

# 脆性材料のAE特性と破壊機構に関する考察

東北大学工学部 学生員 ○芝田正則  
同 上 正 員 佐武正雄  
同 上 学生員 柏原賢和

## 1. まえがき

物体が破壊するときなどに、物体内部に貯えられていた歪エネルギーの一部が解放され、弾性波動として伝播する現象はAE（アコースティック・エミッション）と呼ばれ、非破壊検査法の一方法としての応用が期待され、単純な応用は現在すでに行われている。しかしながらAE特性の物理的意味が不明なものが多く、応用の発展を防いでいる。本文はこのような観点から破壊レベルとAEエネルギー分布の対応についてフラクトグラフィー的な考察を行ったものである。

## 2. 実験方法

実験に使用した供試体は、 $\phi 10\text{cm} \times 20\text{cm}$ で、表-1に示す配合により作成した。スランプは8cmであった。この供試体を6日間水中養生した後に1日間空中養生を行って、荷重速度 $20\text{kg/sec}$ で一軸圧縮試験を行った。ここで供試体を打ち込むときに $\phi 5\text{mm}$ のアクリル棒を用いて図-1に示すようにあらかじめ3方向の細孔を設けておき、載荷時にこの細孔から赤インクを流し込むようにした。また載荷方法は、供試体端面にシリコングリースを塗布し、載荷板と供試体の間にテフロンシートとゴムシートを敷くことにより間接載荷とした。

表-1 配合表

| W/C<br>(%) | S/a<br>(%) | 単位量 ( $\text{kg/m}^3$ ) |     |             |               |             |              | 平均粒径<br>(mm) |
|------------|------------|-------------------------|-----|-------------|---------------|-------------|--------------|--------------|
|            |            | W                       | C   | S (川砂)      | S (砕石)        | G (砕石)      |              |              |
| 55         | 50         | 205                     | 373 | 411         | 411           | 466         | 466          | 5.4          |
|            |            |                         |     | $\sim 0.84$ | $0.84 \sim 5$ | $5 \sim 10$ | $10 \sim 15$ |              |

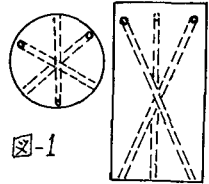


図-1

## 3. 実験結果と考察

一般に、コンクリートに生じるクラックの発生機構は、骨材周辺に生じるボンドクラック、モルタル中に生じるモルタルクラック、近くにあるボンドクラックほどを接続するようにして生じるクラックの連結、及び骨材のクラックに大別することができる。図-2はこれらの状況を応力-ひずみ曲線と対応させて示したものである（ $\sigma_{cu}$ は圧縮破壊応力である）。またコンクリートに圧縮応力が作用した場合、骨材周辺の応力状態は図-3のようになっていいるものと考えられる。即ち、圧縮力と平行な骨材の側面には引張応力が発生し、まず最初にこの部分にクラックが発生する。さらに荷重が増加すると、骨材の上部と下部にはせん断、圧縮の組み合わせ応力状態が発生し、モルタルクラックの連結を促進して最終的に破壊に至ると考えられる。ここでは上記のようなコンクリートの破壊機構とAEエネルギー分布特性との対応について考察を行う。図-4(a)はコンクリート供試体の荷重の増加に伴うAEエネルギーの分布を示したものであり、図-4(b)はこれを各荷重区間に分けてエネルギー分布の変化を示したものである。図-2によれば、

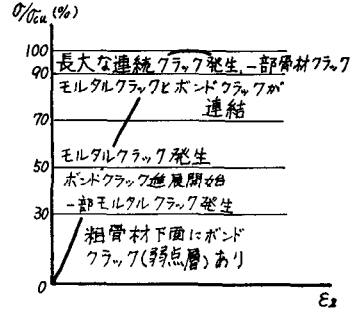
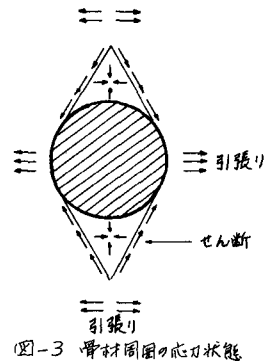


図-2 応力-ひずみ曲線と内部ひびわれの関係1)

$\sigma_{cu} = 0.3$ ぐらいまでは、クラックはほとんど発生せず、 $\sigma_{cu} = 0.3 \sim 0.5$ のところでボンドクラックの進展が開始し、さらに $\sigma_{cu} = 0.5 \sim 0.7$ のところでモルタルクラックが発生しはじめる。この状況を図-4(a), (b)と対応させてみると、荷重6t ( $\sigma_{cu} = 0.32$ )のところでエネルギーレベルのごく小さなAEが発生し、さらに荷重12t ( $\sigma_{cu} = 0.63$ )のところでそれよりも少しエネルギーレベルの高いAEが発生している。写真-1(a)はコンクリート供試体を $\sigma_{cu} = 0.6$ のところで除荷し、しみ込んだインクを乾燥した後に割裂し、クラックの様子を観察したものであり、この写真からボンドクラ



