

CS-14 AE-S i GMA解析におけるセンサ感度較正について

熊本大学大学院 学生員 ○大塚 政暢
 熊本大学工学部 正 員 大津 政康
 熊本大学工学部 正 員 重石 光弘

1. はじめに

近年、コンクリートの劣化が注目されるようになり、その非破壊検査法の一つとしてアコースティック・エミッション（AE）法がある。その一つの定量的解析法としてS i GMA法によるコンクリート内部の微細ひび割れの位置、種類、方向の同定法が開発されている¹⁾。しかし、実際の運用に当たってはAEセンサーの感度差やセンサ自体の劣化などの理由により、センサ感度が均一化されていないことも考えられる。そこで、センサの感度差を較正することによる影響を調査し、S i GMA法の精度の向上を図ることを考察した。

2. 感度較正の理論²⁾

S i GMA法において、検出点 x でのP波の初動振幅値 $a(x)$ は、次のように表される。

$$a(x) = C \cdot \text{ref}(r_i) \cdot (r_i/R) \cdot m_{ij}(y) \cdot \Delta F \quad (1)$$

ここで R はクラックとセンサ間の距離で r_i はその方向余弦、 m_{ij} はモーメントテンソル、 ΔF はクラック体積である。そして反射係数 $\text{ref}(r_i)$ は次のように表される。

$$\text{ref}(r_i) = \frac{2k^2 \cos \theta (k^2 - 2\sin^2 \theta)}{(k^2 - 2\sin^2 \theta)^2 + 4\sin^2 \theta \cos \theta \sqrt{k^2 - \sin^2 \theta}}, \quad k = \frac{v_p}{v_s} \quad (2)$$

センサー感度の係数 C について、式（1）を参考にして、同一震源に対しては、

$$C = (R \cdot a(x)) / \text{ref}(r_i) \quad (3)$$

なる関係が導かれる。

そこで、図-1で示す感度較正実験を行うことにより、シャープペンの芯圧接による初動振幅 $a(x)$ を検出する。AE発生源からの方向ベクトルとAE検出面の法線ベクトルから決定される反射係数 $\text{ref}(r_i)$ を求め、AE発生点から検出点までの距離 R を考慮して、各センサーの感度係数 C が決定される。

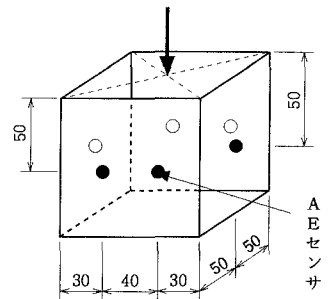


図-1 感度較正実験（単位mm）

3. 実験概要

実験供試体を図-2に示す。このモルタル供試体の示方配合を表-1に示す。またAEセンサは広帯域型（UT6000）を計6個、表-2に示す位置に取り付けた。この供試体を3点载荷による偏心曲げ試験を行い、発生するAE波形を波形処理装置で記録した。

実験で得られたAE波形より初動振幅値並びに初動到達時間を求め、補正を行わない場合と、感度較正実験で得られた補正係数を加味した場合とでS i GMA解析を行い、発生した微細ひび割れの位置、方向、種類の同定結果を比較した。ここで、解析の信頼度を高めるために双方ともに後処理解析¹⁾を行った。

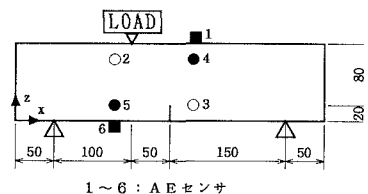


図-2 供試体図（単位mm）

表-1 示方配合表

材質	単位量(kg/m ³)			(m/s)	
	W	C	S	※アソ比	P波々速
Mortar	342	570	1140	0.230	3900

表-2 センサ配置表

	1	2	3	4	5	6
x(mm)	230	140	220	320	140	140
y(mm)	50	100	100	0	0	50
z(mm)	100	80	20	80	20	0

4. 実験結果及び考察

表-3に各解析時におけるデータ数を示す。これより、SiGMA解析での結果としての解析可能なデータ数に差異は無いが、後処理解析後では若干異なるようである。結果的に検出総数の5%程度が信頼のおける結果となっている。供試体をx-z方向に見たとき、評定された微細ひび割れの位置、方向、種類、実際に観測された破断面

表-3 各解析時におけるデータ数

	未校正	校正後
SiGMA解析前データ数	1163	
SiGMA解析後データ数	274	274
後処理解析後データ数	50	48

面をそれぞれ図-3(a)、3(b)に示す。せん断型クラックはクラック面の方向とその法線方向を×で、引張型クラックは引張方向とクラック面の法線方向を で、それぞれ発生箇所に示した。また、実際に生じた破断面をそれぞれ実線（表面）、破線（裏面）で示している。

図-3(a)と図-3(b)

を比較検討してみると、クラック発生位置標定に若干の違いが生じている点、補正後では破断面に沿うようなクラックが多く標定されている点などが確認できる。これは、感度補正によりせん断率などが変化し、信頼性が変化したことが原因と考えられる。これらより、感度補正を行うことによりSiGMA解析の信頼性を高めることが確認できた。ただし、クラックの種類や方向については大きな影響は、この例では顕著ではないようである。

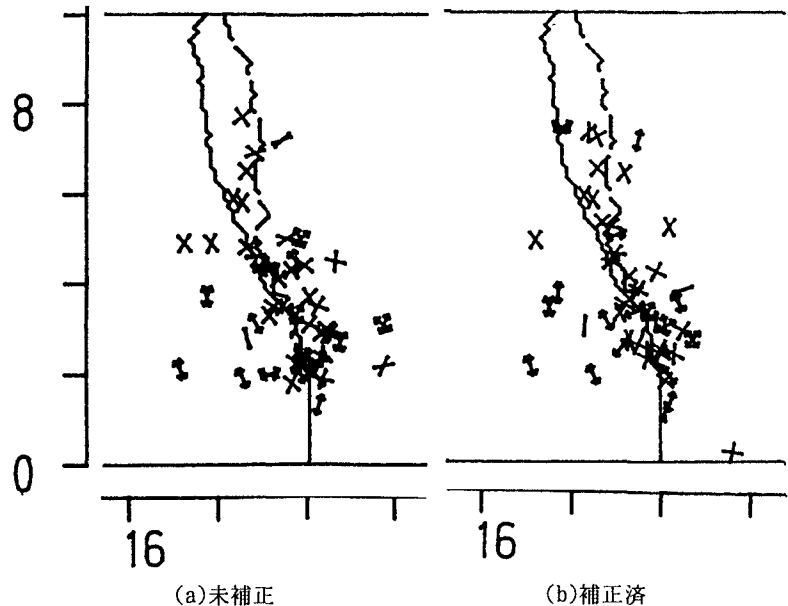


図-3 x-z方向より見たクラック発生位置、種類、方向（単位cm）

参考文献

- 1) 大塚政暢、福岡貴己、友田祐一、大津政康：コンクリート工学年次論文報告書、vol.17、No.1、「A-E-SiGMA解析によるコンクリートの破壊進行領域の解明」、1209-1214、1995
- 2) 大津政康：「アコースティック・エミッションの特性と理論」、森北出版、1988