

V-16

圧縮を受けるコンクリートの微視的破壊に関する一考察

○	芝浦工業大学大学院	学生員	小川航司
	芝浦工業大学工学部	正会員	山本一之
	日本セメント中央研究所	正会員	岡本享久
	日本フィジィカルコースティックス		湯山茂徳

1. はじめに

モルタルからコンクリートの強度を推定する方法は未だ確立しておらず、様々な要因が重なり合っており、不明確な点が多いことが原因と考えられる。本研究では粗骨材界面がコンクリート強度に影響を及ぼす主要因と考え、粗骨材の影響度をモルタルマトリックスと比較し、モルタルとコンクリートの強度の相関性を微視的に明らかにすることを目的とした。すなわち、同一寸法のコンクリート供試体とモルタル供試体を作成し、ひずみ制御型の試験機で圧縮試験を実施し、供試体内部で発生する微細破壊状態を調べるためにAE（アコースティックエミッション）から解析検討した。

2. 実験概要

表-1 コンクリートの配合

セメントの種類は早強ポルトランドセメントとビーライトセメントを用いた。配合は表-1に示ように、コンクリートにおいては最大寸法20mmの砕石を使用し、 $s/a=45(\%)$ とした。全ての供試体において $W/C=50(\%)$ 、蒸気養生とし、供試体寸法は $\phi 150 \times h 300\text{mm}$ の円柱形供試体とした。

セメント	コンクリートor モルタル	単位体積重量 (kg/m^3)					スラブ (cm)	空気量 (%)
		C (kg)	W (kg)	S (kg)	Gmax (kg)	Mt ($\text{C}\times\%$)		
早強	コンクリート	330	165	826	1029	1.3	7.8	0.9
	モルタル	540	270	1354	***	1.3	***	***
ビーライト	コンクリート	330	165	829	1034	1.0	8.0	0.5
	モルタル	543	271	1364	***	1.0	***	***

実験手順は、①载荷盤に変位計を設置するとともに、図-1に示すようにAEが発生すると思われる位置を囲い込むようにAEセンサーを6ヶ所配置した。なお、AEのしきい値は60dbとした。②ひずみ制御により、1軸圧縮試験を行った。③AEにより得られた波形からモーメントテンソル解析を行い、AE発生源とその種類を出した。

3. 実験結果

圧縮試験の結果からは図-2に示すような α - ϵ 曲線が得られた。ここで、骨材の影響によらず早強ポルトランドセメントでもビーライトセメントでもコンクリートとモルタルで同じ最大強度が得られた。また、セメントの種類によらずコンクリートはほぼ同じひずみで最大強度が得られ、それはモルタルでも同様の値を示している。最大強度以降の挙動として、早強ポルトランドセメントではコンクリートにおいては安定した軟化現象を示し、変曲点で最大AEヒット数を示した。しかし、モルタルでは不安定になり、急激な破断現象を示した。ビーライトセメントではコンクリートとモルタルの両方とも安定した軟化現象を示し、それは早強セメントを用いたコンクリートに比べても軟化の割合が大きい。

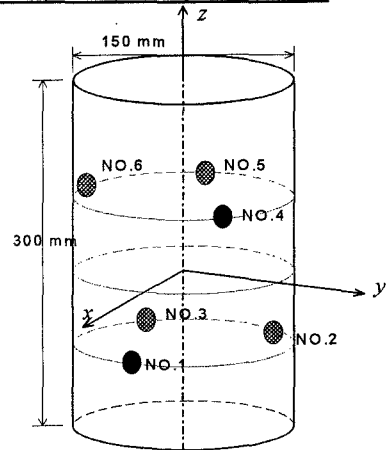


図-1 AEセンサー配置図

図-3 は早強セメントにおけるコンクリートとモルタルの最大強度の 1/3 から最大強度までの間に発生した A E の累積ヒット数と時間の関係である。これより、コンクリートはある荷重まで少しずつ A E を発生させ、その後最大強度付近になると急激に多くの A E を発生させる。それに対してモルタルではある荷重段階までほとんど A E が発生していない。最大強度に達したときのヒット数で比較するとモルタルに比べてコンクリートの方が多く発生している。

