

# 電気抵抗率測定を用いたコンクリート内部欠陥の検知手法に関する実験的検討

愛媛大学大学院 学生会員 ○岡田辰夫 広島県庁 非会員 喜多村征生  
愛媛大学大学院 正会員 氏家勲 正会員 河合慶有

## 1. はじめに

近年、コンクリート構造物の早期劣化が問題となっており耐久性評価や維持管理手法の確立が急務となっている。電気抵抗率を測定する手法により品質を評価する 4 プローブ法については、コンクリートの配合、含水率、塩分の含有量などが影響し、電極間隔が小さくなるほど電気抵抗率のばらつきは大きくなる傾向が認められている<sup>1)</sup>。しかし、表面に顕在化していない内部欠陥の存在が、測定結果に与える影響について検討した事例は少ない。本研究では、4 プローブ法により内部欠陥を早期に検知することを目的とし、内部欠陥を模擬したスリット及び両引張載荷試験により生じたひび割れが測定結果に及ぼす影響について検討を行った。

## 2. 実験概要

### (1) 使用材料及び供試体概要

本研究では、水セメント比 50% のモルタル供試体を用いて検討を行った。セメントは早強ポルトランドセメント(密度:  $3.14\text{g/cm}^3$ )とし、練混ぜ水には水道水を使用した。また、細骨材には石灰砕砂(表乾密度  $2.66\text{g/cm}^3$ , F.M.2.47, 吸水率 0.58%)を使用した。モルタル供試体は水、セメント及び細骨材の割合を質量比で 1:2:4 として作製し、材齢 7 日まで水中養生を行った。供試体概要を図 1 及び図 2 に示す。供試体タイプ 1 は、モルタル供試体中央部の底面より内部欠陥を模擬したスリットを乾式ダイヤモンドカッターにより導入し作製した。スリット深さは 25, 50 及び 75mm である。また、供試体タイプ 2 は、モルタル供試体中に直径 25mm の異形鉄筋を埋設した。かぶりは電極を配置した面から 50mm とした。内部ひび割れの進展を観察するため、鉄筋を供試体の端部より露出させている。供試体上部には、20mm 間隔で供試体タイプ 1 では 10 本、供試体タイプ 2 では 19 本の電極を深さ 10mm まで埋め込んでいる。電極種類はステンレス棒( $\phi 3\text{mm}$ )とし、供試体との接合方法はドリル孔に導電性のエポキシ樹脂を塗付する方法とした。

### (2) 4 プローブ法による測定方法

等間隔に配置した 4 本の電極のうち外側 2 本に電流を印加し、そのときに得られる内側 2 本の電位差電極間の電圧を測定し、式(1)を用いて電気抵抗率を推定した。

$$\rho = 2\pi a \frac{V}{I} \quad (1)$$

ここで、 $\rho$ : 電気抵抗率 ( $\Omega \cdot \text{m}$ )、 $a$ : 電極間の距離 (m)、 $V$ : 電位差電極間の電位差 (V)、 $I$ : 印加電流値 (A) である。本研究では、電極間隔を 20 及び 60mm とし、交流安定化電源を用いて 30V, 100Hz の交流電流を印加した。測定ケースを図 3 及び図 4 に示す。

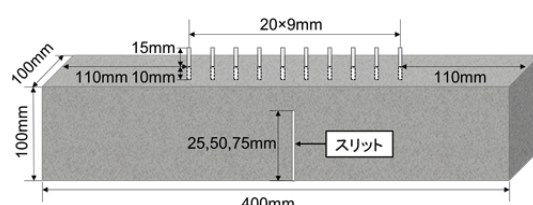


図 1 供試体タイプ 1

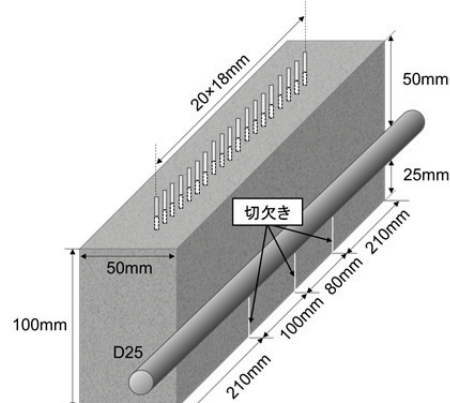


図 2 供試体タイプ 2

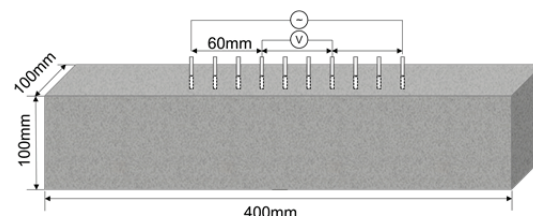


図 3 測定間隔 60mm

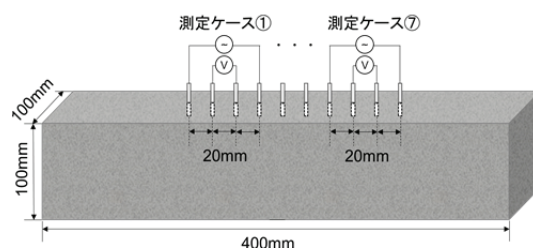


図 4 測定間隔 20mm

### 3. 内部欠陥を模擬したスリットが電気抵抗率に及ぼす影響

本検討では供試体タイプ 1 を使用した。電極間隔を 60mm または 20mm とした際の電気抵抗率の測定結果をそれぞれ図 5 及び図 6 に示す。測定間隔 60mm のケースでは、スリットの進展に伴い電気抵抗率は増加しており、特にスリット深さを 50mm から 75mm と大きくしたときに、約 1.8 倍の電気抵抗率の増大が見られた。測定間隔 20mm のケースでは、中央部④の測定結果において他の測定ケースに比べスリット深さを 75mm とした際の増加率が高く、約 1.3 倍の増大が見られた。一方、測定ケース①、②及び⑥、⑦のように電流を印加する電極及び電圧を測定する電極のいずれの電極の下部にもスリットが存在しないケースでは、スリット深さの増大に伴う明確な電気抵抗率の増大は認められない。したがって、モルタル供試体を用いた実験では、スリットの導入により通電断面積が減少し、電位差電極間の電圧が増加していることがわかる。

