

V-204

最低温度の違いによるコンクリートの变形挙動とAE特性

（独）間組技術研究所 村上祐治，山下英俊，喜多達夫
 武蔵工業大学 吉川弘道

1. まえがき

凍結融解を受けるコンクリートの研究は古くから行われ、凍害の緩和機構を助長させるためAE剤などが開発されている。コンクリートの凍害メカニズムはコンクリート中の水分が凍結し、水圧の発生による膨張であると言われている。凍結融解を受けたコンクリートの变形挙動について論じているものは近年増加しているもののその数は少ない¹⁾²⁾。そこで、本報告はコンクリートの配合、最低温度を変化させて、温度、ひずみ、アコースティック・エミッション(AE)を測定して、凍結融解を受けるコンクリートの变形挙動を検討したものである。

表-1 実験要因

要因	水準
水セメント比(%)	65
空気量(%)	1%(Non-AE), 5%(AE)
最低温度(°C)	-20, -40

2. 実験概要

2.1 実験概要：実験要因は表-1に示すように最低温度、AE剤の有無とし、気中凍結気中融解実験を行った。また、特に従来の温度・ひずみに加えて、アコースティック・エミッション(以下、AEと呼ぶ)法を採用したことが特徴である。

2.2 実験方法：試験は28日間、標準水中養生した10×10×40cmの供試体の表面に乾燥防止のためのエポキシ樹脂を貼付して行った。コンクリートの温度及び变形挙動は図-1のように供試体の中央部に熱電対型温度計及び埋設型ひずみ計、供試体表面部にAEセンサーを設置して、10分間隔で測定した。

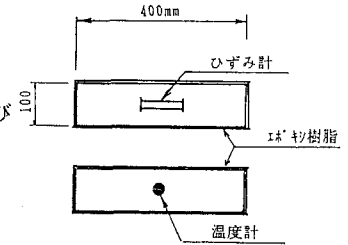


図-1 供試体図

3. 実験結果及び考察

3.1 温度、ひずみ及びAEの経時変化

図-2は最低温度-20°Cにおける温度、ひずみ及びAEカウント数の経時変化である。なお、本文で示すひずみは温度ひずみが除去されており、凍結融解に伴う变形挙動である。特徴的なことはコン

クリート内部の温度は凍結融解過程で-3°C付近に温度変化が鈍化する変曲点が存在していることである。コンクリートのひずみは凍結過程では収縮するが、上記の変曲点付近の温度で、一旦、膨張に転じている。その後、AEコンクリートであれば、さらに収縮し、Non-AEコンクリートでは膨張に至っている。そして最低温度に達すると、Non-AEコンクリートの膨張ひずみが最大になる。また融解過程では、AEコンクリートでは膨張となり、Non-AEコンクリートでは収縮となり、相違した挙動になっている。そして凍結融解が繰り返されることによって、Non-AEコンクリートではひずみが蓄積され、最低温度の違いによってその膨張ひずみ量に大きな差異がある。またAEカウント数は凍結過程時で変曲点から急激に発生しており、融解時にはAEはほとんど発生していない。

