

コンクリートのひび割れが中性化深さに及ぼす影響

Effect of Existence of cracks in concrete on Depth of Carbonation

伊代田 岳 史*・魚 本 健 人*

Takeshi IYODA, Taketo UOMOTO

1. はじめに

コンクリート構造物の早期劣化の原因は数多く指摘されている。その中の一つにコンクリートの中性化が挙げられ、現在までに化学的な研究とコンクリートの技術的研究において数多くの研究結果が報告されている^{例え¹⁾}。鉄筋コンクリート構造物において、コンクリートの内部がアルカリで満たされているときには鉄筋の周りに不動態皮膜が形成され、鉄筋が腐食することはないが、大気中の炭酸ガスがコンクリート中に拡散すると中性化されて鉄筋が腐食することが知られている²⁾。

これまで中性化速度に及ぼす材料および配合的要因である水セメント比、セメントや骨材の種類、混和材料の種類とその添加量、養生条件および締め固めなどの影響等についてはかなり明らかにされてきた。しかし、実際の構造物を考えた場合、コンクリートの表面には乾燥収縮、温度応力、アルカリ骨材反応などの様々な要因によってひび割れが発生する。ひび割れが存在するとそれだけ中性化は速く進行し、早い段階で鉄筋が腐食すると考えられる。このひび割れの影響による中性化の進行を知ることは、コンクリート構造物の耐久性を把握する上で極めて重要なことである。そこで本研究はひび割れの存在する場合の促進中性化試験を行い、ひび割れの中性化深さに及ぼす影響について検討した。

2. 実験概要

水セメント比が50%と70%の二種類のコンクリートを用いて曲げ用試験体(10×10×40 cm)を作製し、コンクリートのひび割れを曲げ載荷により制御するためにコンクリート供試体の内部にD13の鉄筋を埋め込んだ。材齢5日までは初期養生期間として水中養生し、その後供試体に曲げ載荷を行いひび割れを発生させた。発生した底面のひ

*東京大学生産技術研究所 第5部

び割れを等間隔の10点で測定してその平均値をひび割れ幅(b)とした。ひび割れ幅(b)により供試体を大、小、無の3種類に大別した。ひび割れ面からの中性化の進行を見るためにひび割れ面以外の面をシールし、炭酸ガスが供給されない状態として促進中性化試験を行った。促進中性化試験は既往の研究^{3,4)}により温度40°C、湿度55%、炭酸ガス濃度10%の環境で行った。所定の材齢を経過した供試体を割裂し断面を露出させ、その断面にフェノールフタレイン1%溶液を吹付け、非発色面を中性化部として中性化深さをノギスで測定した。図-1に測定の概要を示す。なお中性化深さの測定は、健全部においては割裂面の一方方向に対して20点測定してその平均値を中性化深さ(X)とし、またひび割れ部の中性化深さ(Xc)も測定している。

3. 実験結果と考察

3.1 ひび割れのないコンクリート

写真-1にW/C=70%の促進養生材齢2週、13週の、写真-2にはW/C=50%の促進養生材齢2週、8週のそれぞれひび割れのないコンクリート供試体の中性化深さ(X)の状況を、図-2に中性化深さ(X)の経時変化を示す。一般に中性化深さ(X)は経過時間の平方根に比例するとされているが、本実験で行った中性化試験の結果も水セメント比によらずほぼ経過時間の平方根に比例していることが

