

モルタルの曲げ破壊特性に関する一考察

○ 芝浦工業大学 学生会員 小川 航司
 日本セメント中央研究所 正会員 岡本 享久
 芝浦工業大学工学部 正会員 山本 一之
 名古屋大学工学部 正会員 二羽 淳一郎

1. はじめに

破壊力学をコンクリートに適用するとき、セメント科学的な考え方を取り入れた微視的な検討が必要とされている。本研究ではセメントの種類及び細骨材の粒径を変化させ、 $4 \times 4 \times 16\text{cm}$ モルタル供試体を作成し、変位制御型の試験機にて曲げ試験を実施した。これらの結果からP- δ （荷重-変位）曲線の軟化領域におけるミクロな破壊過程をAE（アコースティックエミッション）により考察を加えた。

2. 実験概要

セメントは早強セメントとビーライトセメントを用いた。また、細骨材は中砂（ $0.85 \sim 1.19\text{mm}$ ）、粗砂（ $1.19 \sim 2.38\text{mm}$ ）を使用した。なお、 $W/C=0.5$ 、 C/S は $1/3$ と一定とした。その他に細骨材のないペーストのみの供試体を作成し、いずれも材令28日で試験した。

実験手順として、①図-1に示すように供試体に切欠きを 20mm 入れ、2点支持による曲げ試験を変位制御法により行った。

②AE（アコースティックエミッション）センサーを図-2に示すようにマイクロクラックが発生すると予想される位置を囲むように設置し、AE波形解析、AE波形逆解析を実施した。③最後に曲げ試験を終えた試験体で圧縮試験を行なった。

3. 実験結果・考察

曲げ試験からは図-3のようなP- δ （荷重-中央点の変位）曲線が得られた。さらに、弾性領域に対する軟化領域の大きさの割合（P- δ 曲線で囲まれる最大荷重点以前の面積 W_0 と最大荷重点以降の面積 W_1 の割合）は表-1のようになった。これより最大荷重点以降の軟化領域はどちらのセメントにおいても中砂が最も大きく現れている。特に中砂を用いたビーライトセメントに関してはペーストや粗砂の場合に比べて W_1/W_0 が大きく現れている。なお、圧縮強度と粒径の関係を表-1に示す。圧縮強度は粒径に関して、セメントの種類によらず、ペーストがもっとも大きく、次いで粗砂、中砂の順になっている。なお、早強セメントの方がビーライトセメントに比べて全ての粒径において約 200kgf/cm^2 大きくなっている。これはビーライトセメントの強度発現が遅いことによるものである。

AE計測から得られたヒット数 δ とP- δ の関係を図-4に示す。これよりセメントの種類にかかわらず最大荷重点で 55db 以上のAE波が発生しはじめ、軟化曲線の変曲点でヒット数が最も多くなる。また、その数も曲率が大きいほど多く現れている。これは供試体の脆性的な破壊挙動から延性的破壊挙動への移行を表しているものと考えられる。

