

V-20 腐食ひび割れ発生限界腐食量に関する実験的研究

○香川大学大学院 学生会員 田中 大博
四国総合研究所 正会員 横田 優
香川大学工学部 正会員 松島 学

1. はじめに

コンクリート標準示方書によれば、限界腐食減量は電食実験から求められた $10\text{mg}/\text{cm}^2$ の値を採用している。電食実験では局所的な腐食となり、腐食生成物の種類も実際の環境と異なり、 $10\text{mg}/\text{cm}^2$ より大きな値になると考えられる。

本研究は、乾湿繰返試験装置を用いた塩害劣化促進試験を行い各ひび割れのモードごとの限界腐食減量を求めることを目的とした。

2. 試験方法

試験体を写真-1の水槽で 70°C の熱海水に3日半浸し、温度 15°C で3日半乾燥させるというサイクルを繰り返し行い、促進試験を実施した。毎週ひび割れ幅を確認し、 0.1mm となった時点をひび割れ発生時と仮定し、試験終了とした。かぶり面のひび割れのスケッチを行い、鉄筋のはつり出しを行った。その後、鉄筋からかぶりにかけてのひび割れの様子をスケッチした。腐食した鉄筋の状態を調べるために、腐食部のスケッチをした後、10%クエン酸水素二アンモニウム溶液を用いて腐食生成物を取り除き、限界腐食減量を計算した。

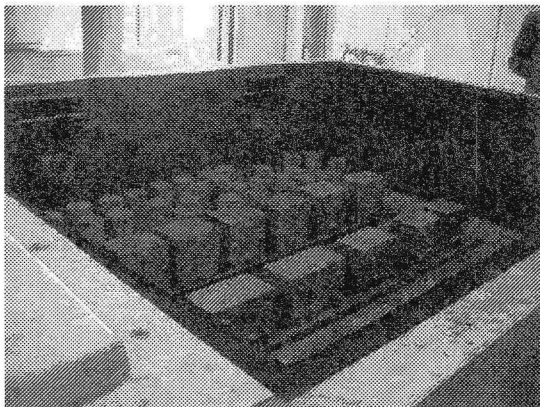


写真-1 試験装置

3. 試験体

かぶりを変化させた試験体(CS 試験体)と鉄筋間隔を変化させた試験体(HC 試験体)の図-1に示すような2種類の試験体を作成した。CS 試験体、HC 試験体共に1つの試験体につき4本の鉄筋を同時に腐食させた。塩化物イオンはかぶり側からのみ浸透するものとし、それ以外の面はエポキシ樹脂により塩化物イオンの進入を抑制した。CS 試験体は異型鉄筋 D16を採用した。かぶりを15, 20, 25, 30, 40mmと変化させ、5種類の試験体で計18本の鉄筋を腐食させた。HC 試験体は、主鉄筋にはD16を、せん断補強筋にはD10を採用した。鉄筋間隔を80, 100, 120, 140, 160, 180, 200mmと変化させ、全7体を作製した。HC 試験体では、所定のひび割れモードを確認できた時を試験終了とし、全ての鉄筋を抜き出した。

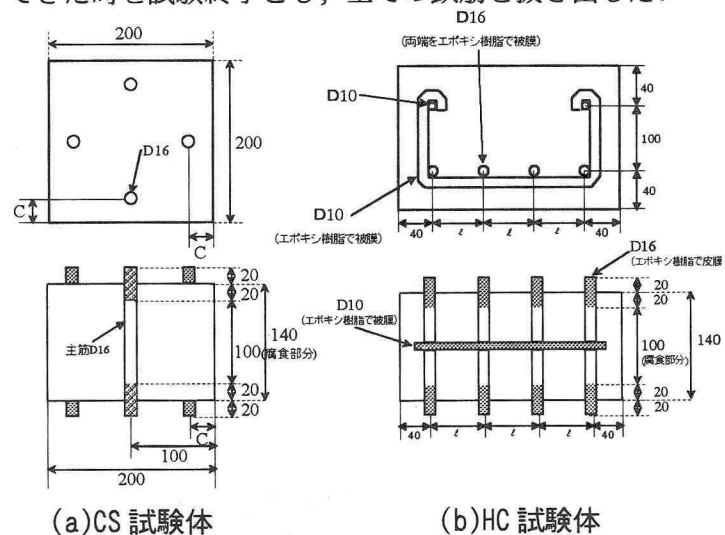


図-1 試験体

4. ひび割れモード

CS 試験体のひび割れスケッチの例を図-2に示す。(a)はかぶり15mmのCS 試験体下部で、表面はく離ひび割れを生じている。(b)はかぶり30mmのCS 試験体上部で、鉄筋に沿ったひび割れを生じている。鉄筋を抜き取った時点で鉄筋に沿ったひび割れであっても、表面はく離ひび割れとなる可能性がある場合は

ひび割れモードを「どちらともいえない」と判断した。HC 試験体におけるひび割れスキッチの例を図-3に示す。(a)は鉄筋間隔 80mm の HC 試験体で、水平はく離ひび割れを生じている。(b)は鉄筋間隔 120mm の HC 試験体で、鉄筋に沿ったひび割れを生じている。これらのスキッチを全ての試験体で実施することで、ひび割れモードを判定した。

本研究では、かぶりおよび鉄筋間隔を無次元量を用いて評価した。かぶりの無次元量はコンクリート表面から鉄筋中心までの距離を2倍した長さ D を鉄筋径 ϕ で除した D/ϕ とし、鉄筋間隔の無次元量は鉄筋中心距離 ℓ を鉄筋径 ϕ で除した ℓ/ϕ とした。