ック及びモルタルフラックを、より観察することができ、またここでは紙面の都合上割愛したが、 $\sigma_{cu} = 0.3$ のところで除荷した試験体ではこのようなフラックは観察されなかった。次に、 $\sigma_{cu} = 0.7 \sim 0.9$ のところでは、フラックの連結が発生する。これを図-4(a)、(b)と対応させてみると、荷重16t ( $\sigma_{cu} = 0.84$ ) のところで、さらにエネルギーレベルの高い(エネルギー比12%程度) AEが発生していてこれがフラックの連結の発生に対応していることがわかる。写真-1(b)は、モルタルフラックがさらに述べている様子が観察される。さらに荷重レベルが上がり、 $\sigma_{cu} = 0.9$ 以上になるとフラックの発生と連結が頻発し、最終的に破壊に至る。このあたりからは AE の発生も非常に多くエネルギーレベルの大きさも様々である。また最終的に破壊の段階で、エネルギーレベルの非常に高い AE が発生しているが、これは破壊直前に生じる骨材フラックの発生に対応しているものと思われる。以上より、ボンドフラックとモルタルフラックの発生及びフラックの連結現象は、AE エネルギー分布の変化と非常によい対応を示している。したがって AE エネルギーの分布の

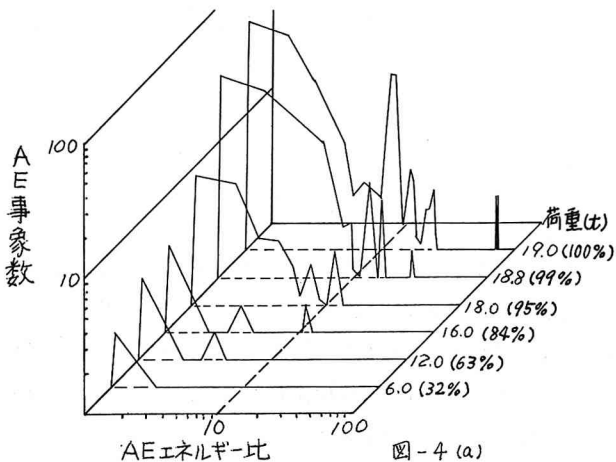


図-4(a)

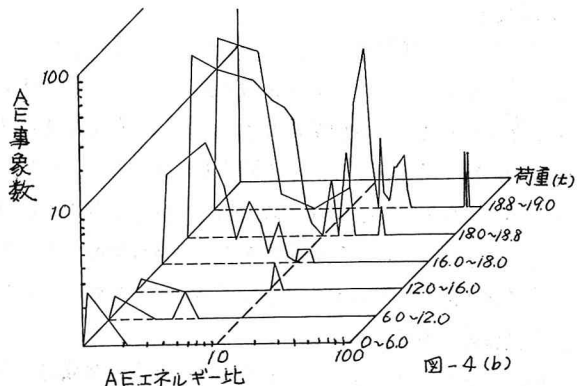


図-4(b)

#### 4. おとがき

コンクリートの AE エネルギー分布特性と破壊機構の対応に関する考察を行った。これよりコンクリートの破壊機構と AE エネルギー分布特性は非常によく対応し、AE エネルギーの振幅分布特性より、コンクリートの破壊レベルを予測することも可能であると考えられる。なお本研究について御指導いただいた本学助手新聞茂氏、並びに実験に御協力いただいた本学技官石見政男氏に謝意を表します。

#### 参考文献

- 1) 小阪義夫, 谷川恭雄; 日本建築学会論文報告集 第231号 昭50.5, PP. 1-11
- 2) 岩崎訓明他; 土木学会編 新体系土木工学 29

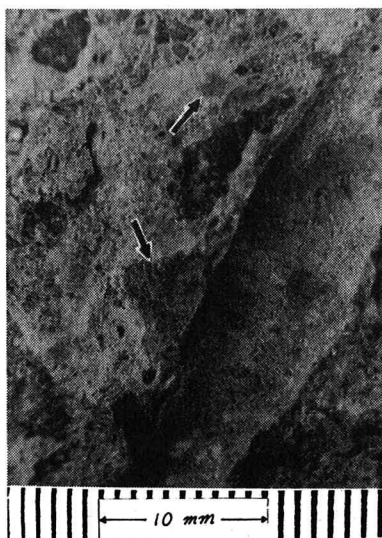


写真-1(a)



写真-1(b)