

水セメント比およびひび割れの有無がモルタル内部の湿度変化に与える影響

清水建設株式会社 正会員 ○齊藤 亮介
 会員外 片山 行雄

1. はじめに

鉄筋腐食は鉄筋コンクリート構造物の主要な劣化現象であり、解決すべき重大な課題である。腐食の進行には水が重要な役割を果たし、例えば大気解放条件下における炭素鋼の腐食については、相対湿度と腐食速度の関係が報告されている。コンクリート中の鉄筋の腐食現象についても内部の湿度環境の影響を受けると考えられるが、コンクリート中の湿度環境に関しては不明な点が多い。そこで本研究では、モルタル中に埋設した温湿度センサにより内部の湿度を計測し、各種要因がモルタル内部の湿度変化に与える影響について検討した。

2. 実験概要

コンクリート中の計測用に市販されている温湿度センサをモルタル中に埋設したものを試験体とし、内部の湿度環境を計測した。試験体の概要を図1に示す。実験水準は表1に示すように、モルタルの水セメント比(W/C)、乾燥環境、ひび割れの有無とした。使用したモルタルの配合表を表2に示す。50-B-Nおよび60-B-Nの試験体数は1、その他の水準の試験体数は全て3とした。

温湿度センサは計測部がかぶり20mmに位置するよう固定した。モルタル打込み後は1日で脱型し、20°Cの水中で7日間養生した。養生終了後は表面の水分をふき取り、かぶり面以外の5面をアルミテープで封かんし、かぶり面のみから乾燥が進む状態で所定の環境に静置した。静置後の経過日数を乾燥日数と定義する。環境Aは温度20°C・相対湿度60%の恒温恒湿室内とし、環境Bは温度20°C・相対湿度35%デシケータ内とした。

50-A-Cの試験体は、乾燥開始後28日でひび割れを導入した。その際、かぶり面からセンサの計測部へひび割れが到達するように、計測部の直上(かぶり面の中央)に幅・深さともに約1mmの溝を設け、背面の中央を載荷点とする3点曲げ載荷により、センサ固定用の丸鋼の軸方向と直行方向にひび割れを導入した。その際、上面のアルミテープを撤去しておき、ひび割れがかぶり面から丸鋼位置まで到達したことを目視で確認した。ひび割れ導入後、直ちに上面にてひび割れ幅を計測し、アルミテープを復旧した。

測定項目は、モルタル内部の温湿度および存置環境の雰囲気温湿度である。ただし、環境Aに存置した水準のみ、かぶり面の表面湿度と乾燥に伴う質量変化率を取得した。表面湿度は1体の計測値を代表値として取得した。

キーワード 内部湿度、表面湿度、ひび割れ、鋼材腐食

連絡先 〒135-8530 東京都江東区越中島3-4-17 清水建設株式会社 技術研究所 TEL090-2559-0268

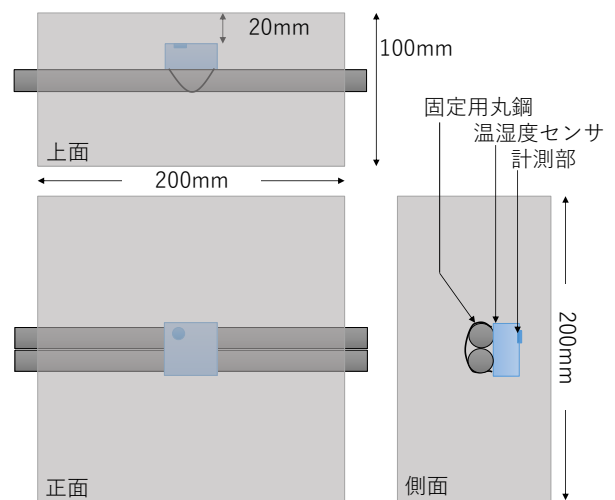


図1 試験体の概要

表1 実験水準の一覧と測定項目

| 水準名 | 40-A-N | 50-A-C | 50-A-N | 50-B-N | 60-A-N | 60-B-N |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| W/C | 40% | 50% | | | 60% | |
| 存置環境 | A | A | | B | A | B |
| ひび割れ | 無 | 有 | 無 | 無 | 無 | |
| 測定項目 | | | | | | |
| 内部湿度 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 雰囲気温湿度 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 表面湿度 | ○ | ○ | ○ | × | ○ | × |
| 質量変化率 | ○ | ○ | ○ | × | ○ | × |

表2 使用したモルタルの配合

| 材料 | W | C | S |
|---|-------------------|---|---|
| 質量比 | 0.4 or 0.5 or 0.6 | 1 | 3 |
| C: 普通ポルトランドセメント (密度 3.16g/cm ³) | | | |
| S: 千葉県産山砂 (表間密度 2.60g/cm ³) | | | |

