸素および塩化物イオンに代表されるが、コンクリート中の移動に関して、水や塩化物イオンと比較して酸素については実構造物に適用可能な解析手法は確立されていないのが現状である。本報告は、酸素の移動の評価として中性化深さを指標とする新しい考え方を提案し、塩化物イオンとの複合条件下における鉄筋の腐食進行予測に関して一つの考察を行ったものである。

2. かぶりと塩化物量が鉄筋の腐食度へ及ぼす影響

図-1は供用年数約15年でマクロ的环境条件は同一である8箇所の実構造物について調査した、かぶりと鉄筋位置の全塩化物量の関係を示したものである。ここでは、鉄筋の腐食度別に6分類し、A-1,A-2,B-1を腐食あり、B-2,C,Dを腐食なしと設定し区別して示した。

図-1から明らかなように、かぶりが約80mm以上ではすべてが腐食なしであり、80mm以下では同一のかぶりでも腐食ありと腐食なしが混在している。さらに、同一のかぶりで全塩化物量が多いにもかかわらず腐食なしの点も見られる。W/Cが55%では全塩化物量が 1.5kg/m^3 で鉄筋の腐食が激しくなるという報告があり¹⁾、図-1中の点はほとんどがその値を超えていることから、酸素の供給さえあれば鉄筋は腐食すると考えられる。したがって、図-1中の全塩化物量が 1.5kg/m^3 を大きく上回りかつ腐食なしの点には、酸素の供給量の影響が現れていると推察され、鉄筋位置の全塩化物量とかぶりのみからは鉄筋の腐食状態を予測することができないと考えられる。

3. 中性化残りと塩化物量が鉄筋の腐食度へ及ぼす影響

図-2は図-1と同じ実構造物について調査した中性化残りと鉄筋位置の全塩化物量の関係を示したものであり、鉄筋の腐食度は図-1と同様とした。コンクリート内部に塩化物を含む場合、中性化残りが20mm以下で孔食による腐食が顕著で60mm以下までは腐食が見られるという報告もあり²⁾、本報告の結果とほぼ一致している。

4. かぶりと中性化深さが鉄筋の腐食度へ及ぼす影響

図-3は10箇所の実構造物（図-1,2の8箇所を含む）について調査したかぶりと中性化深さの関係を示したものであり、鉄筋の腐食度は図-1と同様とした。中性化深さはコンクリートの品質のうち水セメント比に大きく影響され、水セメント比は酸素の移動速度に影響を及ぼすこと

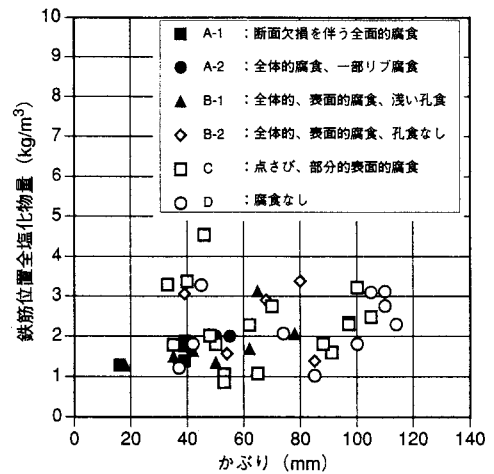


図-1 鉄筋位置における塩化物量と腐食度

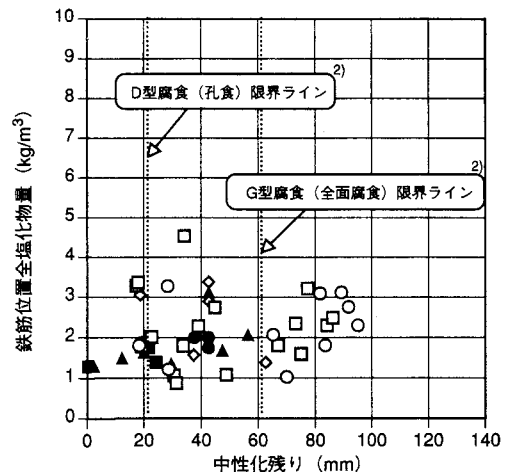


図-2 鉄筋周辺のコンクリートの中性化残りと腐食度

から³⁾、中性化深さが大きいほど酸素もコンクリート中を移動しやすいと考えられる。したがって、同一かぶり、同一全塩化物量では中性化深さの大きい方が鉄筋は腐食しやすいこととなる。図-3中に示した実線はこのような観点から腐食あり(腐食の点はすべてこの領域にあるが非腐食の点も含む)と腐食なし(腐食の点は含まない)の境界を示したものであり、実線の上部が腐食あり、下部が腐食なしの領域である。なお、図中の実線を式(1)として定式化すると、横軸上の切片20mmは鉄筋の腐食が激しくなる中性化残りと一致する。

