

アルカリ骨材反応によるコンクリートのひびわれ挙動

愛知工業大学工学部 正会員 鈴木 教泰
 愛知工業大学工学部 正会員 森野 奎二
 愛知工業大学工学部 高 建明

1. はじめに

アルカリ骨材反応によって劣化したコンクリート構造物を観察すると、配合・打設時期が同じであっても、ひびわれの入り方が異なる例がしばしばある。この原因として、構造物の形状や向きによって雨水、地下水あるいは海水飛沫などのかかる量が異なり、また、日射時間差による温度や乾燥状態が異なるなど種々の要因を挙げることができる。しかし、いずれの構造物でもコンクリートに供給される水量が多いほどひびわれが多いという共通点がある。また、実験室においてもアルカリ骨材反応を起こす供試体を水中貯蔵すると湿空貯蔵よりもひびわれが入りやすいという特徴がある[1]。本研究では、湿空貯蔵および水中貯蔵したモルタルやコンクリート供試体のひびわれの観察を行った。その結果、湿空貯蔵ではひびわれが入らないような早期に水中貯蔵の供試体にはひびわれが生じた。この事実はアルカリ骨材反応によるひびわれ発生のメカニズムの解明や、反応性骨材の品質判定の簡便化の一助になるのではないかと考えられる。

2. 試験方法

使用材料を一括して表1に示す。試験は3シリーズに分けて行い、各シリーズの試験条件を表2~4に示す。供試体寸法は、モルタルに40×40×160mmを用い、コンクリートには100×100×400mmの角柱形を用いた。アルカリ量は、セメントのアルカリ量Na₂O等価量0.7%に、1級NaOH試薬を用いて、総アルカリ量がNa₂O等価量でセメント重量の1.51%、2.0%（モルタル）または、9.0kg/m³（コンクリート）になるように添加した。モルタルの配合は、

表1 使用材料

使用材料	種 類	記 事
セメント	研究用普通ポルトランドセメント	セメント協会
骨 材	チャートYo	岐阜県産
	チャートSe	愛知県産
	安山岩	香川県産
	洗淨山砂	愛知県産
	川砂	愛知県産
	石灰岩	岐阜県産
添加薬品	NaOH	1級試薬
混和剤	減水剤（標準形、液体）	ナフタリンスルホン酸ホルマリン高縮合物

セメント：骨材=1:2.25（重量）とし、水量をW/C=0.5~0.6とした。ひびわれの観察は、シリーズI, IIIにおいては材令1週, 2週, 4週以後1カ月ごとに行い、同時に膨張量の測定も行った。

表2 シリーズIの試験条件

供 試 体	モルタル (C:S=1:2.25)	
アルカリ量	セメント重量0.7% (4.2kg/m ³) セメント重量1.2% (7.2kg/m ³) セメント重量2.0% (11.9kg/m ³)	
反応性骨材	チャートYo、チャートSe	
非反応性骨材	川 砂	
割 合	6 : 4 (反応：非反応)	
貯蔵条件 (40℃恒温)	湿空中	密閉容器中
	水	供試体の全体または半分を溶液中に浸漬。上半分湿空
	NaCl (3%) NaOH (1%)	

表3 シリーズIIの試験条件

供 試 体	モルタル (C:S=1:2.25)	
アルカリ量	セメント重量2.0% (11.9kg/m ³)	
反応性骨材	チャートYo、安山岩	
非反応性骨材	石灰岩	
割 合	Yo 10 : 0 (反応：非反応) 安山岩 2 : 8 (反応：非反応)	
貯蔵条件 (40℃恒温)	湿空中	密閉容器中
	水	供試体の全体または半分を溶液中に浸漬。上半分湿空
	NaCl (3%) NaOH (1%)	

シリーズIIにおい

ては1、2週ごとにひびわれの観察を行った。

表4 シリーズIIIの試験条件

供 試 体	コンクリート 配合：表-5	モルタル (C:S=1:2.25)
アルカリ量	9.0kg/m ³	セメント重量 1.51% (9.0kg/m ³)
反応性骨材	チャートYo、チャートSe	
非反応性骨材	洗淨山砂	
割 合	6 : 4 (反応：非反応)	
貯蔵条件	湿空中 (40℃恒温)	

表5 シリーズIIIの示方配合表

500 ³ の範囲 (cm)	空気量 の範囲 (%)	水とセメント 比 W/C (%)	細骨材 率 S/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)				
				水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	混和剤 減水剤
4.7~ 10.3	2.2~ 2.6	60	40	180	300	715	1093	1.8

