

V-230 高温・低温条件下のコンクリートの性質に及ぼす微小ひびわれ形成の影響

防衛大学校 正会員 南 和 孝
 広島大学 正会員 田澤 栄一
 山陽工業(株) 影山 智

1. まえがき

コンクリートは高温または低温の影響を受けると、コンクリート中のセメントペースト相と細骨材相、あるいはモルタル相と粗骨材相との熱膨張ひずみの差によって、骨材界面には微視的温度応力が発生する。この応力は、骨材界面のマトリックス部分(セメントペーストまたはモルタル)に微小ひびわれを形成し、微小ひびわれの形成に伴うコンクリートの内部構造の変化は、この種のコンクリートの熱的および力学的性質を著しく変化させる。本研究では、高温または低温条件下にあるコンクリートにおいて発生する微小ひびわれをアコースティック・エミッション法により検出し、微小ひびわれ発生量とコンクリートの力学的性質との関係ならびに微小ひびわれ発生量と微視的温度応力との関係に基づいて、高温または低温下のコンクリートの性質に及ぼす微小ひびわれ形成の影響を検討した。

2. 実験概要

2.1 供試体の製造

本実験では、セメントに普通ポルトランドセメントを、細骨材にはホルンフェルスおよび石灰岩の砕砂、さらに粗骨材にはホルンフェルスおよび石灰岩の砕石を使用して、計4種類のコンクリート供試体(寸法: $\phi 10 \times 20\text{cm}$)を製造した。配合はW/C=50%, S/a=60%, Slump=8cmとした。なお、供試体は2週水中養生した後1週気温20℃、湿度50%の室内で気乾養生した。

2.2 実験方法

所定の養生を終了した供試体を図-1に示すような定温恒温槽に入れて、高温の場合には20℃/hrの速度で、コンクリートの内部温度を約200℃まで上昇させ、その後同様な速度で常温まで冷却し、図に示すような装置によって、温度上昇および降下過程において発生する微小ひびわれの検出を行う。低温の場合も同様な装置により20℃/hrの速度で、コンクリートの内部温度を約-100℃まで降下させ、その後同様な速度で常温まで加熱し、微小ひびわれの検出を行う。また、これらの供試体は供試体の内部温度200、-100℃、さらに常温まで冷却あるいは加熱した後の各温度段階で圧縮強度試験を実施した。

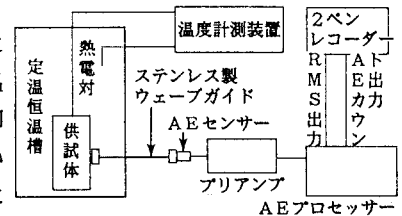


図-1 AE計測システム概要図

3. 試験結果および考察

図-2は高温の影響を受けるコンクリートの場合の温度上昇および降下過程における微小ひびわれ発生量(累積AEカウント)を示したものである。初期の段階ではAEカウントは極めて小さいが、コンクリートの内部温度が約100℃以上になると急増し始める。コンクリートの含水量が内部温度約100~180℃において急激に減少することを考慮すると、図におけるAEカウントの急増は水分の脱水に伴うコンクリートの内部構造の変化によって引き起こされるものと思われる。しかしながら、コンクリートの含水量の変化は、全てのコンクリートにおいて同程

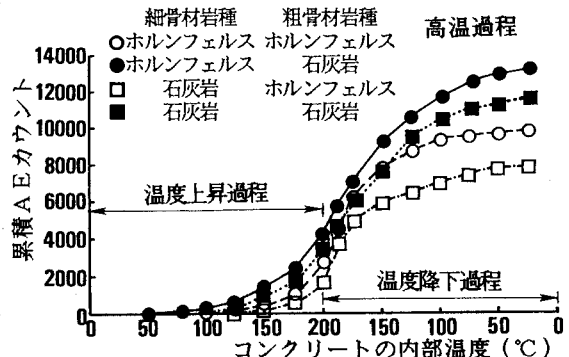


図-2 温度上昇・降下時の累積AEカウント

度であるのに対して、AEカウンターの増加の傾向は異なることから、微小ひびわれの発生性状はコンクリートを構成する骨材の岩種により相違する。すなわち、コンクリート内の各相の熱膨張ひずみの差に伴って発生する微視的温度応力に影響されることが推察される。

図-3は高温の影響を受けるコンクリートの微小ひびわれの発生量と接線方向微視的温度応力との関係を示したものである。コンクリートの内部温度との関係より、コンクリート内部の水分の脱水に伴う微小ひびわれの形成が行われるのはAEカウンティングにして約3000までであり、それ以上のAEカウンティングは使用骨材の組合せにより異なることから、微小ひびわれの発生はコンクリート内部の微視的温度応力に起因するものと考えられる。この段階において接線方向の微視的温度応力は圧縮から引張へと移行しつつあることから、粗骨材界面では半径方向の微小ひびわれが形成されると共に、既存の付着ひびわれの伝播および拡大が引き起こされる。