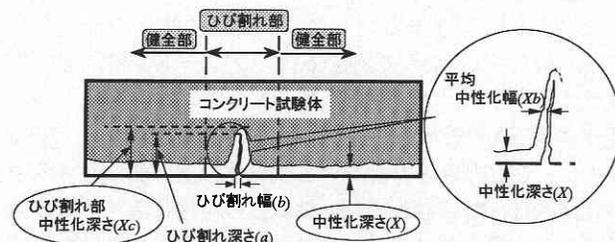


図1 中性化深さとひび割れの定義

研究速報

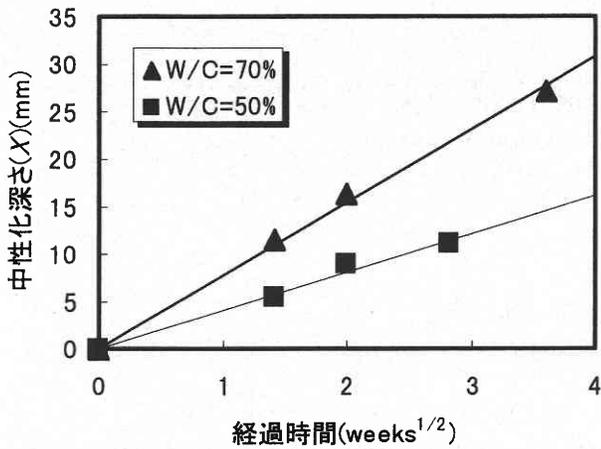


図2 水セメント化による中性化深さ

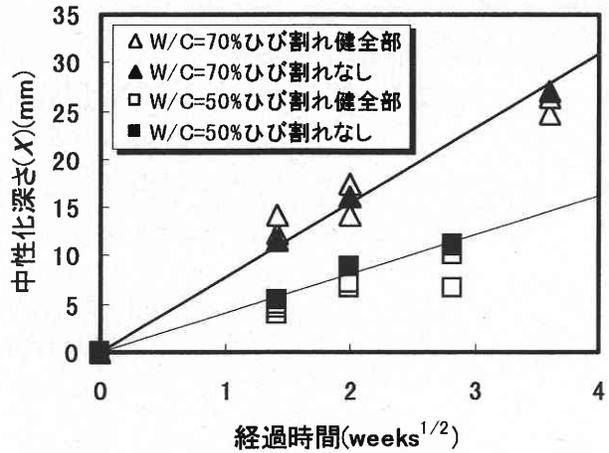


図3 ひび割れの有無による中性化深さ

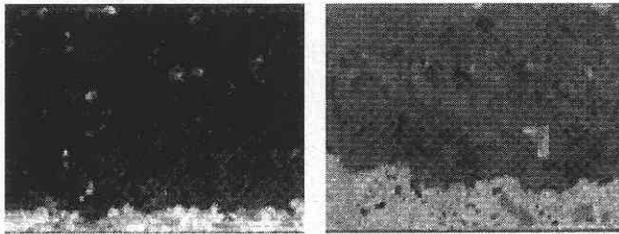


写真1 中性化試験結果 (W/C = 70%)

(左: 促進養生期間 2 weeks, 中: 促進養生期間 4 weeks, 右: 促進養生期間 13 weeks)

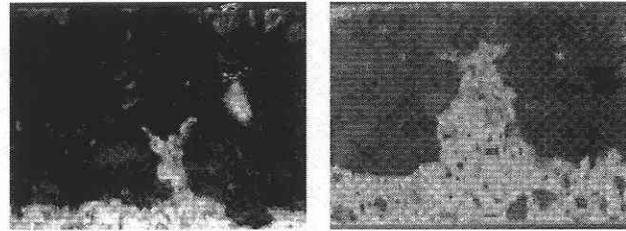


写真3 ひび割れ部の中性化試験結果

W/C = 50% ひび割れ大
(左: 促進養生期間 2 weeks, 中: 促進養生期間 4 weeks, 右: 促進養生期間 13 weeks)

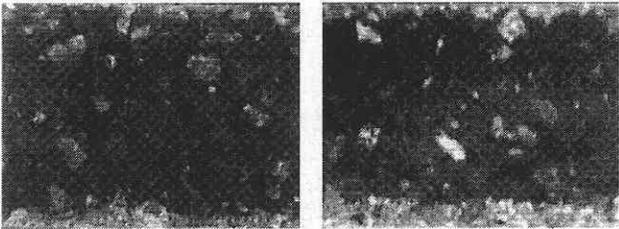


写真2 中性化試験結果 (W/C = 50%)

(左: 促進養生期間 2 weeks, 中: 促進養生期間 4 weeks, 右: 促進養生期間 8 weeks)

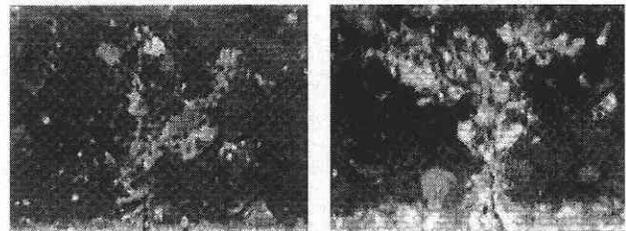


写真4 ひび割れ部の中性化試験結果

W/C = 50% ひび割れ大
(左: 促進養生期間 2 weeks, 中: 促進養生期間 4 weeks, 右: 促進養生期間 8 weeks)

分かる。

3.2 ひび割れを有するコンクリート

①健全部の検討

ひび割れの存在するコンクリートの中性化の様子を写真-3, 4に, ひび割れを有するコンクリートの健全部の中性化深さ (X) とひび割れの存在しないコンクリートの中性化深さ (X) との比較を図-3に示す。W/C = 50, 70%ともに, ひび割れを有している供試体の健全部における中性化深さは, ひび割れのない供試体の中性化深さとほぼ同じであり, 健全部においてはひび割れの影響を受けないことが分かる。

