

V-146

コンクリートの力学特性ならびに微小ひびわれ形成に及ぼす粗骨材の粒径の影響

防衛大学校 正会員 南 和孝
 広島大学 正会員 田澤 栄一
 広島大学 学生員 影山 智

1. まえがき

静的載荷時におけるコンクリート中の粗骨材の粒径分布の相違は、粗骨材界面の付着特性、あるいは応力集中率の相違による微小ひびわれの形成状態の変化によって、コンクリートの力学的特性を変化させる。また、高温の影響を受けるコンクリートではモルタルと粗骨材との熱膨張係数の相違によって、骨材界面に生じる微視的温度応力が骨材界面に微小ひびわれを形成する。この微視的温度応力の解析によると粗骨材の粒径が大きいほど応力は増加し、骨材界面における微小ひびわれの形成状況は異なってくるものと思われる。したがって、このような温度環境条件下のコンクリートの力学的特性は、粗骨材の粒径に依存する微小ひびわれの形成に伴うコンクリートの内部構造変化に大きく影響される。

そこで、本研究ではコンクリートの力学的特性に及ぼす粗骨材粒径分布の影響を強度および弾性係数の変化、あるいはアコースティック・エミッション試験による微小ひびわれの検出により明らかにすると共に、高温の影響を受けるコンクリートの場合には、モデルコンクリートを用いて粗骨材界面におけるモルタルの剥離現象の骨材粒径依存性について実験的に明らかにした。

2. 実験概要

2. 1 力学的性質に及ぼす粗骨材の粒径分布の影響に関する試験

2. 1. 1 使用材料および配合 セメントは普通ポルトランドセメント、細骨材には風化花崗岩系山砂、粗骨材には泥質岩起源熟変成岩(ホルンフェルス)を使用した。粗骨材の粒径分布は5~10mm, 10~15mm, 15~20mmおよび5~20mmの4種類とした。尚、5~20mmの場合には5~10mm, 10~15mmおよび15~20mmの粗骨材をそれぞれ40, 50および10%混合した。配合はW/C=50% S/a=56%、平均スランプ3cm、平均空気量3.3%である。

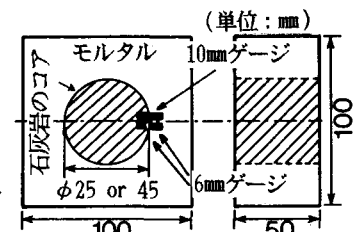


図-1 モデルコンクリートの形状

2. 1. 2 実験方法 上記の4種類の粗骨材を用いたコンクリートに対し圧縮強度および弾性係数測定用供試体(φ10×20cm)を作製し試験した。また、載荷試験時に供試体中央部にはAEセンサーを取り付け微小ひびわれの検出を行った。

2. 2 高温の影響を受けるモデルコンクリートの骨材界面剥離に関する試験

2. 2. 1 モデルコンクリートの作製 セメントは普通ポルトランドセメント、細骨材に風化花崗岩系山砂を使用したモルタル(W/C=50%, S/c=2.25)の中心に図-1のようにモデル粗骨材として石灰岩のコア(φ25あるいは45mm)を埋め込んだ。

2. 2. 2 実験方法 昇温および降温速度を10℃/hrに制御した高温槽内のモデルコンクリートの温度上昇および降下過程における骨材界面の剥離量を図のようなストレインゲージによる測定結果を基に計算した。

3. コンクリートの力学的特性に及ぼす粗骨材粒径分布の影響

図-2は種々の粗骨材を有するコンクリートの圧縮強度および弾性係数を示している。図より骨材粒径が大きくなるほど圧縮強度および弾性係数は低下する傾向にある。これは骨材の比表面積の変化に伴う骨材とモルタルとの界面特性の差、骨材とモルタルとの弾性係数が異なることによ