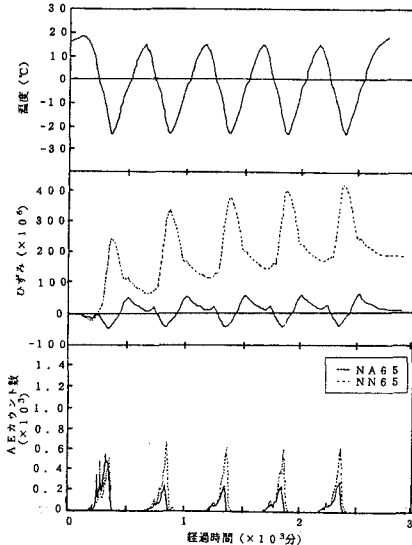


図-2 最低温度-20°Cにおける温度、ひずみ及びAEカウント数の経時変化

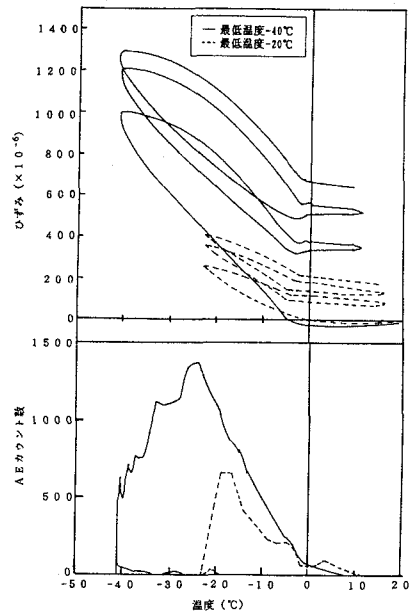


図-3 Non-AEコンクリートのひずみ、AEカウント数と温度の関係

図-3はNon-AEコンクリートのひずみ、AEカウント数及び温度の関係である。最低温度が -20°C 、 -40°C のひずみ履歴は凍結過程で膨張、融解過程で収縮となり、ほぼ同じようなN-プとなっている。しかし、最低温度の違いにより膨張ひずみ及び残留ひずみに違いが生じている。また最低温度 -40°C における凍結過程のAEはひずみが膨張する温度から発生し、温度降下に伴って急増して -25°C 付近でピークとなり、それ以降は減少している。一方、最低温度 -20°C のAEは -40°C と同様な挙動となっているが、最低温度に達した -20°C 付近で急激に減少している。このように、凍結過程のAEは最低温度 -40°C の場合、 -25°C をピークにした山型の曲線になるのに対して、最低温度 -20°C では -40°C の山型曲線を -20°C で切断したような曲線になっている。これは、AEが水の凍結により発生したと考えると、最低温度が -20°C では凍結しない未凍結水が存在するが、温度降下させることによりより微少な細孔水中の水まで凍結することを示し、一般に知られた水の氷点降下則^{2) 3)}が成立していることがわかる。

3. 2 残留ひずみとAEの関係

図-4は残留ひずみと累計AEカウント数の関係を示す。初期段階の残留ひずみ及びAEは増加し、30マイクロ以降は残留ひずみが増加せず、AEのみが増加している。また最低温度 -20°C 、 -40°C の残留ひずみはそれぞれ 250μ 、 1200μ に集束し、 -20°C の残留ひずみ量は -40°C の約20%となっている。これは、氷点降下則によって凍結する細孔半径が温度によって決定されるため、最低温度による凍結水量に相違が生じ、 -40°C の残留ひずみ量が -20°C よりも大きくなったものと考えられる。また、凍結融解回数が増加するに連れてコンクリートの内部組織の破壊は徐々に進行し、最低温度に対する凍結水量分の膨張が終了しているために、残留ひずみ量は集束し、AEのみがコンクリート内部の擦り合わせによって発生したものと考えられる。

4. まとめ

凍結融解を受けるコンクリートの挙動を実験的に明らかにすることができ、その結果は以下に示す。

- ①コンクリート内部の温度は凍結過程で -3°C 付近に降下温度が鈍化する変曲点が存在する。
- ②Non-AEコンクリートの温度-ひずみ履歴は最低温度に関係なく同じようなN-プとなり、残留ひずみは最低温度が低い方が大きくなる。
- ③凍結過程のAEは最低温度 -40°C で -25°C をピークにした山型の曲線に対して、最低温度 -20°C では -40°C の山型曲線を -20°C で切断したような曲線になった。
- ④Non-AEコンクリートの残留ひずみ及びAEは初期段階で増加し、30マイクロ以降は残留ひずみは増加せず、AEのみが発生している。

【参考文献】1)三浦尚, 李道憲;低温下におけるコンクリートのひずみ挙動と劣化, 土木学会論文集, 第420号/V-131 990年8月, 2)坂本守, 村上祐治, 山下英俊, 喜多達夫;凍結融解を受けるコンクリートの変形挙動に関する研究;第13回コンクリート工学年次講演会, 3)山下英俊, 村上祐治, 吉川弘道, 田中典明;凍害を受けるコンクリートの凍結水量の算定方法と耐凍害性指標値の提案, 第13回コンクリート工学講演会

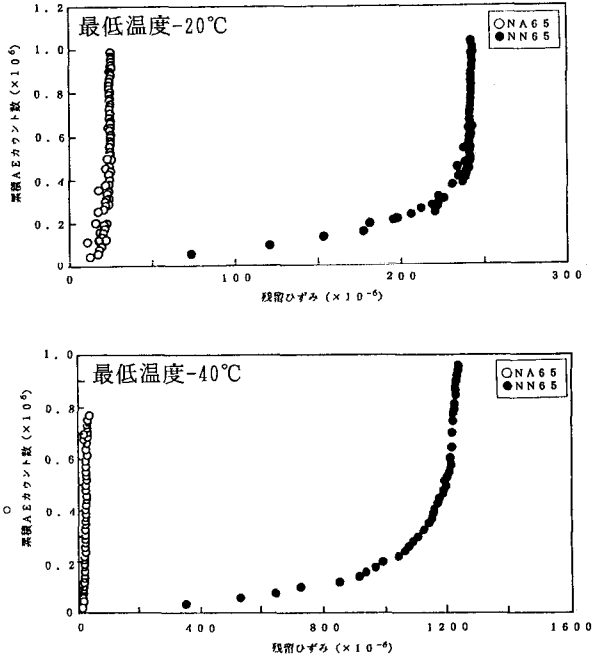


図-4 残留ひずみと累積AEカウント数の関係