図-4 はモーメントテンソル解析による結果より得られた早強セメント供試体中での最大強度に達するまでの A E 発生位置と発生亀裂の種類である。これより、A E の種類においてコンクリートとモルタルの間には差は認められず、I 型（○：引張型）、II 型（×：せん断型）、混合型（△）がほぼ同じ割合で発生している。A E 発生位置について、コンクリートでは分散しているのに対して、モルタルでは中央付近に局所化して発生している。

4. 考察

以上のことから、コンクリートが軟化を示す原因としてはモルタルマトリックスと粗骨材界面との付着が供試体中で最も弱いために微細亀裂が分散して発生し、その亀裂が成長・結合していく過程を粗骨材が阻むために、亀裂が容易に進展できないことから起こるものと考えられる。ピーライトセメントのモルタルが不安定現象を示さず破壊した原因としてはセメントの水和反応が完全でなく、粘性で細骨材やセメントどうしが結合しているために引き起こされたものと考えられる。

早強セメントにおいてコンクリートとモルタルが同じ強度を示した原因として、コンクリートは欠陥が分散しているため、耐力の限界に必要な亀裂長になりにくく、モルタルは亀裂が連結しやすいために、破壊力学の適用となるある亀裂長になりやすくなるのが、今回の供試体の大きさでは耐力の限界となりうる亀裂長が一致したために、この様な最大強度が得られたものと考えられる。

4. まとめ

早強セメントにおいて、コンクリートとモルタルの最大強度が同じ値を示す結果となったことは、一般に、モルタルの方がコンクリートに比べて最大強度は大きくなると言われてきたことに反する。しかし、それはモルタルの寸法効果が影響しているためであると考えられ、更に実験・検討される必要がある。また、亀裂が成長する段階でのモルタルマトリックスの挙動を定量的な値で今後検討する必要があると思われる。

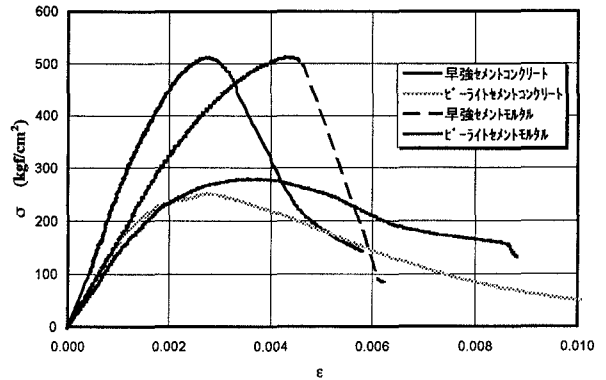


図-2 σ-ε 曲線

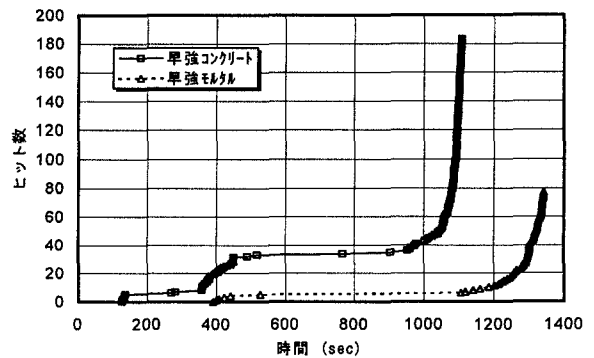
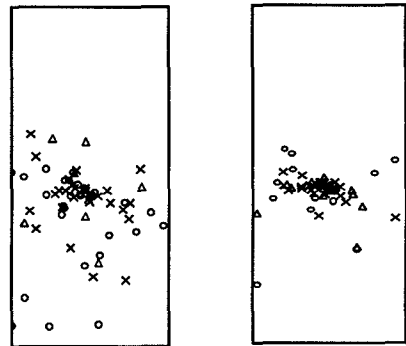


図-3 早強セメントにおける A E ヒット数



(a) コンクリート (b) モルタル

図-4 早強セメント供試体の A E 発生位置