

気中硬化した混和材料添加モルタルの載荷過程における
AE 波形のスペクトル解析
Spectral analysis of AE waveforms during
loading process of air-cured mortar with admixture

○伊藤孝則*, 山本清仁**, 金山素平***, 倉島栄一****, 佐藤勇樹*****, 鈴木健史*****
○Takanori Ito*, Kiyohito Yamamoto**, Motohei Kanayama***, Eichi Kurashima*****,
Yuuki Satou***** and Takeshi Suzuki*****

1. はじめに

老朽化が進行した頭首工, 橋脚や水路トンネルなどのコンクリート構造物において補修・補強対策の一つとして断面修復工法がある. 材料にセメントモルタルを使用しており, 乾燥ひび割れ対策として混和材料を添加する場合がある. また, コンクリート構造物などの損傷評価手法として AE (アコースティック・エミッション) 法があり, ここでは, 混和材料の添加量を変え, 気中で硬化させたモルタル供試体を作製し, 載荷過程における AE 波形を計測し, 得られた波形についてスペクトル解析を行った.

2. 方法

供試体作製には, セメント, 細骨材, 水および混和材料(膨張材および収縮低減剤)を用いた. 材料を手練りにより混ぜ, 直径 5cm, 高さ 10cm の円柱モールドを用いてモルタル供試体を各配合 3 本ずつ作製した. 作製パターンは, 混和材料添加なし(供試体名: N), 膨張材標準使用量(EX), 膨張材標準使用量および収縮低減剤標準使用量添加(EXSR), 膨張材 2 倍量添加(EX2), 膨張材 2 倍量および収縮低減剤標準使用量添加(EX2SR), 膨張材 3 倍量添加(EX3), 膨張材 3 倍量および収縮低減剤標準使用量添加(EX3SR)の 7 種類である. 配合を表 1 に示す.

表 1 配合表

Table.1 Mix proportion

作製 パターン	単位量 (kg/m ³)				
	セメント C	細骨材 S	水 W	膨張材 EX	収縮低減 剤 SR
N	507	1521	254	-	-
EX		1501	254	20	-
EXSR			233		20
EX2		1481	254	40	-
EX2SR			233		20
EX3		1461	254	60	-
EX3SR			233		20

*NTC コンサルタント株式会社 NTC Consultants Co., LTD

**岩手大学農学部 Faculty of Agriculture, Iwate University

***九州大学大学院農学研究院 Graduate School of Bioresource and Bioenvironmental Sciences, Kyusyu University

****岩手大学名誉教授 Professor Emeritus, Iwate University

*****第一建設工業株式会社 DAIICHI KENSETSU Co., LTD

モルタル材, 混和材料, アコースティック・エミッション

3. 結果および考察

表 2 に圧縮強度 f'_c , 表面乾燥飽水状態における密度 ρ_w , 絶対乾燥状態における密度 ρ_s , および有効空隙率 n を示す. EXSR の圧縮強度が最も大きく, 有効空隙率は最も小さくなった. EX と EXSR を比較すると収縮低減剤を添加した方が添加していない供試体に比べて圧縮強度が大きくなった. この傾向は EX2 と EX2SR の比較においても同様であるが, 膨張材を 3 倍量添加した供試体における EX3 と EX3SR の比較では, 収縮低減剤を添加した方が圧縮強度が低下した. よって, 膨張材を過大に添加すると収縮低減剤の併用は, 強度低下を増大させると考えられる.

