

曲げひび割れの鉄筋腐食への影響

維持管理工学研究室 角田 健悟

1. 研究背景と目的

一般に鉄筋コンクリート構造物にはひび割れの発生が許容されており、ひび割れは塩化物イオンや水、酸素などの腐食因子の浸透を容易にし、鉄筋腐食や構造性能の低下に大きな影響を与える。

既往の研究には、ひび割れ幅と鉄筋腐食には明確な関係があるとする研究と長期的には両者に明確な関係はないとする研究があり、ひび割れがコンクリート構造物に与える影響について統一的な見解は得られていない¹⁾。

そこで本研究では、ひび割れによる腐食因子の浸透がどの程度鉄筋腐食や腐食分布に影響するかを検討するため、水セメント比、かぶり、ひび割れ幅、劣化促進期間をパラメータとした劣化促進を行った。これにより曲げひび割れが鉄筋腐食に与える影響を実験的に検討することを目的とする。

2. 実験概要

2.1 供試体の形状

供試体は、長さ 480mm の鉄筋 (SD295,D10) を 1 本有する 100mm×100mm×500mm の角柱(図-1)である。供試体は打設後室温 20 度に設定された養生室内で 4 週間十分に水分を含んだ布で被覆することにより湿布養生を行った。また、実験パラメータを表-1 に示す。

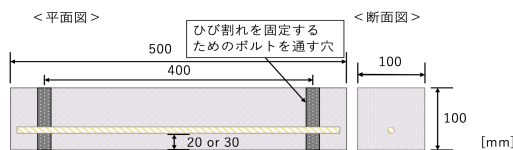


図-1 供試体概要

表-1 実験パラメータ

要因	水準
水セメント比 (%)	40, 55
かぶり (mm)	20, 30
ひび割れ幅 (mm)	0, 0.2, 0.4
劣化促進期間 (月)	1, 3

2.2 劣化促進

養生期間終了後、所定の幅の曲げひび割れを

導入した上で、供試体中央部に塩ビ板の貯水槽を設置し、劣化促進室にて NaCl 3%溶液を用いて乾湿繰返しを実施した。乾湿繰返しについては、促進室を開放した状態で NaCl 溶液を 2 日間室温で貯留させ、NaCl 溶液を抜いたのちに促進室を閉鎖した状態で 5 日間高温 (45~50℃) 乾燥させる。これを 1 サイクルとし、1 ヶ月または 3 ヶ月の劣化促進を行う。

3. 結果と考察

3.1 硝酸銀噴霧による塩分の分布評価

図-2および図-3に塩化物イオンの最大浸透深さおよび鉄筋位置での供試体軸方向の浸透距離を示す。最大浸透深さに関しては、塩化物イオンはひび割れの存在によりコンクリート内部に容易に浸透する傾向にあったが、ひび割れ幅の大小と塩化物イオン量には明確な関係は見られなかった。供試体軸方向の浸透距離に関しては、浸透距離の増加する割合はひび割れ幅が大きい方が大きくなる結果となった。これは導入する曲げひび割れの幅が大きい供試体ほど付着破壊する領域が大きくなったためだと推察される。

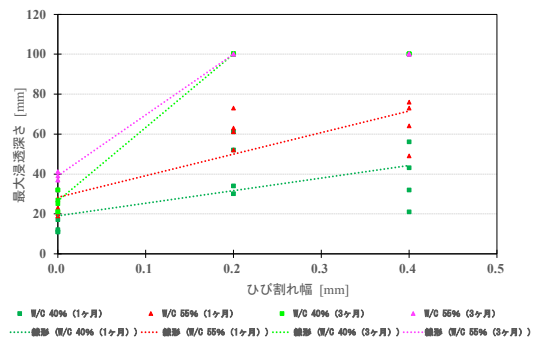


図-2 最大浸透深さ

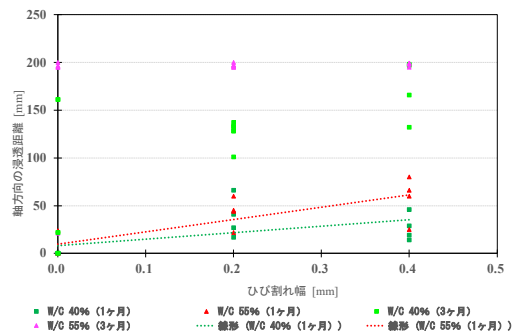


図-3 供試体軸方向の浸透距離

3.2 蛍光 X 線分析による塩分の分布評価

図-4 に各供試体の劣化促進を行った後の蛍光 X 線分析の結果から算出した塩化物イオンの見かけの拡散係数を示す。図-4 に示している近似曲線の傾きには同じ劣化促進期間であれば、水セメント比の影響は小さかった。また、ひび割れ幅が大きくなるに伴い、見かけの拡散係数も大きくなっていることを踏まえれば、見かけの拡散係数には本実験のパラメータの中ではひび割れ幅が最も影響していると推察される。

