

RC 橋脚のひび割れ調査に基づく劣化度の定量的評価

○富士市役所 正会員 増田圭佑
 関東学院大学 正会員 出雲淳一

1. はじめに

数多くのコンクリート構造物がこれまで建造されてきたが、今後は限られた予算の中で計画的に維持管理を行っていくことが必要となっている。

本研究は、デジタル写真上に作成されたひび割れ図をもとに、コンクリート構造物の劣化損傷状況を定量的に評価するシステムを開発することを目的としており、橋脚部分のひび割れと劣化の関係について検討を行った。

2. ひび割れ図のデジタル化

本研究では、対象となる RC 橋脚のデジタル写真を PC 上でひび割れを描き込むことによってひび割れ図を作成した。また、土木構造物は一般に規模が大きいことから、構造物を分割して要素ごとにひび割れの測定を行い劣化度を求めることにした。分割する要素の大きさは、既往の研究¹⁾に基づき 1000mm 四方の大きさとし、構造物の形状に応じて 500mm 四方の大きさも用いることにした（図-1 参照）。

3. 検討方法

3.1 ひび割れの測定

図-2 は測定の対象となる 1 つのひび割れを模式的に表したものである。w はひび割れ幅、 ζ 軸はひび割れと垂交する方向、 η 軸はひび割れと平行する方向にとり、全体座標系を x 軸と y 軸で表している。1 つのひび割れからひび割れ幅 w と、x 軸と ζ 軸とがなす角 θ を PC 画面上で測定し、要素の長さで除することにより、 ζ 方向の引張ひずみ ε_{ζ} を求めることができ、ひずみの変換則を利用して x-y 座標系における引張ひずみが求められる。

また、本研究ではひずみはひび割れと直行する方向以外は発生しないものとした。

3.2 引張強度・圧縮強度の劣化度の算定方法

引張強度の劣化度は、ひび割れ発生過程を破壊エネルギー G_f との関係より求める。今回はコンクリートの引張軟化曲線として、図-3 に示すような 1/4 モデルを用いた。1/4 モデルに測定したひずみを代入すると、消費エネルギー G を求めることができる。算出した G_f と G の比を劣化度 S と定義した。



図-1 パソコンで作成されたひび割れ図

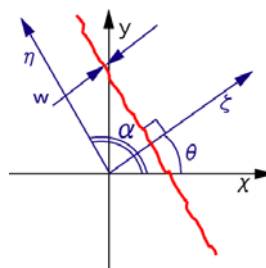


図-2 ひび割れ模式図

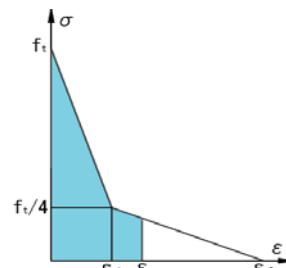


図-3 引張軟化曲線

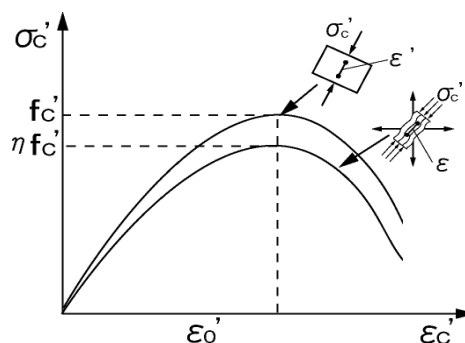


図-4 コンクリートの圧縮強度の減少

$$\eta = 1.0 / \left\{ 0.8 + 0.34 \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon'_0} \right) \right\} \leq 1.0 \quad (1)$$

$$S_m = \sum_{i=1}^n S_i W_i \quad (2)$$

$$\text{ただし, } W_i = \frac{A_i}{A}$$

S_m : 劣化度の平均値

n : 要素の個数

S_i : 各要素における劣化度

キーワード：デジタル化，劣化診断，ひび割れ，引張強度，圧縮強度

連絡先：〒236-8501 神奈川県横浜市金沢区六浦東 1-50-1 TEL 045-786-7143 FAX 045-786-7754

圧縮強度の劣化度は、引張ひずみが増加するとともに、直交する方向の圧縮強度が低下（図-4 参照）することが認められており²⁾、低下率 η を式(1)で求めることができる。また、 η を求めることにより圧縮強度の低下を評価することが可能となる。

