

4 プローブ法を用いた鉄筋コンクリートの内部ひび割れの検知について

愛媛大学 賛助会員 矢野竜光 愛媛大学 正会員 氏家勲 愛媛大学 正会員 河合慶有

1. はじめに

高度経済成長期に建設された鉄筋(以下 RC と称す)構造物が共用年数 50 年を経過し、今後短期間に適切な維持管理が必要とされる。近年ではメンテナンスフリーだと考えられていた RC 構造物においても早期劣化や損傷が指摘されるようになり、適切な RC 構造物の点検手法の確立が必要とされている。

RC コンクリートの耐久性を損なうことなく内部状況を把握できる非破壊試験の中の一つとして、4 プローブ法 (Wenner 法) による表面電気抵抗率試験がある。電気抵抗率はコンクリートの緻密さ、水分飽和度や塩化物イオンの拡散性と相関がありコンクリートの耐久性を評価する指標の 1 つとなっている。4 プローブ法により測定されるコンクリートの電気抵抗率は、コンクリートの配合、含水率、塩類の含有量などが影響し、水セメント比が大きいほど低く、材齢が進展するほど高い傾向があることが確認されている。

鉄筋腐食による内部ひび割れ発生時では、印加した電流経路に変化がみられるため、電気抵抗率の測定結果に影響を与えられとされる。よって、コンクリート表面到達以前に内部ひび割れの検知が可能となる。

そこで本研究では、4 プローブ法による表面電気抵抗率試験を実施し、鉄筋腐食によって発生する内部ひび割れをかぶり表面到達以前に非破壊で検知することを目的として検討を行った。

2. 実験概要

2.1 供試体の概要図

供試体の概要図を図 1 に示す。供試体に埋設した鉄筋は D16、長さ 580mm の異形鉄筋を使用した。寸法および形状は 120×120×540(mm)の角柱供試体で、内部に D16 の鉄筋を 1 本埋設し、鉄筋の両端 20mm をコンクリートから露出させている。鉄筋を露出させているのは、かぶりの位置を目視で確認できる事に加えて、電食実験のリード線を取り付けることが容易になるためである。かぶりは 20 または 40mm とした。ここで、電食試験を行う供試体は、鉄筋に電流を印加させるために、鉄筋の両端にリード線をねじで取り付け、その先端に圧着端子を取り付けた。リード線を取り付けた後、鉄筋の両端を腐食因子との接触を防ぐためにエポキシ樹脂でシールした。

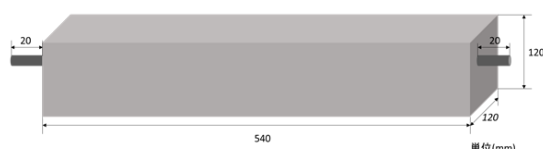


図 1 供試体の概要図

2.2 電食試験

本試験は、鉄筋コンクリートの腐食を促進し、内部ひび割れを生じさせることを目的とし行った。水槽の底面にステンレス版を置き、その上に試験面を下にして供試体を静置した。供試体のかぶりは 20, 40 (mm) とあるのでかぶり 20mm の供試体にはステンレス版の下に 20mm の木材を敷いた。水槽内に水道水を底面から 40mm の高さまで満たすことにより、供試体がかぶりの深さまで水につかるようにした。次に鉄筋(陽極)とステンレス板(陰極)に直流安定化電源を接続し、0.2~0.6A の直流電流を印加し、鉄筋を腐食させた。図 2 に電食実験の概要図を示す。

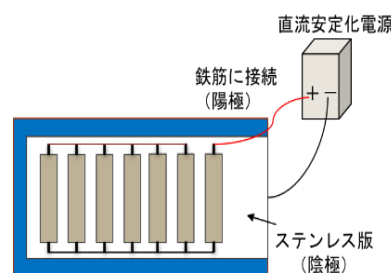


図 2 電食実験の概要図

2.3 電気抵抗率試験

本研究では、電気抵抗を測定するための機器を用いた。4 プローブ方式により完全非破壊でコンクリートの電気抵抗を測定することができる。図 3 に 4 プローブ法の模式図を示す。RC 構造物を対象としたかぶりコンクリートの電気抵抗率は(式 1)で示す。

$$\rho = \frac{2\pi a \Delta\phi}{I} \quad (\text{式 1})$$

ρ : 電気抵抗率 $\text{k}\Omega\text{cm}$ a : 電極間隔 cm I : 回路を流れる全電流 mA $\Delta\phi$: 電位差電極間の電位差 V

