

コンクリートの中性化深さの測定に関する研究 Study on Measuring Carbonation Depth of Concrete

石黒 覚
Satoru ISHIGURO

1. はじめに コンクリート構造物の中性化深さの測定法には、コアによる方法、ドリルによる方法、はつりによる方法などがあり、調査目的や現場状況に応じて適切な方法が利用されている。はつりによる方法およびコアによる方法では、1%フェノールフタレインエタノール溶液をはつり面やコアの割裂面などに噴霧し、非発色領域を中性化域として、赤紫色に発色した境界部分からコンクリート表面までの距離を測定し、この値をコンクリートの中性化深さとする。一方、ドリルによる方法では、削孔粉を溶液を滲み込ませたる紙で受け、削孔粉が発色したときの孔の深さを測定して中性化深さとする。本研究では小径コアによる方法、ドリルによる方法およびカッターによる方法によって室内で中性化深さの測定を実施し、各方法における中性化深さの測定値の比較や適用性を検討した。

2. 供試体の作製方法 コンクリート供試体の作製に使用した材料は、普通ポルトランドセメント（密度 3.16 g/cm^3 ，粉末度 $3320 \text{ cm}^2/\text{g}$ ），川砂（密度 2.58 g/cm^3 ，粗粒率 2.87），川砂利（ G_{\max} 20mm，密度 2.66 g/cm^3 ，粗粒率 6.60），水道水，ポリカルボン酸系高性能 AE 減水剤（標準形）などである。コンクリート（CA および CB）の配合を Table 1 に、その力学的性質（材齢 28 日， $\phi 10 \times 20 \text{ cm}$ 供試体による）を Table 2 に示す。

中性化深さ測定用の供試体は $10 \times 10 \times 20 \text{ cm}$ の角柱とし、材令 4 週まで標準水中養生し、さらに、相対湿度 $60 \pm 5\%$ ，温度 $20 \pm 2^\circ \text{C}$ の条件下で 1 週間保存した。その後、角柱供試体の六面のうち、打設上下面、側面および両端面などをタールエポキシ樹脂でシールした。なお、ここではシールする面を変化させ、中性化が進行する面の数を変えて促進中性化試験を行った。試験条件は、炭酸ガス濃度 $5 \pm 0.2\%$ ，相対湿度 $60 \pm 5\%$ ，温度 $20 \pm 2^\circ \text{C}$ ，中性化期間 4 週間とした。供試体数は 2 個とし、所定の期間に達した供試体を中央で割裂し、その断面にフェノールフタレインエタノール溶液を噴霧し、その呈色反応から中性化深さを測定した。Table 3 に供試体の種類および中性化深さを示す。ここで、中性化面の数が 1 および 2 の供試体は、打設側面のそれぞれ 1 面および 2 面から中性化させたもの、中性化面の数が 4 のものは、打設上下面、両側面の 4 面から中性化させたものを表す。なお、中性化深さの測定は、JIS A 1152（コンクリートの中性化深さの測定方法）に従った。

3. 中性化深さの測定法の概要 コアによる方法 割裂後の試験片 1 個から小径コア試料（径 28mm，長さ 50mm 程度）を 2 個採取し、その割裂面にフェノールフタレインエタノール

Table 1 Mix proportions of concrete

種類	スランプ ^a (cm)	Air (%)	W/C (%)	s/a (%)	Unit weight (kg/m^3)				
					W	C	S	G	SP.
CA	8~12	5 ± 1	60	45	168	280	808	1016	1.40
CB	8~12	5 ± 1	50	43	168	336	750	1025	1.51

