

水分計法・透気性試験法によるコンクリートの中性化深さの非破壊検査法に関する研究

九州産業大学大学院 学生会員 ○龍 幸廣
九州産業大学大学院 学生会員 中山 慎也
九州産業大学工学部 フェロー会員 豊福 俊泰

1. まえがき

構造物中のコンクリートの品質検査法として、非破壊試験による現位置試験法の開発が課題となっている。本研究は、コンクリートの中性化深さを水分計法・ダブルチャンバー法透気性試験による非破壊検査法の実用性を検討したものである^{1), 2)}。

2. 試験概要

供試体は、柱部材（高さ 60×50×20cm）、床部材（高さ 20×50×60cm）とし、表-1 に示す 8 配合のレディーミクストコンクリートを用いて、養生条件、材齢を変化させた。中性化深さ（mm）は、JISA 1152 に基づきコアをそれぞれ 2 個採取して測定し平均した。

水分計法（写真-1 参照）は、高周波容量式水分計（HI-500）で水分率（%）を測定するもので、試験箇所で 3 点測定し平均した。コンクリートの乾燥は、ASTMC-390 に基づき 15×30×5cm の容器上面（3 個）で水分損失量（g/cm²）を測定し平均した。ダブルチャンバー法（写真-2 参照）は、透気性指数 K 値（×10⁻¹⁶m²）を測定するもので、試験箇所で 1 点測定した。

3. 試験結果と考察

コンクリートの中性化は、乾燥に伴い水分が蒸発した空隙組織が存在することにより、透気性が増加し、炭酸ガスが進入することにより生じる。そこで、材齢の経過に伴う水分損失量との関係を見ると、図-1 に示すように、単位水量が多いほど水分損失量が大きくなっている。図-2 は、この水分損失量と水分率との関係であるが、相関が認められ、水分計法によって乾燥の程度を測定できるとみなされる。また、透気性は、K 値で判定される。

中性化深さと水分率・K 値との関係は、まず、部材別にみると、図-3・図-4 から、水分率が小さく K 値が大きいほど中性化深さが大きくなる傾向が認められ、床部材下面が最も進行が早く、次に柱部材側面、床部材上面となっている。この差は、降雨時の湿潤期

表-1 実験計画

コンクリートの種類	水セメント比 W/C(%)	材齢 (日)	供試体の種類	養生方法
普通 15	86	4 週	柱部材 床部材	屋内(空气中) 屋内(湿潤養生) 屋外(空气中) 屋外(湿潤養生)
普通 22	68	7 週		
普通 30	61 (W=185)	1 年		
普通 40	54 (W=164)	2 年		
普通 45	49 (W=150)	4 年		
普通 45	45	6 年		
普通 60	37	7 年		
	30			

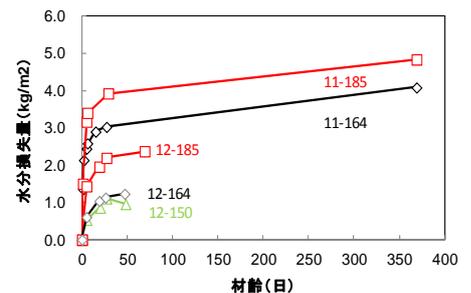


図-1 材齢と水分損失量（普通 30）

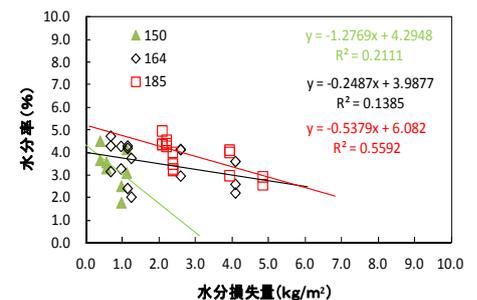


図-2 水分損失量と水分率（普通 30）

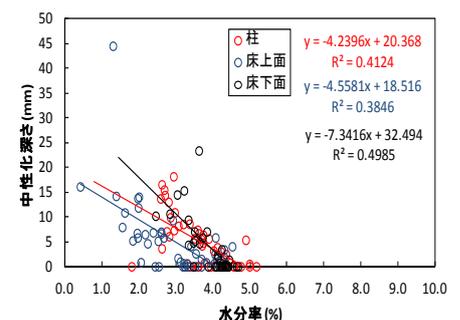


図-3 中性化深さと水分率（部材別）



写真-1 水分計法



写真-2 ダブルチャンバー法

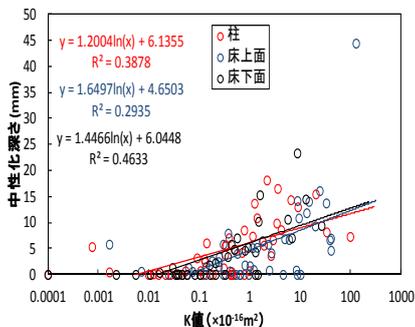


図-4 中性化深さとK値 (部材別)

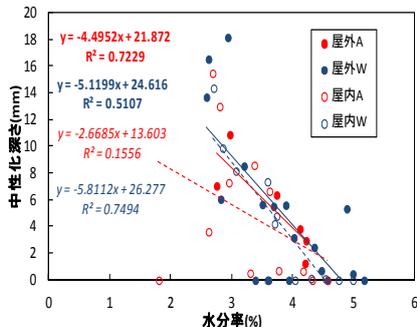


図-5 中性化深さと水分率 (柱部材)

