

腐食ひび割れ発生時の鉄筋の腐食減量に関する実験的検討

東亜建設工業 正会員

○福岡 繁, 網野 貴彦

1. はじめに

鉄筋コンクリート構造物の塩害劣化の進展期の終了を意味する腐食ひび割れ発生時の鉄筋の腐食減量については、二重円筒モデルを用いた解析的な検討や実験的に検討された事例などが多数存在する^{1), 2)}。しかし、解析モデルの考え方や設定条件、さらには、実験条件（かぶり、鉄筋径など）や実験環境によって腐食ひび割れ時の鉄筋腐食減量は様々である。

本研究では、既往の研究成果の検証確認を目的として、鉄筋径やかぶりを変化させたマクロセル腐食を促進させる鉄筋コンクリート試験体を製作し、ひび割れが発生した時点の鉄筋の腐食減量を測定した。

2. 試験概要

試験体のコンクリート配合を表-1に、試験体の寸法等を図-1に示す。試験体は、温度20℃の環境（湿度：概ね35～60%）に腐食ひび割れが発生するまで曝露した。なお、試験体中央の10cmの範囲に設置した腐食減量測定用の鉄筋腐食を促進させるために、コンクリート中の塩化物イオン量が15kg/m³となるように市販の食塩を練混ぜ水に添加し、中央の両側には食塩を混入させないコンクリートを打ち込んだ。さらに、その中の鉄筋と腐食減量測定用の鉄筋をリード線で繋ぐことでマクロセル腐食を促進させた。検討ケースは、表-2に示すように、鉄筋径をD10, D16, D25の3水準、芯かぶりを2cm, 5cm, 7cmの3水準と設定した。

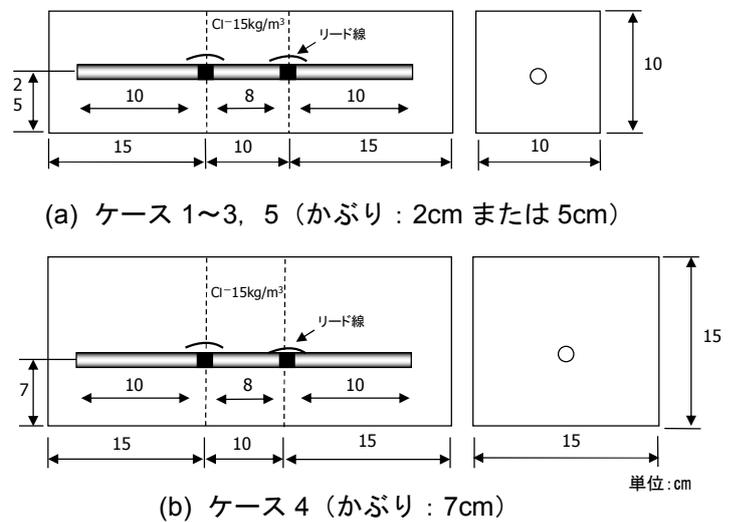


図-1 試験体寸法等

表-1 コンクリート配合

W/C (%)	s/a (%)	SL (cm)	Air (%)	単位量 (kg/m ³)				
				W	C	S	G	Ad
55	43.7	12	4.5	164	294	788	1056	2.94

※セメント：高炉セメントB種，Ad：AE減水剤標準形1種

表-2 検討ケース

ケース	鉄筋径	芯かぶり (cm)	試験体数
1	D10	5	3
2	D16	5	9
3	D25	5	9
4	D16	7	9
5	D16	2	3

測定項目および方法は、以下のとおりである。

- (1) 1回/週の頻度でひび割れ発生の有無を目視にて観察し、ひび割れが発生した時点でひび割れ発生状況をスケッチし、コンクリート表面のひび割れ幅をマイクロスコープにて測定した。
- (2) (1)の後、コンクリート試験体から鉄筋を取り出し、「JCI-SC1 コンクリート中の鋼材の腐食評価方法」に準じて、鉄筋の腐食減量を測定した。
- (3) 鉄筋を取り出した際のコンクリート片を用いて、鉄筋表面とひび割れ面までの最小距離（かぶり）をノギスにより測定した。

キーワード マクロセル腐食，腐食ひび割れ，腐食減量，かぶり，鉄筋径

連絡先 〒230-0035 横浜市鶴見区安善町1-3 東亜建設工業技術研究開発センター TEL 045-503-3741

3. 試験結果

ひび割れ発生状況の一例を写真-1 に示す。いずれの試験体もひび割れ確認時には、鉄筋軸に沿うひび割れが発生していた。また、ひび割れ発生時のコンクリート表面のひび割れ幅は 0.03~0.06mm(多くが 0.05mm)であった。写真-2 に試験体からはつり出した鉄筋の腐食状況の一例を示す。いずれの鉄筋も全周にわたって腐食した状況であった。

