

海洋干満帯に暴露した鉄筋コンクリート大型試験体の4プローブ法による電気抵抗率の測定

東北大学 学生会員 ○齊藤 佑貴 学生会員 榎原 彩野 正会員 皆川 浩 正会員 久田 真
三井造船株式会社 正会員 井上 浩男 正会員 江澤 一明 正会員 酒井 正和 正会員 内田 大介
ドービー建設工業株式会社 正会員 立神 久雄 正会員 市川 聖芳 正会員 長谷川 剛

1. はじめに

実構造物のコンクリートの電気抵抗率の測定方法の一つとして、4プローブ法が挙げられる。4プローブ法は測定方法が非破壊かつ簡便であるため、実構造物への適用に向けて種々の研究^{1), 2)}がなされている。しかし、鉄筋コンクリート中の含水率の分布に着目し、電極間隔を変化させて自然環境下に暴露されたコンクリートを測定した例は少ない。本研究では、実構造物の測定を想定し、海洋干満帯に暴露した鉄筋コンクリート試験体を対象として4プローブ法で電気抵抗率を測定した。

2. 実験概要

(1) 試験体の概要

本研究で使用した試験体の配筋図を図-1に示す。寸法及び形状は300×1000×1000 mm、早強セメントで作製したW/C=39%の角柱コンクリート試験体である。また、 $\phi 13$ mmの鉄筋を鉛直方向に50, 100, 125, 150, 200, 250 mmと間隔を変えて配筋し、鉄筋が4プローブ法で測定される電気抵抗率に及ぼす影響も検討した。

(2) 環境条件

試験体の暴露箇所は千葉縣市原市の海洋干満帯であり、暴露期間は約1年4ヶ月である。試験体を引き上げてすぐに封緘養生をし、1週間後に電気抵抗率の測定を行った。測定時の気温は14.0℃、相対湿度は50.2%であった。

3. 測定方法

図-2に測定位置の記号及び電極の設置方向を示す。図-2のように鉛直方向の測定位置を1～7、水平方向の測定位置をA～Fとし、電極の設置方向については鉛直方向を電極方向a、水平方向を電極方向bとした。なお、電極設置位置が1とAの交点であり、電極方向がaである場合、これを位置(1, A, a)と示すこととする。また、以下に測定に際しての実験要因と測定位置の関係について示す。

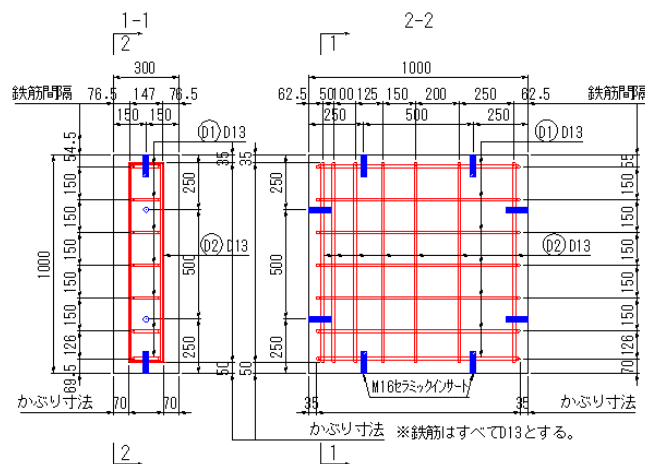


図-1 試験体配筋図

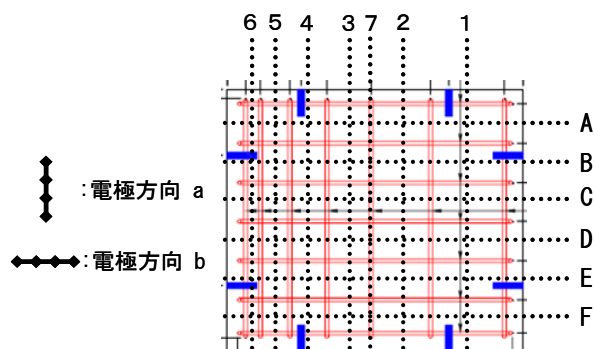


図-2 測定位置の記号及び電極の設置方向

(1) 測定結果に及ぼす鉄筋の影響

鉄筋の影響を検討するために電極間隔を4 cmに固定し、電極方向aで測定位置2, 3及び7のA～Fの交点で電気抵抗率を測定した。同様に、電極方向bで測定位置2及び7のA～Fの交点で電気抵抗率を測定した。

(2) 測定結果に及ぼす測定位置の影響

測定位置の影響を検討するために電極間隔を4 cm、電極方向aに固定し、測定位置1～6とA～Fの交点の電気抵抗率を測定した。

(3) 測定結果に及ぼす電極間隔の影響

電極間隔の影響を検討するために電極方向bで電極間

キーワード 電気抵抗率, 4プローブ法, 実構造物, 含水率

連絡先 〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06 東北大学大学院土木工学専攻 TEL 022-795-7430

