

V-376

統計的手法によるコンクリートの中性化深さの評価

東京都立大学大学院学生 学生員 伊井 克
 東京都立大学大学院 正会員 大賀宏行

1. はじめに

中性化深さによる鉄筋腐食現象を考える場合、中性化深さは、多くの既往の研究で検討されてきた平均中性化深さより最大中性化深さで評価するのが適当であると考えられる。本研究では、中性化深さの多点測定を行い、中性化深さの分布とばらつき、最大中性化深さと平均中性化深さの関係に及ぼす配合条件、養生条件の影響について統計的に検討を加えた。

2. 実験概要

普通ポルトランドセメントを使用し、高炉スラグ微粉末およびフライアッシュを混和した場合の影響を検討するため、置換率を50%、70%（高炉スラグ微粉末）、25%（フライアッシュ）とした。コンクリートの中性化は二酸化炭素の拡散現象であることから、混和材を用いた場合でも、コンクリートのペースト部分の体積を無混和と等しくした。無混和の目標スランブは8cm、目標空気量は5%とした。水セメント比は50%とした。初期養生は養生温度20℃および30℃の水中および気中においてそれぞれ7日、28日、56日間行った。中性化試験では、10×10×40cmの直方体供試体を用い、初期養生後、温度40℃、湿度50%RH、二酸化炭素濃度7%に調整した促進試験槽に供試体を移した。所定の期間において供試体を割裂し、割裂面に1%のフェノールフタレイン溶液を噴霧し、紫赤色に変化しない部分を中性化したものと判定した。その割裂面を、スキャナーで用紙に取り込み、デジタイザーにより中性化深さを2～3mm間隔で測定した。そのデータを用い、中性化分布を調べるためのヒストグラム、またその広がり具合の目安として標準偏差、最大中性化深さと平均中性化深さの関係を調べた。また、中性化深さのバラツキ度を汀線を用いて検討した。

3. 実験結果

3.1 中性化深さの分布

中性化深さの平均値は、本実験でも既往の研究同様に、配合条件および養生条件によらず中性化期間の平方根に比例することが認められた。しかし、気中養生を行ったものは、養生期間中にも中性化が進行していた。この傾向は高炉スラグ微粉末を混和したものが顕著であった。図1にフライアッシュを25%混和し、初期に温度20℃の気中で7日間養生したコンクリートの中性化深さの分布を示す。中性化深さはほぼ正規分布に従うことが明らかとなり、その他の配合条件および養生条件の場合に関しても同様であった。図2に初期

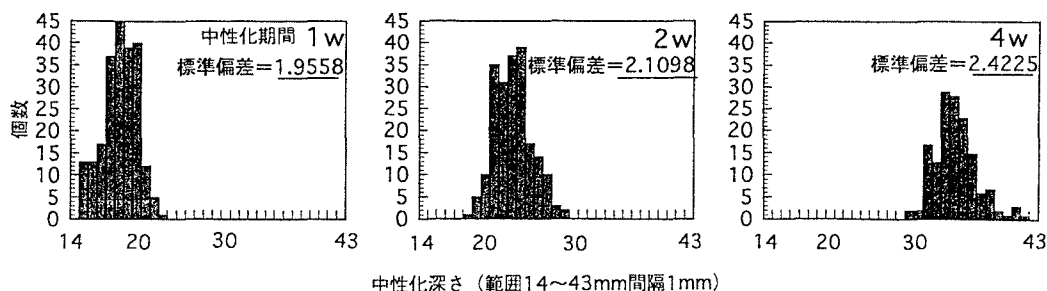


図1 中性化深さのヒストグラム

最大中性化深さ、平均中性化深さ、初期養生条件、混和材、統計的評価

〒192-03 東京都八王子市南大沢1-1 TEL: 0426-77-2775 FAX: 0426-77-2772

養生期間7日のコンクリートの中性化深さの標準偏差と中性化期間の関係を示す。中性化期間と共に中性化深さの標準偏差が大きくなっていることから、中性化期間が長くなると、中性化深さの散らばり程度は大きくなることが認められた。中性化深さの進行式およびばらつきの分布が明らかになったことにより、信頼性設計において中性化による鉄筋腐食を考える場合、鉄筋のかぶり分布が分かれば、鉄筋腐食が起こる確率を定量的に求められる。さらに、図2において、同配合で比べると全体的に、初期に水中養生したものよりも気中養生したものの方が、標準偏差が大きくなっている。これは、水中養生より気中養生の方が中性化が早く進み、それと共にばらつきが大きくなるからと考えられる。初期養生期間28日の場合も同様の傾向を示した。