図 1~4 に各配合で最も圧縮強度が大きかった供試体のスペクトログラムを示す. 横軸に時間, 縦軸に周波数を示し, 振幅は周波数 1kHz ごと (サンプル数約 840 個) に平均した値をとり, 振幅の大きさをカラースケールで表した. また, 载荷初期に载荷板と供試体の接触等による弾性波が発生したため, その AE 挙動を除外した応力 3.5N/mm^2 以降の結果をスペクトログラムに示している. 混和材料を添加していない N のスペクトログラムと比較すると EX, EXSR, EX2 および EX3 のスペクトログラムは载荷の進行に伴い振幅が大きな赤色の領域が徐々に増加している. 一方で, EX2SR と EX3SR では载荷の進行に伴い振幅が大きくなる領域は狭く限定的である. よって, 膨張材を多く添加したモルタルにおいて収縮低減剤は载荷に伴うき裂の進展や破壊による AE の発生を減少させており, 破壊形態を延性的にさせたものと推定される.

表 2 試験結果

Table.2 Test results

作製パターン	f'_c	ρ_w	ρ_s	n
	(N/mm ²)	(g/cm ³)	(g/cm ³)	(%)
N	11.1	2.13	1.92	21.2
EX	10.8	2.13	1.92	21.4
EXSR	12.7	2.16	1.96	20.1
EX2	10.9	2.15	1.93	21.9
EX2SR	11.5	2.15	1.94	21.2
EX3	11.9	2.11	1.87	23.6
EX3SR	8.1	2.11	1.87	23.4

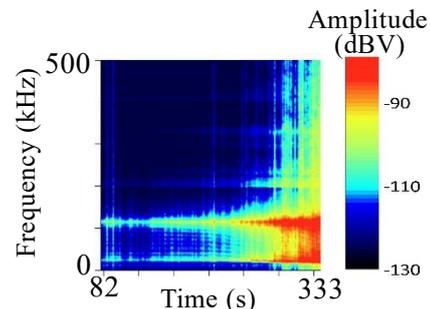


図 1 スペクトログラム (N 供試体)
Fig1 Spectrogram (N specimen)

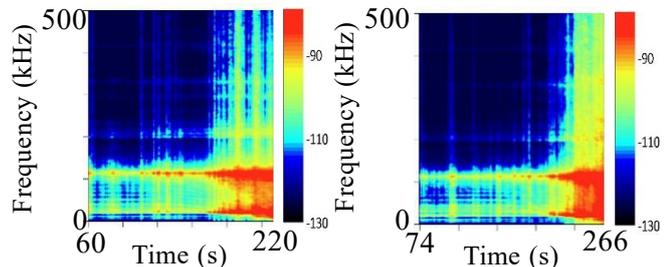


図 2 スペクトログラム (左:EX,右:EXSR)
Fig.2 Spectrogram (left:EX,right:EXSR)

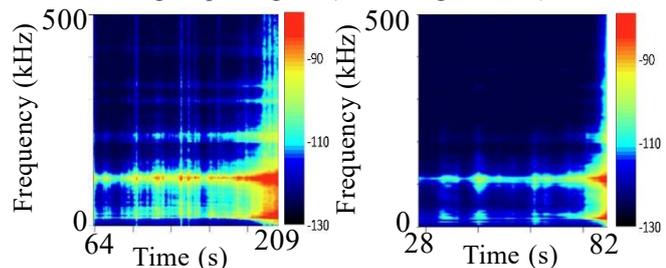


図 3 スペクトログラム (左:EX2,右:EX2SR)
Fig.3 Spectrogram (left:EX2,right:EX2SR)

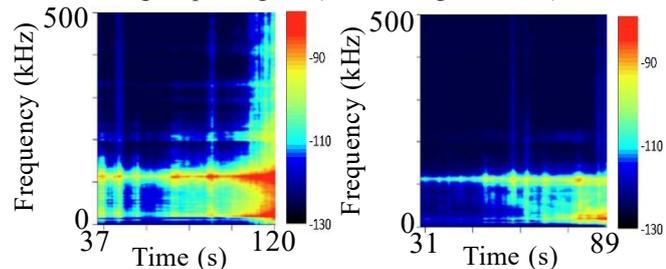


図 4 スペクトログラム (左:EX3,右:EX3SR)
Fig.4 Spectrogram (left:EX3,right:EX3SR)