

V-183 損傷を受けたコンクリートのAE特性

福島高専 正 ○山/内 正 司
東北大学 正 佐 武 正 雄

1. まえがき

本研究は、コンクリートの一軸圧縮試験における非弾性縦ひずみとAEカウントから定義されるパラメータ m と、強度および凍結融解や応力履歴によって累積した損傷度との関係を考察し、パラメータ m に基づいたコンクリートの損傷度評価の可能性について検討したものである。

2. 一軸圧縮試験時のAE特性

2.1 実験方法： 供試体寸法 $\phi 100 \times 200$ mm、水セメント比を、30、40、50%とする。載荷速度2tf/minで一軸圧縮試験を行い、図-1に示す計測システムにより10秒毎のデータを記録する。

2.2 非弾性ひずみに基づいたAEの特性化

これまでの研究をふまえ⁽¹⁾、実験データを検討した結果、トータルAEカウントと非弾性縦ひずみ ϵ^p_L との間には、図-2、

□印で示すように、

$$\ln(dAE/d\epsilon^p_L) = m \cdot \epsilon^p_L + D$$

の関係が成立していることが分かった。横ひずみや体積ひずみの場合と比べて直線性が良く、その範囲も(72%~100%) σ_u と広範囲にわたっている。以下、非弾性縦ひずみとAEカウントから定義されたパラメータ m の特性について考察する。

図-3は、水セメント比、材令の違いによって現れる強度の違いと m の関係を表している。ここで、異常なひずみやAE発生が認められた供試体は削除し、約6割の供試体について解析した。 m と強度は比較強い正の相関があり、相関係数は $r=0.80$ であった。

3. 凍結融解を受けたコンクリートのAE試験

3.1 実験方法： 供試体は水セメント比50%、AE減水剤(ボゾリスNo.70)を添加しないもの(A:空気量1.4%)と添加したもの(B:空気量3.7%)の2種類とし、各々について一軸圧縮試験用の円柱供試体($\phi 100 \times 200$ mm)と、相対動弾性係数測定用の角柱供試体($100 \times 100 \times 400$ mm)を作成する。円柱供試体については、内径が $\phi 106$ mmの円筒状のゴム容器に2本入れ、氷厚が3mmになるようにステンレス棒を6本挿入し(図-4)、凍結融解温度($-18 \pm 2 \sim +5 \pm 2$)℃、1サイクル約3時間(凍結2時間・融解1時間)の水中急速凍結融解試験を行う。

3.2 結 果

図-5は凍結融解サイクル数の増加に伴う m と相対動弾性係数の変化を示したものである。空気量が多いBグループの供試体においては、コンクリートの凍害に対する抵抗力が高まっていることに加えて、20サイクル以降の最低温度が約 -13 ℃前後であったために、さほど凍害はうけていないが、Aグループの m は相対動弾性係数の低下と共に著しく低下していることが分かる。また、図-6は、図-3に示した正常なコンクリートの強度と m の関数に、凍結融解を受けたAグループの結果を加えたものである。凍結融解を受けたコンクリートの場合、強度の低下に伴う m の低下の仕方が正常なコンクリートに比べて著しい。

