

北陸地方の既設コンクリート構造物から採取したコアの強度・変位性状

中日本ハイウェイ・エンジニアリング 名古屋(株) 正会員 ○加賀谷 悦子
中日本ハイウェイ・エンジニアリング 名古屋(株) フェロー会員 青山 實伸

1. はじめに

既設コンクリート構造物の耐荷性能評価では、弾塑性解析により、ASR 劣化構造物の現有耐荷力を算定する手法が発展している。解析にはコンクリート材料の力学特性やコンクリートの有効断面等の変化を考慮する必要がある。一方で、北陸地方では、1980年代前半にASRによって劣化したコンクリート構造物が顕在化しており、既往の研究により弾性係数の低下が明らかとなっている。そこで、筆者らは、これまでに既設コンクリート構造物から採取したコアの圧縮強度と静弾性係数試験データの分析を行った。本報告では、強度・変位性状の分析を行い、静弾性係数と圧縮強度の関係から最大ひずみの概略値を推定する式を求めたので報告する。

コアは、主に北陸自動車道および地方公共団体が管理する、橋梁およびカルバートボックスから採取した 298 試料である。コア径は、骨材の最大寸法により上部工およびカルバートボックスは $\phi 55$ もしくは $\phi 75$ 、下部工は $\phi 100$ である。なお、コアには、ASR 劣化していないものを含む。

2. 圧縮強度と静弾性係数の関係

ASR 劣化構造物の耐荷性能の評価においては、過度に安全側とならないように力学特性を適切に設定しなければならない。図-2.1 に ASR 劣化していないものを含む全コアの圧縮強度と静弾性係数の関係を示す。道路橋示方書の圧縮強度と静弾性係数から求めた健全なコンクリートを示す曲線を下回っており、ASR 劣化構造物の静弾性係数および圧縮強度の低下は明らかである。

次に、圧縮強度-ひずみの曲線の一部データを図-2.2 に示す。ASR の疑いのあるコアは、健全なコアに比べ、最大ひずみを得るまでのひずみの増大が著しく、放物線を描いて大きく変形し、破壊する性状にあることを示している。

3. 静弾性係数 E と最大ひずみ $\epsilon_{\max}$ の関係

(1) 全データ分析結果

ASR 劣化していないものを含んだ全試料の静弾性係数 E と最大ひずみ $\epsilon_{\max}$ の関係を図-3.1 に示す。ここで、最大ひずみは圧縮強度-ひずみの曲線から、ひずみの最大値を読み取ったものである。その結果、静弾性係数と最大ひずみは、相関係数 $R^2=0.73$ であることから強い相関があると言える。

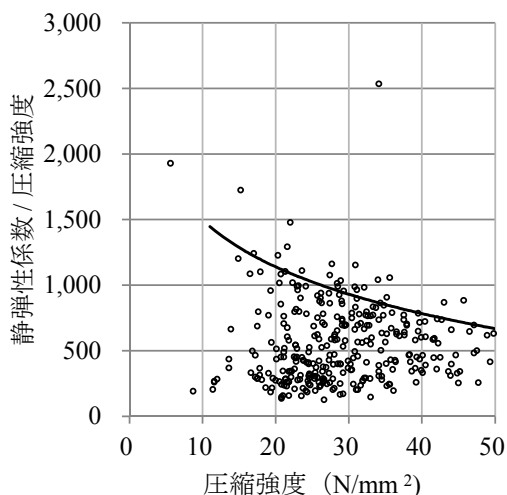


図-2.1 コアの圧縮強度と静弾性係数の関係

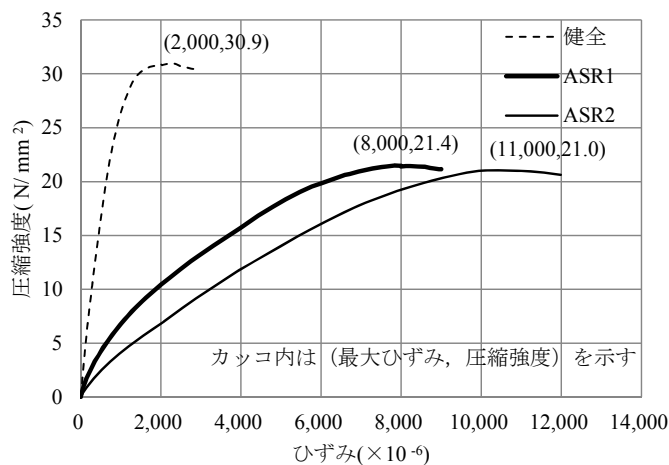


図-2.2 圧縮強度とひずみの関係

キーワード 耐荷性能, 静弾性係数, 圧縮強度, 最大ひずみ, 既設コンクリート構造物, ASR

連絡先 〒920-0025 石川県金沢市駅西本町 3-7-1 中日本ハイウェイ・エンジニアリング 名古屋(株) 076-264-7872

(2) コア径の影響

次にコア径別の静弾性係数と最大ひずみの関係をプロットして得られた近似式の算出結果を図-3.2に示す。静弾性係数と最大ひずみは、相関があると言える。また、コア径による違いはほとんど見られないことがわかる。しかし、静弾性係数が小さい場合において、最大値ひずみに $1,000 \times 10^{-6}$ の差が現れ、コア径の違いによって静弾性係数に差が生じることを示している。