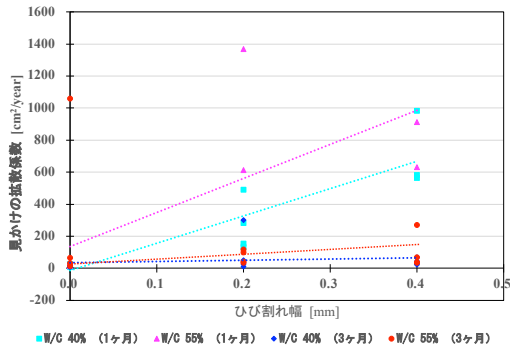


図-4 ひび割れ幅と見かけの拡散係数

3.3 腐食面積率と質量減少率

図-5 に腐食面積率、図-6 に質量減少率の結果を示す。全般に劣化促進期間が 1 ヶ月ではかぶりの影響は小さいが、3 ヶ月になると腐食面積率および質量減少率のどちらにもかぶりの明確な影響が確認された。また、ひび割れがある供試体とない供試体で大きな差が基本的に確認できるため、ひび割れの有無の影響は大きいと考えられる。ひび割れ幅の影響については、同程度か 0.4mm の供試体の方で若干腐食が大きいのものの、明確な差を確認するまでには至らなかった。図-7 に腐食面積率と質量減少率の関係をひび割れ幅別に示す。それぞれの近似曲線の傾きからひび割れの有無の影響は大きく、ひび割れ幅の大小の影響は小さいものと考えられる。

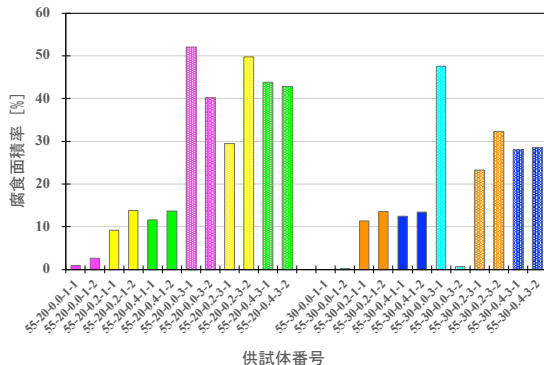


図-5 劣化促進期間別の腐食面積率

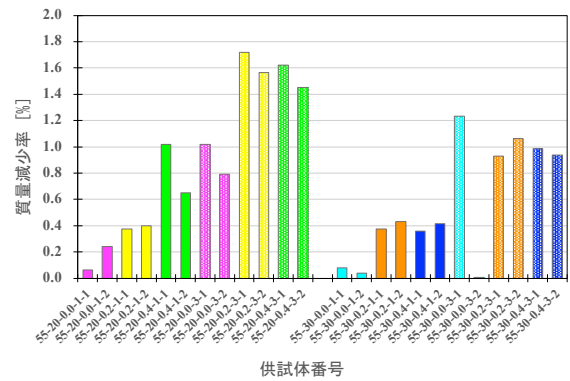


図-6 劣化促進期間別の質量減少率

供試体名は水セメント比[%]- かぶり[mm]-ひび割れ幅[mm]-劣化促進期間[month]-本数 No を示す。

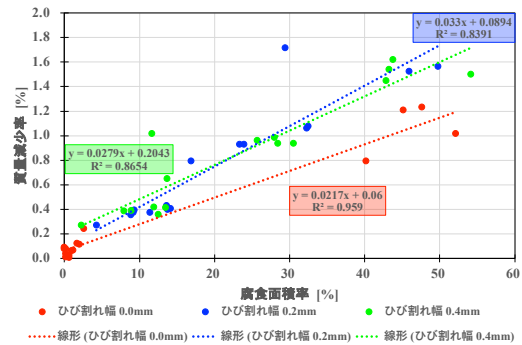


図-7 腐食面積率と質量減少率

4. まとめ

- 塩化物イオンはひび割れの存在により内部へ浸透しやすくなる傾向にはあったが、ひび割れ幅の大小と浸透した塩化物イオン量には明確な関係は認められなかった。
- ひび割れ中の塩分移動も拡散によるものとみなした塩化物イオンの見かけの拡散係数は、水セメント比および劣化促進期間の影響は小さく、ひび割れの有無またはひび割れ幅の大小による影響が最も大きかった。
- 腐食面積率および質量減少率は水セメント比が大きく、かぶりが小さいほど高くなる傾向を示した。また、ひび割れの有無による影響は認められたが、ひび割れ幅の大小による影響は明確には確認できなかった。
- 腐食面積率と質量減少率には強い相関関係が認められた。本実験のパラメータの中ではひび割れ幅が最も良い相関を示した。

5. 参考文献

- 今本啓一：ひび割れ幅の許容値，コンクリート工学年次論文集，Vol 43, No.5, 2005