

かぶりコンクリートの曲げひび割れが鉄筋腐食に与える影響

破壊診断工学研究室 高橋周斗

1. 研究背景と目的

鉄筋コンクリートは腐食の生じやすい鉄筋をかぶりコンクリートが保護することによって高い耐久性を有している。しかし、ひび割れの発生が許容されており、劣化因子はひび割れを通じて構造物内に侵入し、耐久性に大きな影響を及ぼすため、その幅やかぶりなどが劣化進行に与える影響を把握する必要がある。しかし、コンクリートにおけるひび割れと鉄筋腐食の関係については、これまで多数の研究がなされてきたが、相反する結果も報告されており、十分に把握されていない。

本研究では、ひび割れの発生した鉄筋コンクリート構造物の劣化予測に必要な資料を得るため、持続曲げ荷重を加えた状態でのひび割れと残留ひび割れの2種類のひび割れが、鉄筋腐食に及ぼす影響を実験的に検討することとした。

2. 実験概要

2.1 供試体概要

供試体形状を図-1に、2種類の配合を表-1に示す。内部にD10鉄筋を1本配筋し、鉄筋のかぶりは20mmと35mmの2種類である。

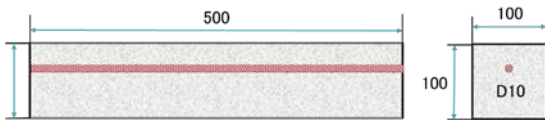


図-1 供試体概要 (単位: mm)

2.2 実験手順

脱型後、1ヶ月間湿布養生し、供試体に2種類のひび割れ導入方法によって載荷スパン400mmの一点集中曲げ荷重を行い、ひび割れを導入した。写真-1に示すように、I型鋼に所定の幅(0, 0.2,

0.4, 0.6mm)のひび割れが発生するように固定し、塩分浸漬のための貯水槽を供試体上部に装着した(持続荷重供試体)。もう一方は除荷後に、所定の残留ひび割れ幅を生じさせた供試体を写真-2に示す水槽に入れ試験を行った(残留ひび割れ供試体)。準備を行った供試体に対して、濃度3%の塩化ナトリウム水溶液に3日間浸漬し、4日間乾燥させることで乾湿繰り返し試験を行った。

この工程を1ヶ月間および3ヶ月間繰り返した供試体を150-200-150mmにコンクリートカッターで切断し、鉄筋に平行に割裂した。塩分浸透状況の評価として、硝酸銀水溶液噴霧による塩分浸透深さ、およびドリルにて採取した削孔粉の塩分量を測定した。また、鉄筋の腐食面積率と質量減少率を算出した。



写真-1 持続荷重供試体の準備

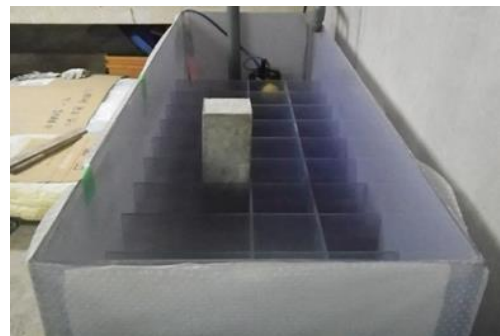


写真-2 残留ひび割れ供試体の準備

表-1 コンクリート配合表

	単位量 [kg/m ³]					
	W/C	セメント	水	細骨材	粗骨材	AE 減水剤
40%	0.40	449	180	768	874	1.123
55%	0.55	327	180	868	875	0.817

3. 塩分浸透状況

すべての供試体において、ひび割れ位置で最も深く塩分が浸透し、W/C、ひび割れ幅が大きくなるほど塩分がより深く浸透した。図-2より、試験期間1ヶ月の供試体では、ひび割れ幅が大きくなるほどコンクリート中の塩分量は大きくなるが、試験期間が3ヶ月の供試体では、ひび割れ幅と塩分量の相関は低かった。配合では高水セメント比供試体の塩分量が大きくなり、かぶりの違いによる塩分量への影響は認められなかった。また、ひび割れ導入方法の違いによる塩分量については、図-3に示すように、試験期間1ヶ月の供試体では大きな差はなかったが、試験期間3ヶ月の供試体では、残留ひび割れ供試体と持続荷重供試体のコンクリート中の塩分量が大きくなった。

