

剥離ひび割れ発生腐食量に与える鉄筋径およびかぶりの影響に関する研究

京都大学 学生会員 宇野 祐司 正会員 高谷 哲
 京都大学 正会員 山本 貴士 フェロー会員 宮川 豊章

1. 研究目的

本研究では、鉄筋径を実験要因として電食試験を行い、鉄筋径が剥離ひび割れ発生腐食量に与える影響についての検討を行った。また、既往の研究との比較を行うことにより、かぶりや鉄筋径の影響についても考察した。

2. 実験概要

供試体は 150×400×400mm の角柱供試体で、異形棒鋼を 150mm ピッチでかぶりが 20mm となるように直交配筋した。腐食長さは鉄筋の中央 100mm とし、腐食させない部位についてはブチルゴムテープにより絶縁処理を行った。また、実験要因は鉄筋径(D13, D19, D29 の 3 種類)とした。供試体の寸法および鉄筋の配置を図 1 に示す。電食試験は、錆汁の流出を防ぐため、図 2 に示すようにひび割れ面を溶液に浸せさせない方法で約 0.9mA/cm² の電流を通電して行った。各要因につき 6 体、合計 18 体供試体を作成し、うち 9 体は軸方向ひび割れが発生した時点で電食を終了し、残り 9 体は剥離ひび割れが発生した時点で電食を終了した。その後、それぞれ鉄筋を取り出して質量を測定し、電食前と電食後の質量の差を腐食面積で除すことにより腐食量を算出した。

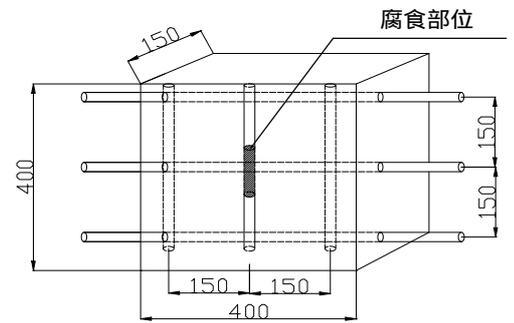


図 1 供試体概要 (単位: mm)

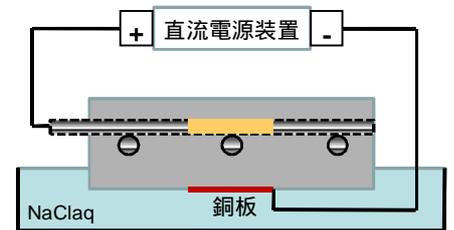


図 2 電食方法

3. 実験結果および考察

軸方向ひび割れ観察用供試体の電食は既往の研究¹⁾で行っており、その結果、全供試体で軸方向ひび割れが観察された。そのときの軸方向ひび割れ発生時の腐食量を表 1 に示す。

剥離ひび割れ観察用供試体を電食したところ、D13 供試体は剥離ひび割れが観察されたため、剥離ひび割れ発生時に電食終了としたが、D19 供試体については腐食量の理論値が約 600mg/cm² となる時点でも軸方向ひび割れさえ見られなかったため、26 日で電食を終了し、D29 供試体については腐食量の理論値が約 570mg/cm² となる時点でも剥離の兆候である浮きが見られなかったため、31 日で電食を終了した。電食終了時の腐食量も併せて表 1 に示す。

剥離ひび割れ観察用供試体の腐食量を見ると、D13 供試体および D29 供試体では十分な腐食が得られているが、軸方向ひび割れの見られなかった D19 供試体ではほとんど腐食が生じていないことが分かる。これは、鉄筋の防食が不十分な箇所があったなどの理由により迷走電流が流れ、供試体内部で並列回路が形成されたために腐食鉄筋を流れる電流が低下したことが原因である可能性がある。

剥離ひび割れ発生時の腐食量については、佐々木ら²⁾が、塩水散水による促進試験を行い、剥離ひび割れ発生時の腐食量 W はかぶり C および鉄筋径 D を用いて次式により推定できると報告している。

$$W = 48.8(C/D) \tag{1}$$

また、荒木ら³⁾は、かぶりを変化させて弾性体を用いた腐食膨張圧模擬実験を行い、軸方向ひび割れ発生時の半径変化量を腐食量に換算し、剥離倍率を乗じることにより剥離ひび割れ発生時の腐食量を推定する手法を提案している。

キーワード：鉄筋腐食，電食，ひび割れ，腐食量，剥離

連絡先：〒615-8540 京都市西京区京都大学桂 TEL：075-383-3173 FAX：075-383-3177

これら既往の研究と比較するため、剥離ひび割れ発生時の腐食量に与える鉄筋径の影響について検討した。その結果を図 3 に示す。ここで、本実験では D13 のみ剥離ひび割れの発生が確認され、D29 については、電食終了時の腐食量となっている。また、D19 については想定していた腐食量が得られなかったため、除外して整理した。

