

# ダブルチャンバー法によるかぶりコンクリートの欠陥の非破壊検査法に関する研究

九州産業大学 学生会員 ○中山 慎也  
九州産業大学 フェロー会員 豊福 俊泰

## 1. 目的

本研究は、ダブルチャンバー法による透気性試験(透気係数  $K$  値,  $\times 10^{-16} \text{m}^2$ )と水分計法(水分量, %)によるコンクリート品質の欠陥検査法を検証したものである。コンクリートのかぶり部に、打込み時の内部空洞、低品質部などが生じている場合、これらの欠陥を検出できるかを検討した<sup>1)</sup>。

## 2. 実験概要

実験対象の寸法図を、図-1 に示す。実験対象は  $200 \times 200 \times 1500 \text{mm}$  の角柱供試体とし、内部に空洞箇所を作るため、所定の 8 箇所に発泡スチロール(20×40×40mm)を埋設している。配合は、呼び強度 15(W/C=80%), 30(W/C=55%), 45(W/C=35%)のコンクリート(C15~45)とそのモルタル(M15~45)の計 6 種類である。供試体は、4 日間湿潤養生後、打設面(上面)以外にアルミテープを貼り、恒温室(室温 20°C, 湿度 60%)に設置した。

測定箇所は、欠陥を埋設していない健全な面(0 点, A 点)と、欠陥埋設部上面の計 10 箇所とし、各面の透気係数  $K$  値と水分量を計測した。なお、ダブルチャンバー法による透気係数の最大値は 100 であるため、オーバーフローしたものは 110 と仮定し、物理的に測定不能だったケースは除外した。測定回数は、供試体の材齢が 11, 21, 30, 52, 242, 423, 605, 798 日となる計 8 回である。

## 3. 健全部の水分量と $K$ 値の変化

健全部(図-1 の 0 点, A 点)の水分量の変化を、図-2 に示す。図より、単位セメント量が多いモルタルの方が、コンクリートより水分量が多くなり、材齢 1 年目にかけて大きな水分量の変化を確認できる。しかし、材齢が 1 年を過ぎた頃から、水分の減少は 0.3%前後と小さくなっている。

次に、健全部の  $K$  値の変化は図-3 となり、水分量の減少(乾燥)に比例して  $K$  値が大きく上昇がしている。

## 4. 欠陥深さと $K$ 値の関係

欠陥深さと  $K$  値の関係を材齢ごとにプロットしたものの一例は図-4~図-6 に示すようになり、低品質の C15(図-4), M15 は、健全部においても  $K$  値が  $10 \times 10^{-16} \text{m}^2$  を越えるものが計測された。また、全体の傾向としては、健全部に比べ欠陥部の  $K$  値が高いことが確認される。これらの傾向より、健全部と欠陥部の  $K$  値と比較することで、コンクリートの品質や欠陥の判定が可能であることがわかる。しかし、材齢が 242 日を過ぎた頃から、全体的な  $K$  値の上昇が見られ、健全部と欠陥部の  $K$  値の差が小さくなる傾向となっている。

健全部と欠陥部の  $K$  値の関係を欠陥深さごとにプロットしたものを図-7 と図-8 に示す。図から健全部に比

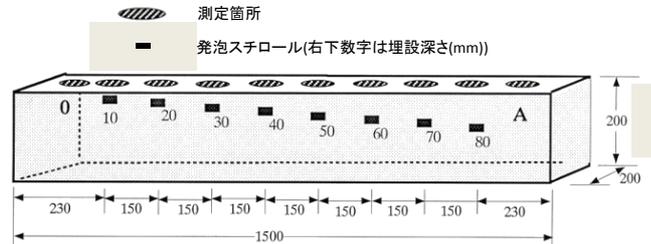


図-1 供試体寸法図

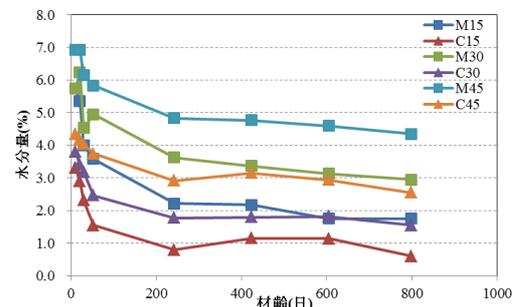


図-2 材齢と水分量の関係(健全部)