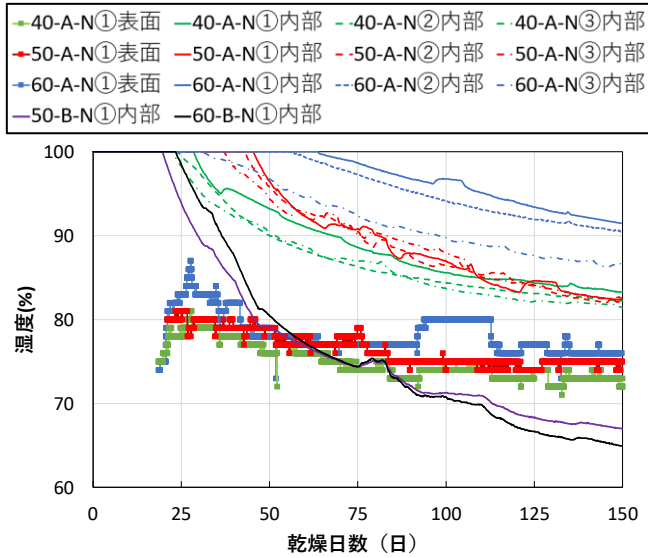


図2 W/Cが内部湿度および表面湿度に与える影響

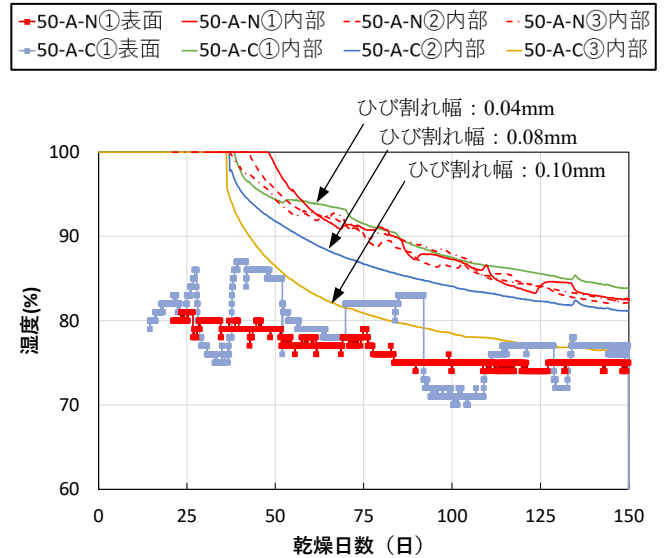


図3 ひび割れの有無が内部湿度および表面湿度に与える影響

3. 実験結果および考察

50-A-Cを除くすべての水準の内部湿度と表面湿度の計測結果を図2に、50-A-Cと50-A-Nの内部湿度と表面湿度の比較を図3に示す。

図2より、表面湿度はモルタルのW/Cが高いほど内部湿度が100%を維持する期間は長くなっている。これは、W/Cが大きいほど、試験体中で水分が占める割合が大きくなるためである。表面湿度は内部湿度と同様に60-A-Nが大きい値を示したが、W/Cの影響は内部湿度に比べて小さく、40-A-Nと50-A-N%では概ね同等の値を示した。一方、50-B-Nと60-B-Nを比較すると、初期は60-B-Nの方が内部湿度は高いものの、乾燥日数約80日でその大小は逆転しており、W/Cが大きいほど内部の水分は逸散しやすいことがわかる。

図3より、50-A-Cではひび割れ導入後に内部湿度の低下および表面湿度の増加が見られた。また、ひび割れ幅が大きくなるほど内部湿度の低下は顕著であった。ひび割れから乾燥日数150日時点の内部湿度を比較すると、50-A-C②および③はひび割れの無い50-A-Nと同等である。厳しい乾燥条件でなければ、幅0.1mmを下回るひび割れが生じたとしても数か月の期間で内部湿度が受ける影響は小さいと考えられる。

環境Aに存置した水準の質量変化率の結果を図4に示す。40-A-Nおよび50-A-Nに比べて60-A-Nはばらつきのある大きな結果であったが、W/Cが大きくなるほど質量変化率は増加する傾向を示した。これは図2に示した内部湿度の変化と同様の傾向であった。

4. まとめ

乾燥環境におかれたモルタル内部の湿度は、初期においては水セメント比が高いほど湿度が高い状態が保たれるが、乾燥期間が長期になると水セメント比が大きいほど内部の乾燥が進むことを示した。また、ひび割れが生じた場合、幅0.1mm以下であれば数か月の期間で内部の乾燥に与える影響は小さいことを示した。

参考文献

- 1) H.H. Uhlig: Corrosion and Corrosion Control, John Wiley & Sons, 1963.邦訳-松田, 松島, 岡本: 腐食反応とその制御, 産業図書, 1968

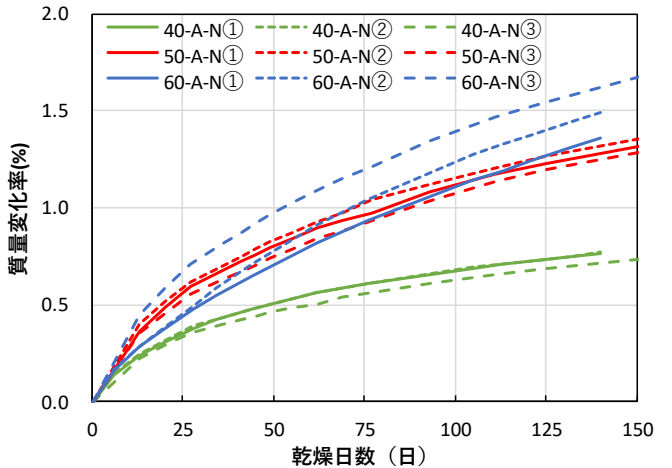


図4 W/Cが質量変化率に与える影響