

V-97

乾湿繰返し試験によるアルカリ骨材反応の評価について

鳥取大学 ○正会員 西林 新蔵
鳥取大学 正会員 矢村 潔
鴻池組 正会員 今岡 伸二

1 まえがき

従来、コンクリートは耐久性が優れ、メンテナンスフリーな構造物の構築が可能であることが大きな特徴と考えられてきたが、最近になってコンクリート構造物の早期劣化現象が各地で見られるようになり、これが一つの社会問題となってきている。このようなコンクリートの劣化の原因には種々のものが考えられているが、そのうちの一つにアルカリ骨材反応が挙げられる。アルカリ骨材反応によるコンクリート構造物の損傷は、排水溝、ダム、擁壁など水分が十分に供給され、かつその水分が蒸発しやすく、アルカリが濃縮される箇所に多く認められている。

本実験は、アルカリ骨材反応によって生ずるコンクリートのひびわれ損傷のうち、環境条件による影響を明らかにしようとして計画したものである。すなわち、反応性骨材を用いたコンクリート供試体を乾湿の繰返し環境下に置いたときに、供試体がどのような挙動を示すかを実験的に検討するものである。

2 実験概要

本実験で使用した骨材は反応性骨材(T1)と非反応性骨材(NT)および細骨材として非反応性の河口砂と砂丘砂との混合砂である。使用したセメントは普通ポルトランドセメントで、アルカリ含有量は Na_2O 当量で0.41%のものである。また、コンクリートの全アルカリ量を調節するために用いたアルカリ化合物は、試薬一級の NaOH で、これを練混ぜ水に加えて使用した。

本実験の実験計画を表-1に、また乾湿繰返し試験方法を図-1のフローチャートに示す。ここで、重量の測定は乾燥後湿潤開始の直前に行ない、全ての項目の測定は湿潤後乾燥開始の直前に2, 4, 6, 8, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50の各サイクルで行った。

3 結果と考察

コンクリートの膨張率および動弾性係数を図-2に示す。す。全アルカリ量 0.5%の供試体T1-100-0.5-Dでは、水中浸漬(D-W)、海水中浸漬(D-S)とも膨張は生じておらず、動弾性係数は $3.7 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$ の一定値をとっており、ひびわれの発生も認められず、アルカリ骨材反応による損傷は全く生じていない。供試体T1-100-2.5-Dにおいては乾湿繰返し試験処理4サイクルから膨張を開始し、約20サイクル以降膨張率は約0.35%で収束している。一方、動弾性係数は膨張開始と同時に低下し始め、約 $2 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$ で収束している。浸漬水が異なるD-W、

表-1 実験計画

試 験 条 件	反応性骨材	T1	セメントのアルカリ量(eq. Na_2O)	0.41
	非反応性骨材	NT	添加アルカリ	NaOH
	細骨材	NS	全アルカリ量(eq. Na_2O)	0.5, 1.5, 2.5
	単位セメント量(kg/m^3)	450	反応性骨材混合割合(C)	0, 50, 100
	スランパ (cm)	12~15	供試体寸法 (cm)	10×10×40, ϕ 10×20
測定項目		長さ変化: 動弾性係数: ひびわれの発生および進展		
		浸漬水		水道水、海水

