

㈱間組技術研究所 正会員 山下英俊
 ㈱間組技術研究所 正会員 村上祐治
 ㈱間組技術研究所 正会員 坂本 守
 武蔵工業大学 正会員 吉川弘道

1. まえがき

コンクリートの凍害に関する研究は、現在まで様々な角度から検討され、多くの成果が得られている。しかし、その多くは、ASTM C666に準ずる急速凍結融解試験によるもので、実構造物における耐凍害性の定量的な評価手法が望まれている。コンクリートの凍害は主にコンクリート中の水の凍結による膨張によって生じるもので、コンクリートの微細構造が破壊されることによって起こる。近年、非破壊試験方法のうち、微小ひびわれが生じる際に発生するAE特性によって、コンクリートの破壊を明らかにしようとする研究が多く行われているが、本研究においてもAE法を用いることにより、凍結融解過程におけるコンクリートの劣化挙動を明らかにしようとして検討したものである。

2. 実験概要

供試体は、水セメント比50、80%の2配合とし、標準水中養生28日のAEコンクリート(空気量約5%)を用い、気中凍結気中融解試験を行った。試験中の供試体は、乾燥防止のためエポキシ系のコーティング剤を使用した。凍結条件は表-1に示すようにCASE1は最低温度-40℃で、凍結速度1℃/hの1サイクルとし、CASE2は最低温度-20℃で、凍結平均速度10℃/hの100サイクルとした。計測は供試体内部温度を熱電対で、内部ひずみを埋設型ひずみ計で、ともに10×10×40cmの供試体の中央部に設置して測定した。また、AEカウント数は、共振周波数140KHzのAEセンサーを用い、プリアンプで増幅した後、コンピューター処理した。なお、供試体とセンサーの接続はエレクトロンワックスを用い、かつゴムバンドで固定した。

表-1 凍結条件

	最低温度	凍結速度	凍結融解回数
CASE1	-40℃	1℃/h	1サイクル
CASE2	-20℃	10℃/h	100サイクル

計測は供試体内部温度を熱電対で、内部ひずみを埋設型ひずみ計で、ともに10×10×40cmの供試体の中央部に設置して測定した。また、AEカウント数は、共振周波数140KHzのAEセンサーを用い、プリアンプで増幅した後、コンピューター処理した。なお、供試体とセンサーの接続はエレクトロンワックスを用い、かつゴムバンドで固定した。

3. 結果及び考察

以上の内容に従って凍結融解試験を行い、CASE1の降下温度と内部ひずみ量の関係とAEカウント数比の関係を図-1に示す。ここで、配合別のAEカウント数に大きな差が生じたため各トータルカウント数で割ってAEカウント数比とした。コンクリートの凍害は、水が氷に変化する際に生じる体積膨張分の水が、移動する際にキャピラリー空隙中で粘性抵抗による静水圧が生じ、それによってコンクリートの細部組織が破壊に至るとされている(静水圧説)。そのため、降下温度とコンクリートの微細構造で決定される凍結水量¹⁾によって配合別、環境別の劣化の程度に違いが生じる。しかし、上記の現象は、空気量の少ないコンクリートによって確認されたことで、空気量の多いコンクリートは違う変形挙動を示す²⁾。つまり、浸透圧によ

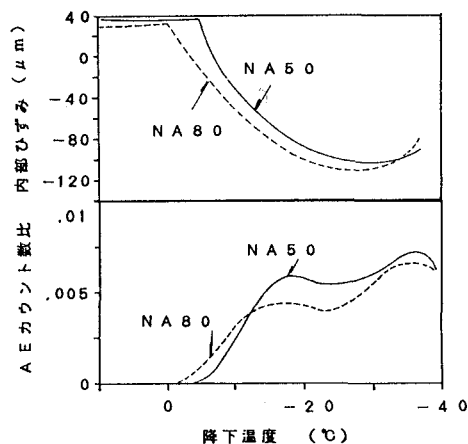


図-1 降下温度と内部ひずみとAEカウント数比の関係

り氷晶がより微小側の未凍結水を引き寄せ(浸透圧説)、一時的に収縮を示す現象である。本研究においても図-1に示すように、供試体温度の降下に伴って収縮し、ある温度以下になると膨張に転ずるといった現象を示した。それに対応して、AEカウント数も、供試体が収縮を示すと同時に発生し、膨張に転ずる-30℃付近でさらに増加するのが確認された。このように、供試体の変形の大きさに対応してAEが発生していることが分かった。