図-2 に腐食ひび割れ発生時の鉄筋腐食減量とかぶりの関係を示す。これによると、腐食ひび割れ発生時の鉄筋腐食減量はかぶりに比例しており、かぶり 40mm 付近のデータを見ると、鉄筋径が小さい D10 は D16 や D25 と比較して腐食減量が多い状態でひび割れが発生していたことが確認できる。

次に、既往の文献³⁾に基づき、かぶり c と鉄筋径 ϕ の比である c/ϕ を横軸にして整理したグラフを図-3 に示す。なお、図中には文献 3) に示される簡易式を付記している。本試験の結果は、ばらつきはあるものの、既往の研究と同様、腐食ひび割れ発生時の鉄筋腐食減量と c/ϕ の関係は直線関係を示し、文献 3) に示される簡易式よりも大きめに腐食ひび割れ発生時の鉄筋腐食減量を評価する傾向が見られた。ここで、コンクリート試験体を沖縄県の海上部に曝露して鉄筋の腐食減量とひび割れ状況を調査した既往文献⁴⁾を参照すると、腐食ひび割れが発生したときの鉄筋腐食減量は文献 3) の簡易式で計算される値よりも大きかったことを報告している。本試験で得られた傾向と文献 3) に示される簡易式のいずれが妥当であるかは、ここで議論することはできないが、本試験を通じて、腐食ひび割れ発生時の鉄筋腐食減量は鉄筋径やかぶりに支配されるという既往の研究成果を検証することができた。

4. まとめ

本試験により、次の結果を得た。

- (1) 腐食ひび割れ発生時のコンクリート表面のひび割れ幅の多くが、鉄筋径やかぶりによらず 0.05mm であった。
- (2) 腐食ひび割れ発生時の鉄筋腐食減量は、かぶりに比例し、鉄筋径が小さいほど大きい傾向を示した。
- (3) かぶり c と鉄筋径 ϕ の比 c/ϕ で整理した結果、既往の文献の簡易式よりも腐食ひび割れ発生時の鉄筋腐食減量は大きく、鉄筋径やかぶりに支配されることを検証できた。

参考文献

- 1) 伊澤純平, 松島学, 横田優: 腐食ひび割れ発生限界腐食減量に関する一考察, 土木学会第 59 回年次学術講演会講演概要集, V-259, pp.515-516, 2004.9
- 2) 荒木弘祐, 高谷哲, 服部篤史, 宮川豊章: コンクリート中の鉄筋腐食膨張圧のモデル化, 土木学会第 59 回年次学術講演会講演概要集, V-277, pp.551-552, 2004.9
- 3) 土木学会: 鉄筋腐食・防食及び補修に関する研究の現状と今後の動向(その 2), コンクリート技術シリーズ 40, pp.189-189, 2000.12
- 4) 山路徹, 小牟禮建一, 浜田秀則: 塩害環境下に 15 年間曝露されたコンクリートの耐久性および表面被覆材による塩害防止効果, 港湾空港技術研究所報告, vol.43, No.2, 2004.6



写真-1 ひび割れ発生状況



写真-2 鉄筋の腐食状況
(かぶり 2cm, 鉄筋径 D16)

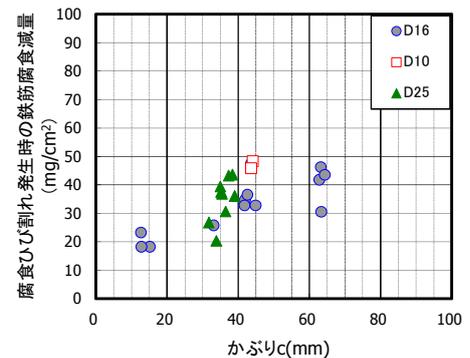


図-2 鉄筋腐食減量とかぶりの関係

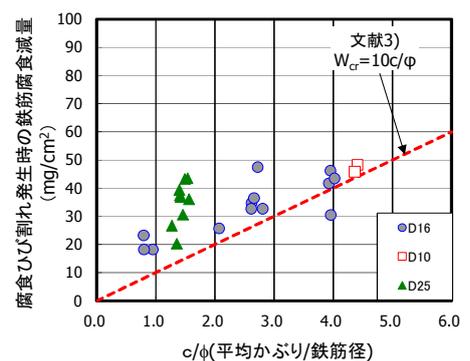


図-3 鉄筋腐食減量と c/ϕ の関係