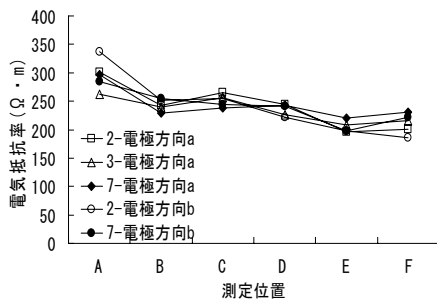


図-3 鉄筋の影響

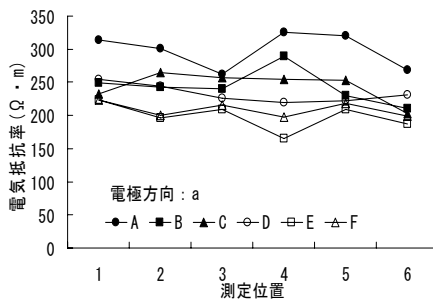


図-4 測定位置の影響

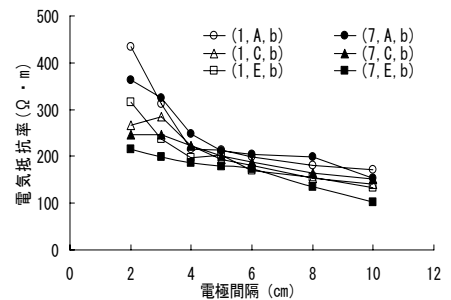


図-5 電極間隔の影響

隔を 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0, 8.0 及び 10.0 cm と変化させて測定位置 1 及び 7 の A, C 及び E の交点で電気抵抗率の測定を行った。

(4) 測定結果に及ぼす給水条件の影響

試験体を給水させたときの影響を検討するために、試験体表面をウエスで覆って散水し 1 時間後に電気抵抗率を測定した。測定位置は(1, A, b), (1, C, b)及び(1, E, b)であり、電極間隔を 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0, 8.0 及び 10.0 cm と変化させ、給水前の電気抵抗率と比較した。

4. 実験結果及び考察

(1) 測定結果に及ぼす鉄筋の影響

図-3 に測定結果に及ぼす鉄筋の影響を示す。図-3 より測定位置 A~F それぞれにおいて、鉄筋直上でもコンクリート直上でも電極方向によらず測定値はほぼ同程度となった。これはかぶり が 70 mm と、電極間隔 4 cm と比較して大きいこと、鉄筋の測定値に及ぼす影響は小さかったためと考えられる。

(2) 測定結果に及ぼす測定位置の影響

図-4 に測定結果に及ぼす測定位置の影響を示す。図-4 より、測定位置 A の電気抵抗率が他の測定位置の電気抵抗率と比較して大きいことがわかる。これは、試験体を干満部に暴露したため、試験体下側と比較して試験体上側において含水率が低かったためであると考えられる。つまり、電気抵抗率が試験体の面的な含水率の分布に影響を受けたためであると考えられる。

(3) 測定結果に及ぼす電極間隔の影響

図-5 に測定結果に及ぼす電極間隔の影響を示す。図-5 より、全ての測定位置において電極間隔を広げるほど、電気抵抗率が小さくなった。これは、試験体の表層が乾燥し、内部が湿潤だったため、もしくは電極方向と水平に位置している鉄筋が影響したためであると考えられる。また、測定位置 A での電極間隔 2 及び 3 cm の電気抵抗率が他と比較して大きくなった。これは、試験体を干満部に暴露したため、試験体の上側の表層部の乾燥程度が下側と比較して大きいからであると考えられる。つまり、電極間隔を変化させることによって、電気抵抗率が試験体の深さ方向の含水率の分布に

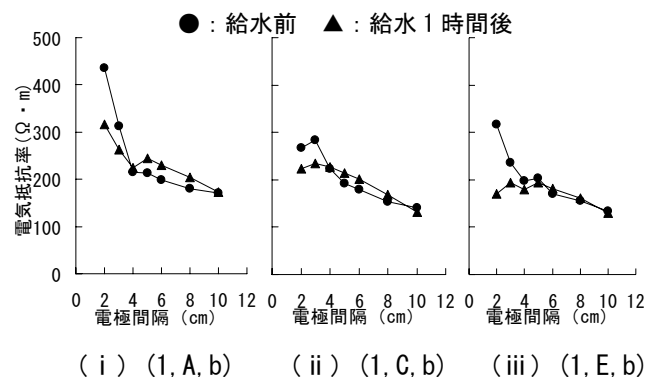


図-6 給水条件による影響

影響を受けたためであると考えられる。

(4) 測定結果に及ぼす給水条件の影響

図-6 に測定結果に及ぼす給水条件の影響を示す。図-6 より、どの測定位置においても電極間隔が小さいときの電気抵抗率が給水前の電気抵抗率と比較して小さくなった。これは、乾燥した表層部に水分が供給され、電気抵抗率の測定値が飽水状態における電気抵抗率に近づいたためであると考えられる。すなわち、含水状態の深さ分布の一様性を確認するために、電極間隔を変えて測定することが有効である。

5. 結論

試験体の深さ方向や面的な含水率の分布が 4 プローブ法によって測定される電気抵抗率に影響を与える。このことは、電極間隔を変えることによって、含水率の分布を推定できる可能性があることを示唆するものである。

参考文献

- 1) K. R. Gowers and S. G. Millard: Measurement of Concrete Resistivity for Assessment of Corrosion Severity of Steel Using Wenner Technique, ACI Mat. J., Sep.-Oct., pp. 536-541, 1999
- 2) 皆川浩ら:鉄筋が 4 プローブ法による電気抵抗率の測定値に及ぼす影響, 土木学会第 64 回年次学術講演会講演概要集, Vol.64, No.2, pp.409-410, 2009