表面透気試験による実構造物コンクリート表層の透気性評価の 相互評価および材齢による相違

芝浦工業大学大学院 学生会員 井上 翔
 東京大学大学院 学生会員 秋山仁志
 東京大学大学院 学生会員 吉田 亮
 東京大学生産技術研究所 正会員 岸 利治

1 はじめに

表層コンクリートは内部の鋼材を腐食から保護するバリアとしての重要な役割を担っている。現在、完成後のコンクリート構造物の耐久性は、水セメント比と関連付けられ、その絶対値や代替指標のコンクリート強度に基づいて照査されている¹⁾。しかしながら、既往の研究²⁾によると、表層コンクリートの品質は、養生などの施工方法の影響を受けるため、水セメント比や強度と必ずしも等価ではないとの指摘がなされている。そこで、本研究では、さまざまな構造形式や強度を持つ実構造物を対象として、表層コンクリートの透気性を原位置において測定できる表面透気試験を実施し、透気性に基づく表層品質の評価および相互比較を行った。

2 試験概要

表面透気試験には、トレント法に基づいた表面透気試験装置³⁾を用いた。この装置はコンクリート表面から負圧を一方向にかけ、負圧が回復するまでの圧力の経時変化を測定し、これを基に透気係数を算出する。なお、透気性が装置の検知範囲から外れたものについては、便宜上の上限値($100 \times 10^{-16} \text{m}^2$)または下限値($0.001 \times 10^{-16} \text{m}^2$)を適用した。

表-1 試験体の概要および評価結果の一覧

構造形式	経年	概要	透気係数 ($\times 10^{-16} \text{m}^2$)
PC 桁 A	53 年	丁寧な施工により長期健全な品質を保っている コンクリートとして調査	0.005
PC 桁 B	36 年	特に厳しい環境で塩害を受けた PC 桁	0.050
RC 高欄	28 年	一般的な強度のコンクリート	1.502
RC 橋脚	28 年	一般的な強度のコンクリート	12.704
PC 桁 C	10 年	近年の PC 桁を代表するもの	0.173
RC 擁壁	1 年	最新の知見や技術を生かし、 材料設計、施工されたコンクリート	0.001
RC ボックス カルバート A	1 ヶ月	施工直後の高炉セメントコンクリート	0.582
"	3 ヶ月	"	1.782
RC ボックス カルバート B	1 ヶ月	施工直後の高炉セメントコンクリート	0.156

キーワード 耐久性評価, 物質移動抵抗性, 透気性, 表面透気試験, 実構造物
 連絡先 〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5 芝浦工業大学 TEL03-5859-7000

3 試験結果

表-1に、試験体の概要と透気係数の測定値を示す。調査では、各構造物でおよそ10箇所測定した。表中の透気係数は、測定値(透気係数)の対数平均(相乗平均)で表している。その透気係数と構造形式から推定される強度を比較すると、その間には必ずしも相関があるとはいえない。例えば、「PC桁A」、「PC桁B」と「PC桁C」を比較すると、両者とも設計強度が 40N/mm^2 程度であるにもかかわらず、透気係数が順に、 $0.005 \times 10^{-16}\text{m}^2$ 、 $0.050 \times 10^{-16}\text{m}^2$ 、 $0.173 \times 10^{-16}\text{m}^2$ であった。この結果は、圧縮強度のみで実構造物の耐久性を評価することの限界を示唆している。既往の文献²⁾では養生の方法による空隙の連続性の相違が述べられているが、PC桁Aの場合は1週間の散水養生および湿布養生がされており、一般的な施工が行われたと推察されるPC桁Cと比較して、表層部の空隙構造が緻密であり、水和初期において表層部の乾燥が防がれたことによって、その後の水和の進行も良好であったものと考えられる²⁾。

RCボックスカルバートAは材齢1ヶ月、材齢3ヶ月と時期を変え、材齢の相違が透気性に及ぼす影響を検討した。実験室内の検証実験⁴⁾では、材齢28日以降の透気性が平衡状態になると報告している。しかし、本調査では材齢1ヶ月で $0.582 \times 10^{-16}\text{m}^2$ 、材齢3ヶ月で $1.782 \times 10^{-16}\text{m}^2$ と両者の透気係数におよそ3倍の差異が見られ、材齢が経過すると透気性が高くなる結果となった。その要因としては、まず材料面特性から考察すると、水セメント比が50%以上であり乾燥の影響を(低水セメント比のコンクリートより)比較的大きく受けること、また高炉セメントコンクリートは普通セメントコンクリートに比べて乾燥収縮が大きいことなどが考えられる。また、養生期間が冬季の低温でかつ厳しい乾燥条件であったので、水和の進行も遅く、ペースト部の空隙構造がより粗大となり乾燥が促進されやすかったことも透気性が高くなった要因と考えられる。

4 まとめ

表面透気試験により実構造物の表層品質を評価した。透気性の傾向は、構造形式から推定される強度のそれとは必ずしも一致しなかった。この結果は、強度だけでは実構造物の耐久性の評価は十分でなく、透気性などの耐久性を直接支配する特性の評価も必要であることを示唆している。

謝辞

本研究の調査は、土木学会小委員会335委員会の活動として行なわれたものである。森濱和正氏、小野聖久氏、松田芳範氏、庭瀬一仁氏、蔵重勲氏、原島実氏に深く感謝致します。

参考文献

- 1) コンクリート技術シリーズ「構造物表面のコンクリート品質と耐久性能検証システム研究小委員会(335委員会)成果報告書」,土木学会,2007.
- 2) 岡崎慎一郎,八木翼,岸利治,矢島哲司: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, No.60, pp.227-234, 2007.
- 3) R.J.TORRENT: A two-chamber vacuum cell for measuring the coefficient of permeability to air of the concrete cover on site, Material and Structures, Vol.25, pp.358-365, 1992.
- 4) 小野聖久,上東 泰,紫桃孝一郎:コンクリートの密実性検査手法に関する研究,日本道路公団試験研究所報告, Vol.41, pp.101~110,財団法人 高速道路技術センター,2004.11.