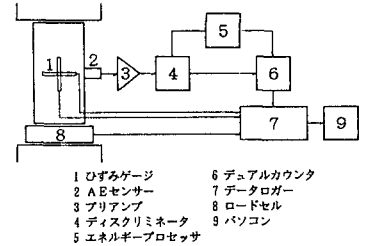


図-1 AE計測システム

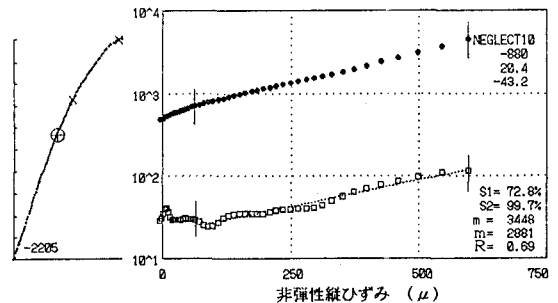


図-2 AEカウントと非弾性縦ひずみの関係

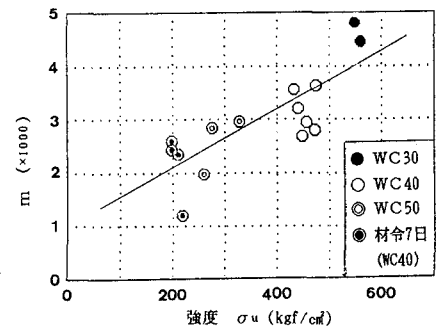


図-3 強度と m の関係

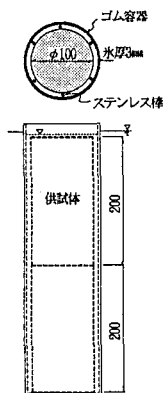


図-4 供試体

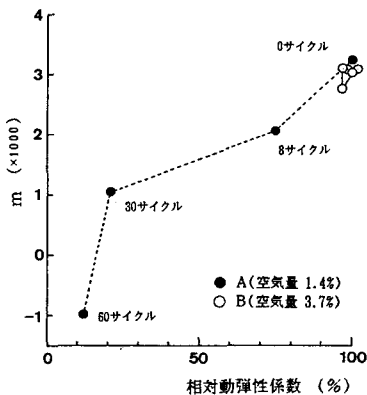


図-5 相対動弾性係数とmの関係

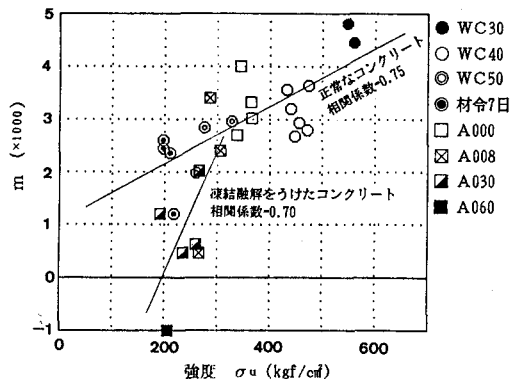


図-6 正常なコンクリートと凍結融解を受けたコンクリートのmの違い

4. 応力履歴を受けたコンクリートのAE試験

4.1 実験方法： 無載荷時のP波の荷重軸方向の伝播速度 V_{L0} 、横方向の伝播速度 V_{T0} を、パルス法により求める。 V_{T0} については、円周上の直交する2方向の平均値を用いる。応力履歴は推定強度の60～80%のレベルを目安に2～4回与え、終了後供試体を取り出して伝播速度 V_L 、 V_T を求める。再び試験機にセットし一軸圧縮試験時のAE計測を行う。

4.2 結果

図-7は、荷重軸方向および横方向の、無載荷時の伝播速度に対する応力履歴後の伝播速度の比（相対弾性波伝播速度） V/V_0 と、 m の関係を表したものである。 V/V_0 が小さい程、応力履歴によりコンクリートの損傷度が高まったことを示している。 V/V_0 の低下に伴って、 m が低下する傾向にあることがわかった。

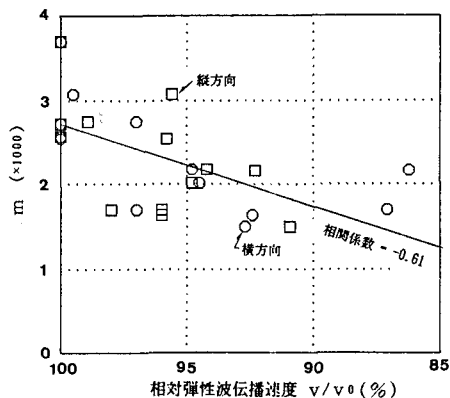


図-7 応力履歴を受けたコンクリートの相対弾性波伝播速度とmの関係

5. 考察

m は定義より、破壊の進行に伴う $dA E_c / d e^p_L$ の増加度の大きさを表しているものであり、応力または時間に対する $A E_c$ の増加速度（クラック数の増加速度）と e^p_L の増加速度の比と解釈することができる。 m が大きいということは、発生したAEに対応するクラック累積が非弾性縦ひずみの増加速度にあまり影響を及ぼさないような破壊形式に従っていることを示唆している。これまでのコンクリートの破壊過程に関する知見を参考にすれば、この破壊形式は、斜め方向へのクラック連結よりも荷重軸方向へのクラック進展が卓越したものであると考えられる。すなわち m は、マクロなクラック連結に対するコンクリートの抵抗力の大きさを表したパラメータであると推察される。凍結融解を受けたコンクリートでは、コンクリート内部の細孔が供試体全体にわたり破壊されたことにより荷重軸方向への局所破壊がただちにクラック連結を誘引し、同じ強度の正常なコンクリートと比べて異なった破壊形式が m を著しく低下させているものと考えられる。

以上のように、損傷を受けたことによるコンクリートのクラック進展に対する抵抗力の低下度を、 m に基づいて評価することが可能であると思われる。

6. あとがき

本文では、損傷度が高まったコンクリート程、AEカウントと非弾性縦ひずみから定義される m が小さくなる傾向にあることが明らかになり、 m に基づいた損傷度評価の可能性が示された。今後、 m の低下に対応した損傷度の定義を明確にすると共に、更に検討を加えていきたい。なお本研究は、科学研究費補助金、試験研究(1)(61850084)の一部および奨励研究(A)(62750453)の補助を受けて行ったものである。

参考文献：(1)山内・佐武、第6回アコースティックミッション総合カンファレンス論文集、1987