(注) 粗骨材の最大寸法はチャートYoが15mm、チャートSeが25mm

3. 実験結果および考察

(1) モルタルのアルカリ量が異なる場合の膨張量とひびわれの検討

図1は、シリーズIにおいて反応性骨材にチャートY₀を用いたモルタルの材令3カ月と6カ月の膨張量をアルカリ量別、貯蔵条件別に示したものである。この図から明らかなように、アルカリ量が0.7%では、ほとんど膨張がみられず、1.2%のモルタルでは0.2%近い膨張を示すものがあるが、ひびわれはみられなかった。アルカリ量2.0%のモルタルでは、膨張が著しく大きくなりひびわれも発生した。その発見時期とその時の膨張量を表6に示す。

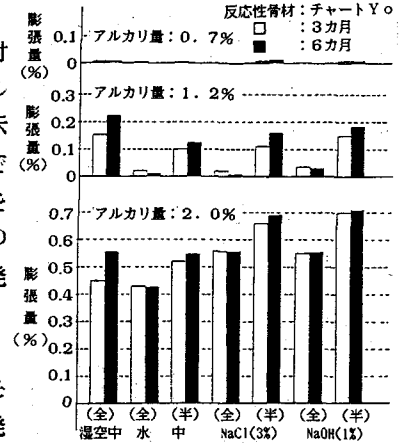


図1 アルカリ量別・貯蔵条件別のモルタル膨張量

(2) 貯蔵条件の相違による検討 (アルカリ量2.0%に対する検討)

a) 湿空中と溶液中との比較 : シリーズIの溶液中貯蔵を行ったモルタルは、モルタルバー法で行っている湿空中よりも、ひびわれの発見時期がチャートY₀で1カ月、チャートSeで3カ月早い(表6)。

b) 溶液の種類による比較 : 3種類の溶液において、ひびわれの発見時期は、1カ月あるいは1~2週単位の観察ではチャート、安山岩のいずれにおいても、溶液別の差はみられなかった。

c) 溶液浸漬状態(全体、半分)による比較 : シリーズI、IIともに全体、半分どちらの浸漬状態でも同じ時期にひびわれがみられた。そのひびわれは、図2のように溶液に浸っているところだけに発生していた。

(3) モルタルとコンクリートのひびわれの検討

表-8は、同じアルカリ量のコンクリートとモルタルを湿空貯蔵したときのひびわれ発見時期とその時の膨張量を示したものである。表では、コンクリートの方がモルタルよりもチャートY₀、Seでそれぞれ1カ月早くひびわれが発見されている。このことから類推すると、コンクリートにおいて溶液貯蔵した場合にも上記のモルタルのひびわれ現象が、当てはまるものと思われる。目下、モルタルと同じ貯蔵条件でコンクリートのひびわれを観察中である。

4. まとめ

① モルタルにおいては、湿空中よりも溶液中貯蔵の方が、早期にひびわれがみられた。

② 溶液中貯蔵のモルタルの初期のひびわれは、上半分を密閉しているときには、溶液の浸っている部分のみにみられた。

③ 湿空貯蔵の高アルカリ量条件下では、コンクリートの方がモルタルより、早くひびわれが発生した。

参考文献

[1] 森野 奎二: モルタルバーの貯蔵方法がアルカリシリカ反応の膨張に及ぼす影響 コンクリート工学年次論文報告集 12-1 1990

表6 シリーズI: 貯蔵条件とひびわれ

貯蔵条件	チャートY ₀		チャートSe	
	ひびわれ 発見時期	膨張量 (%)	ひびわれ 発見時期	膨張量 (%)
湿空 (全体)	3カ月	0.447	6カ月	0.418
水 (全体)	2カ月	0.368	2カ月	0.230
	(半分)	"	"	0.337
NaCl (3%) (全体)	2カ月	0.394	2カ月	0.208
	(半分)	"	"	0.315
NaOH (1%) (全体)	2カ月	0.418	2カ月	0.335
	(半分)	"	"	0.433

表7 シリーズII: 貯蔵条件とひびわれ

貯蔵条件		安山岩	チャートY ₀
		ひびわれの 発見時期	ひびわれの 発見時期
水	(全体)	5 週 (2週)	8 週 (5週)
	(半分)	"	"
NaCl (3%)	(全体)	5 週 (2週)	8 週 (5週)
	(半分)	"	"
NaOH (1%)	(全体)	5 週 (2週)	8 週 (5週)
	(半分)	"	"

(注) 括弧内は前回の観察日。

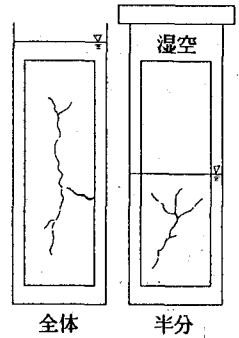


図2 ひびわれの形状

表8 コンクリートとモルタルの比較

反応性骨材の 種類	コンクリート		モルタル	
	ひびわれ 発見時期	膨張量 (%)	ひびわれ 発見時期	膨張量 (%)
チャートY ₀	2カ月	0.117	3カ月	0.383
チャートSe	3カ月	0.094	4カ月	0.425