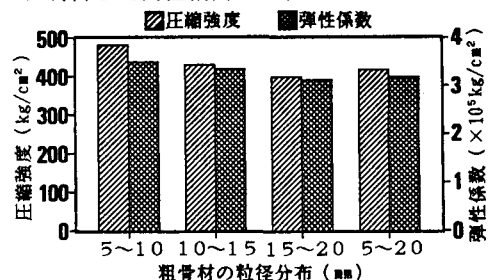


図-2 力学的特性に及ぼす粗骨材粒径分布の影響

る収縮ひずみの拘束度の差など種々の要因が考えられる。また、通常使用される範囲の粗骨材粒径分布を有するコンクリートにおいても最大径10mmの場合よりも圧縮強度および弾性係数は低下しており、このことからコンクリート内に存在する粗骨材の平均粒径の大きさが力学的性質の変化を生じさせる主要因であると考えられる。次にコンクリート内部構造の変化を微小ひびわれの検出により明らかにする。その結果が図3に示されている。これらは圧縮荷重過程におけるコンクリートのAEカウントとRMS波を各応力比について示したものである。これらの図より平均粒径が大きいほどAEカウントの増加量は大きく、各応力比で検出されるAE信号のレベルも比較的大きいことがわかる。すなわち、骨材粒径の大きいコンクリートではコンクリート内部に生じる微小ひびわれの大きさおよび個数が増加し、コンクリートの強度および弾性係数の低下が引き起こされるものと思われる。ここで各粒径における応力集中度を算定してみると図-4のようになり、骨材周辺での応力集中度は粒径が大きいほど大きく、微小ひびわれの形成等が粗骨材の粒径分布に影響されることがわかる。

4. 高温の影響を受けるコンクリートの骨材界面剥離に及ぼす粗骨材粒径の影響

図-5はモデルコンクリートにおける温度上昇時の各温度段階でのモルタルと骨材との界面剥離量を示したものである。温度上昇にともない骨材界面ではモルタルと骨材との熱膨張係数の差により微視的温度応力が発生する。この応力により界面剥離が発生ししだいに増加する。この値は約110℃で最大となり、その後しだいに低下する。これはモルタル内部の毛管水およびゲル水の脱水に伴うモルタルの収縮によるものと思われる。また、剥離量は粒径が45mmの場合には25mmの場合の約2倍になっており、粗骨材の粒径が骨材界面の剥離に影響していることがわかる。供試体冷却後の剥離量は骨材径45mmの場合で0.32mm、25mmの場合で0.21mmとなり塑性変形が生じていることがわかる。

5. まとめ

コンクリートの力学的特性に及ぼす粗骨材粒径分布の影響および高温下におけるコンクリートの骨材界面での微小欠陥形成に及ぼす骨材粒径の影響を実験的に検討した結果、骨材周辺での応力集中とそれに伴う微小ひびわれの発生が大きな影響を与えており、粗骨材の粒径はこのひびわれの原因となる局所的応力の発生状況に大きな影響を与えることが明かとなった。

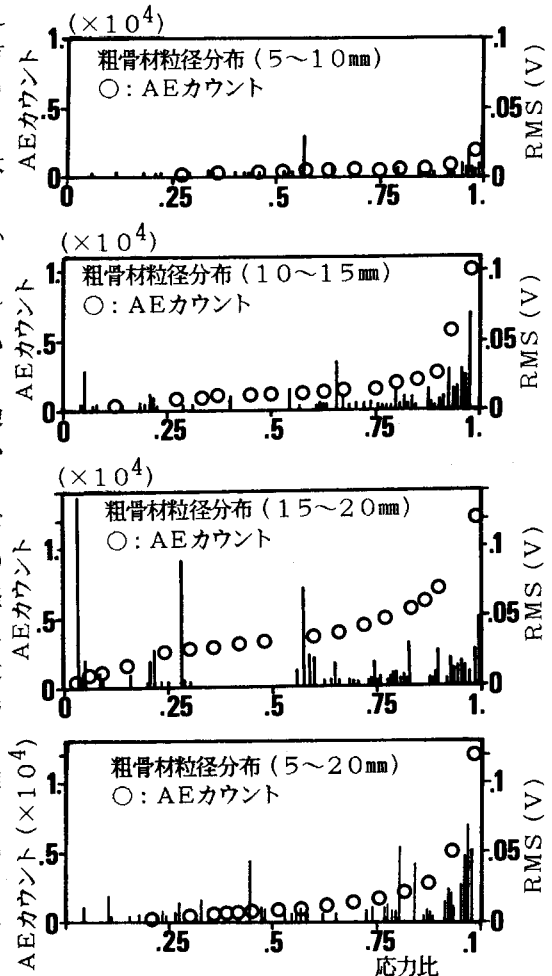


図-3 AE特性に及ぼす粗骨材粒径分布の影響

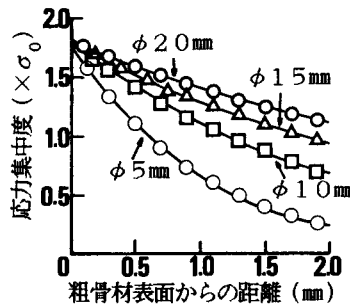


図-4 骨材近傍の応力集中

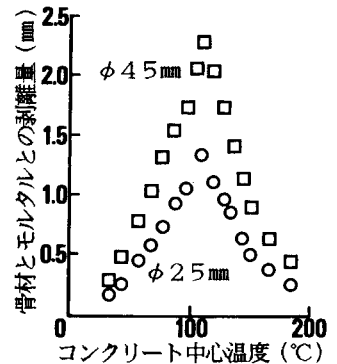


図-5 骨材界面におけるモルタルの剥離