図-4、5は高温の影響を受けるコンクリートにおいて、圧縮強度試験を開始するまでに計測された微小ひびわれ発生数と圧縮強度および弾性係数との関係を示している。AEカウンティング数の増加に伴い圧縮強度および弾性係数は低下し、その傾向は弾性係数に関してはほぼ線形である。このことより、高温の影響を受けるコンクリートの力学的性質の変化は、微小ひびわれ形成によるコンクリートの内部構造の変化に影響されることがわかる。

一方、低温過程における場合には、図-6、7に示すような圧縮強度試験開始までの微小ひびわれ発生数と圧縮強度および弾性係数との関係が認められる。低温下における場合には、圧縮強度、弾性係数共に常温よりも増加し、AEカウンティング数に比例した低下は生じない。すなわち、コンクリート内部の水分の凍結による影響は微小ひびわれ形成よりも大きな影響を与えることを意味する。しかしながら、弾性係数の増加は圧縮強度の場合よりは小さく、微小ひびわれの形成が影響していることがわかる。低温履歴を受けるコンクリートの場合には、AEカウンティング数の増加に伴い圧縮強度、弾性係数共に低下する傾向にあり、微小ひびわれ形成に伴うコンクリートの内部構造の変化に影響される。

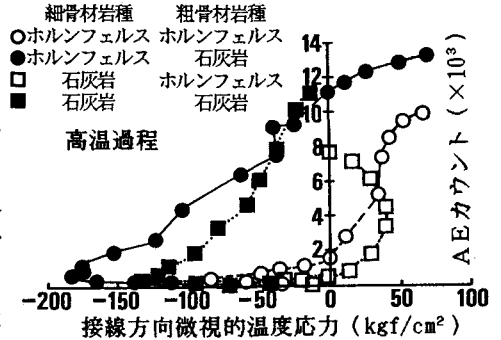


図-3 累積AEカウンティングと微視的温度応力との関係

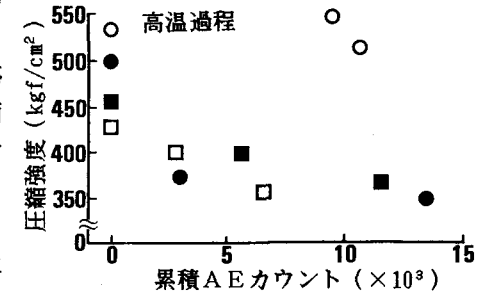


図-4 圧縮強度と累積AEカウンティングとの関係

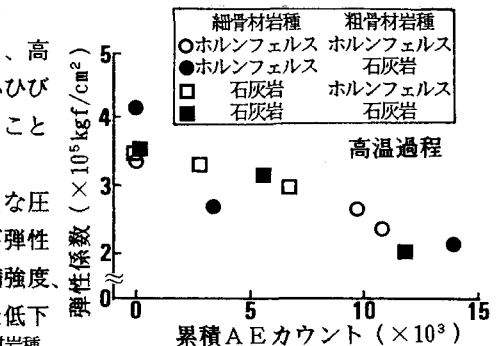


図-5 弾性係数と累積AEカウンティングとの関係

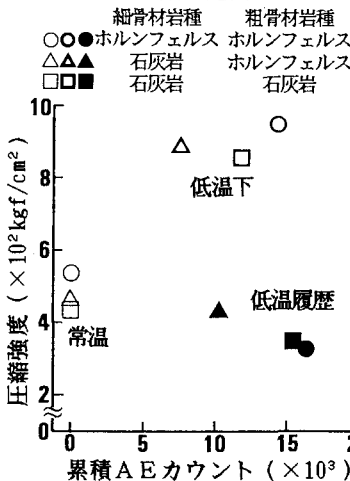


図-6 圧縮強度とAEカウンティングとの関係

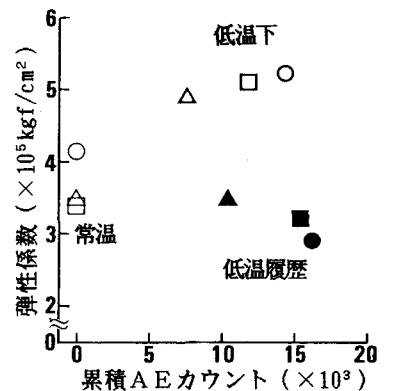


図-7 弾性係数とAEカウンティングとの関係