

かぶりや鉄筋径の違いが鉄筋腐食量とかぶり表面の腐食ひび割れ幅との関係に及ぼす影響

長岡工業高等専門学校 学生会員 ○刈谷 潤貴 高木 大地
正会員 村上 祐貴

1. はじめに

既往の研究において、かぶりコンクリートの腐食ひび割れ幅と鉄筋腐食量の関係には正の相関性を有することが明らかとなっているが、その関係はコンクリートの力学特性に加え、かぶりや鉄筋径によっても変化すると考えられる。このことは、腐食ひび割れ幅と鉄筋腐食量の関係性が、腐食膨張挙動に対するコンクリートの拘束圧が、かぶり表面の腐食ひび割れ幅に加え、コンクリート強度や、かぶり、鉄筋径などの影響を受けて変化するためであると考えられる。

そこで本研究では、RC 試験体に対し、電食試験により鉄筋を促進腐食させ、かぶり、鉄筋径が鉄筋腐食と腐食ひび割れ幅の関係に及ぼす影響度について、コンクリートの腐食膨張挙動に対する拘束圧に基づいて検討した。

2. 試験概要

2.1 試験体概要

試験体概要を図-1 に示す。試験体断面は 150×150、長さ 150mm の角柱試験体である。

実験パラメータを表-1 に示す。実験パラメータは鉄筋径(D)、芯かぶり(C)を変化させ、各パラメータにつき試験体は3体作成した。

2.2 電食試験方法

鉄筋の腐食手法は電食試験を採用し、材齢 7 日の時点で直流安定化電源装置を用いて主鉄筋に直流電流を 0.1A 通電した。

電食試験概要は図-2 に示す。銅板は最小かぶり面に設置した。腐食区間は、図-1 に示すように 130mm であり、試験体両端から 10mm の区間は熱収縮チューブを装着して防食した。電食試験終了後、はつり出した鉄筋を除錆し、質量を計測した。熱収縮チューブで防食した区間にも腐食が生じたため、腐食量は試験体に鉄筋が埋め込まれた 150mm の区間で算出した。また、腐食ひび割れ幅の計測はπ型変位計を用いて、最小か

表-1 実験パラメータ

試験体	芯かぶりC (mm)	鉄筋径D (mm)	圧縮強度 (N/mm ²)	積算電流量 (hr・A)	腐食量 (mg/cm ²)	腐食ひび割れ発生限界腐食量 (mg/cm ²)
D13_C40	40	13	29.1	17.0	145.1	8.3
D13_C50	50		29.8	17.0	181.9	15.7
D13_C60	60		29.8	17.0	180.1	22.6
D16_C40*	40	16	26.0	18.3	172.1	7.1
D16_C50	50		29.1	17.0	134.6	8.8
D16_C60	60		34.3	17.0	164.3	10.5
D22_C40	40	22	30.9	17.0	67.2	4.6
D22_C50	50		34.1	17.0	48.9	4.1
D22_C60	60		30.9	17.0	40.3	3.4

※D16_C40のみ積算電流量が 18.3hr・A である

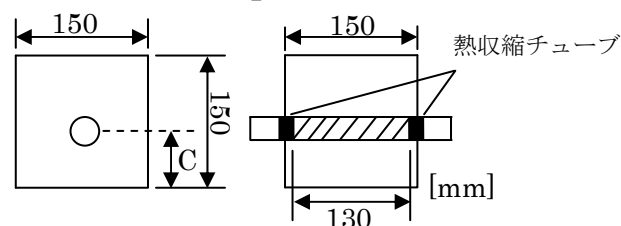


図-1 試験体概要

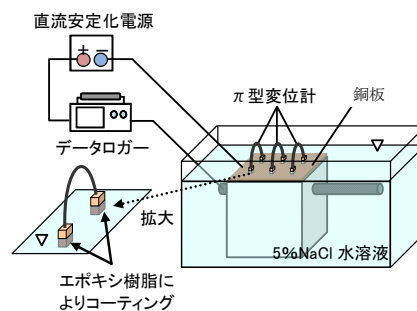


図-2 電食試験概要

ぶり面の鉄筋軸直上に試験体端から 25mm, 75mm, 125mm の位置で計測した。

3. 試験結果

図-3 に腐食ひび割れ発生限界腐食量を示す。腐食量は、積算電流量に線形的に比例すると仮定し、腐食ひび割れ発生時間から腐食ひび割れ発生限界腐食量を算出した。なお、腐食ひび割れ発生の判断は、かぶり表面に設置したπ型変位計の変位が急激に増加する時点とした。D13 および D16 では、かぶりの増加に従い、腐食ひび割れ発生限界腐食量が大きくなった。D22 ではこの傾向は認められなかったが、これは、鉄筋径が太径のため、腐食ひび割れを発生させるために必要なエネルギーに達するまでに必要な腐食量が小さく、かぶりの影響が顕著に生じなかったと考えられる。