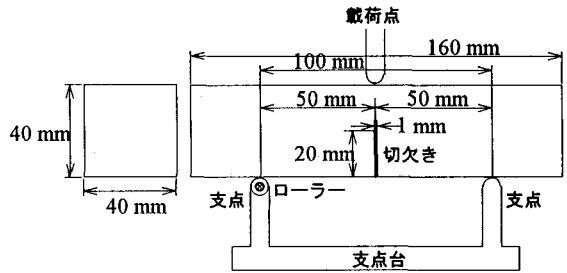


図-1 曲げ試験概略図

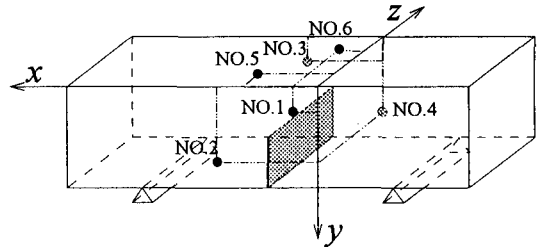


図-2 AEセンサー配置図

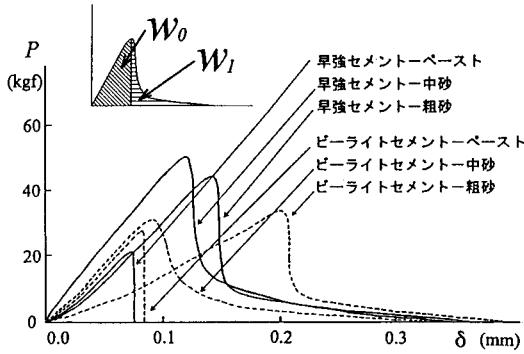


図-3 P-δ (荷重-変位) 曲線

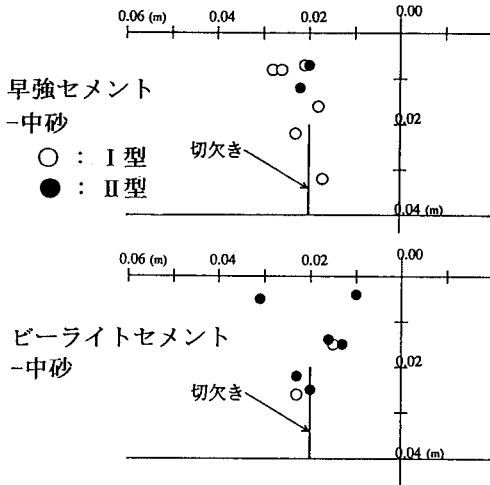


図-5 マイクロクラックの発生位置及びその種類

図-5にAE波形逆解析によって得られたマイクログラックの発生位置とその破壊モードを示す。破壊モードは、早強セメントでは引張り（Ⅰ型）が多く、ビーライトセメントではせん断（Ⅱ型）が多く現れている。この原因としてセメントの種類によるものなのか、それともビーライトセメントが完全に水和していないためによるものなのかははっきりしないが、早強では骨材とペーストが完全に付着しているために、空隙からクラックが入る引張り型（Ⅰ型）が卓越したと考えられた。それに比べてビーライトでは骨材とペーストの付着が弱かったためにその界面でのずれからせん断型（Ⅱ型）によるクラックが卓越したものと考えられた。

4. まとめ

本実験において、4×4×16cmのモルタル供試体を用いて曲げ破壊試験にAE計測を行なうことにより、セメントの持つ特徴を微視的の面から定性的に考察した。今後、軟化特性に影響する諸要因をさらにセメント科学的に検討し、コンクリートの破壊力学特性に結び付けていきたい。最後にAE波形逆解析には日本PAC㈱の湯山茂徳博士より御助言を賜りました。ここに謝意を表します。

表-1 それぞれの供試体に対する圧縮強度と w_1/w_0 の値

セメントの種類	骨材の種類	w_1/w_0	圧縮強度 (kgf/cm ²)
早強セメント	ペースト	0.01	541
	中砂	0.45	447
	粗砂	0.15	461
ビーライトセメント	ペースト	0.05	348
	中砂	0.70	216
	粗砂	0.06	242

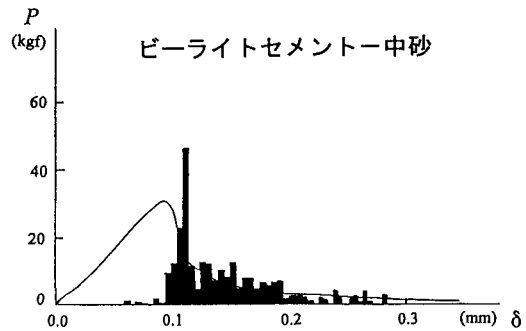
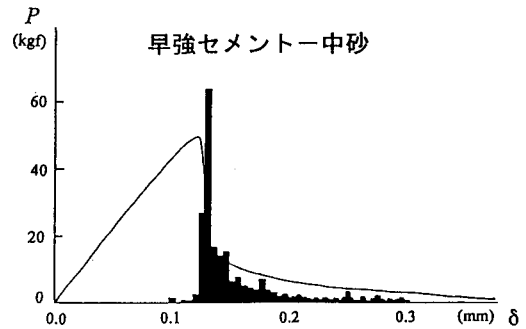


図-4 P-δ曲線とヒット数-δの関係