

AE法によるひび割れ規模の同定に関する考察

熊本大学大学院 学生会員 荏隈秀樹

熊本大学工学部 正会員 大津政康

熊本大学工学部 正会員 重石光弘

1 はじめに

今日の社会資本の整備においては最新の科学技術が駆使されて、構造物の大規模化、高性能化が進んでいる。これら構造物の人間の諸活動に対する役割は非常に高く、維持管理の面から安易な補修や交換は非常に困難である。そこで構造物の機能を損なうことなく、その物理的な現状を正確に評価する手法として非破壊試験法の需要が高まり、その開発研究が各分野で進められている。本研究が対象とするところのAE法¹⁾もその一種である。本研究では、岩質材料中におけるひび割れ発生を解明するためにコンクリートおよびモルタル板供試体における微小ひび割れの幾何学的諸量(位置、方向、種類、規模)を定量的に逆解析した。

2 実験および解析

実験では、図1に示すような辺長が100mm、厚さが15mmのコンクリートおよびモルタル板供試体を使用し、あらかじめ既存ひび割れとしてのスリット(幅1mm、長さ20mm)を供試体中央に荷重方向に対して45度の傾きとなるよう加工した。モルタルはW:C:S=0.6:1:2の配合であり、表1に供試体に用いたコンクリートの配合を示す。モルタルの圧縮強度は20.6Mpa、P波速度は4140m/s、コンクリートの圧縮強度は34.8Mpa、P波速度は4710m/sであった。図2に示すように面内一軸圧縮荷重を行い、供試体の急激な圧壊を防ぐと同時に、スリットの先端からひび割れを緩やかに進展させて、その形成過程を目視するために、AEの発生とともに一旦荷重を除荷し、再び荷重する繰り返し荷重を行った。

この実験により得られたAE波形に対して2次元AE波形解析法SiGMA-2D²⁾を適用し、AEの発生源となった微小ひび割れの位置、発生モードによる種別およびその運動方向を求め、

$$\frac{A \cdot r}{\text{Re}(s, r) \gamma_p \gamma_q m' p q} = \frac{\mu \max(l, n)}{4\pi \rho v_p^3} \cdot \Delta V \quad (1)$$

を用いてひび割れの規模を同定した。ここでAは校正されたセンサの初動振幅値、Re(s, r)は反射係数、rはセンサから検出点への距離、 γ_p はその方向ベクトル、 m'_{pq} は正規化されたモーメントテンソルの各成分、 μ はせん断弾性係数、 $\max(l, n)$ はモーメントテンソルの最大要素、 ρ は密度、 v_p はP波速度である。

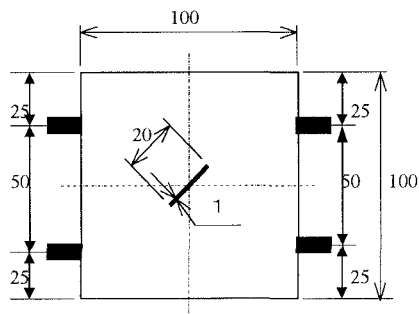


図1 供試体の寸法

表1 コンクリートの配合

単位量(kg/m ³)				AE 剤(cc)
W	C	S	G	
172	378	719	1122	150

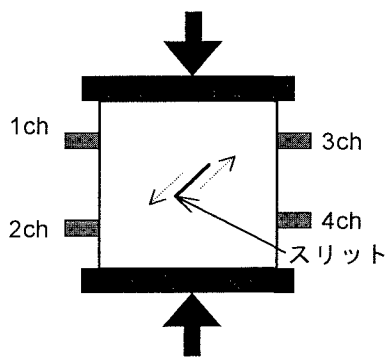


図2 試験概略図

キーワード：アコースティック・エミッション、ひび割れ、破壊、

連絡先：〒860-8555 熊本県熊本市黒髪 2-39-1, (Tel) 096-342-3542, (Fax) 096-342-3507

3 結果および考察

ひび割れの発生過程により4段階に分けることにし、載荷初期の段階から STEP 1～STEP 4として2次元AE波形解析法 SiGMA-2D によって同定された微小ひび割れの位置とその発生モードによる種別およびその運動方向を決定した²⁾。図3、4はモルタル供試体のSTEP1およびSTEP3の結果である。図中においては、せん断成分が60%以上であればその微小ひび割れの発生モードはせん断型であると判断し×を、40%以下であれば微小ひび割れの発生モードは引張型であるとし↔を、せん断成分が40～60%の微小ひび割れは引張型とせん断型の混合型として×と↔を重ね合わせて表示した。図を見て分かるように実際のひび割れ上にプロットされた結果はそのひび割れの開口方向、運動方向と良く一致している。スリット端部に発生したひび割れは、発生直後はスリットと直交する方向に発現し、その進展とともに次第に載荷軸方向へ転向している。

