

## コンクリートの圧縮強度と物質移動抵抗性の関係に及ぼす養生条件の影響

芝浦工業大学 学生会員 ○水上 翔太  
 東急建設(株) 技術研究所 正会員 早川 健司  
 東京大学生産技術研究所 正会員 西村 次男  
 東京大学生産技術研究所 正会員 加藤 佳孝  
 芝浦工業大学 正会員 勝木 太

## 1. はじめに

現在のコンクリート受入れ検査の一つとして、打込み時に採取し、標準養生を行った供試体を用いた圧縮強度試験が行われている。しかし、圧縮強度は構造的な性能に対して重要な指標であり、また耐久性を支配する一因ではあるものの、物質移動抵抗性を直接示す指標とはならないことが指摘されている<sup>例えば1)</sup>。したがって、各施工プロセスにおける諸条件が、圧縮強度と物質移動抵抗性の関係に及ぼす影響を把握することにより、圧縮強度を中心とした受入れ検査体制における問題点を、物質移動抵抗性の観点から把握することが重要である。

本研究では、物質移動抵抗性の指標となる透気係数と塩化物イオンの拡散係数に着目し、養生条件が、コンクリートの圧縮強度と物質移動抵抗性との関係に及ぼす影響を定量的に把握することを目的とした。

## 2. 実験概要

## 2.1 配合および養生条件

表-1に配合条件を示す。セメントには普通ポルトランドセメント(OPC)および OPC の 45%を高炉スラグ微粉末(密度:2.89g/cm<sup>3</sup>, 比表面積 4440cm<sup>2</sup>/g)で置換した BB を用いた。スランブは 10±2.5cm, 空気量は 5±1%に設定した。供試体寸法は φ100×200mm である。

表-2に養生方法を、表-3に養生時の屋外気象条件を示す。使用材料は打設 24 時間前に 20℃に保たれた部屋に準備し、練混ぜ時には気象の影響を受けないよう配慮した。

## 2.2 実験方法

養生終了後、圧縮強度試験(JIS A 1172)、電気泳動試験(JSCE G571 2003)、透気試験をそれぞれ行った。透気試験は、前処理として供試体中央部分を厚さ 40mm 程度に切断し、7 日間炉乾燥(40℃)させて概ね水分が逸散

表-1 配合条件

| 記号  | W/C (%) | s/a (%) | 単位量(kg/m <sup>3</sup> ) |     |        |     |      |         |        |
|-----|---------|---------|-------------------------|-----|--------|-----|------|---------|--------|
|     |         |         | W                       | C   | B<br>S | S   | G    | AE 剤    | AE 減水剤 |
| OPC | 40      | 41      | 165                     | 413 | 0      | 703 | 1050 | *0.006% | *0.25% |
|     | 50      | 43      | 165                     | 330 | 0      | 766 | 1047 |         |        |
|     | 60      | 45      | 165                     | 275 | 0      | 823 | 1036 |         |        |
| BB  | 40      | 41      | 165                     | 227 | 186    | 697 | 1041 |         |        |
|     | 50      | 43      | 165                     | 182 | 149    | 762 | 1048 |         |        |
|     | 60      | 45      | 165                     | 151 | 124    | 818 | 1038 |         |        |

表-2 養生方法

| 記号  | 養生方法                           |
|-----|--------------------------------|
| W   | 28 日間 20℃水中養生                  |
| SW  | 28 日間屋外水中養生                    |
| OA  | 屋外封緘(7 日)養生後<br>脱型し屋外気中養生      |
| IA  | 屋外封緘(7 日)養生後<br>脱型し屋内(20℃)気中養生 |
| IAO | 屋内封緘(7 日)養生後<br>脱型し屋内(20℃)気中養生 |

表-3 気象条件(屋外)

| 全養生<br>期間 | 合計<br>降水量<br>(mm) | 平均<br>湿度<br>(%) | 平均<br>気温<br>(℃) | 合計<br>日照時間<br>(時間) | 降雨<br>日数<br>(日) |
|-----------|-------------------|-----------------|-----------------|--------------------|-----------------|
| OPC 秋     | 262               | 63              | 19              | 150                | 11              |
| OPC 冬     | 83                | 50              | 9               | 165                | 7               |
| BB 冬      | 102               | 59              | 11              | 128                | 15              |

したことを確認した後、室内(20℃)において定圧法による透気試験<sup>2)</sup>を実施した。なお、試験結果は 3 供試体の平均値とした。

また、脱型直後と養生後の供試体質量を測定し、配合および養生条件が供試体内外への水分移動量に及ぼす影響についても把握した。

## 3. 実験結果

## 3.1 圧縮強度と養生条件の関係

養生条件が異なることによって、養生期間中に供試

キーワード 受入れ検査, 圧縮強度, 透気係数, 塩化物イオン, 養生, 気象

連絡先 〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5 芝浦工業大学コンクリート構造研究室 TEL03-5859-8359

