

## 曲げひび割れを有する鉄筋コンクリートの鉄筋腐食性状

電力中央研究所 正会員 ○松村卓郎 松尾豊史  
 関西電力 正会員 秋山 隆 岩森暁如

### 1. はじめに

コンクリート構造物の設計や維持管理においては、劣化予測を取り入れ、供用期間中の劣化の進行を考慮することが一般的になりつつある。臨海コンクリート構造物では塩害の劣化予測が重要であるが、ひび割れを有する鉄筋コンクリートの劣化の進行性状は十分に明らかにされていない。本研究では、曲げひび割れを有する鉄筋コンクリート試験体の干満実験を行い、塩化物イオンの浸透および鉄筋の腐食性状を評価した。

### 2. 実験の概要

試験体は、図1に示すように、幅100mm、高さ100mm、長さ376mmの形状であり、D10鉄筋(SD295A、長さ385mm)を断面中心のかぶり30mmの位置に1本配置した。3点曲げ载荷によりひび割れを導入し、開放面(上面)以外の5面にタールエポキシ(JIS I種適合品)を塗装し、シールした。実験要因は、ひび割れ幅、ならびにセメント種類とした。ひび割れ幅は0.2および0.4mmの2水準とし、目標値をそれぞれの±0.1mmの範囲とした。セメントは不純物を含まない研究用普通ポルトランドセメント(以下、普通セメントと称する)および普通セメントの20%をフライアッシュ(II種)で置換したセメント(以下、フライアッシュセメントと称する)の2種類である。コンクリートの水結合材比は0.6、同一要因の試験体数は10体である。試験体は、217日間の干満試験に供した。試験条件は、温度40℃の3%濃度NaCl水溶液への浸漬(12時間間隔で30分間)と温度40℃の気中の繰返しである。気中の湿度は、概ねR.H.30~50%の範囲である。

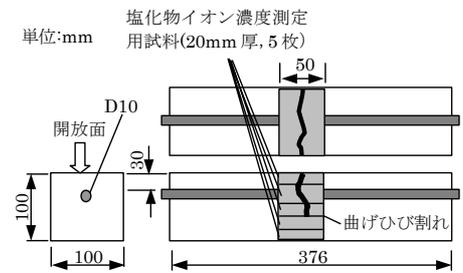


図1 試験体の形状・寸法と塩化物イオン濃度測定用試料の採取位置

干満試験終了後に、まず、ひび割れ幅をクラックスケールで測定した。次に、試験体を鉄筋に沿って割裂し、割裂面に0.1規定硝酸銀溶液を噴霧して塩化物イオンの浸透状況の概略を観察した。さらに、図1に示すように、ひび割れ位置の深さ方向に厚さ20mmの試料を5枚採取し、それぞれの塩化物イオン濃度を測定した。塩化物イオン濃度の測定は、JIS A 1154「硬化コンクリート中に含まれる塩化物イオンの試験方法」に準じた。最後に、鉄筋の引張試験を行い、鉄筋の強度特性値(降伏強度および引張強度)を測定した。

### 3. 実験結果

図2 a)に、普通セメント試験体の鉄筋に沿った割裂面に0.1規定硝酸銀水溶液を噴霧した状況を示す。0.1規定硝酸銀水溶液を噴霧すると、塩化物イオンが浸透した部分は白色に変色することから、定性的ではあるが、塩化物イオンの浸透状況を観察することができる。変色領域は、開放面およびひび割れ面から内部に広がっており、ひび割れ面からも塩化物イオンが浸透していることが伺える。一方、図2 b)に示すフライアッシュセメント試験体では、普通セメントと同様に、ひび割れ面からの塩化物イオンの浸透が認められるが、その深さは、



a)普通セメント



b)フライアッシュセメント

図2 硝酸銀溶液噴霧後の状況(目標ひび割れ幅0.4mmの試験体)

キーワード 鉄筋コンクリート、曲げひび割れ、塩化物イオン、鉄筋腐食、フライアッシュ

連絡先 〒270-1194 千葉県我孫子市我孫子 1646 (財)電力中央研究所 地球工学研究所 構造工学領域 TEL 04-7182-1181

普通セメントと比較して小さい。

図3と図4に、ひび割れ位置の深さ方向の塩化物イオン濃度分布を示す。塩化物イオン濃度は、ひび割れを含むある範囲の平均的な濃度ではあるが、フライアッシュセメントの方が、普通セメントよりもひび割れ面近傍の塩化物イオン濃度は低い傾向があり、ひび割れ幅が小さい方が塩化物イオン濃度は低い傾向がある。また、表面からの距離が大きくなるほど、濃度が低くなる傾向にある。これは、表面からの距離が大きくなるほど、ひび割れ幅が小さくなるためと考えられる。

図5に、鉄筋の腐食面積とひび割れ幅の関係を示す。実測したひび割れ幅は目標値よりも若干小さい。普通セメントでは、ひび割れ幅が大きくなると腐食面積が大きくなる傾向がわずかに認められる。また、フライアッシュセメントの方が、普通セメントよりも、腐食面積がわずかに小さい傾向がある。

図6に、鉄筋の強度特性値とひび割れ幅の関係を示す。降伏強度および引張強度はわずかに低下しているが、JIS規格(SD295A鉄筋の降伏強度295N/mm<sup>2</sup>以上、引張強度440N/mm<sup>2</sup>以上、600N/mm<sup>2</sup>以下)をまだ十分に満足している。また、降伏強度および引張強度の低下に与えるセメント種類、ひび割れ幅の影響は明確ではない。