Table 2 Properties of concrete

種類	σ_c (MPa)	σ_t (MPa)	E_c (GPa)
CA	22.6	2.03	23.2
CB	32.0	2.71	25.7

ール溶液を噴霧して中性化深さを測定した。なお、コア試料による中性化測定は、同じ種類について4個実施した。

ドリルによる方法 ドリル法による中性化深さの測定では、振動式電気ドリル（刃の径10mm）とフェノールフタレイソエタノール溶液を滲み込ませたる紙を用いた。ドリルで削孔しながら、排出される削孔粉をろ紙で受け、ろ紙の上に落ちた削孔粉が着色したときに削孔を中止し、このときの孔の深さを測定して中性化深さとする。ここでは、割裂後の試験片1個から2箇所以上削孔し、同じ種類について4~5個のデータを採取した。なお、測定データは、平均値からの偏差が±30%以内に入るものを採用した。

カッターによる方法 割裂後の試験片をコンクリートカッターを用いて中央で切断し、その切断面にフェノールフタレイソエタノール溶液を噴霧して中性化深さを測定した。供試体数は2個とした。

4. 試験結果

各方法によって測定した中性化深さの測定結果を Fig.1 に示す。測定結果は平均値と範囲を表している。これらの結果によると、ドリル法による中性化深さは、他の方法のものに比べて大きく、また、測定値のばらつきも大きかった。これは、削孔箇所の粗骨材の有無による影響が考えられる。また、振動式のドリル削孔では、削孔速度は回転のみによる場合に比べて速く、削孔粉の着色を確認したときには中性化深さよりも深く削孔している可能性が考えられる。従って、ドリル法を用いる場合には、削孔箇所数を多くし、削孔速度を比較的遅くするほうが適切と思われる。一方、小径コアによる中性化深さは、供試体の割裂面で測定した中性化深さと大体同じになった。小径コアを用いた場合の問題点としては、割裂するときコア試料が小片に分離する傾向があり、また、粗骨材の寸法に比べてコアの径が小さいため、割裂面での測定は、標準コアに比べて難しい。さらに、コア側面にフェノールフタレイソエタノール溶液を噴霧した場合の発色はあまり明瞭ではなく、従って、コアの場合には割裂面で測定をすることが好ましいと思われる。カッターによる供試体切断面での中性化深さは、比較した2つの供試体 C60b および C60c において、供試体の割裂面で測定した中性化深さとほぼ同じになった。また、切断面での溶液の噴霧による発色も比較的明瞭であった。

5. おわりに

本研究では、小径コアおよびドリル削孔粉を用いた方法によりコンクリートの中性化深さを測定し、各方法における測定値の傾向や適用上の留意点などを確認した。参考文献：1) 日本コンクリート工学協会（2002）：コンクリート診断技術'02 [基礎編]，pp.149-154. 2) 日本構造物診断技術協会（2003）：健全度診断マニュアル，技報堂出版，pp.50-55.

Table 3 Concrete specimens

種類	コンクリートの種類	供試体における中性化面の数	中性化深さ* (mm)
C60a	CA	2	8.5
C50a	CB	2	5.2
C60b	CA	2	4.7**
C60c	CA	4	9.1
C60d	CA	1	9.0

*：供試体の割裂面で測定した値

**：7日間促進中性化、その後1日間水に浸けて吸水、このサイクルを4回繰り返した。

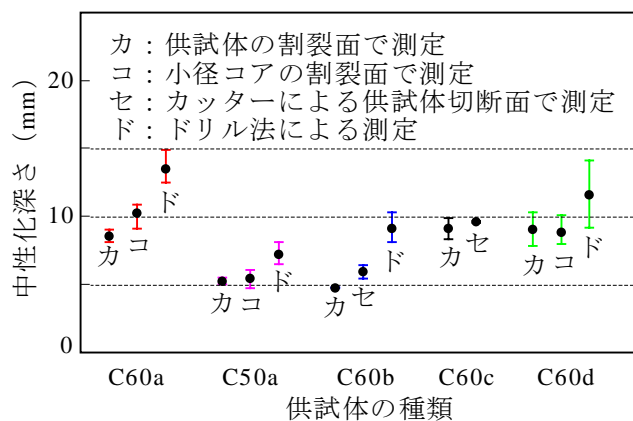


Fig.1 Carbonation depth of concrete measured by different method