(3) 最大ひずみの推定

試験から得られる静弾性係数と圧縮強度から最大ひずみを推定することを試みた。

コアの応力度(σ)とひずみ(ε)の関係を式(3.1)に示す2次曲線(図-2.1参照)によると仮定して推定式を算出する。

$$\sigma = a\varepsilon^2 + b\varepsilon + c \quad (3.1)$$

原点では $\sigma = 0$, $\varepsilon = 0$ であるため、 $c = 0$ となる。

$d\sigma/d\varepsilon = 0$ より、 $a = -\sigma_m / \varepsilon_m^2$, $b = \sigma_m / \varepsilon_m$ となり、 $E = \sigma / \varepsilon$ より式(3.2)を得る。

$$E = \sigma / \varepsilon = (-\sigma_m / \varepsilon_m^2 \cdot \varepsilon^2 + \sigma_m / \varepsilon_m \cdot \varepsilon) / \varepsilon \quad (3.2)$$

コアの静弾性係数($E_{1/3}$)は $E_{1/3} = \sigma_m / 3 \varepsilon_{1/3}$ で示され、式(3.2)は次式のようにになる。

$$E_{1/3} = (-\sigma_m / \varepsilon_m^2 \cdot \sigma_{1/3} / 3E + \sigma_m / \varepsilon_m)$$

よって、式(3.3)のような最大ひずみの推定式を得る。

$$\begin{aligned} \varepsilon_m &= (2 \sigma_m \pm (4 \sigma_m^2 - 4 \sigma_m^2 / 3)^{1/2}) / 2 E \\ &= 3.63 \sigma_m / 2 E \end{aligned} \quad (3.3)$$

式(3.3)を用いて推定した最大ひずみと実測値との関係は、図-3.3のようになる。両者には相関はあるが、最大ひずみが大きい場合のばらつきはやや大きくなる。この結果、圧縮強度と静弾性係数の値より、式(3.3)を用いて最大ひずみの概略値を推定することができることがわかる。

4. まとめ

コアの強度・変形状態に関して次のことが言える。

- (1) ASR劣化構造物の静弾性係数および圧縮強度が低下する。
- (2) ASR劣化したコアは、放物線を描いて大きく変形し、破壊する性状にある。
- (3) 静弾性係数と最大ひずみの間には相関がある。

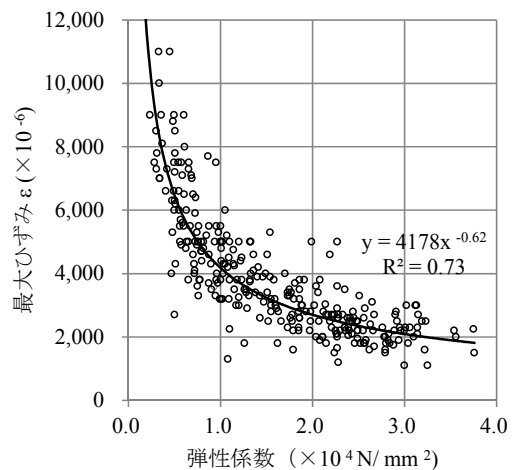


図-3.1 コアの静弾性係数と最大ひずみの関係

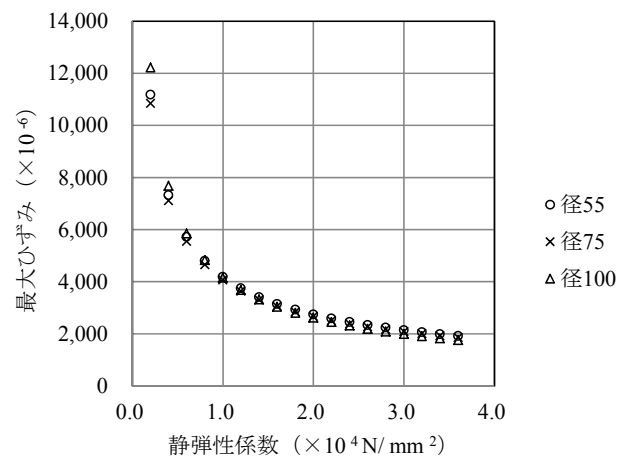


図-3.2 コア径別の最大ひずみ

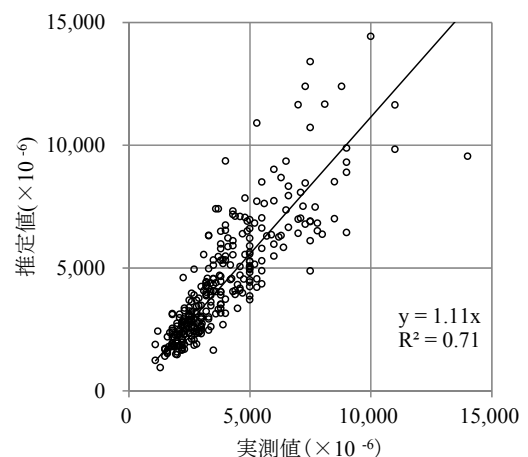


図-3.3 最大ひずみの推定値と実測値との関係

- (4) コア径の違いによる静弾性係数の差は小さい。
- (5) 静弾性係数と圧縮強度から最大ひずみの概略値を推定する式を求めた。