

V-66

低温の繰返しを受けたコンクリートの歪と劣化との関係に関する研究

東北大学 学生員 ○李 道憲

東北大学 正会員 三浦 尚

1. まえがき

寒冷地での構造物や液化天然ガス貯蔵タンクの壁体などの温度はかなり低い温度まで下がることもあり、その時常温と低温の繰返しによってコンクリートは劣化することがある。しかし、現在まで -20°C 以下のかなり低い温度までのコンクリートの劣化に関する研究はあまり行なわれていない。そこで本研究では、コンクリートの劣化は常温と低温の繰返しによって起こることからコンクリートが受ける繰返し温度範囲を変えコンクリートの劣化を調べ、またコンクリート、モルタル、ペースト、骨材の歪の挙動を調べ、コンクリートの劣化を判断しようとした物である。

2. 実験方法

歪測定試験に用いた供試体は、コンクリートに対しては $10\times 10\times 40\text{cm}$ の角柱供試体、モルタルとペーストは $4\times 4\times 16\text{cm}$ の角柱供試体である。

表1に使用したコンクリートの配合を示す。モ

ルタルはNon-AEコンクリートから粗骨材を除いた物、ペーストはさらに細骨材も除いた物である。実験は供試体の両側面にゲージを貼付け、供試体の中心と表面に熱電対を埋め、コンクリートの温度と歪を連続的に測定した。供試体は超低温恒温恒湿器を使用して空気中で冷却及び加熱した。この歪測定試験は繰返し温度範囲を $+4^{\circ}\text{C}$ から -20 、 -30 、 -50 、 -70°C にした。動弾性係数測定試験には $10\times 10\times 40\text{cm}$ の角柱供試体を用いた。供試体は28日間水中養生し（ただし、1種類だけは28日間気中養生）、養生後含水量を維持するために表面をコーティングした。

3. 結果及び考察

図1に繰返し温度範囲が異なるNon-AEコンクリートの1サイクル目冷却時の歪の挙動を示す。この図より、繰返し温度範囲が $+4^{\circ}\text{C}$ ～ -50 、 -70°C の物では試験開始後冷却に従って収縮したが、 -22°C 付近で膨張に転じた。このことは、コンクリートの冷却による収縮量より膨張量が大きくなったことを示し、その後、 -60°C 付近まで飛躍的に膨張した。このような歪の挙動は常温から -20 までの間では比較的大きい間隙中の水の凍結によって膨張し、それ以下の温度から -60°C までの間では非常に小さい間隙中の水が凍結してコンクリートに大きい膨張をもたらしたためであると考えられる。また、常温から -20°C までの間での膨張量はそれ以下の温度における膨張量と比べると無視できるほど小さかった。また、 -60°C 以下になるとコンクリート中の水がほとんど凍って膨張をもたらす要因がなくなって収縮を続けると考えられる。一方、繰返し温度範囲が $+4^{\circ}\text{C}$ から -30°C の物では膨張の量はかなり小さく、 -20°C までの物では膨張はほとんど示さなかった。図2は繰返し温度範囲が $+4$ ～ -70°C であった時のNon-AEコンクリートやモルタル、ペースト、骨材の温度と歪の関係を示す。この図より、冷却に伴う歪の最低値はペースト、

表1 コンクリートの配合表

コンクリートの種類	水セトメ比 (%)	細率骨材 (%)	単 位 量 (kg/m^3)				混和剤 (cc)
			水	セトメン	細骨材	粗骨材	
Non-AEコンクリート	56	42	194	346	725	1125	
AEコンクリート	56	40	172	307	686	1149	154

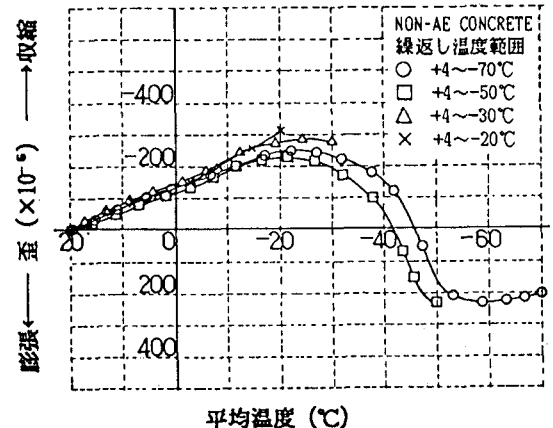


図1 歪と平均温度との関係

モルタル、コンクリートの順であり、最低値と最高値の差においても同じ順であった。また骨材はほぼ一様に収縮を続けるだけであった。このことは、コンクリートを冷却した時の膨張量にもっとも影響を及ぼすものは骨材ではなくペーストであると考えられ、コンクリート中にペーストが占める割合によってコンクリートの膨張量は大きく違って来ると考えられる。一方、加熱時の歪の経路は冷却時と異なっており、冷却後、常温に戻った時のコンクリートの歪は冷却開始時の値に戻らず膨張残留歪が生じた。

