

AE レートプロセス解析による再生骨材コンクリートの品質予測

熊本大学工学部社会環境工学科 学生会員 ○福永隆之

熊本大学大学院自然科学研究科博士前期課程 非会員 後藤尚貴

熊本大学工学部社会環境工学科 学生会員 高口雄基

熊本大学大学院自然科学研究科教授 フェロー会員 大津政康

1. はじめに

現在再生骨材コンクリートの品質評価は、骨材特性から評価されている。しかし実際は、原粗骨材との品質低下に関心がある。そこで本研究では、パルスパワーで回収し作成した再生骨材コンクリートにアコースティック・エミッション(AE)法¹⁾のレートプロセス解析を用いて原粗骨材の品質を予測できるか検討した。

2. 解析理論

2.1 ローランドモデル

本研究では、損傷力学理論を基に応力-ひずみ曲線を以下の式で近似した。

$$\sigma = E_0 \varepsilon - E^* A_0 \varepsilon^{\lambda+1} \quad (1)$$

ここで、 E_0 : 初期接線弾性係数、 E^* : 健全な材料に相当する弾性係数、 A_0 , λ : 材料固有の定数である。 E_0 は応力とひずみの実測値より重回帰分析を行い求めた。

また、 λ 値は、以下の式を用いて得ることができる。

$$\lambda = \frac{E_c}{E_0 - E_c} \quad (2)$$

ここで、 E_c : 終局時割線弾性係数である。

これにより、一軸圧縮試験により得られる実測値と損傷力学を基に、応力-ひずみ曲線をローランドモデルとして近似することが可能となる。

2.2 AE レートプロセス解析

AEの発生総数を N 、応力レベル V の AE 発生確率関数を $f(V)$ とすると、応力レベル V から $V+dV$ への応力増分に対し、

$$f(V)dV = dN/N \quad (3)$$

とおき、 $f(V) = a/V + b$ と発生確率関数を双曲線関数で近似し、損傷度を係数 a 値で表現することにすれば、応力レベル V に対する AE 発生総数 N の関係は次式で表現できる。

$$N = CV^a \exp(bV) \quad (4)$$

ここで、 C : 積分定数である。

2.3 データベース

図-1 は過去の 170 サンプルの損傷パラメータ λ 値と AE レートプロセス解析値 a 値の関係を示している。図の式は以下の相関式を表わす。

$$\lambda + (a \times 100) = (a \times 100)X + Y \quad (5)$$

ここで、 $E_0 = E^*$ のとき $a=0$ と仮定すると、式(2)および式(5)より、

$$E^* = E_c + \frac{E_c}{Y} \quad (6)$$

として、健全時弾性係数 E^* を求めることができる。

この結果、次式のように初期劣化度 Ω_0 は初期接線係数 E_0 と E^* との比より決定できる。

$$\Omega_0 = 1 - \frac{E_0}{E^*} \quad (7)$$

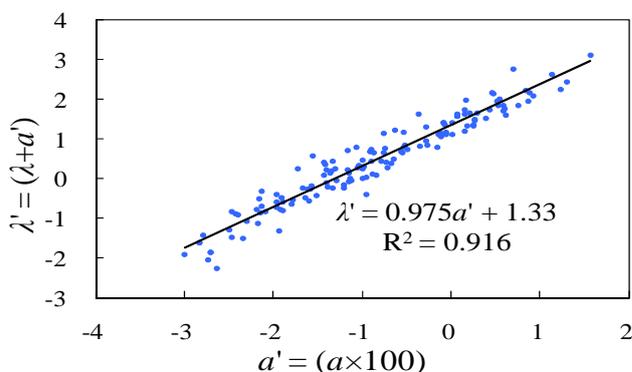


図-1 λ 値と a 値の関係

3. 実験概要

原粗骨材の骨材特性が分かっているコンクリートにパルスパワーを用いて回収した2種類の再生粗骨材 M、H を用いて供試体を作成し、28日養生後に一軸圧縮試験及び AE 計測を実施して劣化度評価を行った。実験に用いた骨材は原供試体と同じ粒度に調整を行った。表-1,2 は配合に用いた骨材の特性とコンクリートの配合を示している。

表-1 再生粗骨材の骨材特性

骨材	絶乾密度(g/cm ³)	吸水率(%)
M	2.63	3.87
H	2.82	2.39

表-2 各再生骨材コンクリートの配合

骨材	Gmax (mm)	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)					スランプ (cm)	空気量(%)
				W	C	S	G	AE減水剤		
M	20	47	39.5	176	374	701	1140	1.87	7	1.6
H	20	47	39.5	176	374	701	1177	1.87	5	1.7
原粗骨材	20	47	41	176	374	701	1217	1.27	8	1.5

