

低損傷度コンクリートの DeCAT 法による定量的損傷度評価の考察

熊本大学 学生会員 ○梶島 貴司
熊本大学 学生会員 松田 優希
熊本大学 正会員 友田 祐一
熊本大学 フェロー会員 大津 政康

1. はじめに

近年、コンクリート構造物の乾燥収縮によるひび割れが問題視されており¹⁾、コンクリートの乾燥収縮ひずみは使用材料、配合によって変動することが明らかになっている²⁾。その中でも使用骨材の違いにより、コンクリートの収縮に大きな差があることが近年あらためて注目されている。したがって、本研究では使用骨材の異なるコンクリートの乾燥収縮特性を AE 発生挙動から解明することを試みた。今回 3 種類のコンクリート供試体を乾燥収縮過程で DeCAT 法³⁾により損傷度を定量的に評価する。

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 ：初期弾性係数、 E^* ：健全なコンクリートの弾性係数、 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。

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、

$$f(V)dV = dN/N \quad (2)$$

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。

$$N = CV^a \exp(bV) \quad (3)$$

ここで、 C ：積分定数である。次に一軸圧縮強度試験下での損傷パラメータ λ と AE レート解析値 a の式(3)の

相関関係および相関式を図-1 に示す。この図は、過去のコンクリートの 199 サンプルをデータベースとして用いた相関図である。相関係数は 0.909 であり、 λ 値と a 値はよく対応していることが認められる。

図-1 中の近似式より、以下の式(4)を得る。

$$\lambda + (a \times 100) = (a \times 100)X + Y \quad (4)$$

ここで、 $E_0=E^*$ のとき $a=0$ と仮定すると、式(2)および式(4)より、健全時弾性係数 E^* は式(5)のようになる。

$$E^* = E_c + \frac{E_c}{Y} \quad (5)$$

この健全時弾性係数 E^* と、一軸圧縮試験から得られる弾性係数を用いて相対的損傷度の評価を行った。

$$\frac{E_0}{E^*} \quad (6)$$

これにより、損傷度を弾性係数を用いて定量的に評価する。

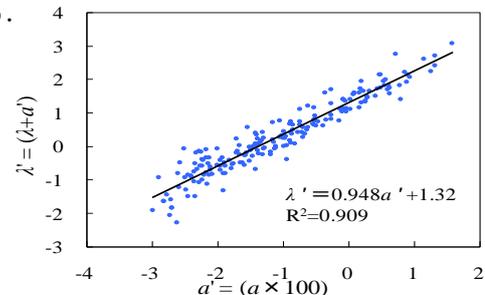


図-1 λ 値と a 値との関係

3. 実験概要

本実験では、表乾密度 2.98g/cm^3 、吸水率 0.85% の普通骨材(斑レイ岩)を使用した普通供試体と、表乾密度 2.45g/cm^3 、吸水率 4.42% の天草骨材(安山岩)を使用した天草供試体、普通骨材を使用しフライアッシュを混入させた FA 供試体の 3 種類の $100 \times 100 \times 200\text{mm}$ 角柱供試体を作製した。各供試体の配合を表-1 に示す。各供試体を恒温室内 ($20^\circ\text{C}, 60\%$) で材齢 91 日目まで長さ変化および重量変化の計測を行った。また、圧縮強度試験は $\Phi 100 \times 200\text{mm}$ の円柱供試体を使用し材齢 7, 14,

28日で行い、同時にAE計測実験も行った。

表-1 供試体の配合

	最大寸法	水セメント比	細骨材率	単位量 (kg/m ³)					AE減水剤	空気量	スラブ値
	(mm)	W/C (%)	s/a (%)	W	C	FA	S	G	(g)	(%)	(cm)
普通供試体	20	55	44	174	317	-	758	1106	317	2	4
天草供試体	20	55	44	174	317	-	758	886	317	1.9	6
FA供試体	20	55	44	174	254	63	758	1106	317	0.9	10

4. 実験結果と評価

4.1 長さ変化および重量変化結果

各供試体の長さ変化率および質量変化率をそれぞれ

図-2 および図-3 に示す。

FA 供試体はセメントの一部をフライアッシュに置換したため、セメントと反応しなかった水分が原因となり乾燥収縮がより進行したと考えられる。

天草供試体の長さ変化率が大きい理由として天草骨材の吸水率が高く、モルタル部分の収縮の拘束が弱くなったと考えられる。また重量変化率が大きいのは骨材の吸水率が非常に高いため、骨材内部に多くの水分を保持していたためであると推測できる。

