

A Eエネルギー分布の変化によるコンクリートの破壊レベルの予測

東北大学工学部 学生員 ○辻 昭人

同 正 員 新聞 茂

同 学生員 西間木 朗

1 まえかき

物体が非弾性変形あるいは破壊するときに、それまで物体内部に蓄えられていた弾性エネルギーが解放され、弾性波となって伝播していく現象であるAE（アコースティック エミッション）は 終局的破壊の事前予測への応用などが期待され 現在広範な学際的領域で研究が行われている。本文は 配合の異なるコンクリート供試体を用いて、AEエネルギー分布の変化からのコンクリートの微視的破壊レベルの予測についての研究を行ったものである。

2 実験方法

実験に使用した供試体は $\phi 10\text{ cm} \times 20\text{ cm}$ で、表-1に示す配合Ⅰ、Ⅱによって2種類作成した。スランプは8 cmであった。この供試体を6日間水中養生した後1日空中養生を行って、荷重速度20%で一軸圧縮試験を行った。載荷方法は、供試体の端面にクリースを塗布し 載荷板と供試体の間にテフロンシートとゴムシートを挿入し間接載荷とした。また 配合Ⅲは、参考文献(1)で使用されている配合である。

表-1 配合表

	粗骨材 最大寸法 (mm)	w/c (%)	s/a (%)	単位量 (kg/cm^3)			
				W	C	S (川砂)	G (砕石)
配合Ⅰ	25	55	45	197	358	777	981
配合Ⅱ	15	40	49.5	218	545	758	792
配合Ⅲ	15	55	50	205	373	822	932

3 実験結果

配合Ⅰ、Ⅱの供試体の7日強度の平均値は それぞれ234 kg/cm^2 、326 kg/cm^2 であった。図-1と図-2は 配合Ⅰ、Ⅱの供試体から得られた代表的応力-ひずみ曲線であり、図-3と図-4はそれぞれ同じ供試体の応力レベルの変化に伴うAEエネルギー分布の変化を示したものである。図-1、2の応力-ひずみ曲線によれば、いずれも $\sigma_{\text{cu}} = 0.9$ 付近でダイレタンシーの反転現象がみられる。

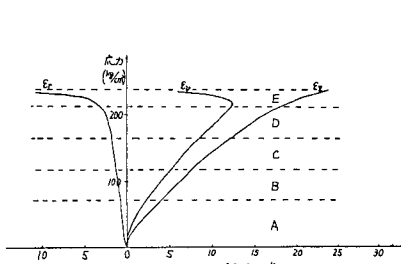


図-1 応力-ひずみ曲線 (配合Ⅰ)

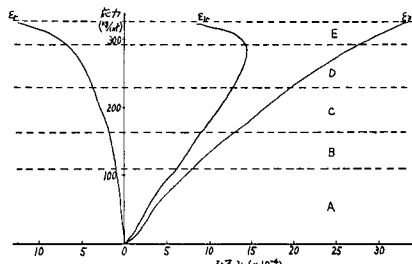


図-2 応力-ひずみ曲線 (配合Ⅱ)

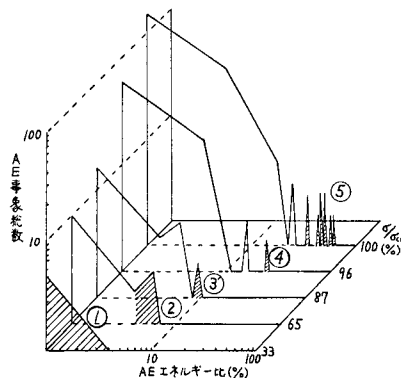


図-3 AEエネルギー分布 (配合Ⅰ)

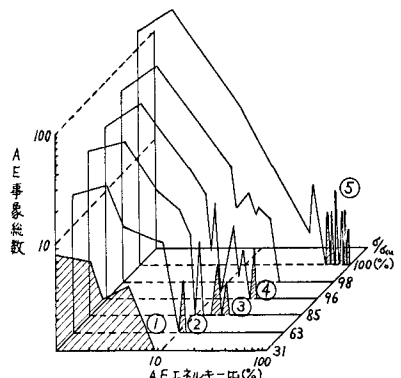


図-4 AEエネルギー分布 (配合Ⅱ)

