

高温または低温の影響を受けるコンクリートの力学的特性

広島大学 正会員 田沢 栄一
 防衛大学校 正会員 南 和孝
 広島大学 学生員 ○影山 智
 復建調査設計 渡辺 恭史

1. まえがき コンクリートは、高温または低温下においては種々の要因の影響を受け内部構造が変化し、熱的・力学的性質は常温の場合と比較して大きく変化する。本研究では、高温または低温の影響を受けるコンクリートの力学的性質の変化に及ぼす要因の影響を分析するために、骨材の岩種の影響、含水率の変化および微小ひびわれ発生等の影響より検討を行なった。

2. 実験概要 本研究に使用した骨材は、粗骨材としてホルンフェルス（膨張率8.34）、石灰岩（膨張率3.77）で、細骨材としてこれら粗骨材の砕砂を用いた。表-1に実験内容を示す。昇温条件としては高温にする場合約2℃/hr、低温にする場合-1℃/hrであり、内部温度がそれぞれ270℃、-90℃に達したときに載荷試験を行なった。要因検討の試験では、細骨材は風化花崗岩系山砂を用い、粗骨材としては、ホルンフェルス、石灰岩の2種類の組合せで行なった。高温の影響に関してはコーティング、ノーコーティングについて、昇温速度が20℃/hr、60℃/hrの2種類で試験を行なった。低温の影響に関しては完全吸水、乾燥（重量減少率；4%）、炉乾燥（5%、7%）の4種類について行なった。

表-1 使用骨材と実験内容

粗骨材	細骨材	測定項目	温度条件
ホルンフェルス	ホルンフェルス	圧縮強度	高温下
ホルンフェルス	石灰岩	引張強度	高温履歴
石灰岩	石灰岩	曲げ強度	常温
石灰岩	ホルンフェルス	弾性係数	低温下
山砂	ホルンフェルス	A. E. 含水率変化	圧縮強度（110℃、180℃、履歴）
山砂	石灰岩		

3. 実験結果および考察 図-1は高温および高温履歴を受けるコンクリートの常温時に対する圧縮強度比を骨材の組合せ別に示したものである。高温下におけるコンクリートの圧縮強度は、常温に比べ同程度か比較的低下の傾向を示している。これは、コンクリート

内部の毛管水およびゲル水の脱水による内部空隙の増加が原因と考えられる。また、高温履歴を受けるコンクリートの圧縮強度は高温の場合より低下率は大きく岩種の組合せの違いによって低下の傾向が異なり、モルタルと粗骨材の熱膨張差が大きいほど圧縮強度の低下率は大きい。このことより、高温履歴の影響を受けるコンクリートの強度低下は、モルタルと粗骨材の熱膨張量の差に伴う微視的溫度応力の発生による微小ひびわれの形成も原因の一つと考えられる。図-2は弾性係数について図-1と同様に示したものである。高温および高温履歴を受けるコンクリートの弾性係数は圧縮強度とほぼ同様な傾向を示し、常温の場合と比較するとかなり低下している。さらに、モルタルと粗骨材との熱膨張率の差が小さい組合せの場合にも弾性係数の低下が認められる。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特性の変化は、含水率の変化および微視的溫度応力の発生が複合的に作用しているものと思われる。

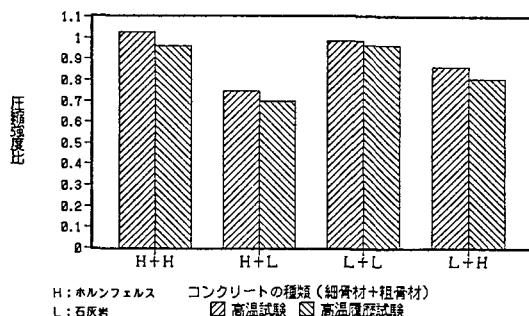


図-1 圧縮強度に及ぼす高温の影響

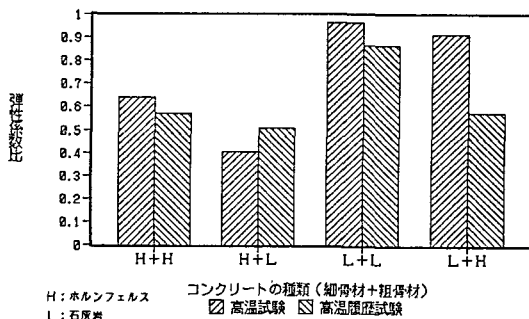
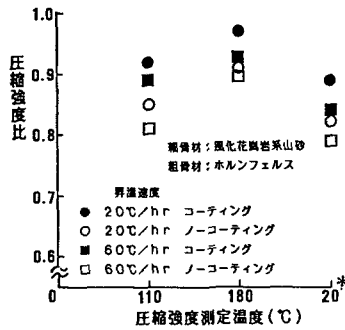