### 4. 両引張載荷試験により生じたひび割れが電気抵抗率に及ぼす影響

本検討では供試体タイプ 2 を使用した。電気抵抗率の測定結果を図 7 及び図 8 に、ひび割れの発生状況を図 9 に示す。図 7 の測定ケース①、②、⑧、⑨及び⑩、図 8 の測定ケース④及び⑫では電気抵抗率に明確な増大が認められる。これらは、両引張載荷により生じたひび割れを含む測定ケースであり、またひび割れが電極を配置した面に達した際に顕著な電気抵抗率の増大が認められた。さらに、ひび割れ幅が大きくなるに従い電気抵抗率は増大する傾向を示した。しかし、ひび割れが電極を配置した面に達していない段階では電気抵抗率の明確な増大は認められない。これは、ひび割れ発生時の幅は極めて狭く、スリットと比較して電氣的導通の可能な断面が境界に多く存在するためと考えられる。

### 5. まとめ

内部欠陥を模擬したスリット深さが大きくなるほど電気抵抗率は増大し、特に深さ 75mm に達した際に顕著な増大が認められた。両引張試験により生じたひび割れについては、ひび割れ幅が比較的広い、もしくは電極を配置した面まで達したときに電気抵抗率に増大が見られた。またひび割れ幅が大きくなるに従い電気抵抗率は明確に増大することがわかった。

### 参考文献

- 1) 皆川 浩, 齊藤 佑貴, 榎原 彩野, 久田 真: 電極の設置条件が 4 プローブ法による体積抵抗率の測定結果に及ぼす影響についての基礎的研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.31, No.1, 2009

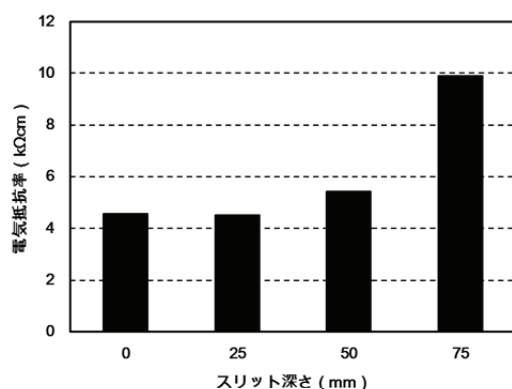


図 5 測定間隔 60mm

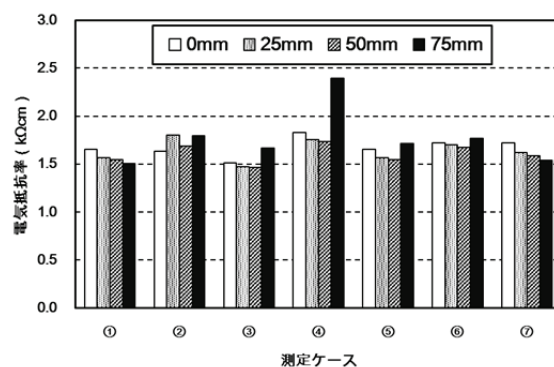


図 6 測定間隔 20mm

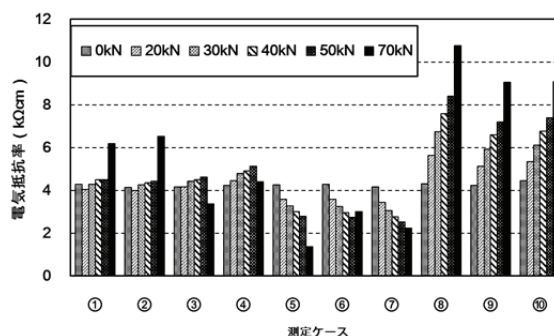


図 7 測定間隔 60mm(両引張試験)

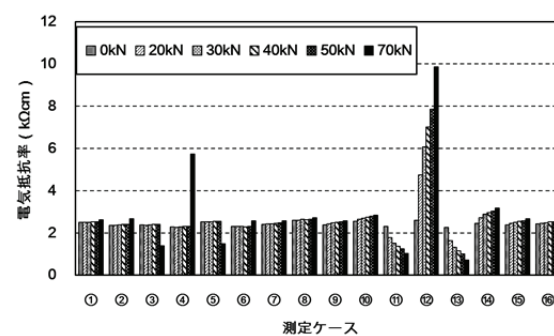


図 8 測定間隔 20mm(両引張試験)

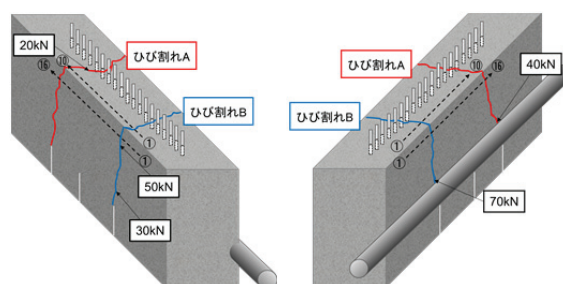


図 9 ひび割れ発生状況