

愛媛県宇和島市内コンクリート橋梁を対象とした非破壊試験と品質評価に関する提案

愛媛大学(院) 学生会員 ○向田典也 愛媛大学(院) 正会員 氏家勲
愛媛大学(院) 正会員 岡崎慎一郎 広成建設株式会社 非会員 中村翼

1. はじめに

コンクリート構造物の品質評価を非破壊で行う手法として、透気試験の適用が試みられている。コンクリートの透気性はコンクリートの密実性と強い相関を持っているため、この指標をもって物質移動抵抗性を同定できるという考えに基づいている。しかしながら、透気係数は内部の空隙構造のみならず、コンクリートの含水状態に大きく影響を受けるため、実構造コンクリートの品質評価を適切に行うためには、内部含水状態に大きく影響を受けるコンクリートの透気係数の値の解釈が重要となる。

本研究では宇和島市のコンクリート橋梁を対象に、実構造の透気係数および強度を測定し、市内橋梁の有する基礎的な品質の情報を得て、実構造物群の品質の実態把握を行った。また、種々の配合、脱型時期および様々な含水状態にある大型供試体を実験室で作製し、この供試体を対象とした透気試験を実施し、透気係数、含水率およびコンクリートの品質の関係を規定する品質評価基準を定め、その基準に基づいた宇和島市内の構造コンクリートの品質評価を試みる。

2. 調査概要

2. 1 調査対象橋梁

本研究では、宇和島市の橋梁を対象とし、海岸から 2km 以内にある比較的塩化物の飛散が見られる橋梁 4 体(A 橋, B 橋, C 橋, D 橋)と、海岸から比較的遠い場所に架かる橋梁 3 体(E 橋, F 橋, G 橋)の計 7 体を対象とした。

2. 2 圧縮強度試験 (シュミットハンマー試験)

テストハンマーによる反撥硬度法は、シュミットハンマーを用いた。

試験体縁部から 3cm 以上内側で互いの間隙が 3cm 以上の箇所とし、合計 30 点以上を選定した。このときに粗骨材や空隙部分を避けて行った。さらに、測定結果を判断して明らかに異常と認められる値、偏差が平均値の 20%以上になる値は除き、測定結果の平均を 20 点以上になるようにして求めた。得られた反撥度 R_0 を換算式から読みとり、コンクリートの推定強度を求めた。

2. 3 含水率の測定

株式会社 Kett 科学研究所のコンクリート・モルタル水分計 HI-520 を使用した。本機器は、本体と検出部を一体化したハンディタイプの高周波水分計であり、誘電率(高周波容量)の変化を検出し、水分を測定する方法を用いている。計測個所の周囲 6 か所を測定し平均した値を計測個所の含水率として扱うこととした。

2. 4 現場透気試験装置

本研究では、氏家らにより開発されたシール法透気試験¹⁾を使用した。この試験は、図 1 のようにコンクリート表面に気密性のシールを塗布することで、透気領域を簡略化させ、以下の算出式により透気係数を算出することが可能となる。

$$k = \frac{\eta P_2}{2\pi(P_2^2 - P_1^2)} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) Q \quad (2)$$

ここに k : 固有透気係数(cm^2)、 η : 粘性係数($\text{Pa} \cdot \text{sec}$)、 L : 供試体厚さ(cm)、 P_1 : 載荷圧力(Pa)、 P_2 : 大気圧(Pa)、 Q : 透気量(cm^3/sec)、 A : 透気面積(cm^2)

