

AE 法を適用した使用骨材の異なるモルタルの乾燥収縮特性の評価

徳島大学 学生会員 ○西山航平 徳島大学大学院 正会員 渡辺健
徳島大学大学院 フェロー会員 橋本親典 徳島大学大学院 学生会員 中島和俊

1. はじめに

砕砂砕石の使用の拡大によって乾燥収縮によるひび割れが問題となっており、一般的には、吸水率の低い骨材を使用することでコンクリートの乾燥収縮を抑制できるとされている。本研究では、細骨材による乾燥収縮抑制効果に着目し、モルタル内部で骨材とセメントペーストの収縮率の差によって生じるマイクロクラックに起因する弾性波をアコースティックエミッション法（以下、AE 法）により検出を試みた¹⁾。そして、乾燥収縮抑制に使用される石灰石砕砂、収縮抑制効果が期待されるフェロニッケルスラグ、銅スラグを用い、また、膨張材を用い、初期の乾燥収縮特性の評価を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

使用材料および物性を表-1 に、配合を表-2 に示す。配合では、W/C を 47%と一定とし、NS を基準とした容積置換によって細骨材のみの影響を評価した。また、膨張材は、セメントの一部を置換して用いた。

2.2 強度特性

圧縮強度試験(JIS A 1108)、静弾性係数試験(JIS A 1149)を水中養生(7 日、28 日)で行った。

2.3 収縮特性

2 体のモルタル供試体により、収縮ひずみおよび AE を計測した。1 つは、図-1 のように位置標定を行うため、等間隔に AE センサ、中央にひずみゲージを設置した。もう 1 つは AE センサのみを中央に設置した。図-1 の供試体側面と底面をアルミニウムテープで覆い、上面のみによる水分の蒸散に限定した。水中養生(7 日間)¹⁾後、AE センサとひずみゲージを設置し、計測を行った。計測期間は 7 日間とし、計測環境は温度 $20\pm1^{\circ}\text{C}$ 、湿度 $60\pm10\%$ の恒温室内とした。

2.4 AE 法の計測方法

AE 法で検出される AE 信号は、モルタル供試体表面部もしくは内部で生じるマイクロクラックとみなし、乾燥収縮に起因するマイクロクラックと仮定した。AE センサは、150kHz 共振型を用い、センサ表面にグリスを塗り、エレクトロンワックスで固定した。なお、供試体表面でシャープペンシルの圧折による疑似 AE 信号を生成し、AE センサの精度を確認した後、計測を開始した。また、計測で得られる AE 信号から累積 AE ヒット数、2 次元 AE 位置標定に着目し、評価した。AE ヒット数は、マイクロクラックが生じる弾性波から検出した AE 信号の波形の塊 1 つのことである。位置標定は、マイクロクラックの起きた位置を各 AE センサに到達した時間差から検出する方法である。検出には、AE センサが 3 つ以上必要であり、各 AE センサ間距離及び弾性波音速が既知である必要がある。

表-1 使用材料および物性値

骨材	記号	表乾密度 (g/cm^3)	吸水率(%)
砂岩砕砂	TS	2.57	1.77
石灰石砕砂	LS	2.67	0.78
フェロニッケルスラグ細骨材	FNS	3.08	1.78
銅スラグ細骨材	CUS	3.6	0.11
標準砂	NS	2.64	0.42
膨張材(構造用)	Ex	3.16	

表-2 配合

配合	W/C (%)	S/C	単位量(kg/m^3)							
			W	C	S					
					TS	LS	FNS	CUS	NS	Ex
TS	47	3	245	520	1518	-	-	-	-	-
LS		3			-	1577	-	-	-	-
FNS		3			-	-	1819	-	-	-
CUS		4			-	-	-	2125	-	-
NS		3			-	-	-	-	1560	-
Ex		3			1541	-	-	-	-	20

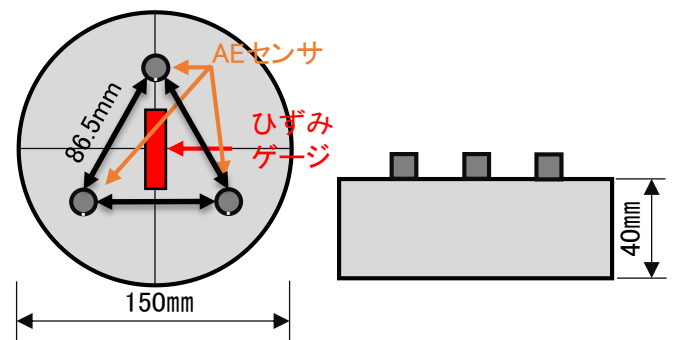


図-1 モルタル供試体

3. 実験結果

3.1 強度特性

図-2 に材齢 7 日、28 日の圧縮強度、静弾性係数の計測結果を示す。圧縮強度では、LS が 70N/mm^2 の結果が得られた。これは水和物の生成から骨材とペースト界面が緻密となり付着強度が増加するという既往の研究²⁾からその影響であると考えられる。また、静弾性係数では、TS 以外は同程度の結果が得られた。

