

実橋梁における強度測定及び耐久性能測定に関する一考察

愛媛大学(院) 学生会員 ○中村翼 愛媛大学(院) 正会員 氏家勲
愛媛大学(院) 正会員 岡崎慎一郎 奥村組 非会員 木下雄司

1. はじめに

現在，高度経済成長期に建設されたコンクリート構造物を中心に，損傷の顕在化が深刻である．従来，コンクリート構造物は，十分な耐久性を有しているために，メンテナンスフリーであると考えられていた．ところが，近年ではコンクリート構造物の早期劣化が顕在化し，これまでの耐久性評価技術および，品質管理手法の見直しと構造物の詳細検査の重要性が指摘されている．一般にコンクリート構造物の品質評価は目視によって確認され，5段階で健全度を判断する手法が行われている．しかし，目視での健全度評価では劣化が顕在化した後でなければ評価を行う事が出来ないため，中性化や塩害といったコンクリート内部の劣化進行を確認することは出来ない．

本研究では宇和島市のコンクリート橋梁を対象に，圧縮強度試験と耐久性能評価方法の一つである透気試験を行い，橋梁の品質を調査し，目視での評価と比較することとする．なお，圧縮強度試験には2.2で述べるシュミットハンマー試験，透気試験には2.3で述べる現場透気性能試験を使用することにした．

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，宇和島市建設課の資料を基に比較的施工年度が新しい橋梁3体(中央橋，石崎橋，通山橋)と，比較的施工年度が古い橋梁2体(伊吹橋，須賀橋)の計5体を選定した．

2. 2 圧縮強度試験（シュミットハンマー試験）

本研究では，テストハンマーによる反撥硬度法であるシュミットハンマー試験を用いた．打撃をする測定面に対し，垂直に傾斜角度90度とし，試験体縁部から3cm以上内側で互いの間隔が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 を換算図から読みとり，次式から推定強度を求めた．

$$F = -18.0 + 1.27 \times R_0 \quad (1)$$

ここに F ：推定強度(N/mm²)， R_0 ：反撥度(N/mm²)である．

2. 3 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(cm²)， η ：粘性係数(Pa・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(cm³/sec)， A ：透気面積(cm²)

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．

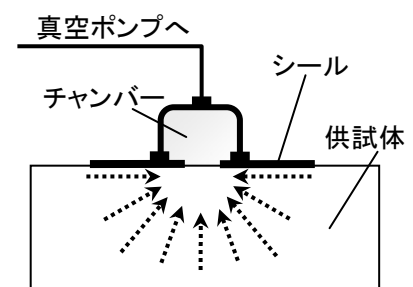


図1 シール法

3. 調査結果

現場透気試験及び圧縮強度試験の調査結果と各橋梁の目視での健全土度評価を表1に記載する。また、目視での健全度評価は宇和島市の資料を参考にし、Ⅰ～Ⅴまでの5段階評価で表している。その健全度評価の評価基準は表2に記載する。圧縮強度は、すべての橋梁において十分性能を満たしており、同程度である事がみてとれる。そして、透気係数と圧縮強度の関係を表した図1から、圧縮強度と透気係数には、あまり相関性がない結果となった。また、透気係数は、同じ橋梁であっても測定個所や部材により大きく開きがある事が分かる。ここで、透気係数が特に大きい須賀橋（橋台上部）、伊吹橋（橋脚）、中央橋（橋台上部）に着目する。須賀橋、伊吹橋の下は須賀川が流れ、上流のダムの放流に伴い、水位が大きく変動する。このため、流水によるコンクリート表層の洗い出しによるかぶりの減少や、液状水の供給による劣化速度の上昇が原因と考えられる。上部の劣化が早いのは、下部の方が上部に比べコンクリートの締め固めが進むからである。

しかし、伊吹橋、中央橋の健全度評価はⅣ、Ⅴと高く評価されている。このことから、伊吹橋、中央橋のように目視での健全度評価はⅣ、Ⅴのように健全と評価されていても、施工条件や周辺環境によりコンクリート構造物の耐久性は低下する。そのため、目視では問題視されなくとも、中性化や塩害などの劣化の進行度は速く、他の健全な橋梁よりも早期に劣化が顕在化する可能性があるといえる。よって、今後橋梁の品質管理を行う上で、目視による診断だけではなく、化学抵抗性を評価する診断手法を行う事で劣化が顕在化する前から対策を取れると考える。

表 1 宇和島市橋梁調査結果

	圧縮強度 (N/mm ²)	透気係数 ($\times 10^{12}$ cm ²)	健全度評価
須賀橋(橋台上部)	31.4	392	Ⅱ
須賀橋(橋台下部)	32.8	24.1	Ⅱ
伊吹橋(橋脚)	40.2	31.5	Ⅳ
伊吹橋(橋台)	34.0	382	Ⅳ
中央橋(橋台上部)	24.4	665	Ⅴ
中央橋(橋台下部)	26.7	14.1	Ⅴ
中央橋(梁)	55.5	1.76	Ⅴ
石崎橋(橋台)	26.3	7.63	Ⅴ
石崎橋(梁)	58.1	2.94	Ⅴ
通山橋(橋台上部)	42.8	2.35	Ⅴ
通山橋(橋台下部)	33.7	4.70	Ⅴ

4. まとめ

1. 圧縮強度と透気係数にはあまり相関性はない結果が得られた。
2. 目視での健全度評価が高くても、施工条件や周辺環境により透気係数が大きい橋梁及び部材が存在する事が分かった。
3. 目視での健全度評価だけでなく、化学抵抗性を評価する診断手法を行う事で劣化が顕在化する前から対策を取れると考える。

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透気係数の測定方法に関する検討，セメントコンクリート論文集 vol.61,2006.2.
- 2) Vanev.Bojidar：橋梁マネジメント，技報堂，2009
- 3) 佐伯彰一：橋梁点検要領(案)，建設省土木研究所，土木研究所資料第 2651 号，pp20-24,1988.7

表 2 判定基準

	判定基準
Ⅰ	主部材の損傷が大，早急に補修対策が必要
Ⅱ	主部材の損傷が大，補修対策が必要
Ⅲ	安全性に問題はないが2次部材が損傷
Ⅳ	損傷が軽微で健全
Ⅴ	損傷なし

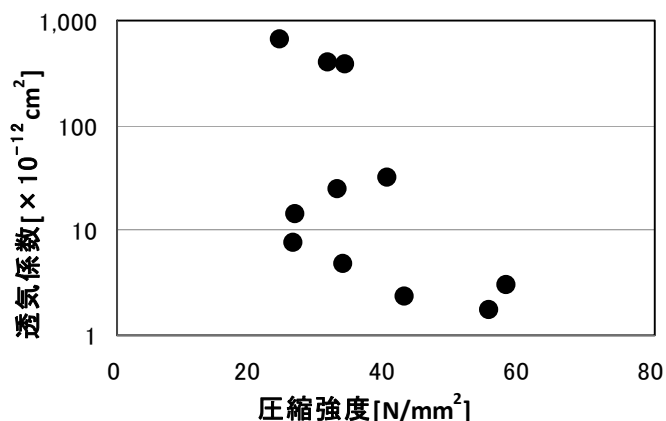


図1 圧縮強度と透気係数の関係