

○日本工営中央研究所開発研究部 正会員 松山公年
 日本工営中央研究所開発研究部 正会員 太田資郎
 日本工営中央研究所開発研究部 正会員 石橋見睦
 熊本大学工学部環境システム工学科 正会員 大津政康

1. はじめに

我国の社会資本の大半を占めるコンクリート構造物が、厳しい自然環境下で長期供用を受けた場合、乾湿の繰り返しや凍結融解作用、セメント成分の溶出などによりコンクリートの細孔構造が変化することが知られている¹⁾。この細孔構造の変化はコンクリートの多孔質化として現れ、内部鉄筋の腐食を誘発したり、最終的にはコンクリート強度の低下を引き起こすと考えられる。

本研究は、コンクリートの一軸圧縮試験にA E法を適用し、コンクリートの材料的な劣化度評価手法を開発することを目的としている。本実験において、多孔質化したコンクリートを模擬した供試体を作成し、この供試体の一軸圧縮試験時のA Eを測定した。このA E計測結果とコンクリートの細孔分布を比較検討することにより、A E法による材料劣化評価法の有効性を検討したので報告する。

2. 実験対象および内容

(1) 実験対象

実験対象は $\phi 10 \times 20$ cmの円柱供試体である。供試体打設時の空気量5%の強度として 20.6N/mm^2 (210kgf/cm^2)を基準とし、これより空気量を10, 15, 20%と変化させ4種類の供試体を各3個作成した。表-1に空気量5%の配合を示す。

表-1 コンクリート供試体の配合

設計基準強度 N/mm^2	空気量 (%)	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単位量 (kg/m^3)				
				水	セメント	細骨材	粗骨材	混和剤
20.6	5.0	79.7	47.1	178	223	855	983	0.008

(2) 試験内容

一軸圧縮試験時のA E計測システムを図-1に示す。A Eセンサは150kHz共振型を用いた。検出されたA E信号は、プリアンプで40dB、メインアンプで20dBに増幅した。また、しきい値は35dBに設定した。また、供試体両端に厚さ0.5mmのテフロンシートを挿入し載荷版と供試体間の摩擦により発生するA Eの低減に努めた。A Eの計測は、供試体の破壊荷重の約5%まで荷荷し偏心の影響がないことを確認した後、開始した。

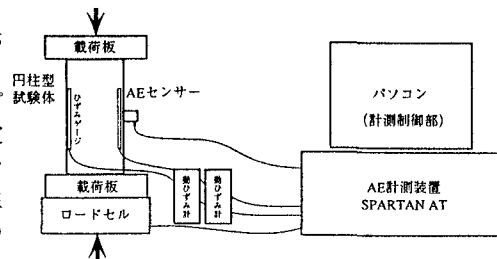


図-1 A E計測システム

コンクリートの細孔構造を把握するために、細孔径分布試験を実施した。細孔径分布試験として水銀圧入法を採用し、細孔直径が数nm～数10 μm の範囲の細孔容積を測定した。

(3) A Eデータの解析方法

計測されたA Eデータは、大津¹⁾が提案したレートプロセス理論にもとづく解析方法により、整理・解析を行なった。レートプロセス解析は、健全なコンクリートと劣化したコンクリートで圧縮破壊時のA E発生挙動が異なることに着目し、圧縮破壊時のA E発生挙動を破壊確率論にもとづいた次式で近似し、得られる値 α を用いて劣化度を評価する手法である。

キーワード：コンクリート、アコースティック・エミッション、材料劣化

〒300-1245 茨城県稲敷郡茎崎町高崎2304, TEL:0298-71-2040, FAX:0298-71-2022

〒860-8555 熊本市黒髪町2丁目39-1, TEL:096-342-3542, FAX:096-342-3507

$$N = C \cdot V^a \cdot \exp(bV)$$

ここに、 N : AE発生累積数、 V : AE発生確率、 a, b, C : 定数

3. 試験結果

(1) コンクリートの細孔径分布

供試体の細孔径分布を水銀圧入法により測定した結果を図-2に示す。図-2において、 $1\mu\text{m}$ 以上の細孔容積に違いがみられる。とくに、細孔容積が最も異なる細孔径の範囲は $3.4\sim 5.0\mu\text{m}$ である。