キーワード 鉄筋腐食, 腐食ひび割れ幅, 腐食量, コンクリートの拘束圧

連絡先 〒940-8532 新潟県長岡市西片貝町 888 番地 長岡工業高等専門学校 TEL0258-34-9276

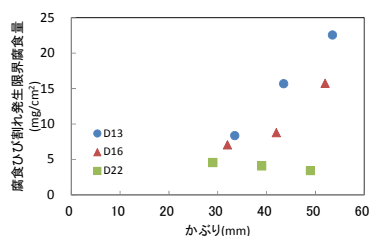
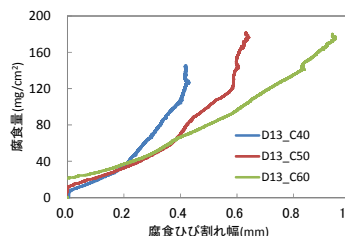
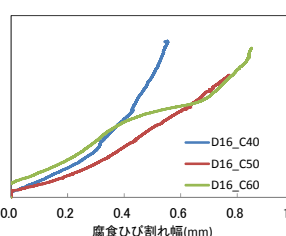


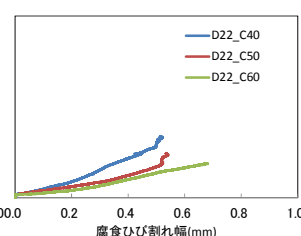
図-3 ひび割れ発生限界腐食量とかぶり



(a) D13



(b) D16



(c) D22

図-4 腐食量とかぶり表面の腐食ひび割れ幅

図-4(a)～(c)にかぶり表面のひび割れ幅と腐食量の関係を示す。いずれの鉄筋径においても、かぶりが大きい程、腐食量の増加に伴い、腐食ひび割れが増加した。D13, D16では腐食ひび割れ幅が小さい時点では、かぶりが大きい程、同一腐食ひび割れ時の腐食量は大きい傾向にある。しかしながら、腐食ひび割れ幅が拡大するに従い、かぶりが大きい程、同一腐食ひび割れ時の腐食量が小さくなり、かぶりと腐食量の関係は腐食ひび割れ幅の大きさによって異なる傾向を示した。

腐食ひび割れ幅と腐食量の関係は、腐食ひび割れ幅が拡大するに従い、腐食量が放物的に顕著に増加した。このことは、生成される腐食生成物の力学的特性がコンクリートの腐食膨張挙動に対する拘束圧によって異なるためであると考えられる。

吉岡らは腐食生成物の力学的特性は、拘束下で生成された場合、比較的弾力的であることに對し、非拘束下で生成された場合、塑性的性質の強い固体であることを指摘している¹⁾。図-5に示すように、弾性的で硬質の腐食生成物が常に生成されとした場合、腐食生成物の膨張挙動は拘束されにくく、腐食膨張量に応じて線形的に腐食ひび割れが増加すると考えられる。一方、弾性係数の小さい腐食生成物が常に生成されとした場合、かぶり表面に腐食ひび割れが発生するまでに相当の腐食量が必要であり、腐食ひび割れ発生後は、弾性係数が大きい場合に比べて、腐食膨張挙動はコンクリートの拘束の影響を受けるため、腐食量の増加に伴い緩やかに腐食ひび割れ幅が開口する。ひび割れの開口が進み、コンクリートの拘束圧が消失した以降は、膨張挙動に対する腐食生成物の弾性係数の大きさは影響せず、腐食量の増加に従って、ある一定の割合でひび割れ幅が開口していくものと考えられる。実際のコンクリート内部の腐食進行は、膨張挙動に応じてコンクリートの拘束圧が変化するため、生成される腐食生成物の力学的特性が連続的に変化するものと考

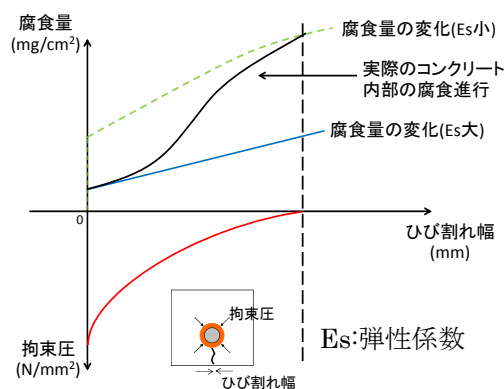


図-5 腐食ひび割れ幅の拡大に伴う腐食量の変化

えられる。すなわち、かぶり表面の腐食ひび割れ幅が開くに従い、塑性的性質の強い腐食生成物の生成量の割合が大きくなることにより、弾性係数の大きい場合の挙動から弾性係数の小さい挙動に遷移し、腐食ひび割れ幅の拡大に伴い、腐食量が放物的な変化を示したものと考えられる。

4. まとめ

本研究で得られた知見を以下に示す。

- (1) 同一鉄筋径に対する腐食ひび割れ発生限界腐食量は、かぶりが大きい程大きくなる。また、鉄筋径が大きくなる程、同一かぶりに対する腐食ひび割れ発生限界腐食量は小さくなる。
- (2) 腐食ひび割れ幅と腐食量の関係は放物的な関係を示した。これは、腐食膨張挙動に対するコンクリートの拘束圧の違いによって生成される腐食生成物の力学的な特性が異なるためであると考えられる。

謝辞 本研究は科学研究補助金(若手研究(B), 課題番号: 25871031)の助成を受けたものである。

参考文献

- 1) 吉岡保彦, 米澤敏男: 鉄筋の腐食生成物の力学的特性に関する基礎的な検討, 土木学会第 37 回年次学術講演会講演概要集, V-136, pp. 271-272, 1982. 10.