

論文 コンクリートの劣化とカイザー効果に関する実験的研究

矢村 潔*¹・弓場 茂和*²・壺井 敦史*³・王 旭鵬*²

要旨: 本研究は、コンクリートの物性評価、特に劣化程度の評価にアコースティック・エミッション (A E) 計測法を利用していくための基礎資料を得ることを目的とし、各種条件下でのコンクリートの圧縮載荷試験時におけるカイザー効果特性を実験的に明らかにしたものである。すなわち、初期載荷後の諸原因でカイザー効果が不明確になってくる状況を実験で明らかにし、載荷時に発生する残留ひずみとの関係から、水和反応の継続、劣化の進行等のメカニズムについて検討を加えている。

キーワード: A E, カイザー効果, ひずみ, 劣化, 凍結融解作用

1. はじめに

近年、硬化コンクリートの物性評価・力学挙動の機構解明等にアコースティック・エミッション (A E) 計測法を用いる試みが計測機器の進歩、コンピュータ環境の充実と相まって注目されてきている [1]。鋼、岩石等多くの固体材料に認められる代表的 A E 特性の一つである、過去の履歴荷重までは A E 発生がないとするいわゆるカイザー効果は、材料の履歴を推定するのに有効に利用出来ると考えられている。しかし、コンクリートの諸物性に関しては、水和反応の継続、乾燥収縮等による微小ひびわれの発生、各種化学的、物理的作用による劣化等によって経時的にかなり変動していくことが予想される。したがって、コンクリートのカイザー効果特性は、これらの影響を受け、きわめて複雑になるものと考えられる [2]。

本研究は、このような観点から、コンクリートの配合、材齢、劣化の程度等を変化させた場合の圧縮載荷時における A E 特性、特にカイザー効果特性を実験で明らかにし、コンクリートの劣化を含む物性評価に A E 計測手法を利用していくための基礎資料を得ることを目的としたものである。

2. 実験概要

2. 1 実験計画

本実験はコンクリートのカイザー効果の特性を把握するために行ったもので、主要な要因は、コンクリートの配合、初期載荷時材齢、初期載荷後の保存条件である。各要因と水準を表-1に示す。

2. 2 使用材料およびコンクリートの配合

本実験で使用したコンクリートには、普通ポルトランドセメント、砕石 (最大寸法: 20mm, 比重: 2.68, 吸水率: 0.4%), 川砂 (F.M.: 3.14, 比重: 2.49, 吸

表-1 実験計画

要 因		水 準
コンクリートの 配 合	水セメント比	0.55, 0.65
	空 気 量	6% プレーン
初期載荷時材齢		28日, 1年, 2年
初期載荷後の保存条件 (保存期間, 繰り返しサイクル数)		気中 (0~10週) 凍結融解作用下 (0~230サイクル)

*1 摂南大学教授 工学部土木工学科, 工博 (正会員)

*2 摂南大学大学院 工学研究科社会開発工学専攻

*3 摂南大学工学部

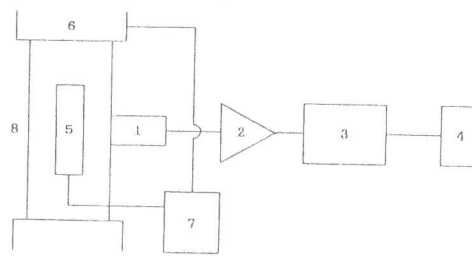
水率：1.3%)を使用した。コンクリートの示方配合を表-2に示す。

2. 3 実験方法

供試体はφ10×20cm円柱とし、コンクリート打設後28日間20°C水中養生を行った。以後、初期荷重時までは試験室内で気中保存した。所定の材齢に達した時点(28日の場合は水中養生後ただちに)で初期荷重を行った。初期荷重荷重は過去の研究を参考にして、その時点での圧縮強度(3本の円柱供試体の圧縮強度試験から求めた値)の50%とした[3]。その後、保存条件が気中のものは試験室内に放置し適当な期間毎に、また、保存条件が凍結融解作用の繰り返しのものはJSCE-1986に準じた凍結融解の繰り返し作用を与え、適当なサイクル毎に、それぞれ数本の供試体を取り出し圧縮荷重試験を行ない、圧縮強度、弾性係数、応力～ひずみ関係、AE発生挙動等を測定した。なお、荷重はまず初期荷重荷重まで行った後いったん除荷し、残留ひずみ等を測定した後、再度荷重し、破壊に到らしめた。本実験でAE計測に使用したシステムの構成を図-1に示す。AE変換子は共振周波数が140kHzのものを使用し、供試体側面の中央部にカップリング用パラフィンで接着した。変換子で検出されたAE信号はプリアンプ、ディスクリミネータで合計60dB増幅し、AE事象の頻度計測には不感時間1msのデッドタイム方式を用いた。また、ひずみの測定は、供試体側面中央に対角線に2枚貼り付けた電気抵抗線ひずみ計により行った。

表-2 コンクリートの示方配合

種別	W/C (%)	粗骨材の最大寸法 (mm)	スラブ (cm)	空気量 (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				混和剤(cc)
						W	C	S	G	
A	5.5	20	8	6	45	165	300	783	1002	750
B	6.5					168	258	829	981	645
C	5.5					2	45	183	334	803



(1) AE変換子 (2)プリアンプ (3)ディスクリミネータ
(4)プロッター (5)ひずみゲージ (6)ロードセル
(7)静ひずみ計 (8)供試体

図-1 AE計測システム

3. 実験結果とその考察

3. 1 コンクリート材齢のカイザー効果に及ぼす影響

材齢28日および1年で初期荷重を受けた後気中保存された供試体の圧縮荷重試験時のAE発生状況の例を図-2に示す。図の縦軸にはそれぞれの圧縮応力度(横軸の値)において圧縮応力度0.1MPaの増加に対してのAE発生計数を示したものである。また、図中の破線は初期荷重におけるAE発生計数を示したものである。まず、初期荷重時材齢28日の場合は、初期荷重後の放置期間が1日程度であれば圧縮試験時には初期荷重荷重付近までAE発生がほとんどなく、カイザー効果が明確に認められる。しかし、放置期間が2週間を越えると圧縮試験時においても比較的応力レベルからAE発生が認められるようになりカイザー効果が曖昧になってくる。一方、初期荷重時材齢が1年の供試体では、初期荷重後の放置期間が4週間程度でも、初期荷重荷重付近までAE発生がみられず、カイザー効果が明確である。しかし、放置期間が10週間になると荷重初期からAEの発生がみられ、カイザー効果は不明確になる。なお、初期荷重時材齢2年についてはほぼ材齢1年の場合と同様の結果が得られた。

さらに具体的にカイザー効果の存在の程度を評価するために次式で定義される Felicity Ratio(FR値)を用いる[1]。