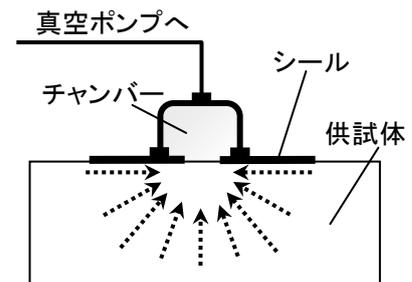


図 1 シール法

透気係数とは物質移動特性と相関があり、中性化や塩害などの劣化進行の速度に相関がある。

3. 大型供試体による実験

水セメント比、脱型時期および含水率の相違が透気係数に与える影響を確認するため、実構造物での透気試験を想定するのに十分大型な供試体を作製した。供試体の寸法は60×60×30cmとし、本研究で使用するコンクリートの水セメント比は40%,65%とし、配合は表1に示すとおりである。また、コンクリート供試体の養生方法には、野外での気中養生を行い、側面2面を1日脱型、反対側の側面2面を7日脱型として1つの供試体に2パターンの養生を行った。透気試験方法については、降雨後の供試体表面が湿潤状態にある時刻から徐々に乾燥状態に至るのまで1日1測定の間隔でシール法による透気試験を実施し、含水率が透気係数

表1 コンクリートの示方配合

組骨材の最大寸法 (mm)	スランブ (cm)	水セメント比 (%)	空気量 (%)	細骨材率 (%)	単位量 (kg/m ³)				
					水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	混和剤 A
20	12	40	5	38.9	177	443	664	1022	5.32
20	12	65	5	45.5	168	258	834	1006	2.71

に与える影響を観察した。

4. 測定した橋梁の品質評価

3章の実験で得られた含水率と透気係数の関係をもとに評価基準図を作成し、調査において測定された結果を評価基準図にプロットしたものを図2に示す。赤点線で囲った部分に着目すると、W/C=65%1日脱型の直線よりも上方にあるD橋アバット下とA橋桁は品質が悪いと判定される。D橋アバットは供用33年で目視による判定基準が3、A橋桁も供用33年で目視による判定基準が2であったため、両者ともに低品質なコンクリートによる劣化が顕在化していることが確認され、本研究における指標は低品質なコンクリートを対象とした場合はおよそ妥当であると思われる。また、B橋アバット上については、W/C=65%7日脱型、もしくは1日脱型であるとW/C=40%と65%のほぼ中間にある品質と判定された。目視による判定基準は5ではあったが、供用わずか20年であるため、劣化が未だ発生していないか、もしくは顕在化していないと思われる。

4. まとめ

コンクリートの強度およびシール法に基づく透気性能にある程度の相関が確認された。また、実験室で作製されたコンクリート透気試験結果から、実構造物におけるコンクリートの品質を評価できるという可能性を提示した。今後、実験室においても実構造物コンクリートの養生状態に近い条件を再現したうえで、品質評価基準図の修正を行っていきたい。

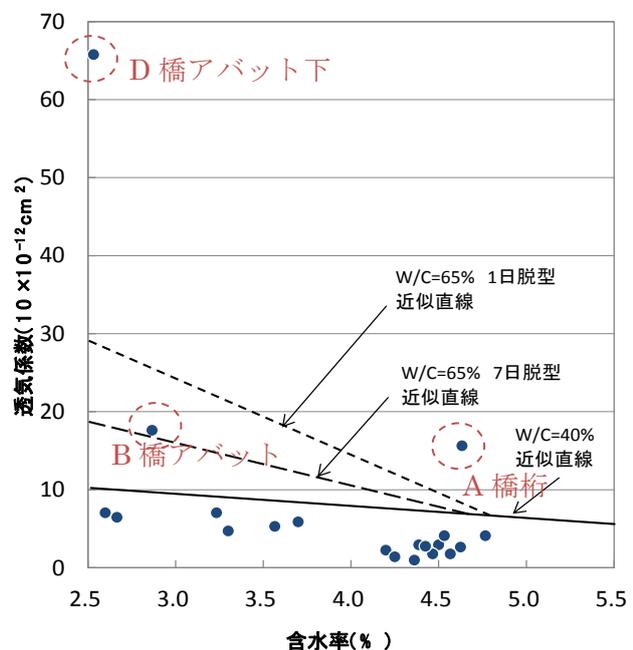


図2 品質評価基準図における現場測定結果のプロット

5. 参考文献

- 1) 氏家勲, 土屋崇, 岡崎慎一郎: 実構造物でのコンクリートの透気係数の計測方法に関する検討, セメント・コンクリート論文集, No.62, pp.197-204