D/ϕ と限界腐食減量の関係を図-2に示す。図中にはひび割れモードを濃淡で区分してある。ひび割れモードの境界となる D/ϕ は 2.0~3.0 となり、これより小さい場合は表面はく離ひび割れ、大きい場合は鉄筋に沿ったひび割れとなる。

ℓ/ϕ と限界腐食減量の関係を図-3に示す。ひび割れモードも D/ϕ と同様な方法で示してある。ひび割れモードの境界となる ℓ/ϕ は 5.5~7.0 となり、これより小さい場合は水平はく離ひび割れ、大きい場合は鉄筋に沿ったひび割れとなる。

5. 限界腐食減量

CS 試験体より得られた限界腐食減量の平均は $103\text{mg}/\text{cm}^2$ で、標準偏差は $27\text{mg}/\text{cm}^2$ であった。試験体下面の鉄筋の限界腐食減量が小さいのはブリッジの発生位置と塩化物イオンによって腐食が発生しやすい位置とが一致し、局所的に腐食が発生したためである。限界腐食減量は D/ϕ に関わらず $60\sim 180\text{mg}/\text{cm}^2$ の範囲となった。

HC 試験体より得られた限界腐食減量の平均は $71\text{mg}/\text{cm}^2$ で、標準偏差は $22\text{mg}/\text{cm}^2$ であった。全体として CS 試験体よりも小さな値となっている。試験体側面の方が、限界腐食減量が大きいと予測したが、ばらつきの中に埋もれてしまっている。限界腐食減量は ℓ/ϕ に関わらず $40\sim 120\text{mg}/\text{cm}^2$ の範囲となった。どちらのひび割れモードでも、本試験で得られた限界腐食減量は、コンクリート標準示方書の値 $10\text{mg}/\text{cm}^2$ よりも大きな値となった。

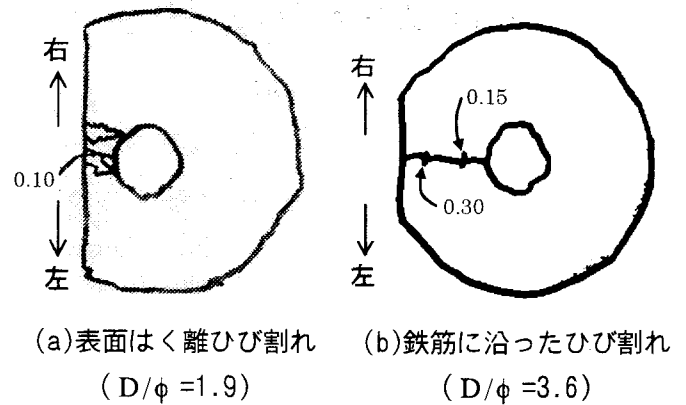


図-2 CS 試験体のスキッチ

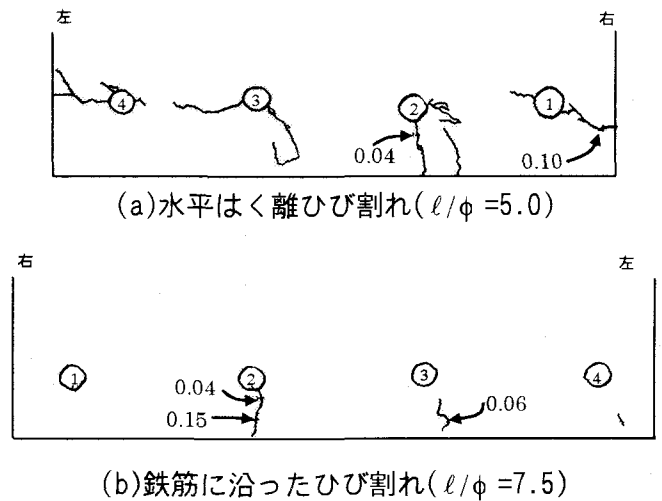


図-3 HC 試験体のスキッチ

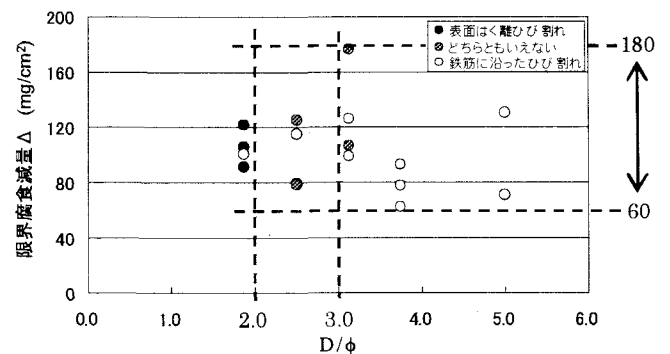


図-4 D/ϕ と限界腐食減量の関係

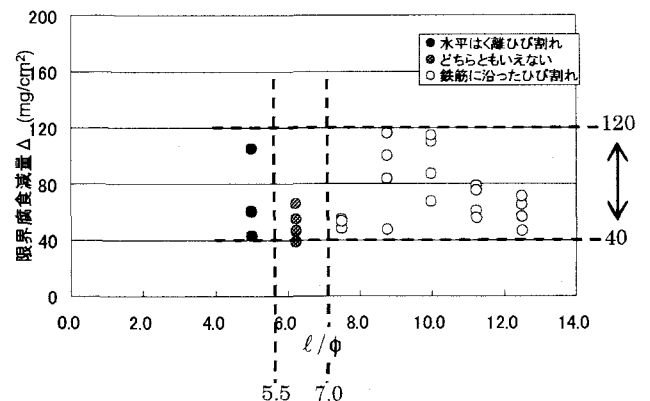


図-5 ℓ/ϕ と限界腐食減量の関係