$$\text{中性化深さ(mm)} = 0.33 \times \text{かぶり(mm)} - 6.6 \quad (1)$$

5. コンクリート中の鉄筋の腐食進行予測に関する考察

図-4はかぶりと中性化深さの関係において、鉄筋の腐食進行予測に関する考え方を示した概念図である。図-4中の実線は図-3中の実線に相当し、白印は供用期間T年の現在における点、黒印は供用期間T+ΔT年の将来における点を示している。現在腐食なしの領域にあって将来中性化の進行で実線を超え腐食ありの領域に入ると腐食状態になると仮定すれば、現在の供用年数T年と中性化深さDmmから中性化速度係数を算出し、これを用いて中性化深さが図中の実線より上の領域、つまり中性化深さがD+ΔDmmとなる供用期間T+ΔT年を求めることにより、鉄筋が腐食状態になる年数ΔTが予測できる。

ここまでは塩化物量が一定である条件で考察を行ってきたが、実際には外部からの浸入により塩化物量が経時的に増加する構造物が多いため、このことを考慮して腐食進行予測を行う必要がある。図-5はかぶり、中性化深さおよび全塩化物量の関係において、鉄筋の腐食進行予測に関する考え方を示した概念図である。図-5中の平面の左部が腐食あり、右部が腐食なしの領域である。この図は、全塩化物量が0ならば鉄筋の腐食は中性化深さすなわち酸素の透過性だけに影響され、全塩化物量がある値(C₀)以上では中性化深さの影響をさらに敏感に受けることを示しており、全塩化物量がC₀以下では中性化深さおよび全塩化物量の影響を複合して受けることを示している。現在腐食なしの領域にあって、将来中性化の

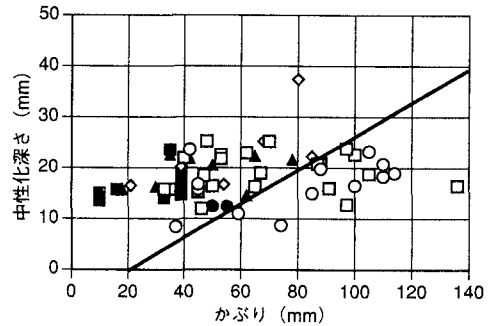


図-3 鉄筋周辺のコンクリートの中性化深さと腐食度

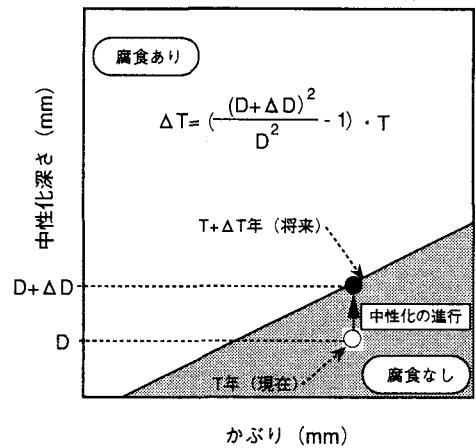


図-4 鉄筋の腐食進行予測概念図 (1)

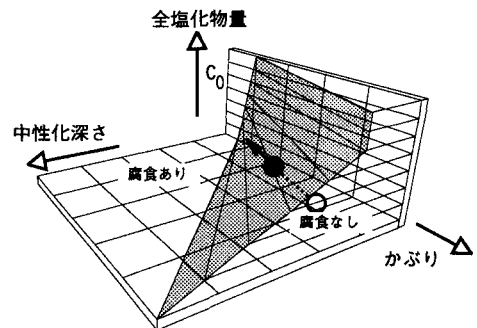


図-5 鉄筋の腐食進行予測概念図 (2)

進行および全塩化物量の増加で腐食ありの領域に入ると腐食状態になると仮定すれば、中性化の進行は図-4と同様にして、全塩化物量の増加は既往の解析手法を用いることによりΔTを予測できると考えられる。

参考文献 1) (財)土木研究センター：コンクリートの耐久性向上技術の開発，平成元年5月。

2) 岸谷孝一・桎野紀元：コンクリート中の鉄筋の腐食に関する研究-その1-，日本建築学会論文報告集，No.283，pp.11-16，1979.9。

3) 小林一輔・出頭圭三：各種セメント系材料の酸素の拡散性状に関する研究，コンクリート工学，Vol.24，No.12，pp.91-106，1986.12。