

V-182

AE-SiGMA 解析による破壊進行領域形成過程の考察

○オリエンタル建設 正員 大塚政暢
 熊本大学工学部 正員 重石光弘
 熊本大学工学部 正員 大津政康

1. はじめに

コンクリートの破壊に際して、ノッチ先端部では微小ひび割れの累積により破壊進行領域を形成し、非線形的挙動を示すと考えられている。AE-SiGMA 手法は、観測したアコースティック・エミッション (AE) 波動よりモーメントテンソルを求め、AE 発生源である微小クラックの情報を求めて、その位置、種類、クラックの運動方向が決定できる計測手法である¹⁾。

本研究では、コンクリートのひび割れ進展過程で発生する破壊進行領域を SiGMA 手法により明らかにし、さらにモーメントテンソルより求められる損傷力学パラメータを用いて進行領域形成過程の考察を試みた。

2. 実験概要

混合モードのひび割れ進展を対象として、供試体中心から 5cm 偏心させた位置に深さ 3 cm のノッチをダイヤモンドソーで導入した 40cm×40cm×10cm のモルタルおよびコンクリートの供試体（打設後 24 時間空气中に放置した後 28 日間恒温室（20℃）で水中養生）を用いた。配合ならびに力学特性を表-1 に示す。また、供試体の寸法は図-1 に示す。

表-1 配合

	単位量 (kg/m ³)				(l)	(cm)	(%)	(MPa)	(MPa)		(GPa)	(m/s)
	W	C	S	G	AE 剤	Slump	Air	圧縮強度	引張強度	ポアソン比	ヤング率	P 波波速
Concrete	172	346	834	1021	0.104	8.0	5.0	52.8	4.12	0.24	32.5	4730
Mortar	342	570	1140					53.7	2.93	0.19	23.4	4130

供試体は図のように曲げ試験を行い、発生する AE 波形を AE センサを用いて記録した。AE センサは共振周波数 150kHz のものを計 6 個使用した。ただし、周波数帯は 5kHz～1MHz である。

また载荷速度は、可能な限り多くの AE 波形を記録するため、0.02mm/min とした。

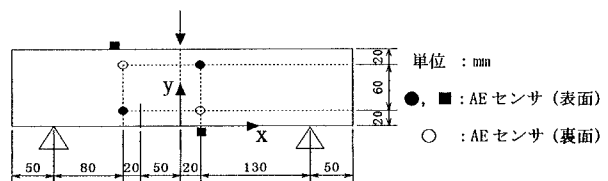


図-1 供試体図

3. 損傷力学パラメータ解析

損傷力学におけるクラックのひずみ $e l_{ij}$ は運動ベクトル l_i と放線ベクトル n_j を用いて次のように表現され、これにより損傷力学パラメータ e は、

$$e l_{ij} = \Delta V \frac{l_i n_j + l_j n_i}{2V}, \quad e = n_j e l_{ij} n_j = \frac{\Delta V}{V} l_k n_k \quad (1)$$

キーワード：アコースティック・エミッション、損傷力学、破壊進行領域

〒810 福岡県福岡市中央区天神 4-2-31 TEL 092-761-6931 FAX 092-741-3651

〒860 熊本県熊本市黒髪 2-39-1 TEL 096-342-3543 FAX 096-342-3507

となる。一方、モーメントテンソルは、等方性材料では次式のように表現される。

$$m_{ij} = \Delta V [\lambda l_{knk} \delta_{ij} + \mu (l_{ni} l_{mj} + l_{mj} l_{ni})] \quad , \quad m_{kk} = (3\lambda + 2\mu) \Delta V l_{knk} \quad (2)$$

したがって、式（1）のパラメータ e の累計は、次のように損傷が累積されていく過程としてモーメントテンソルの対角項の和 m_{kk} で表されることになる。

$$\sum e^{(i)} = \frac{1}{V} [\Delta V l_{knk}]^i = \frac{1}{[V(3\lambda + 2\mu)]} \sum m_{kk}^{(i)} \quad (3)$$

4. 結果並びに考察

図-2は発生した微小クラックの位置を種類ごとに分類し、供試体面に発生した破断面とともにノッチ先端を原点としたX-Y座標系で示したものである。これより、せん断クラックに比べ引張クラックが破断面から離れて広い範囲で発生している点が見られる。これは、破壊進行領域の形成過程ではまず引張型の破壊が生じ、主破断面付近の破壊が連結され形成された面にせん断型破壊が生じるためと考えられる。

図-3はAE事象番号に対する損傷力学パラメータ e の累計を相対的に m_{kk} で表したものである。これらと比較すると、コンクリートに比べモルタルでは損傷力学パラメータの数値が大きく、コンクリートでは m_{kk} が急増している所が随所に見られるがモルタルでは漸増関数的な増加を示している点などが確認できる。これらより、コンクリートでは発生した個々の損傷の規模は小さいが、間欠的に損傷が進展し、一方モルタルでは、発生した損傷の規模は大きいものの損傷は徐々に進行することが分かる。このように材質による破壊進行領域形成過程の違いが確認された。

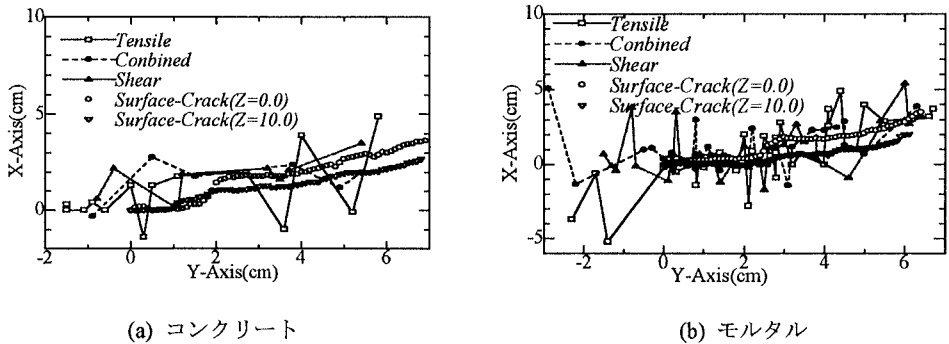


図-2 種類別微小クラック発生位置と破断面

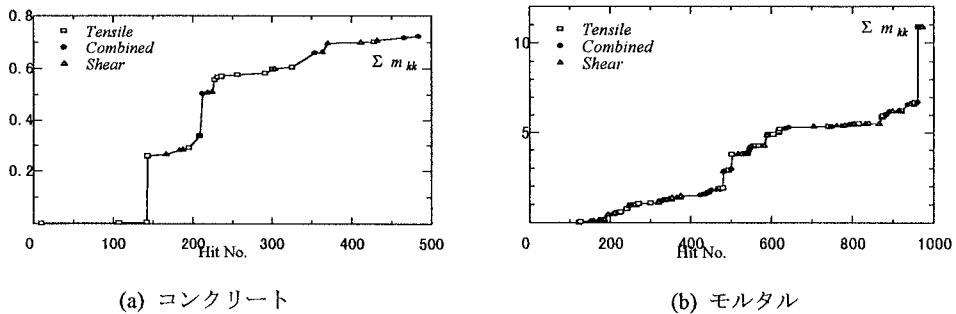


図-3 AE事象番号に対する損傷度の累積過程

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，森北出版，1988