(2) 細孔容積と強度、 a 値の関係

図-2にみられた細孔径 $3.4\sim 5.0\mu\text{m}$ の細孔容積とコンクリートの圧縮強度の関係を図-3に示す。図-3に、直径 $3.4\sim 5.0\mu\text{m}$ の範囲の細孔容積と圧縮強度の間に線形関係がみられる。

レートプロセス解析により得られた a 値と図-2にみられた細孔径 $3.4\sim 5.0\mu\text{m}$ の細孔容積の関係を図-4に示す。図-4で、 a 値と細孔径 $3.4\sim 5.0\mu\text{m}$ の細孔容積の間にほぼ線形関係が認められる。この事は、コンクリート中の細孔容積の違いにより一軸圧縮破壊時のAE発生挙動が変化することを示していると考えられる。

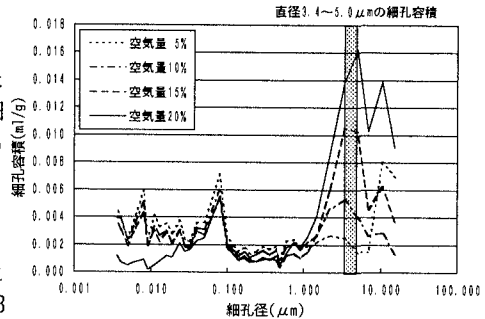


図-2 細孔径分布試験結果

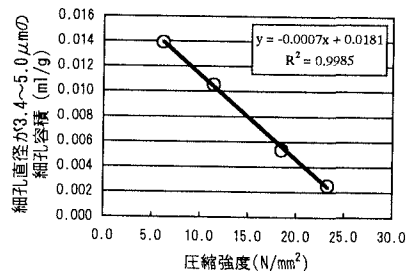


図-3 細孔径容積と強度の関係

4. 考察

本実験で、空気量を変えたコンクリート供試体の細孔容積の増加に伴い a 値の増大がみられた。この傾向は、以下のメカニズムにより生じたと考えられた。

細孔容積の増大によりコンクリートのモルタル部が脆弱化した。脆弱化したモルタルは、モルタル自身の強度の低下と骨材との付着力の低下をもたらし、供試体の一軸圧縮試験において低荷重レベルでAE発生が活発化した。このAE発生挙動の変化をレートプロセス解析で得られる a 値が反映した。

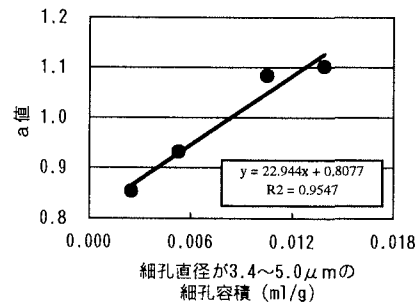


図-4 細孔径容積と a 値の関係

5. 結論および問題点

本実験で、コンクリートの多孔質化に伴うモルタル部の脆弱化の傾向を a 値で判断する有効性を確認した。本手法を実構造物に適用する場合、コンクリートの劣化の種類と a 値の変化の関係を整理し、データの蓄積を行う必要がある。

レートプロセス解析が上記の課題を満足すれば、構造物のコンクリートの材料劣化に対する評価手法として用いることが可能になると考えられる。

参考文献

- 1) 濱田秀則・福手勤・堂園昭人・松山公年：劣化した港湾コンクリート構造物の非破壊検査法としてのAE計測の適用性に関する基礎的研究、コンクリート工学論文集第8巻第2号，pp.101-109,1997.
- 2) 松山公年・大津政康・多田東臣・油野邦弘：コンクリートの劣化度評価のためのAE計測の適用：コンクリートの非破壊試験法に関するシンポジウム，pp129-132,1991.