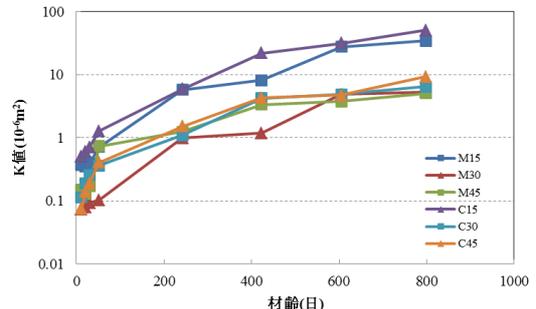


図-3 材齢と  $K$  値の関係(健全部)

キーワード ダブルチャンバー法, 水分計法, 維持管理, 非破壊検査

連絡先 〒813-0004 福岡県福岡市東区松香台 2 丁目 3-1

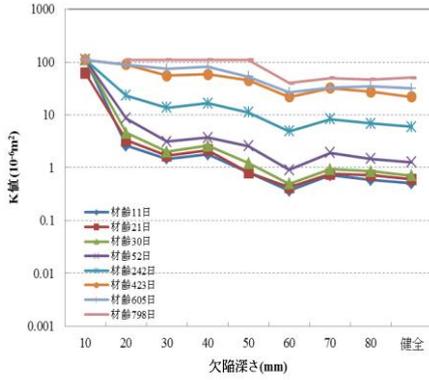


図-4 欠陥深さと K 値の関係(C15)

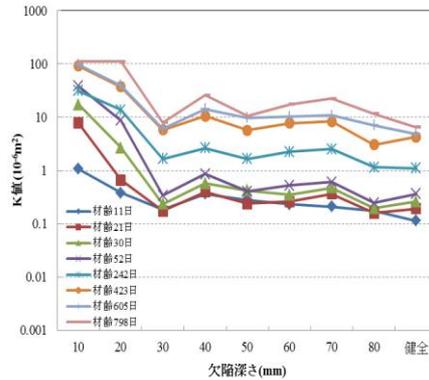


図-5 欠陥深さと K 値の関係(C30)

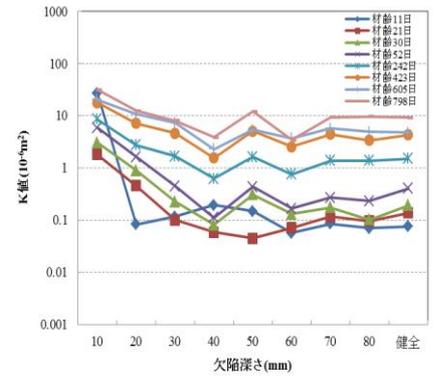


図-6 欠陥深さと K 値の関係(C45)

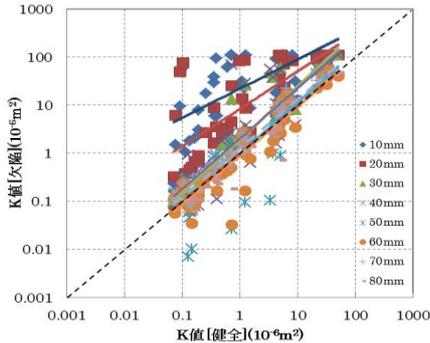


図-7 欠陥部と健全部の K 値の関係 (モルタル)

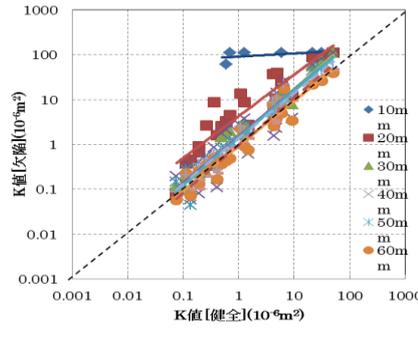


図-8 欠陥部と健全部の K 値の関係 (コンクリート)

