

V-134

AE法を併用したブレイクオフ法による劣化コンクリートの破壊評価

小野田セメント（株） 正員 福川 義明 正員○小林 信一
 東北大学 工学部 高橋 秀明 橋田 俊之

1. はじめに

コンクリートの劣化度を現場で定量的に評価するために、ブレイクオフ法とAE法を組合せたBO-AE試験を提案し、破壊強度測定方法について検討してきた¹⁾。本研究では、実際に中性化、凍結融解および酸浸食により劣化させた供試体を使用し、破壊強度評価を行い、AE特性および曲げ強度について検討した。

2. BO-AE試験法

コンクリートの配合および養生条件をそれぞれ表1に示す。表1に示す養生の後に劣化促進試験を実施した。劣化の促進項目と劣化促進条件を表2に示す。劣化促進終了後は試験日まで大気中に放置した。供試体の寸法は、200×300×100 mmとし、A配合およびB配合の場合は、あらかじめBO試験用として、プラスチックフォームを各2個ずつ埋め込み円柱コアを作成した。プラスチックフォームは、打設1日後に特殊設計のキーにより取り外した。その他の円柱コアは、BO用コアビットによりコアを掘削した。

試験装置は、図1に示すように、ハンドポンプ、マンメータおよび負荷部からなるブレイクオフ試験器と荷重とコア頂点の変位を連続的にX-Yレコーダーに出力させるために、動ひずみ計および変位計を使用した。AE計測は、図に示す位置にAEセンサーを装着し、総合検出利得80dBで実施した。

3. BO-AE試験結果

(1) AE特性

B配合について標準材と凍結融解20サイクルをうけた試験体について、横軸に作用荷重、Fをとり、縦軸に累積AEエネルギー、 ΣEAE を示しているのが図2である。 ΣEAE は最大荷重近傍で活性度が急増している傾向が認められる。AEエネルギーのたちあがりにははっきりしない場合もあるが、劣化したコンクリートにおいてもAEによりき裂の初生点を確認できた。中性化および酸浸食の場合も同様である。

図3は、F配合において横軸に凍結融解サイクル数をとり最大荷重までの累積AEエネルギーをプロットしている。凍結融解サイクル数が増加すると破壊までの累積AEエネルギー

表1 コンクリートの配合表

配合名	Gmax (mm)	スランプ (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	s/a (%)	単 位 量 (kgf/m ³)				
						W	C	S	G	AE剤
J	20	18	4.0	67.5	47.6	182	270	867	964	1.08
A	20	20	1.0	68.1	44.7	205	301	802	1003	1/m ³
B	20	17	1.0	79.9	45.4	187	234	860	1047	
F	20	10	1.0	75.3	45.2	180	239	863	1057	
養生条件	J 配合：打設7日後に脱型し、以後約1年7ヶ月間大気中。 A, B, F 配合：打設2日後に脱型し、材令2週まで20℃水中養生									

比重 C : 3.15 S : 2.60 G : 2.63

表2 劣化促進項目と試験条件

1. J配合, A配合, B配合	
標準	[S] : 養生後、試験日まで室内に放置
中性化	[C] : CO ₂ 濃度5%, 温度30℃, RH60%, 40日間
強制中性化	[FC] : CO ₂ 濃度100%, 2気圧, 6時間/1日/1サイクルとして20サイクル実施
凍結融解	[FT] : -20℃気中 8時間→20℃水中16時間を1サイクルとして20サイクル実施
酸浸食	[A] : 乳酸（試薬1級）の5%水溶液中に17日間浸漬
2. F配合	
凍結融解	[FT] : -30℃水中16時間→20℃水中 8時間を1サイクルとしサイクル数を0, 10, 20 および30と段階的に変えた

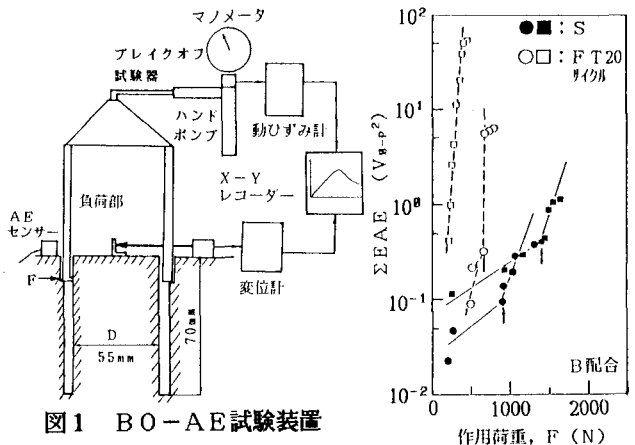


図1 BO-AE試験装置

図2 作用荷重と ΣEAE の関係

ギーは一般に減少している。縦軸に累積AEイベント数をとってもほぼ同様に認められた。この評価方法とは異なるが、コンクリートの経年劣化をAEの発生状態により評価している報告²⁾もある。