4. あとがき

曲げひび割れを有する鉄筋コンクリート試験体の約1年間の干満試験を行い、塩化物イオンのひび割れ面からの浸透性状および鉄筋腐食性状を評価した。今後は、干満試験を継続して行い、約2年間経過後の結果を評価するとともに、劣化予測手法を検討する予定である。

謝辞：本研究は電力9社と日本原子力発電(株)、電源開発(株)、日本原燃(株)による電力共通研究として実施した。関係各位に謝意を表す次第である。

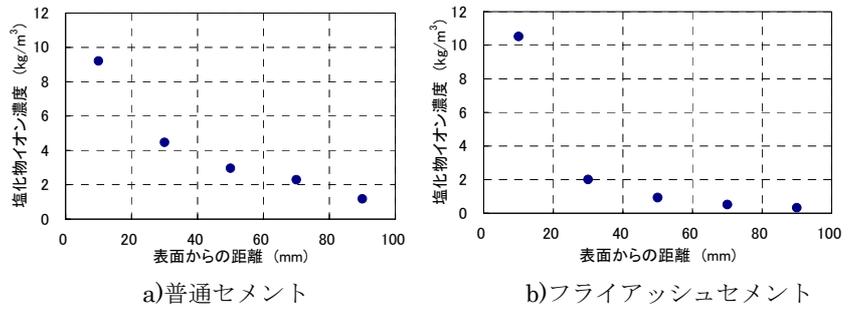


図3 塩化物イオン濃度分布 (目標ひび割れ幅 0.2mm)

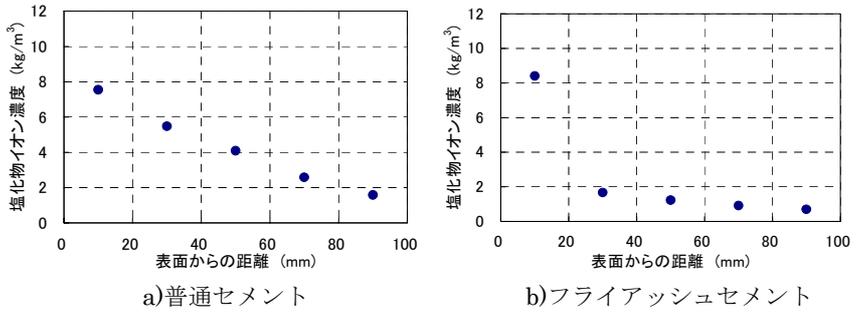


図4 塩化物イオン濃度分布 (目標ひび割れ幅 0.4mm)

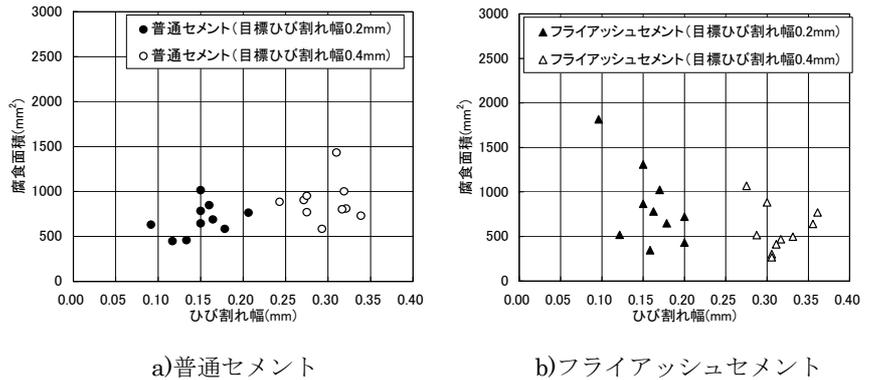


図5 鉄筋の腐食面積とひび割れ幅の関係

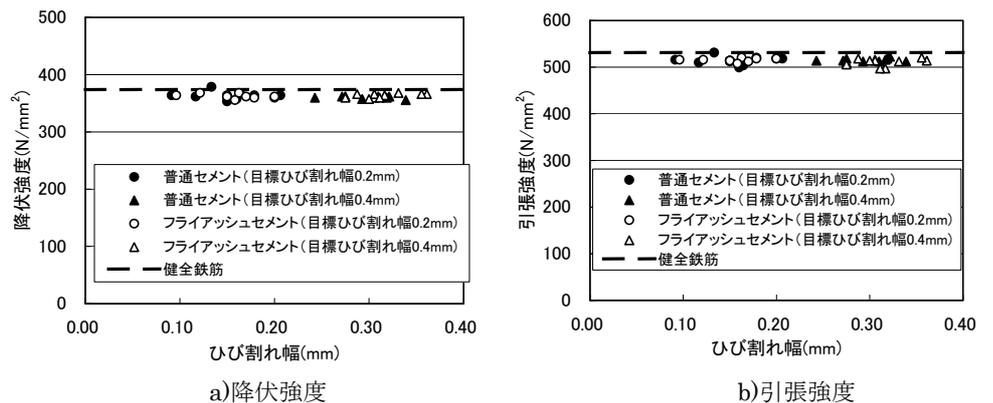


図6 鉄筋の強度特性値とひび割れ幅の関係