4 考 察

AEエネルギー分布の変化とコンクリートの微視的破壊機構の対応関係について考察を行う。図-5と表-2は、それぞれ参考文献(1)に示されている配合Ⅲのコンクリート供試体のAEエネルギー分布の変化と各応力レベルにおける内部クラックの発生状況である。この研究では、供試体に細孔を設け、クラックの発生と共にインクがクラックに流れ込むように配慮されており、最終的破壊に至る前の幾つかの応力レベルで降荷し、インクを乾燥させた後に割裂し、内部の微視的破壊状況を詳細に観察し、AEエネルギー分布の変化と比較し、図-5の①～⑤の斜線で示した山がそれぞれ、ホントクラック発生、モルタルクラック発生、モルタルクラックとホントクラックの連結、長大な連続クラック発生、骨材クラック発生に対応していることを確認し、表-2に示すようなコンクリートの微視的破壊機構と載荷応力比 σ/σ_{cu} （ σ_{cu} ：破壊強度、 σ ：各段階における応力）の関係

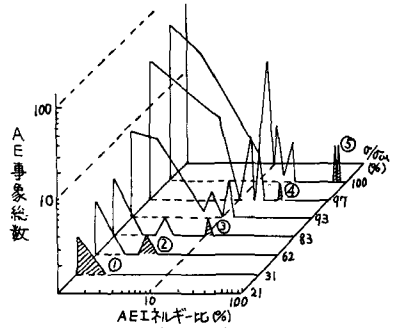


図-5 AEエネルギー分布

表-2 破壊機構と載荷応力比の関係

応力レベル σ/σ_{cu} (%)	A	B	C	D	E
	0 ~ 30	30 ~ 50	50 ~ 70	70 ~ 90	90 ~ 100
微視的破壊機構	クラックほとんどなし	ホントクラック発生 ①	モルタルクラック発生 ②	モルタルクラックとホントクラックの連結 ③	長大な連続クラック発生 ④ 骨材クラック発生 ⑤

を得ている。コンクリートの微視的破壊機構に関する研究は、Glucklich²⁾、小阪と谷川³⁾等によっても行われている。これらの研究では、クラックの観察方法やコンクリートの配合も相当に異なっているが、表-2とほぼ同様な結論となっている。図-6はGlucklichによって行われた載荷応力比(σ/σ_{cu})と微視的破壊の関係である。したがって、これらの研究から判断する限り、配合の相異はコンクリートの微視的破壊機構と載荷応力比の関係に顕著な相異を引き起こさないものと考えられる。図-3と4の中の番号は、これらの図のAEエネルギー分布の変化と図-5のAEエネルギー分布の変化が同様な傾向を示している

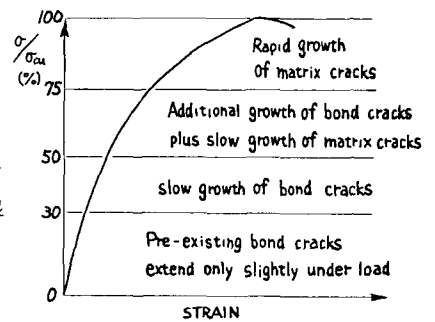


図-6

ので、表-2の載荷応力比を参照して記入した。表-2中の微視的破壊機構に対応する番号である。配合Ⅰは、配合Ⅲの中で W/C を変えずに粗骨材の最大寸法を25mmという大きなものにしたものであるが、①～⑤の山に対するエネルギー比及び載荷応力比がほぼ等しい。最大寸法が大きくなったことの、エネルギー分布への影響は特にみられなかった。配合Ⅱは、粗骨材の最大寸法をそのままにし、 W/C を40%にしたものだが、①～⑤の山に対する載荷応力比がほぼ等しいことが認められるのに対し、エネルギー比については②と③に対する値がかなり高くなっているのがわかる。これはモルタルが強いために、モルタルクラックが生じたときの解放エネルギーが高くなるためであると考えられる。

5 あとがき

参考文献(1)及び他の研究者によって行われたコンクリートの微視的破壊機構の研究の結果を参照して、配合の異なったコンクリートにおけるAEエネルギー分布の変化と微視的破壊機構についての考察を行った。図-3～5に示したように配合が異なっても、コンクリート供試体の一軸圧縮試験におけるAEエネルギー分布の変化には顕著な特徴が観察され、この特徴に注目すればコンクリートの微視的破壊レベルの予測は可能なものと思われる。本研究について御指導いただいた本学教授佐武正雄氏、並びに本学技官石見政男氏に謝意を表します。

参考文献 1) 相原 資和、佐武正雄 新聞 茂 土木学会 第38回年次学術講演会講演集 V 1983 PP 13~14

2) 小阪義夫、谷川恭雄 日本建築学会論文報告集 第231号 1975 5 PP 1~11

3) J Glucklich, in A E Brooks and K Newman (Eds), Proc. Int. Conf. The Structure of Concrete, London, Sept., 1965, Cement and Concrete Association, London, 1968, PP 176~189