（2）曲げ強度による劣化度の評価

曲げ強度 σ_b は、コンクリートコアを片持ち梁とみなし、材料力学の公式より算出した。

$$\sigma_b = 3/2 F C L / (\pi D^3)$$

D：コア直径 L：荷重作用点よりき裂初生点までの長さ

FCは、図2で決定したき裂初生点における作用荷重である。コンクリートの劣化の種類を横軸にとり曲げ強度を示しているのが図4、5である。

図4は円柱コアを作成するのにプラスチックフォームを使用した場合を示している。プラスチックフォームを使用した場合には、円柱コアを作成した後に劣化させている。A配合及びB配合ともに凍結融解（FT）を受けた試験体の著しい強度低下が認められる。しかしながら、試験体を凍結融解させた後にコアリングを行い円柱コアを作成した場合の図5では、水セメント比が大きいB配合の場合は強度低下が生じるが、A配合およびJ配合ではほとんど強度低下が認められなかった。図6は、F配合について、横軸に凍結融解サイクル数を取り、曲げ強度を示している。これにより、B O-AE法により凍結融解サイクル数の増加に伴う強度低下が評価できることがわかる。ここで、B配合では、20サイクルの凍結融解による強度低下が確認できたのに対し、B O用試験体と同時に打設し作成した試験体（10×10×40cm）を用い JIS A 1127 に従い測定した動弾性係数は、凍結融解試験前および試験後ともに約 3.2×10^5 kg/cm² で凍結融解による低下は認められなかった。

中性化（C）すると、一般に曲げ強度は標準試験体に比べ同程度か多少大きくなった（図4参照）。同様に、中性化した後にコアリングした試験体もA、B配合ともに標準試験体と同程度の値になった（図5参照）。ダミー試験体（40×40×100 mm）の中性化深さは、フェノールフタレイン1%アルコール溶液を散布して中性化深さを測定した結果、3mm程度であったので、コアリングしたコアの底部にまでは中性化の影響がなかったためであろう。酸（A）による影響もほとんどなく、曲げ強度の低下は、認められなかった。試験体の表面は著しく浸食されていたが、浸漬期間が17日間と短いため内部まで浸食されていないためと思われる。

4. まとめ

- 1) AE法により、劣化したコンクリートのき裂初生点の確認もできる。
- また、コンクリート劣化度の定性的な評価の可能性がある。
- 2) B O-AE試験はコンクリート表面から約70mmの深さまでの破壊評価となるので、凍結融解等の劣化度評価に有効であろう。

参考文献

- 1) 福川, 小林, 高橋, 橋田, "ブレイクオフ法とAE法によるコンクリートの破壊評価法," 第41回セメント技術大会投稿中, (1987)
- 2) 足立, 津田, 木村, 鍋谷, "AE手法によるコンクリートの健全度の調査," 第8回コンクリート工学年次講演会論文集, (1986)

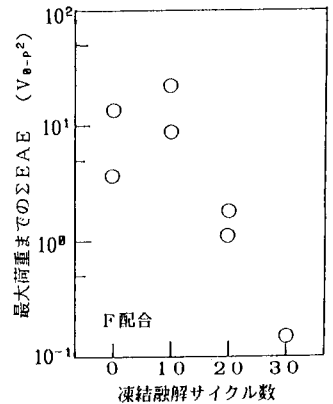


図3 凍結融解に及ぼすΣEAEに及ぼす凍結融解の影響

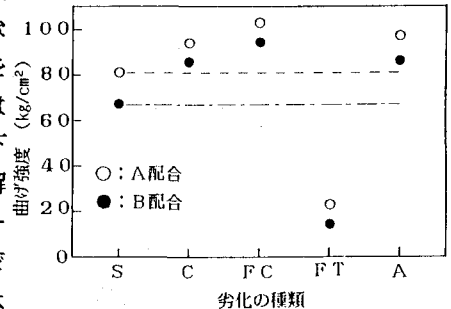


図4 曲げ強度（プラスチックフォーム）

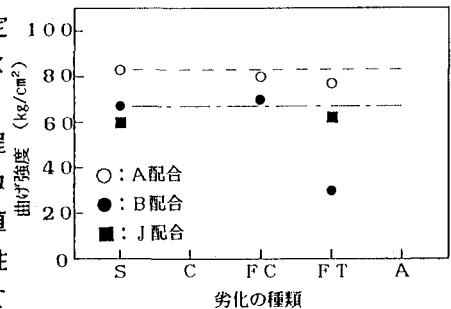


図5 曲げ強度（コアリング）

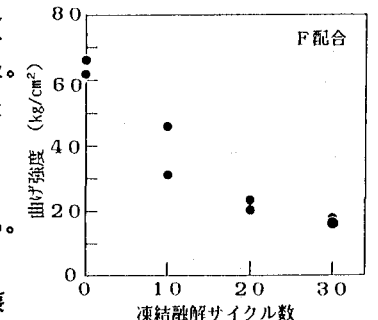


図6 曲げ強度に及ぼす凍結融解の影響