測定箇所は鉄筋直上とその上下 30mm 離れた 2 箇所の計 3 箇所を各 5 回ずつ測定した。図 4 に表面電気抵抗率測定機器の写真を示す。

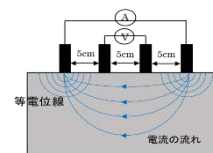


図 3 4 プローブ法の
模式図



図 4 表面電気抵抗率
測定機器

3. 実験結果と考察

図 5～8 に実験の結果を示す。表面にひび割れが発生した際の値を図中の楕円に示す。いずれの場合であっても表面にひび割れが発生する前に大きく電気抵抗率が上昇している。表面にひび割れが発生する以前の大きく電気抵抗率が上昇している地点で内部ひび割れが発生したのではないかと考察する。そのことから、内部ひび割れ発生と表面にひび割れが発生するまでの期間について考える。かぶり 20mm の供試体においては、内部ひび割れが発生したと考えられる日から 10 日前後で表面にひび割れが発生している。一方かぶりが 40mm の場合は、20 日前後で表面にひび割れが発生している。同じ水セメント比の場合、かぶり 20mm と 40mm を比較すると、40mm のほうが鉄筋の影響を受けにくいため、電気抵抗率が高くなるはずであるが、そのような結果は得られなかった。

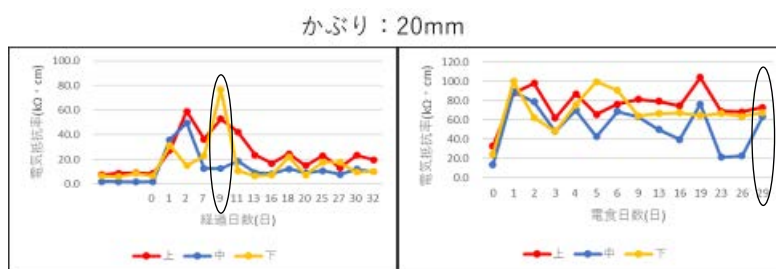


図 5 w/c 50% 20 mm

図 6 w/c 60% 20 mm

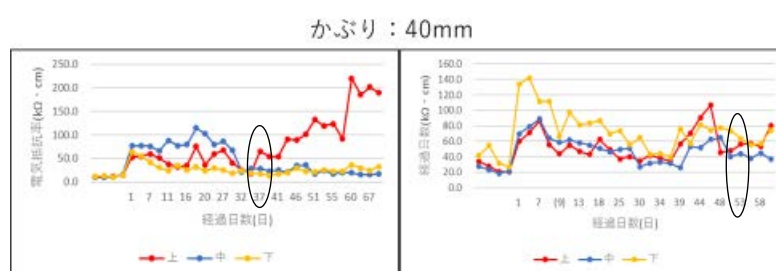


図 7 w/c 50% 40 mm

図 8 w/c 60% 40 mm

4. まとめ

実験結果から、電気抵抗率の変化によって内部ひび割れの検知の可能性が示唆される。かぶり 20mm と 40mm を比較した際に、電気抵抗率が大きく増加した日から、表面にひび割れが発生するまでの日数が 20mm の場合約 10 日 40mm の場合約 20 日となっている試験する供試体の数を増やすことで、かぶりと表面にひび割れが発生する日数に比例関係を得られる可能性が示唆される。

参考文献

- 1) 三寫晃平：劣化現象が各種非破壊試験の測定値に及ぼす影響に関する実験的検討，平成 30 年度土木学会四国支部第 24 回技術研究発表会，2018.5