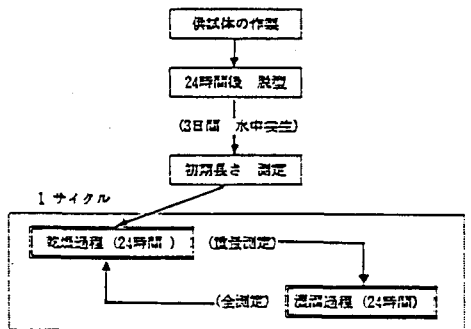


図-1 乾湿繰返し試験方法

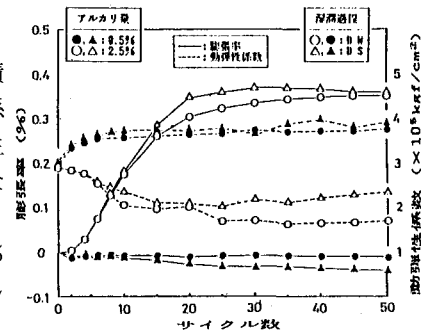


図-2 膨張率と動弾性係数の経時変化

D-Sにおいても全体的な傾向はほぼ同じである。外観上はアルカリ骨材反応によるひびわれが非常に多く発生している。

次に長期試験の結果と乾湿繰返し試験の結果との関係を、図-3、4に示す。長期試験は、10×10×40cmのコンクリート供試体を40℃ R.H. 100%で保存しその挙動について検討したものである。図-4より、膨張率と相対動弾性係数との相関について検討する。ここで、長期試験における相対動弾性係数は材令1ヶ月の動弾性係数を基準として求めている。両試験の結果において、膨張率が大きくなると相対動弾性係数は小さくなり、さらに、膨張率 0.1%と相対動弾性係数0.85で囲まれる領域を考えると、膨張率0.1%以上で相対動弾性係数0.85以下の領域と、膨張率0.1%以下で相対動弾性係数0.85以上の領域とに大別される。従って、長期試験と乾湿繰返し試験の両者において、膨張率が 0.1%以上となり相対動弾性係数が0.85以下に低下したときにアルカリ骨材反応による劣化がかなり進行していると考えられる。

次に、乾燥繰返し劣化指数（D.W.F.）を用いて、劣化の程度の評価を試みる。D.W.F. は次式によって表わされる。

$$D.W.F. = \frac{P_n \cdot N}{M} \times 100$$

ここで、 P_n : N サイクルにおける相対動弾性係数
 N : 相対動弾性係数が0.85に低下した時のサイクル数
 ただし、0.85に達しないものについては最終サイクル数
 M : 試験処理回数（ $M=50$ サイクル）

各供試体のD.W.F. 値を表-2に示す。また、各供試体の最終膨張率とD.W.F. との関係を図-5に示す。

これらより、最終膨張率とD.W.F. との間には、負の相関の高いことが認められる。また、膨張率とひびわれ特性との関係については、膨張率が大きくなればひびわれ本数が多く、ひびわれ幅は大きくなりアルカリ骨材反応による劣化がかなり進行しているとみなされる。従って、D.W.F. が小さいほどコンクリートのアルカリ骨材反応による劣化が進んでいると評価される。

4. まとめ

表-2 各供試体のD.W.F. 値

乾湿繰返し環境下におけるコンクリート供試体の諸物性の挙動は、アルカリ量や湿潤条件によって影響され、その劣化の程度は、ここで提案するD.W.F. で評価できる。

供試体名		P_n	N	M	D.W.F.
T1-0-0.5	D-W	1.01	50	50	101
	D-S	0.99	50	50	99
T1-50-1.5	D-W	0.78	20	50	31
	D-S	0.81	30	50	49
T1-100-0.5	D-W	1.07	50	50	107
	D-S	1.09	50	50	109
T1-100-1.5	D-W	0.85	50	50	85
	D-S	1.03	50	50	103
T1-100-2.5	D-W	0.84	8	50	13
	D-S	0.84	10	50	17

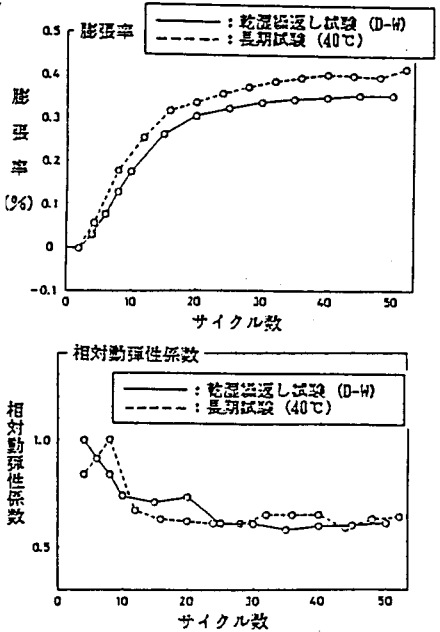


図-3 長期試験と乾湿繰返し試験の関係

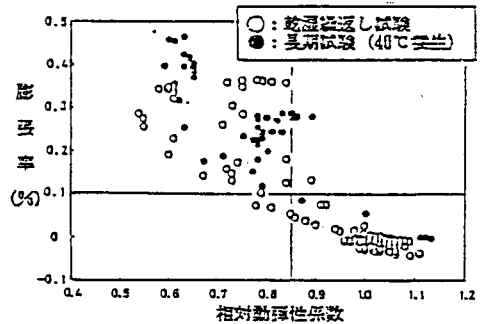


図-4 膨張率と相対動弾性係数の関係

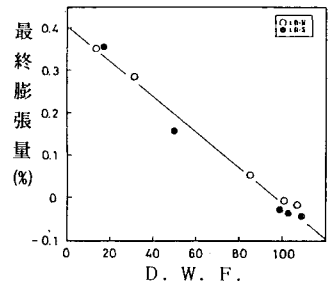


図-5 最終膨張率とD.W.F. の関係