次に、CASE 2の凍結融解回数と残留ひずみの関係とAEカウント数比の関係を図-2に示す。コンクリートの残留ひずみ増加量はサイクルの進行と共に減少し、同様にAEカウント数も若干であるが減少しているのが確認できる。今回の試験に用いた供試体は空気量の多いコンクリートであり、100サイクルまでで大きな劣化が起こっていない。そのため今回は、既往の文献³⁾のように急激なAEカウント数の増加は確認できなかった。また、図-3に1サイクル目と100サイクル終了時の細孔径分布を、図-4にAEカウント数を示す。図から分かるように凍結融解終了時に細孔径分布が粗大径側に寄っているのが確認できる。また、AEカウント数を見ると発生分布が高温側に寄っているのが分かり、凍結融解作用によってコンクリートの内部組織が緩んだことを示している。なお、AEが0℃以上で発生しているのは、供試体中心部でコンクリート温度を測定しているためで、表面近くは0℃以下になっていると考えてよい。このように、内部ひずみに対応してAEが発生しているのが分かる。

4. あとがき

今回の実験により、凍結融解作用を受けたコンクリートの劣化挙動とAE発生挙動の関係を得ることができたが、現段階ではデータ数も少なく、飽水度などの他の要因を変えた実験による検証が必要である。また、現在まで多くの研究者によって行われてきた実験は、急速凍結融解試験によるモデル実験であり、実構造物の耐凍害性との関連について述べたものはあまりない。今後は、今回の実験結果をもとにして、AE法により急速凍結融解試験はもちろん、実構造物に対してもコンクリートの耐凍害性を判定する非破壊試験方法として研究を進めていきたい。

【参考文献】

- 1) 吉川、山下、村上、田中：凍結融解過程におけるセメントペースト中の凍結水量に関する算定方法，土木学会第45回年次学術講演会講演概要集，1990
- 2) 坂本、村上、山下、喜多：凍結融解を受けるコンクリートの変形挙動に関する検討，第13回コンクリート工学年次論文報告集，1991
- 3) 小長井、太田、根本：AE法を用いたコンクリートの凍結融解時の挙動に関する一考察，土木学会第39回年次学術講演会講演概要集，1984

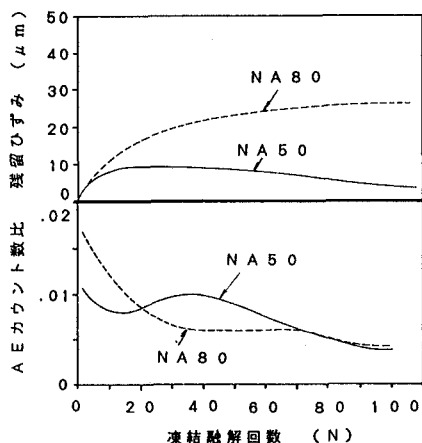


図-2 凍結融解回数と残留ひずみとAEカウント数比の関係

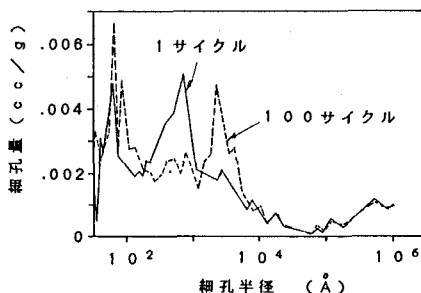


図-3 サイクル別細孔径分布

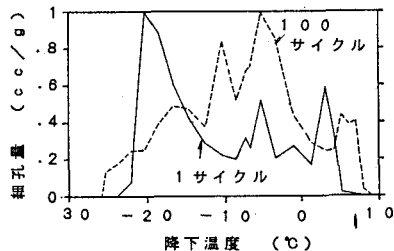


図-4 サイクル別AEカウント数