図を見ると、佐々木らの報告では、鉄筋径が大きくなるとひび割れ発生腐食量は若干減少する傾向を示している。そのため、本実験においても減少傾向はみられるものと推定され、D29 の電食終了時の腐食量で剥離ひび割れ発生腐食量に到達している可能性は十分あると考えられる。しかし、実際には剥離ひび割れは確認されておらず、これは剥離ひび割れ発生腐食量のばらつきが大きいことも一因であると考えられる。軸方向ひび割れ発生腐食量に与える鉄筋径の影響は小さい¹⁾ことを考えると、剥離ひび割れ発生腐食量に与える鉄筋径の影響も小さい可能性があるものと考えられる。そのため、本研究では、剥離ひび割れ発生腐食量は、D29 までの範囲内では一定値とみなし、かぶり 20mm の場合の剥離ひび割れ発生腐食量は $W = 173\text{mg/cm}^2$ とした。

鉄筋径の影響が小さいということは、本実験で要因として考慮していないかぶりが大きく影響を与えている可能性があるため、かぶりが剥離ひび割れ発生時の腐食量に与える影響について検討した。その結果を図 4 に示す。本実験のかぶり 20mm にあたるひび割れ発生腐食量は、図 3 で得られた $W = 173\text{mg/cm}^2$ を用いた。

図 4 を見ると、荒木らと佐々木らの実験結果では、かぶりが大きくなると剥離ひび割れ発生腐食量が増加する傾向を示している。本実験ではかぶりを要因としていないため、剥離ひび割れ発生腐食量に与えるかぶりの影響の傾向をみることはできない。しかし、荒木ら、佐々木らの研究結果についてかぶりが 0mm のときには軸方向ひび割れ発生腐食量は 0mg/cm^2 であると考え、原点を通る直線で近似を行ったところ、近似直線の相関係数は十分に大きな値であった。このことから、本実験結果の剥離ひび割れ発生腐食量に与えるかぶりの影響も原点を通る直線関係になると仮定し、本実験における剥離ひび割れ発生腐食量 W_{spall} を、かぶり C を用いて表したところ $W_{\text{spall}}=8.65C$ の関係が得られた。

4. 結論

- 1)鉄筋径 29mm 以下の場合には、剥離ひび割れ発生腐食量に与える鉄筋径の影響はかぶりの影響に対して十分小さく、この範囲内ではかぶりのみを用いて剥離ひび割れ発生腐食量を推定できると考えられる。
- 2)本実験での剥離ひび割れ発生腐食量(W_{spall})はかぶり(C)を用いて $W_{\text{spall}}=8.65C$ により推定できると考えられる。

参考文献

1)宇野祐司,高谷哲,山本貴士,宮川豊章:ひび割れ発生腐食量に与える鉄筋径の影響に関する研究,土木学会関西支部年次学術講演会概要集,2009 2)佐々木孝彦:コンクリート構造物の鉄筋腐食による劣化の診断と補修に関する研究,大阪市立大学大学院博士論文,2005.8 3)荒木弘祐,服部篤史,宮川豊章:鉄筋の腐食膨張によるかぶりコンクリートの剥離現象とその予測,土木学会論文集 No.802/Vol-69,209-202,2005.1

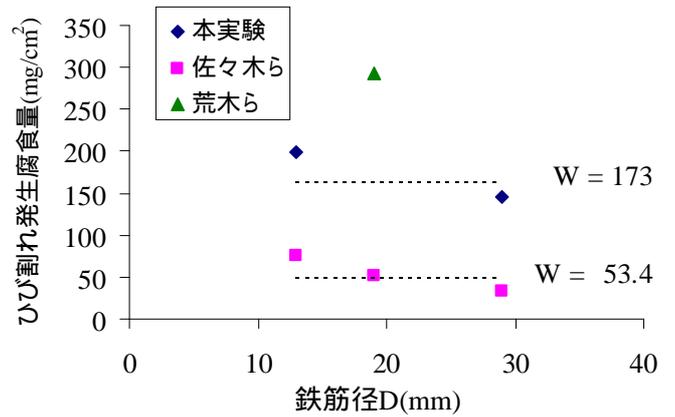


図 3 剥離ひび割れ発生腐食量に与える鉄筋径の影響

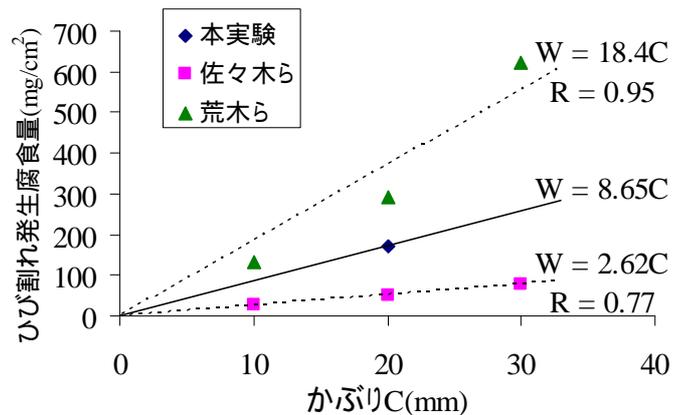


図 4 剥離ひび割れ発生腐食量に与えるかぶりの影響