3.2 収縮特性

3.2.1 収縮量、累積 AE ヒット数と収縮量の関係

図-3 に収縮量、図-4 に累積 AE ヒット数と収縮量の関係を示す。TS では吸水率が高いことから 641μ といった大きな収縮量を示したと考えられる。その他の配合では、大きく収縮抑制したが、特に CUS が収縮抑制効果を示した結果が得られた。

また、図-4 に示す累積 AE ヒット数と収縮量の関係では、CUS において累積 AE ヒット数が多発したことから、マイクロクラックの数が多ければ、収縮抑制効果が向上すると考えられる。しかし TS では、収縮量は大きい、累積 AE ヒット数が FNS と同程度の 27 ヒット生じた。TS は砕砂でありマイクロクラックが内在しているため、収縮時にそのひび割れのずれによる AE が累積 AE ヒット数に影響したと考えられる。

3.2.2 位置標定

図-5 に NS と CUS の位置標定の結果を示す。CUS 以外の配合での結果は、NS と類似した。全配合共に日を追う毎に位置標定の検出は減少したことが得られた。収縮量は徐々に一定になっていくことから、AE も同様の傾向が示されたと考えられる。NS では、1 日目の位置標定と 2 日目以降の位置標定がほぼ同一位置であることから、1 日目に生じたマイクロクラックが成長したのと考えられる。CUS では、分散した位置標定を検出したことからマイクロクラックが局所的に成長するのではなく、マイクロクラックが様々な位置に分散して生じ、収縮抑制に影響したと考えられる。

4. まとめ

AE 法の適用により、収縮抑制効果とマイクロクラックの関係を示し、各材料の異なる乾燥収縮抑制機構を確認できた。

謝辞

京都大学 塩谷智基教授に研究のご助言を頂きました。ここに深く感謝申し上げます。

5. 参考文献

- 1)Shiotani, T., J. Bisschop and J.G.M. van Mier:AE Activity During Drying Processes in Cement-Based Materials, JSNDI, Progress in Acoustic Emission XI, pp. 290-297, 2002.
- 2)石灰石鉱業協会:石灰石骨材とコンクリート, 増補・改訂版, 2005

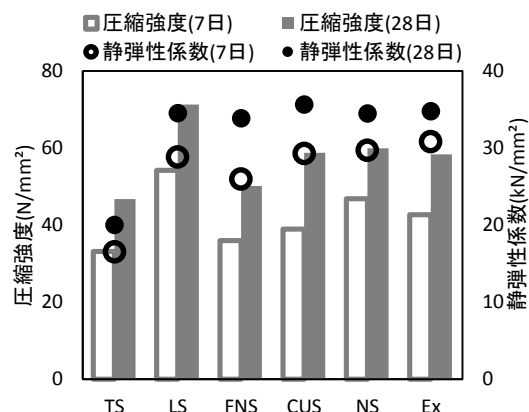


図-2 圧縮強度, 静弾性係数(7 日, 28 日)

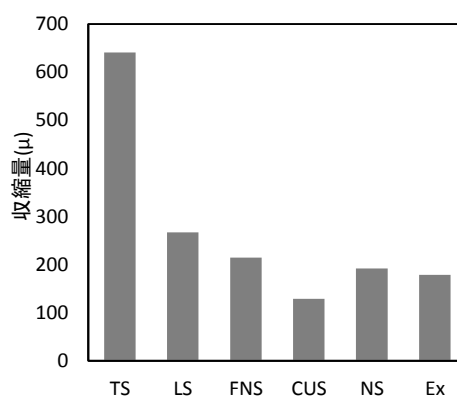


図-3 収縮量(μ)

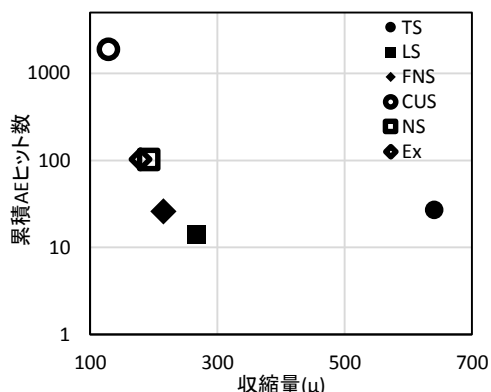


図-4 累積 AE ヒットと収縮量の関係

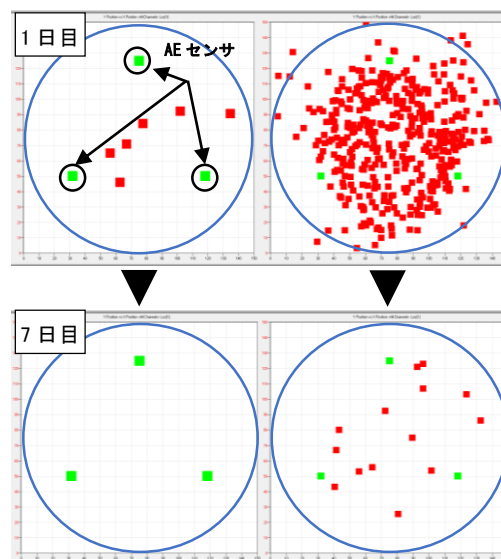


図-5 位置標定 左図 NS 右図 CUS