

各種要因がコンクリートの比抵抗に与える影響に関する実験的研究

京都大学 ○学生会員 生田周史¹⁾ 阪急電鉄 正会員 中川元宏²⁾
 京都大学 正会員 山本貴士¹⁾ 正会員 服部篤史¹⁾ フェロー 宮川豊章¹⁾

1. 研究目的 本研究は、小型供試体を用いた実験により、含水率、水セメント比 (W/C)、塩分量、温度および中性化などの要因が、コンクリートの比抵抗（以下、「比抵抗」）に与える影響を把握することを目的として実施した。

2. 実験概要 配合要因は、表 1 に示す水セメント比および塩分量とした。供試体は、図 1 に示す角柱を用いた。促進中性化の前後で、供試体の質量含水率（以下、「含水率」）および温度（以下、「温度」）を変化させ、市販の LCR メーターにより直流および交流で測定した抵抗（交流は、周波数 1kHz でのインピーダンスの実数成分）から、比抵抗 ($k\Omega \cdot cm$) を求めた。ここで、促進中性化後とは、温度 30℃、CO₂ 濃度 5%で、RH90%と 45%を 1 週間毎に繰返す促進中性化環境下に 5 週間静置した状態であり、W/C70%では供試体全体が中性化していた。なお、電極とコンクリートの接触部分は、カルボキシルメチルセルロースの塗布により、接触抵抗を除いた。

表 1 配合要因

要因	設定値
W/C (%)	55, 70
Cl ⁻ (kg/m ³)	0, 0.6, 1.2, 5

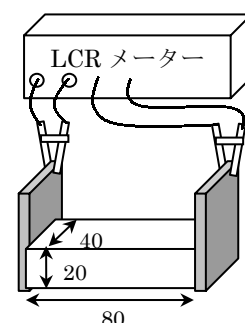
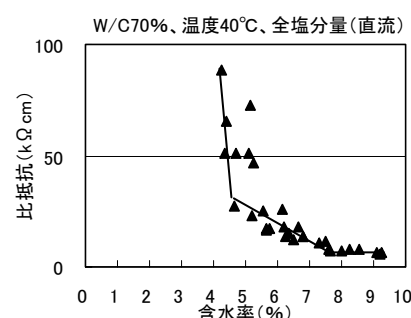
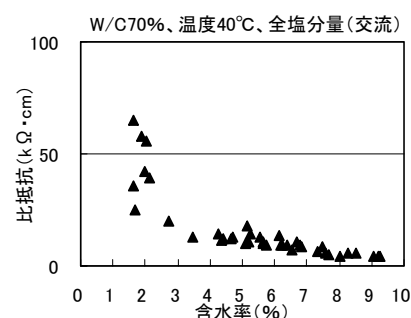


図 1 測定概要

3. 実験結果および考察 3.1 含水率による影響 W/C70%の中性化前での温度 40℃における、直流による含水率と比抵抗の関係を図 2 に示す。両者の関係は、大きく 3 通りに大別されると考えられる。含水率 5～7%では、両者には直線的な関係が認められ、水の量（体積）が比抵抗に与える影響が大きいと考えられる。一方で、含水率 7%以上では、比抵抗はほぼ一定となり、水の体積が与える影響が小さくなっている。この範囲では、それぞれの供試体が飽水状態にあり、飽水状態での含水率が供試体毎で異なったものと考えられる。したがって、コンクリート内部の空隙が水で十分に満たされている状態では、水の量は比抵抗に影響しないと考えられる。また、含水率 5%以下では、ほぼ同じ含水率でも比抵抗は大きく変化している。この原因として、空隙内に存在する水が少ない状態では、水の体積よりも、空隙内における水の分布（連続性）による影響が大きくなることが考えられる。

同条件下での、交流による含水率と比抵抗の関係を図 3 に示す。両者には、図 2 に示した直流と同様の関係が認められるが、直流の方が、比抵抗の変化が大きく、含水率による影響が明瞭に表れている。したがって、以下では、直流での結果について考察する。

3.2 中性化による影響 W/C70%の温度 40℃での、中性化前後における直流での相対含水率および含水率と比抵抗の関係を、それぞれ図 4 および図 5 に示す。図 4 より、相対含水率 100%つまり空隙が水で満たされている状態も含め、同じ相対含水率では中性化後の比抵抗が大きくなっている。この原因として、中性化に伴う緻密化、つまり、空隙量の減少により、同じ相対含水率では、中性化後の方が含まれる水の体積が小

図 2 含水率の影響
(直流, 中性化前)図 3 含水率の影響
(交流, 中性化前)

キーワード コンクリート比抵抗, 含水率, 温度, 塩分, 中性化

連絡先 1) 〒606-8501 京都市左京区吉田本町 TEL: 075-752-5102 FAX: 075-752-1745

2) 〒530-8389 大阪市北区芝田 1-16-1 TEL: 06-6373-5239 FAX: 06-6373-5244

さくることが考えられる。一方で、図5より、含水率と比抵抗の関係には、中性化の前後による相違は認められない。これは、中性化で生成される CaCO_3 による供試体質量の増加に伴い、同じ含水率の場合に含まれる水の体積は中性化後の方が大きくなることにより、前述の緻密化による影響が打ち消されたことによるものと考えられる。含水率と比抵抗の