②ひび割れ部の検討

ひび割れを有しているコンクリートの表面のひび割れ幅 (b) に対するひび割れ部中性化深さ (Xc) の関係を図-4に示す。表面のひび割れ幅 (b) が増加するほど中性化深さ (Xc) は増加する傾向にあることが分かる。

ここで, 水セメント比70%のコンクリートの中性化深さ (X) と平均中性化幅 (Xb) とのひび割れ幅 (b) と比較して図-5に示す。中性化深さ (X) と中性化幅 (Xb) は平均値を使用しているため標準偏差を求め, 測定結果に幅を持たせた。ここで, 中性化深さ (X) はひび割れの幅

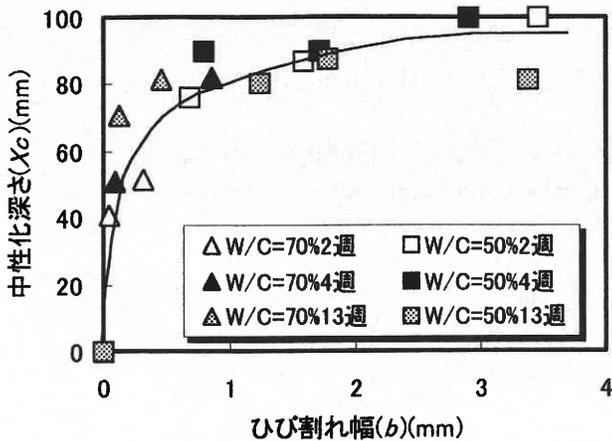


図4 ひび割れ幅 (b) と最大中性化深さ (Xc)

(b) に関係せず中性化幅 (Xb) より大きい値を示している。一方、中性化幅 (Xb) はひび割れ幅 (b) の小さい場合にはばらつきも小さくあまり影響はしない。しかし、ひび割れ幅 (b) の大きな場合にはばらつきが大きい。これは開放表面近くでの中性化幅 (Xb) は大きい、ひび割れ先端部では小さくなっていることに起因している。つまりひび割れによる中性化の速度は開放表面からの速度に比べて小さいことが分かる。

これらのことから中性化深さ (X) はひび割れ幅 (b) にあまり依存せず、主にひび割れ深さ (a) に関係しているといえる。つまりひび割れ深さ (a) が鉄筋に到達していない場合においてはひび割れの存在による中性化の影響は少ないと考えられ、コンクリート構造物の劣化もさほど大きくないと考えられる。

4. ま と め

本研究の成果を以下にまとめる。

- (1) 中性化深さ (X) は、促進養生材齢の平方根に比例

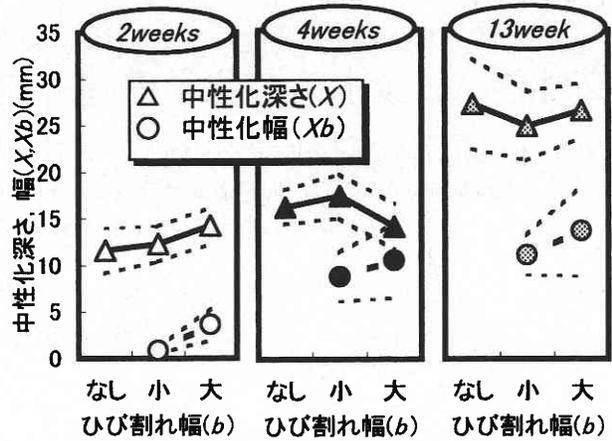


図5 中性化深さ (X) と幅 (Xb) の比較

する。

- (2) 中性化深さ (X) に与えるひび割れの影響はひび割れの深さ (a) に依存すると考えられ、表面ひび割れ幅 (b) による影響はあまりみられない。
- (3) コンクリートにひび割れが存在している場合、ひび割れ部での初期段階の中性化深さ (X) は大きい、その後は中性化の進行が遅くなる傾向が見られる。
- (4) ひび割れの存在はひび割れが鉄筋に到達していない限り構造物の劣化に大きく影響しない。

(1998年6月9日受理)

参 考 文 献

- 1) 小林一輔：招待論文 コンクリートの炭酸化に関する研究，土木学会論文集No. 433 / V-15, pp. 1-14, 1991. 8.
- 2) 小林一輔著：コンクリート構造物の早期劣化と耐久性診断，森北出版。
- 3) 魚本健人，高田良章：コンクリートの中性化速度に及ぼす要因，土木学会論文集No. 451 / V-17, pp. 119-128, 1992. 8.
- 4) 伊代田岳史他：コンクリートのひび割れが中性化速度に及ぼす影響，コンクリート工学年次論文報告集，投稿中。