により Ω_0 の修正式

$$\Omega_0(AE) = \Omega_0 + 0.11 \tag{8}$$

4. 実験結果

表-3 に再生骨材 M,H と原粗骨材コンクリートの試験結果を示す。再生骨材コンクリートの強度が原粗骨材コンクリートよりも大きくなっている。これは打設を行った際のモルタル部の影響が大きく関係していると考えられる。再生骨材コンクリートに注目すると、圧縮強度、弾性係数共に再生骨材 H のほうが M よりも高いことが確認できる。既往の研究²⁾によりローランドモデルの λ 値がコンクリートの損傷により高くなることが確認されている。なお本研究の λ も M,H の順に高くなることが認められた。

表-3 再生骨材コンクリートの力学特性

骨材	圧縮強度 [MPa]	E_c [GPa]	λ 値	E_0 [GPa]
M	51.8	17.8	1.5	30.1
H	51.9	20.4	1.35	35.6
原粗骨材	29.7	13.7	0.64	35.9

また、再生骨材コンクリート M の応力レベル V に対する AE 発生総数 N の関係を図-3 に示す。図より、レートプロセス解析により AE 発生挙動が十分に近似されていることがわかる。

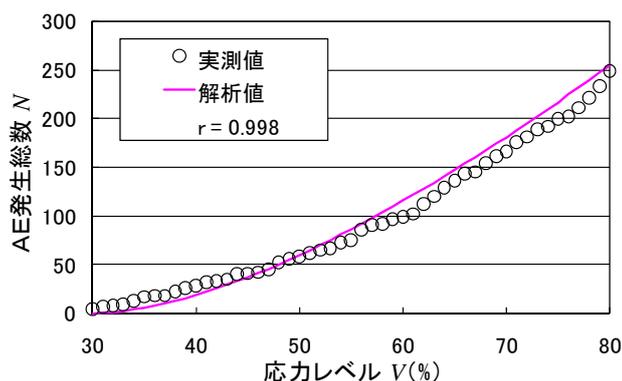


図-2 AE 発生総数 N と応力レベル V の関係

表-4 は一軸圧縮試験により得られる実測値 Ω と AE 評価値 Ω_0 を示している。ここで表中の $E_{original}$ は原粗骨材の初期接線弾性係数を表している。表より再生骨材コンクリート M では、AE 法による評価が実測値よりも小さめになっている。これらの結果を吸水率と比較したものを図-3 に示す。なお、既往の研究²⁾

を得ていることにより、それによる評価値も図中に示している。図に示すように吸水率との対応はほぼ見られる。これにより原粗骨材の品質が不明な場合でも AE 法により劣化度として評価可能な手段となることがわかる。ただし、今回の評価値 AE では M の評価値が実測値より低くなり、式(8)では H の評価値が高くなっており、精度向上にはデータベースの検討をさらに行う必要があると考えられる。

表-4 劣化度評価結果

骨材	$E_0 / E_{original}$	Ω (実測値)	E_0 / E_*	Ω_0 (AE評価値)
M	0.84	0.16	0.97	0.03
H	0.99	0.01	1.00	0.00

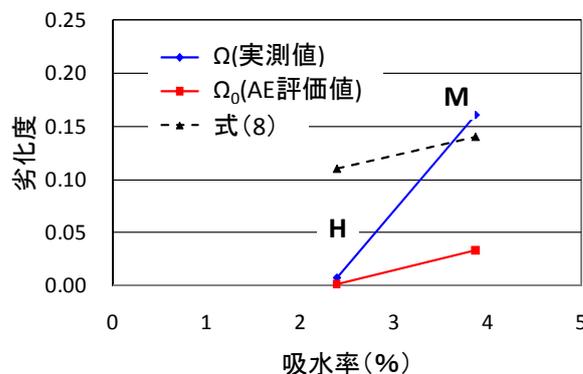


図-3 吸水率と劣化度の関係

5. 参考文献

- 1) 大津政康：アコースティック・エミッションの特性と理論(第2版)，2005
- 2) 大津政康、野口翔、飯笹真也、重石光弘：AE 法と損傷力学を適用した再生骨材コンクリートの定量的品質評価、土木学会論文集，Vol.65，No.2，pp231-237，2009