関係には、中性化の前後による相違が表れない傾向は、他の W/C および温度でも認められた。

3.3 温度による影響 W/C70%の中性化前での温度 10、25 および 40℃における、直流での含水率と比抵抗の関係を図6に、温度 10℃での比抵抗と減少率の関係を図7に示す。ここで、減少率とは、10℃から 40℃への温度上昇に伴う比抵抗の減少程度（10℃に対する減少割合）である。

図6より、温度が高くなると比抵抗が小さくなる。また、図7より、比抵抗が大きくなると減少率は小さくなるが、それでも 20%以上減少している。したがって、夏と冬の測定値を比較する場合のように、温度差が大きい場合には、温度による補正が必要になると考えられる。

3.4 塩分による影響 W/C70%の中性

化前での温度 40℃における、塩分量 0、0.6、1.2 および 5.0kg/m³の直流による含水率と比抵抗の関係を、中性化の前後について、それぞれ図8および図9に示す。図8より、中性化前でも塩分を含む供試体の比抵抗が小さくなる傾向が認められるが、

図9に示す中性化後においては、塩分量による相違がより明確に認められる。この原因として、塩分を含む場合は、中性化に伴う緻密化による比抵抗の増加に対して、固定化塩分の一部がイオン化することによる減少のため、塩分を含まない場合よりも中性化に伴う比抵抗の増加が抑えられることが考えら

れる。なお、塩分量による相違は、塩分の有無による相違に比べて小さく、塩化物イオンの有無による影響は、イオン濃度による影響に比べて大きいものと考えられる。

4. 結論 本研究の範囲内で得られた結論を、以下に記す。

W/C および温度が同じ場合、含水率と比抵抗の関係には中性化の前後で相違が認められなかった。したがって、含水率と比抵抗の関係においては、中性化による影響を考慮する必要はないものと考えられる。また、比抵抗に与える影響が最も大きいのは含水率であるが、温度差が大きい場合には、温度による補正が必要である。さらに、塩分の有無による影響は、特に中性化後に大きくなる。塩分の有無による影響は、塩分量による影響に比べて大きい。なお、直流による測定では、分極の影響が懸念されるものの、交流での測定に比べて、変化量が大きくなるため、各種要因による比抵抗の変化が明瞭に表れる。

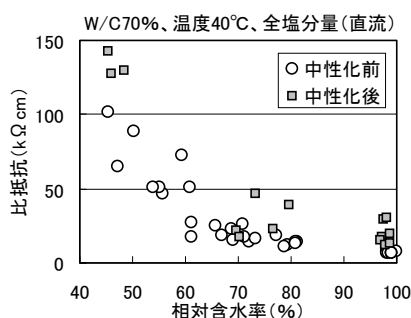


図4 相対含水率～比抵抗
(中性化前後)

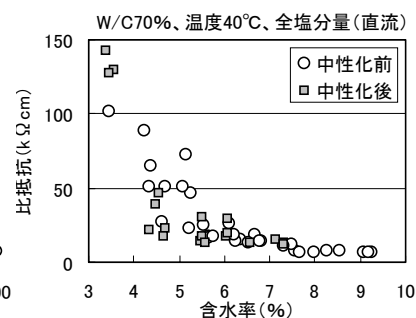


図5 含水率～比抵抗
(中性化前後)

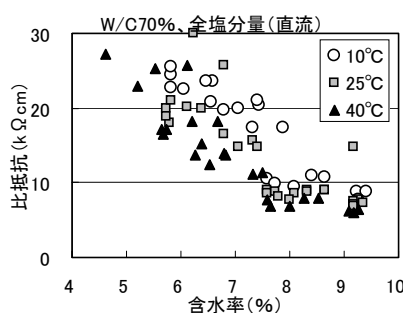


図6 温度の影響
(中性化前)

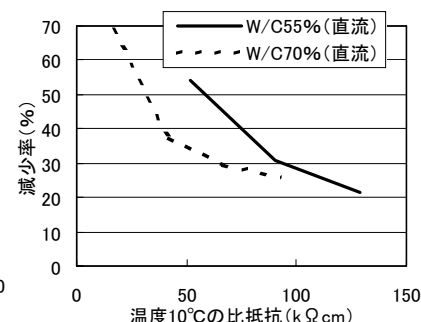


図7 10℃での比抵抗
～減少率(中性化前)

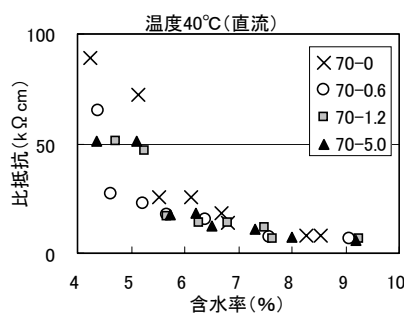


図8 塩分の影響(中性化前)

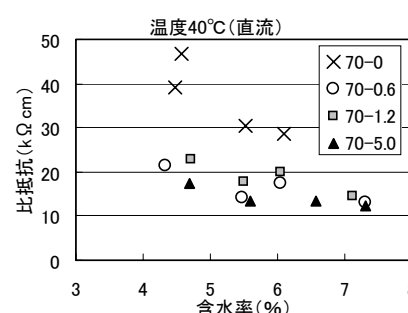


図9 塩分の影響(中性化後)