図-2 弾性係数に及ぼす高温の影響

図-3は各温度段階において測定したコンクリートの圧縮強度と常温における圧縮強度との比較で示したものである。図より、全体的に昇温速度が大きいほど、またノーコーティングのものほど圧縮強度の低下が大きい。これより水分の脱水がコンクリートの内部構造の変化に与える影響が大きいと考えられる。図-



※：200℃まで温度上昇させた後
20℃まで冷却して試験した
図-3 各温度段階における圧縮強度比

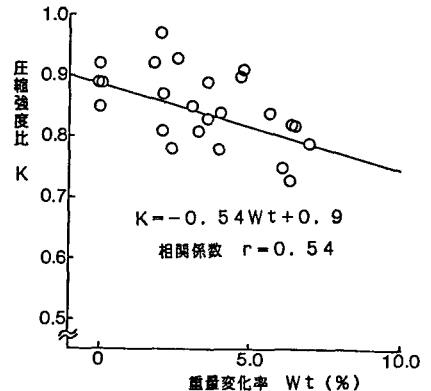


図-4 重量変化率と圧縮強度比の関係

4はコンクリートの含水率と圧縮強度の関係を示したものである。図よりコンクリートの内部水の蒸発による重量の減少により圧縮強度は低下する傾向にある。しかし、同一重量変化率における圧縮強度の変化は大きく、他の要因、すなわち微視的溫度応力の影響についての検討も必要といえる。図-5はアコースティック、エミッションを利用したAEカウンターの測定結果である。図より温度の上昇に伴いAEカウ

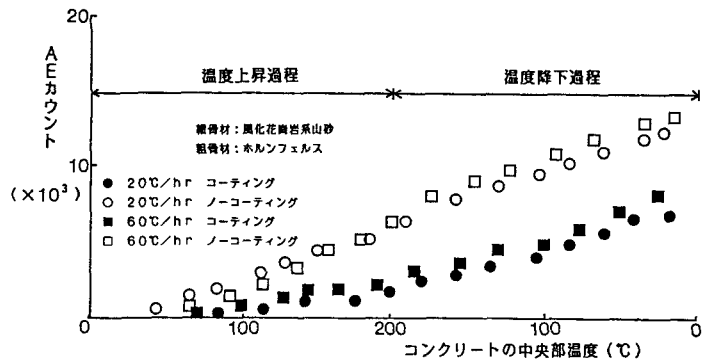


図-5 温度上昇および降下過程におけるコンクリート中のAEカウンタ

ントが増加しており、微小ひびわれが形成されていることがわかる。また、コーティングをしたコンクリートにおいても検出されるAEカウンタ数も比較的大きく、これはコンクリート内部に発生する微視的溫度応力に起因するものと思われる。

図-6は低温および低温履歴を受けるコンクリートの常温に対する圧縮強度比を示したものである。図より低温下におけるコンクリートの圧縮強度は常温の場合の約2倍に増加している。これは、コンクリート中の自由水の凍結による空隙の減少と氷の形成によるものが大きいと考えられる。図-7はコンクリートの重量減少量と圧縮強度との関係を示したものである。コンクリート中の水分がほとんど脱水していると思われる重量変化率7%のものにおいては、常温と比較してほとんど強度増加が見られない。すなわち、低温化のコンクリートの強度増加は自由水凍結が主要因と考えられる。一方低温履歴を受けるコンクリートの圧縮強度は常温の場合より低下している。これは、氷の融解によるコンクリート内部の弛緩および、温度上昇の際のコンクリート内部で発生する微視的溫度応力による微小ひびわれの形成が要因であると思われる。また、微小ひびわれの形成には骨材岩種の影響も認められる。

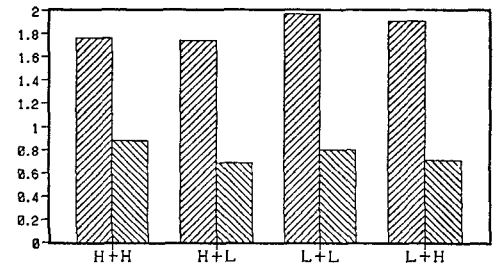


図-6 圧縮強度に及ぼす低温の影響

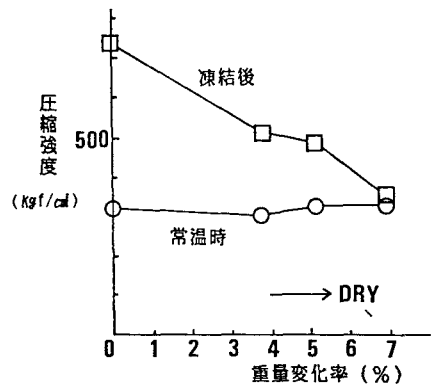


図-7 重量変化率と圧縮強度の関係