体が受けた影響を簡易的に評価するため、水分の移動量を表す質量変化率および積算気温・水温を説明変数とし、圧縮強度の実測値を目的変数とした重回帰分析を行い、圧縮強度の予測値を算出した。図-1に実測値との関係を示すと、両者は高い相関性を有していることがわかる。したがって、本実験で設定した範囲では、圧縮強度と物質移動抵抗性の関係を把握することによって、養生条件が圧縮強度と物質移動抵抗性の関係に、及ぼす影響を把握することができる。

### 3.2 圧縮強度と物質移動抵抗性の関係

図-2に、圧縮強度と透気係数の関係を示す。養生条件 W の場合には、W/C=40, 60%の値も併せて示している。結果全体から得られる傾向としては、両者の間には負の相関性が認められる。特に、養生条件を変化させた場合の透気係数の変化割合は大きく、強度が本実験で設定した範囲内では  $10\text{N/mm}^2$  程度の変化なのに対し、透気係数には最大 10 倍程度の差が生じていることがわかる。またその影響程度は気象条件によっても大きく異なることがわかる。一方、塩化物イオン実行拡散係数は、W/C およびセメント種類を変化させたときに比べ、養生方法の相違が結果にほとんど影響を及ぼしていないことがわかった。そこで、実効拡散係数を計測する際に得られる非定常期間に着目することとした。図-3に、圧縮強度と非定常期間の関係を示す。養生条件 W 時の値を基準とした変化比で示すと、実効拡散係数に比べ養生方法の影響を大きく受けており、各気象条件下における両者の間には高い相関性を有していることがわかる。

## 4. まとめ

養生の方法や気象条件の相違が、圧縮強度と物質移動抵抗性に及ぼす影響について把握した。その結果、養生期間中に供試体の受けた外的影響として水分移動量および積算気温・水温に着目することで、圧縮強度への影響を評価できる可能性を示唆した。

同時に、圧縮強度と、透気係数および塩化物イオンの移動特性との関係は、養生方法および気象条件によって異なることを確認した。

今後、気象条件の影響について、他の時期においても検討を行うと共に、長期材齢の供試体を用いた実験を行うことによってより詳細な把握を行う予定である。

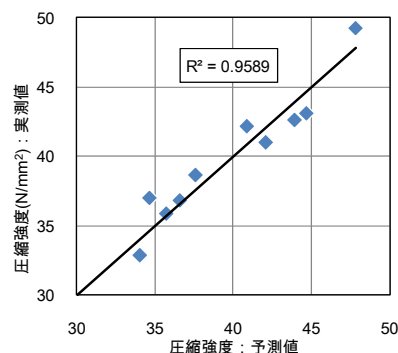


図-1 予測値と実測値の関係(OPC 冬)

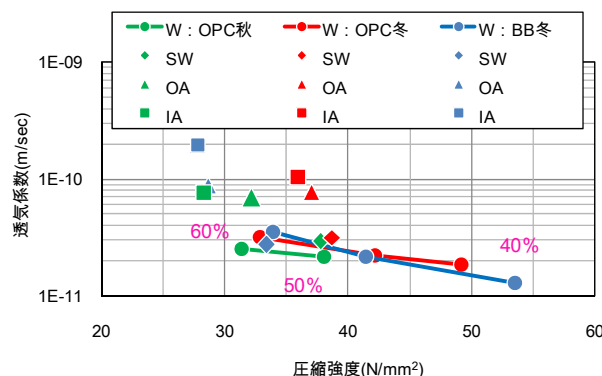


図-2 圧縮強度と透気係数の関係

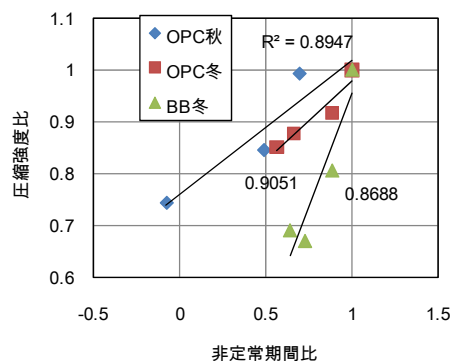


図-3 圧縮強度と非定常期間の関係

## 謝辞

本研究を行うにあたり、元芝浦工業大学卒論生、樺山弘基君ならびに研究室各位に多大なご助力を頂いた。ここに記して、感謝の意を表す。

## 参考文献

- 1) 岡崎ほか：養生が強度と物質移動抵抗性に及ぼす影響感度の相違に関する研究，セメント・コンクリート論文集，N60，pp.227-234，2006
- 2) 氏家勲，長瀧重義：コンクリートの透気性の定量的評価に関する研究，土木学会論文集，No.396/V-9，pp.79-87，1988.8