3.2 汀線の凹凸度

汀線（L）の凹凸度を示す式 $(L - L_0) / L_0$ （ここに、 L_0 = 測定区間長）を y 軸にとったグラフを図3に示す。これは、初期養生期間7日のものであるが、どの条件においても、無混和とフライアッシュの汀線の凹凸度に大きな差はないが、高炉スラグ微粉末を混和材として置換したものは、汀線の凹凸度が大きくなっている。その傾向は初期に気中養生したものより水中養生したものの方が大きい。これは、水中養生したものは水和反応が続いている状態であり、反応の進行の差が汀線の凹凸となって表れていると考えられる。初期養生期間28日の場合も同様の傾向を示した。

3.3 最大中性化深さと平均中性化深さの関係

最大中性化深さと平均中性化深さの関係を図4に示す。両者は良い相関を示すことから、最大中性化深さと平均中性化深さの関係は、混和材の有無、種類および置換率、初期養生における環境条件（水中養生と気中養生）、養生期間および養生温度に影響を受けないことが明らかとなった。両者の関係は図4に示したように近似式

$$x_{max} = 2.63 x_{ave}^{0.767}$$

で表され、相関係数は0.9867であった。

4. まとめ

コンクリートの中性化深さの分布は、ほぼ正規分布で表されるが、中性化深さの標準偏差は促進中性化暴露期間の増加とともに大きくなる傾向を示した。汀線（中性化フロント）の長さは、高炉スラグ微粉末を混和した場合に大きくなるが、最大中性化深さと平均中性化深さの関係は配合条件、初期の養生条件にかかわらず同一の近似式で表されることが明らかとなった。

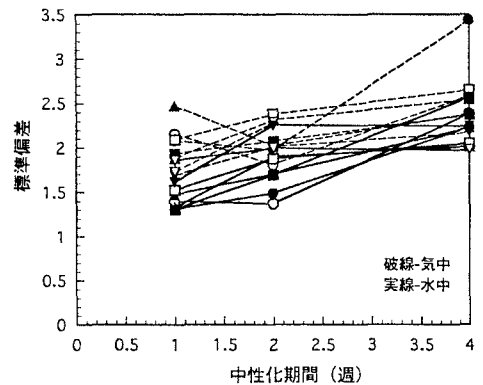


図2 標準偏差と中性化期間

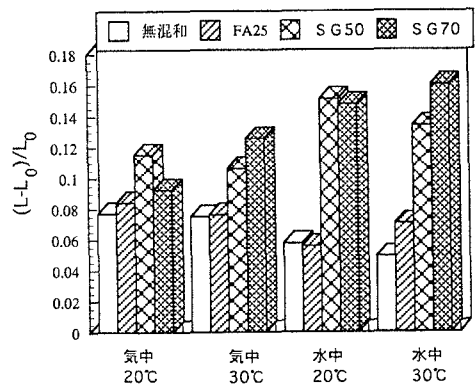


図3 汀線の凹凸度

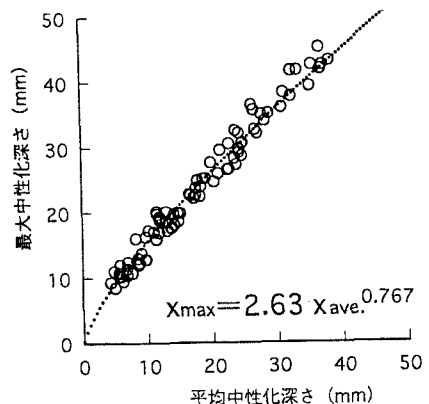


図4 最大・平均中性化深さの関係