図3は相対動弾性係数と繰返し回数との関係を示す。この図より、繰返し温度範囲が+4℃～-50、-70℃である物の劣化の状況はほぼ同じく約5サイクルから10サイクルの間で相対動弾性係数が60%を切り、-30℃までの物では30サイクルで約80%、-20℃までの物では30サイクルで95%以上の相対動弾性係数を示した。このことは、繰返し温度範囲が狭いほど耐久性が高いことを示し、繰返し温度範囲が-20℃以上での範囲であれば外部から水が供給されない場合のコンクリートの劣化はほとんど起こらないことが分かった。また本実験から、冷却速度を遅延させることによって劣化が遅れていることが分かり、AEコンクリートの使用や含水量を減らすことによって劣化を防止することができると考えられる。図4と図5に繰返し冷却した時の残留歪と繰返し回数及び相対動弾性係数との関係を示す。図3より、残留歪はペースト、モルタル、コンクリートの順に大きく、繰返し回数が

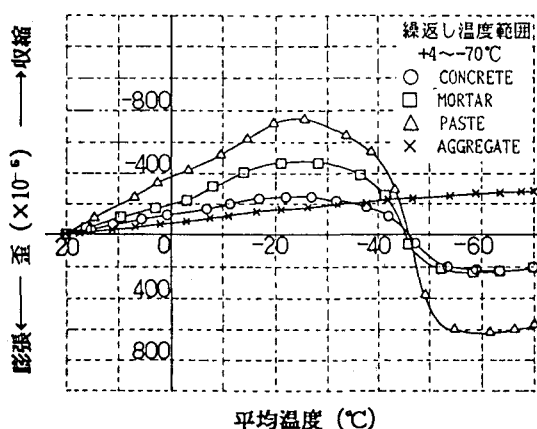


図2 歪と平均温度との関係

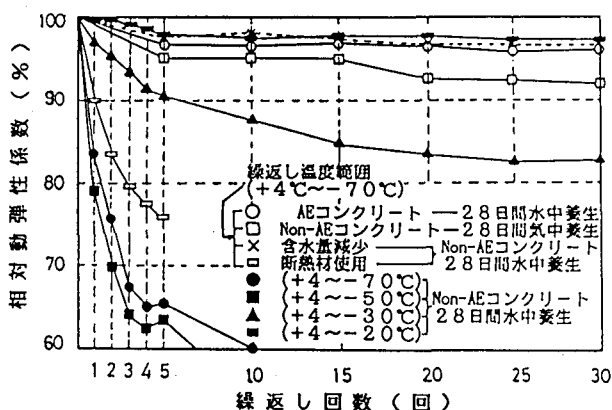


図3 繰返し冷却による劣化の状況

が増えることに従って大きくなり、1サイクル毎の増加量は小さくなって行くことが分かった。また残留歪と相対動弾性係数は5サイクルまではほぼ比例関係にあることが分かった。

以上のことから、コンクリートの劣化と歪は強い相関にあることが分かり、今後様々な条件下でのコンクリートの劣化と歪との関係についてもっと詳しい検討が必要であると考えられる。

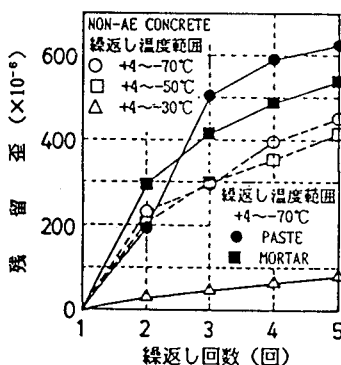


図4 歪の増加量と相対動弾性係数との関係

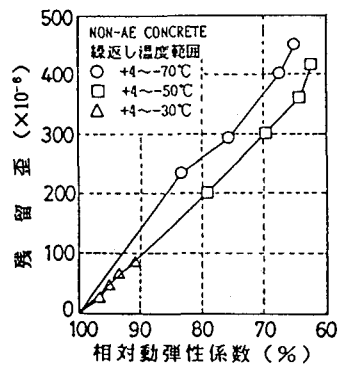


図5 歪の増加量と繰返し回数との関係