各要素で求められた、引張強度および圧縮強度の劣化度を部材全体の劣化度 S_m として評価するために各要素の劣化度とその要素が部材全体に占める割合（重み）を用いて式(2)で求めることにした。

4. 検討結果および考察

本研究では、176本のRC橋脚から315枚のひび割れ図を作成し、劣化度の検討を行った。

ここでは、一例として図-1のひび割れ図における各要素で求められた引張強度および圧縮強度の劣化度の値を百分率で表したものを図-5に示している。図-5左はy方向の引張強度の劣化度を示しており、図-5右はx方向の圧縮強度の劣化度を示している。

図-6は、検討を行った315枚のひび割れ図から得られた引張強度による劣化度の分布を示したものである。横軸に劣化度の範囲、縦軸に劣化度の分布を表している。この図から雨水等の影響のある場合の方が劣化度が高くなる傾向があることが認められる。また、雨水等の影響が認められた場合の多くが桁のジョイント部であったことからジョイント部での雨水処理が劣化に影響を及ぼし易いことが考えられる。

今回検討を行った橋脚では、図-7に示すようにほとんどの橋脚でRC巻立による耐震補強が施されていたが、補強の施されている部分にひび割れが目立っており、求められた劣化度も平均で20%を超えており補強が行われていない橋脚に比べておよそ2倍の劣化度となった。このことからその後のひび割れ発生に影響を及ぼすことが考えられる。

5. まとめ

コンクリート構造物の維持管理手法として、ひび割れ図からRC橋脚の劣化度評価を行い、以下のことが結論として得られた。

- (1) 橋脚部分における雨水等による影響等が、劣化度に影響を及ぼす傾向があることが認められた。
- (2) 今回行った調査においては、RC巻立による耐震補強部分には、RC巻立を施していない部分に比べて全体として劣化度が大きくなる傾向が認められた。

謝辞

本研究の一部は、文部科学省学術フロンティア推進事業（平成16年度～平成20年度）の補助を受けて行われたことを付記します。ひび割れの調査、ひび割れ図の製作において坂本竜樹、大吉浩、花岡卓、宮下健吾各氏に感謝の意を表します。

92	100	100	0	0	3	4	0
100	100	56	30	0	0	0	0
100	77	40	0	0	0	0	0
100	56	39	63	0	0	0	0
82	79	20	20	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

図-5 各要素で求められた劣化度
左：引張強度(y方向) 右：圧縮強度(x方向)

■ 雨水等による影響有 ■ 雨水等による影響無

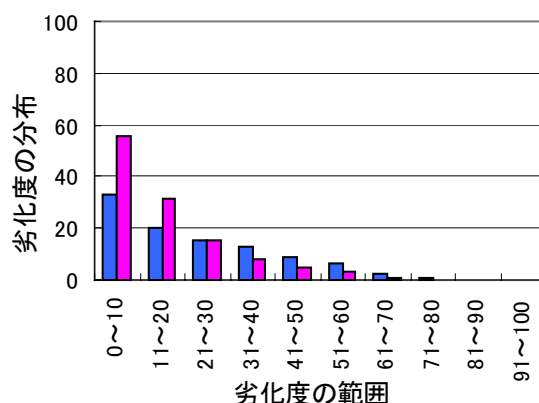


図-6 雨水等の影響の有無による劣化度の分布



図-7 橋脚のひび割れ状況

参考文献

- 1) 河内令子・出雲淳一：ひび割れ図によるコンクリート部材の損傷度評価についての考察，（社）土木学会第58回年次学術講演会概要集，pp.197-198，2003年9月
- 2) Vecchio, F.J. and Collins, M.P. (1986): The Modified Compression Field Theory for Reinforced Concrete Elements Subjected to Shear, ACI Journal, Vol. 83, No. 2, pp. 219-231, March/April.