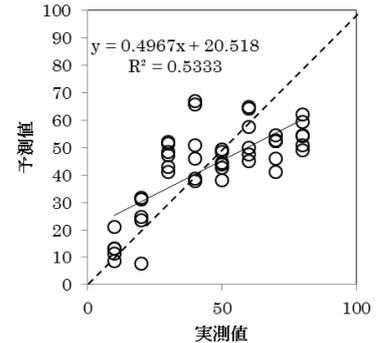


図-9 式(2)の実測値と予測値(30日)

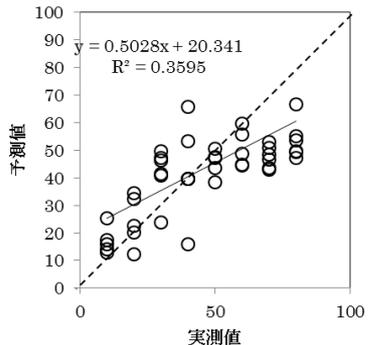


図-10 式(3)の実測値と予測値(52日)

べ欠陥部の K 値が大きいのは、10~40mm の範囲であることが確認された。

以上から、ダブルチャンバー法を用いた欠陥検出は、低品質部の検出と、材齢が 11~52 日における 10~40mm の深さの欠陥の検出に有効であると確認された。また、低品質(C15)や長期材齢となり水分が低下(乾燥)すると、K 値が  $10 \times 10^{-16} \text{m}^2$  を越えるものが多い傾向となった。

### 5. 重回帰分析結果

欠陥深さを目的変数、K 値を説明変数とした重回帰分析を材齢ごとに行った。結果得られた重回帰式は、式(1)~式(5)に示す通りである。

$$H_{21} = 10^{1.291} \times (\log Kk)^{-0.343} \times (Ka)^{0.648} \quad (n=46, R=0.771, e_s=22.25\text{mm}) \quad (1)$$

$$H_{30} = 10^{1.360} \times (\log Kk)^{-0.332} \times (Ka)^{0.508} \quad (n=48, R=0.818, e_s=15.53\text{mm}, \text{図-9}) \quad (2)$$

$$H_{52} = 10^{1.521} \times (\log Kk)^{-0.240} \times (Ka)^{0.169} \quad (n=46, R=0.767, e_s=19.07\text{mm}, \text{図-10}) \quad (3)$$

$$H_{423} = 10^{1.810} \times (\log Kk)^{-0.327} \times (Ka)^{0.015} \quad (n=46, R=0.646, e_s=21.72\text{mm}) \quad (4)$$

$$H_{798} = 10^{1.978} \times (\log Kk)^{-0.463} \times (Ka)^{0.013} \quad (n=46, R=0.672, e_s=20.64\text{mm}) \quad (5)$$

ここで、H：欠陥深さ(添え字は材齢)、Kk：欠陥部の K 値、Ka：健全部の K 値、n：データ数、R：重回帰係数、 $e_s$ ：残差 e の標準偏差。

全体の傾向として、Ka に対する Kk の値の比が大きいほど、浅い位置に欠陥が存在することがわかった。また、長期材齢になるほど K 値が全体的に高く差が小さくなるため、相関性が低くなる傾向となった。

### 6. まとめ

ダブルチャンバー法による非破壊検査法は、K 値の閾値を  $10 \times 10^{-16} \text{m}^2$  と設定することで、かぶり部の低品質や欠陥検出が可能であり、健全部と欠陥部の K 値の比較を行うことで、欠陥深さの予測も可能である。

### 参考文献

- 1) 中山慎也・玉井宏樹・坂田力：コンクリートの欠陥状態が判別可能な打音特徴量関数の提案に向けた基礎的研究，コンクリート工学年次論文集(CD-ROM)，pp.ROMBNN0.1296，2010.7