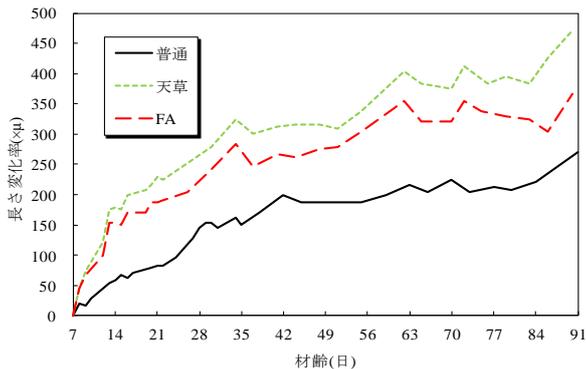


図-2 各供試体の長さ変化率

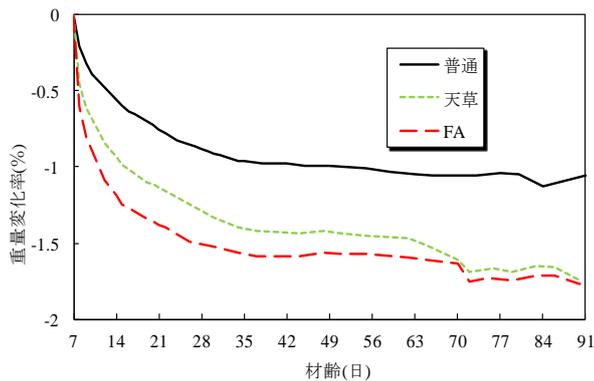


図-3 各供試体の重量変化率

4.2 圧縮強度試験結果

表-2 に各供試体の重量、圧縮強度(f'_c)、初期弾性係数 E_0 および DeCAT で評価した弾性係数 E^* を示す。図-4 より全供試体において、材齢が経つにつれ f'_c は増加しているが、 E_0/E^* は低下していることから収縮が進

むにつれて微小ひび割れの蓄積が推測される。ただし、 E_0/E^* の値が相対損傷度として数値的に 1.0 以上であるため、損傷はしていないと評価できる。

表-2 各供試体の試験結果

供試体	材齢(日)	重量(g)	f'_c (MPa)	E_0 (GPa)	E_c (GPa)	E^* (GPa)	E_0/E^*
普通	7	3872.6	30.5	29.4	12.2	21.1	1.39
	14	3825.6	32.1	31.7	14.3	24.7	1.28
	28	3805.2	34.5	34.4	14.3	24.7	1.40
天草	7	3380.3	25.5	20.6	7.45	12.9	1.58
	14	3445.9	28.0	25.8	10.0	17.3	1.49
	28	3410.1	32.1	23.7	10.6	18.4	1.29
FA	7	3748.1	22.5	44.5	9.35	16.2	2.75
	14	3771.2	27.3	36.4	10.9	18.9	1.93
	28	3758.3	32.0	30.1	12.9	22.3	1.35

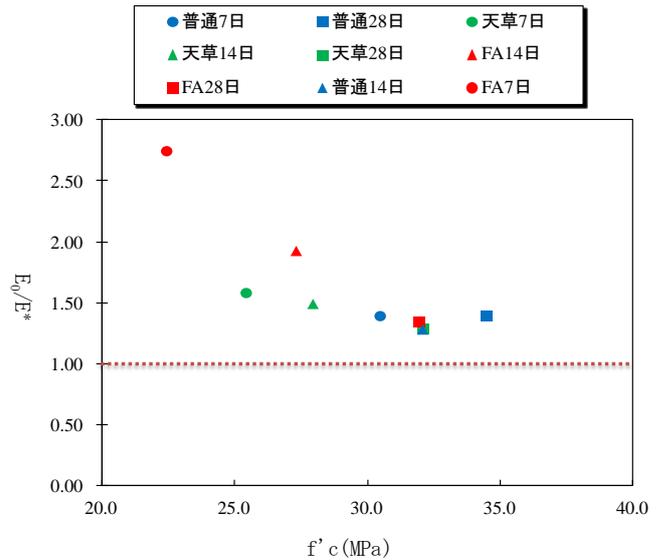


図-4 各供試体の損傷度評価

5. 結論

本研究より以下のようなことが明らかになった。

- (1) 長さ変化率および重量変化率より、天草供試体、FA 供試体は普通供試体より乾燥収縮が進行した。
- (2) AE レートプロセス解析より、全供試体の材齢 28 日時点において、乾燥収縮により供試体の微小ひび割れの蓄積が推測されたが、 E_0/E^* の相対損傷度が 1.0 以上であったため、損傷に至っていない評価となった。

6. 参考文献

- 1) 土木学会コンクリート委員会：垂井高架橋の損傷に関する調査特別委員会最終報告書，土木学会，2008.3
- 2) 日本建築学会：鉄筋コンクリート造建築物の収縮ひび割れ制御設計・施工指針（案）・同解説，2006.2
- 3) 鈴木哲也，池田幸史，米野現樹，大津政康：データベース構築に基づく AE レートプロセス解析によるコンクリートの定量的損傷度評価，コンクリート工学年次論文集，Vol.26，No.1，pp.1791-1796，2004.