図5、6は微小ひび割れの規模 ΔV とせん断率との関係を表わした図で、コンクリートにおける ΔV は大きくても 0.003mm^3 程度、モルタルにおいては 0.015mm^3 であった。図を見てみるとコンクリートよりモルタルの方が大きな規模で同定されている事が分かる。これは、モルタルの方が瞬間的に大きな規模でひび割れが発生するためだと思われる。また、モルタルにおいては引張型の方がせん断型の体積に比べて部分的に大きな規模で同定された傾向があるがモルタル、コンクリートを通してみるとせん断率による規模の大きさに明確な差はなかった。

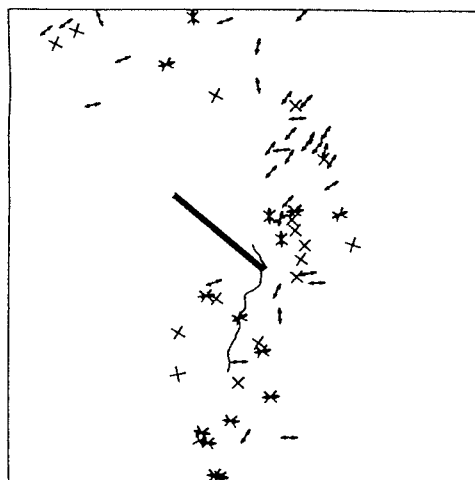


図3 モルタル供試体のAE発生源の逆解析結果 (STEP1)

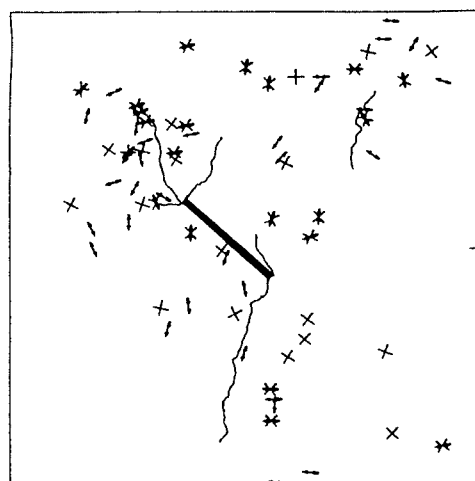


図4 モルタル供試体のAE発生源の逆解析結果 (STEP3)

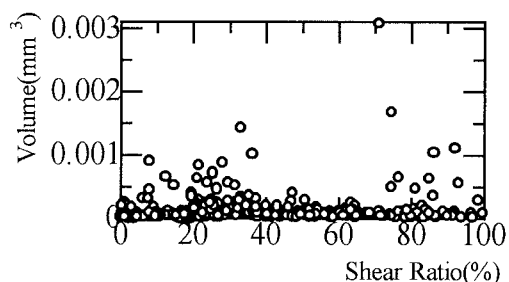


図5 ひび割れ体積－せん断率図(コンクリート)

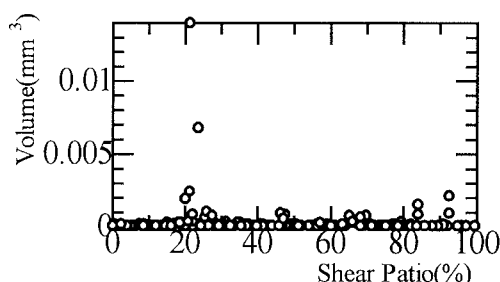


図6 ひび割れ体積－せん断率図(モルタル)

【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.
- [2] 重石光弘、大津政康:2次元モデルにおけるAE波形解析, 材料, Vol. 45, No. 9, pp. 1055-1060, 1996. 9