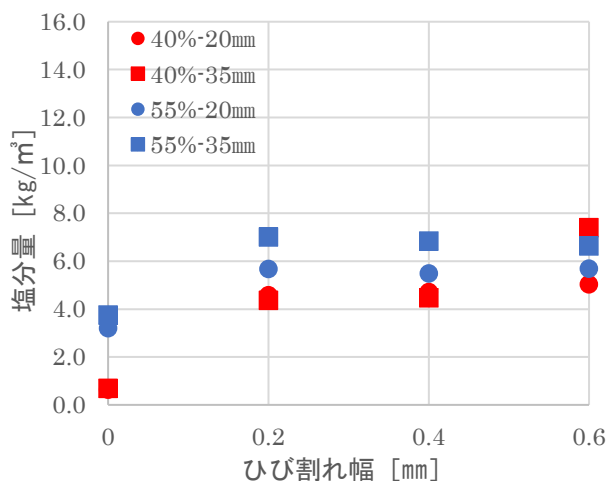


図-2 塩分量とひび割れの関係の例
(試験期間1ヶ月/削孔深さ20~30mm/持続荷重)

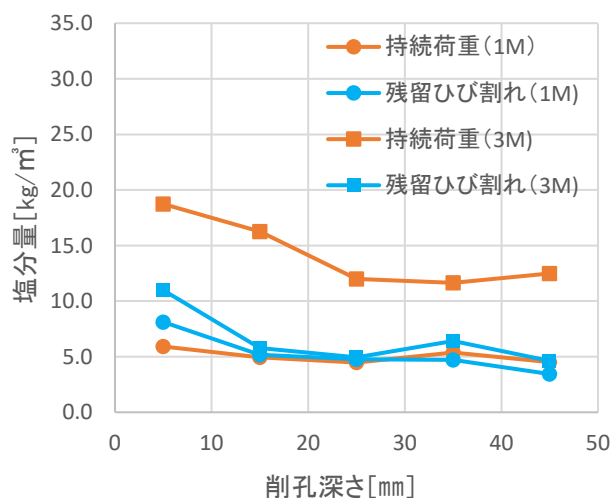


図-3 塩分量と削孔深さの関係の例
(W/C40%, ひび割れ幅0.4mm, かぶり35mm)

4. 鉄筋腐食に与える影響

鉄筋腐食面積率について、試験期間1ヶ月の供試体では持続荷重供試体と残留ひび割れ供試体の値が大きくなり、試験期間3ヶ月の供試体では、ひび割れ導入方法による影響は小さかった。また、質量減少率については、試験期間1ヶ月だと、ひび割れ導入方法による影響は小さいが、試験期間3ヶ月では残留ひび割れ供試体と持続荷重供試体の値が大きくなった。これは、試験期間が短いと鉄筋とコンクリートの間の付着破壊の範囲が影響し、残留ひび割れ供試体の腐食面積が広がる一方で、腐食の深さ方向への進行はしておらず、また、試験期間が長くなると引っ張りひずみによるコンクリートの拡散係数の増大によって持続荷重供試体の鉄筋の腐食量に影響を与えられられる。

また、試験期間1ヶ月の供試体では、かぶりの影響は認められないが、試験期間が3ヶ月の供試体では、かぶりの小さい供試体の鉄筋表面の腐食が進行した。図-4より、質量減少率と腐食面積率の相関は低かった。図に試験期間1ヶ月の残留ひび割れ供試体の近似式を表した。

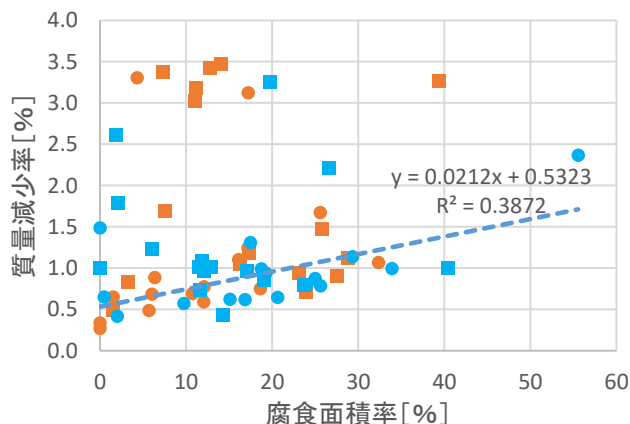


図-4 質量減少率と腐食面積率の関係
(凡例は図-3に同じ)

5. まとめ

- (1) コンクリート中の塩分量は、試験期間が1ヶ月ではひび割れ幅、試験期間3ヶ月ではひび割れ導入方法による影響が認められる。
- (2) 試験期間1ヶ月の供試体では付着破壊の範囲が、試験期間3ヶ月の供試体では拡散係数の増大が鉄筋腐食に影響を与える。
- (3) 塩分量、鉄筋腐食面積率および質量減少率は、試験期間が長くなると、ひび割れ幅の大小ではなく、ひび割れの有無が鉄筋腐食に影響を与える。