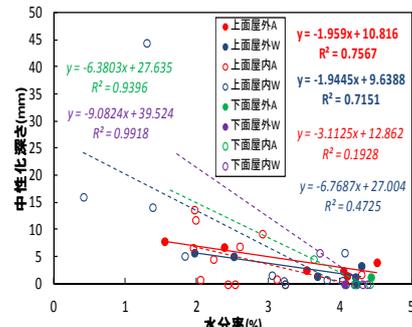


図-6 中性化深さと水分率 (床部材)

間の相違に起因すると考えられ、仮に1時間Nmmの降水量がある場合、計算上は上面の降水が、柱部材： $200 \times 500 \times N / (200 \times 2 + 500 \times 2) \times 600 = 0.119N\text{mm}$ だけ側面を流下し、床部材： $600 \times 500 \times N / 600 \times 500 = N\text{mm}$ だけ上面に滞留することになる。この場合、床部材は、柱部材の8倍程度の湿潤期間(中性化の進行なし)があることになり、乾燥時に測定する水分率(K値)が床部材・柱部材で同一であっても、柱部材の水分率(K値)に対する中性化深さが床部材より大きくなるためと考えられる。

次に、中性化深さを養生別に比較した場合、水分率との関係は、図-5・図-6から、柱部材・床部材ともに空気中に比べ湿潤養生の方が、中性化深さが大きくなっている。また、養生条件では屋内に比べ屋外が、部材別では屋内の床部材下面が、大きくなる傾向が認められる。一方、K値との関係は、図-7・図-8から、水分率との関係と同様の傾向が認められる。これらのことから、中性化深さは、気象条件として50~60%の湿度で気温が高い条件下で最も進行しやすいことが知られているように、養生条件とともに気象条件の影響が大きいことが判明する。

以上のことから、 \sqrt{t} 則に基づき、中性化深さCd(mm)の非破壊検査法として、K値(10^{-16}m^2)、水分MO(%),材齢AG(日)との関係を、重回帰分析(変数増減法, $F_{in}=F_{out}=2.0$)で求め、式(1)が得られた(n:データ数, R:重相関係数, 式の下段の()内はT値)。

$$Cd = (0.318 + 0.0947 \log K - 0.0264 MO) \sqrt{A G} \quad (1)$$

(5.7) (6.6) (-1.6)

$$(n=91, R=0.752, e_s=3.95\text{mm}, \text{図-9 参照})$$

中性化深さは、材齢とともに、K値との相関が強く、次に水分率との相関が認められる(有意水準1%で強い相関)。

4. まとめ

構造物中のコンクリートの品質検査方法として、ダブルチャンバー法(K値)、水分計法(水分率)および材齢(日)による非破壊試験は、コンクリートの中性化深さが推定され、実用されると判断される。

参考文献

- 1) 富基次・豊福俊泰・亀井頼隆: 透気性試験による構造物中のコンクリートの耐久性検査法に関する研究, 平成13年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集, pp. A-574~A-575, 2002.3
- 2) 塩屋陽平・豊福俊泰: エコーチップ法・トレント法・水分計法による構造物中のコンクリートの品質試験法, 平成17年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集, pp. 905~906, 2006.3

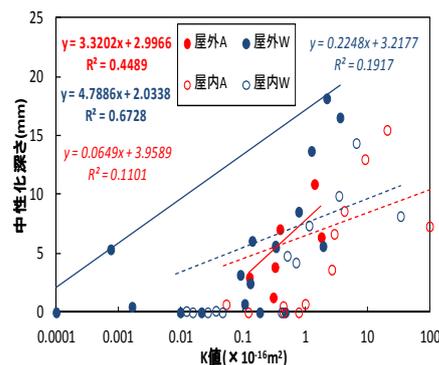


図-7 中性化深さとK値 (柱部材)

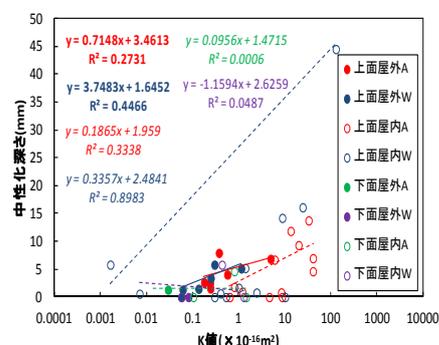


図-8 中性化深さとK値 (床部材)

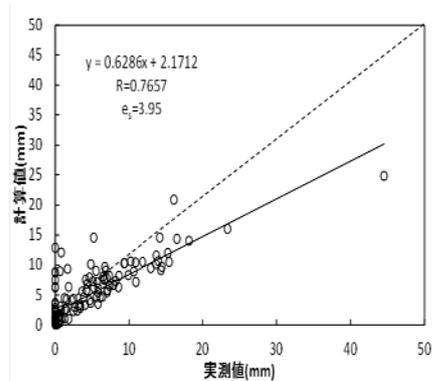


図-9 式(1)の実測値と計算値