

V-197

セメントの水和反応とアルカリ・シリカ反応の関係

柳鴻池組 正員 ○金光 真作
同 上 正員 三浦 重義
同 上 正員 川西 順次

1. まえがき

アルカリ・シリカ反応が生起する条件として (1) 十分な水、(2) 限度値以上の水酸化アルカリの濃度、(3) 骨材中における反応性シリカの存在、が挙げられている。しかし、前報における実験結果によると若材令時の養生湿度がアルカリ・シリカ反応を発現させるのに十分でなかった場合は、その後養生湿度を高め、前記 3条件を満たしたにも関わらず、アルカリ・シリカ反応の発現が大幅に抑制された¹⁾。そこで、若材令時の養生湿度を(1) アルカリ・シリカ反応が十分発現する湿度状態、(2) アルカリ・シリカ反応の発現には不十分な湿度状態、および(3) セメントの水和反応がほぼ停止する湿度状態、とそれぞれに設定し、アルカリ・シリカ反応への影響を調べた。その結果 2、3の知見を得たので報告する。

2. 実験方法

2-1 モルタルバーの作製：モルタルバーの作製方法はASTM C 227に従って行った。実験に使用した骨材の性質を表-1に示し、その配合を表-2に示す。アルカリ量の調整は、普通ポルトランドセメントに塩化ナトリウム、または塩化ナトリウムおよび水酸化ナトリウムを添加して行った。

2-2 モルタルバーの養生および測定方法：モルタルバーの養生方法を表-3に示す。モルタルバーの長さ変化の測定方法はASTM C 227に従って行った。

2-3 含水率および強熱減量の測定方法：含水率の測定は、長さ変化測定後のモルタルバーを温度105°Cで48時間乾燥させて行った。強熱減量は、含水率測定後のモルタルバーを0.3mmフルイを全通する粒度に粉碎し、105°Cで24時間乾燥させた後、950°Cで2時間強熱して求めた。

3. 実験結果と考察

3-1 養生方法と膨張の関係：図-1にモルタルバーの養生方法をR・h養生およびC・w養生とした場合の膨張状況を示すとともに、材令6か月においてR・h養生モルタルバーをC・w養生へ養生法を変更した場合を示す。図-1によると、材令6か月における膨張量はC・w養生の場合が0.46%であるのに対し、R・h養生の場合は大幅に小さい0.15%であった。2養生法間にこのような著しい膨張量差が生じたが、C・w養生へ養生法を変更した場合は、膨張量の増加はほとんど見られなかった。

そこで、この原因を明らかにするため、先行養生として材令1日～3か月の若材令の期間、アルカリ・シリカ反応が発現しないR・i養生を行った後、養生法をC・w養生へ変更した。実験結果を図-2に示す。図-2によると、R・i養生を行った期間が長くなるに従って膨張量が減少しており、材令3か月までこの養生を行った場合は、C・w養生への変更による一時的な吸水膨張が見られるのみである。

表-1 骨材の性質

骨材 番号	骨 材	岩 石 名	化学法の結果*		判 定 結 果
			Sc	Rc	
1	反 応 性 骨 材(1)	古銅輝石 安 山 岩	676	195	潜在的 有害骨材
2	反 応 性 骨 材(2)	チャート	58	38	有害骨材
3	非反応性 骨 材	石 英 砂	29	22	無害骨材

*Sc：溶解性シリカ量 (mmol/l)

Rc：アルカリ濃度減少量 (mmol/l)

表-2 モルタルバーの配合

配合 番号	配 合 比		アルカリ量 (%)					骨 材 番 号 (混合率)
	水	セメント	骨材	全体	セメント	NaCl	NaOH	
1	0.45	1	2.25	1.63	0.93	0.12	0.58	1(25%), 3(75%)
2	0.54	1	2.25	1.2	0.86	0.34	—	"
3	0.41	1	2.25	1.2	0.93	0.27	—	"
4	0.50	1	2.25	1.2	0.85	0.12	0.23	"
5	0.50	1	2.25	1.5	0.85	0.12	0.53	2(100%)

表-3 養生方法

記号	養 生 名	養 生 条 件		摘 要
		温 度	湿 度	
R・h	高温養生室 養生	37.8°C	約100%	恒温・恒湿室内のステン製網棚上
R・l	低温養生室 養生	20.0°C	約80%	恒温・恒湿室内のコンクリート製台の上
C・w	高温養生容器 養生	37.8°C	—	ASTM C 227で規定されている構造の貯蔵容器を使用 *
C・d	高温・低湿 養生	"	30% 以下	プラスチック製容器内に塩化カルシウム飽和溶液 を用いて低湿状態とした *

* 養生用の容器はいずれも温度37.8°C、湿度約100%の養生室に設置した。

つぎに、モルタルバーの若材令時におけるセメントの水和反応をも抑制させる目的でC・d養生を材令1日～3か月間行い、その後C・w養生を行った。実験結果を図-3に示す。C・d養生を行ったモルタルバーは図-3に見られるようにC・d養生の期間の長さにかかわらず、養生法の変更に伴って顕著な膨張の発現がみられる。膨張量は材令8か月において0.17～0.21%に達した。前記養生のモルタルバー（材令3か月までC・d養生モルタルバー）の外観を写真-1に示す。この写真によるとモルタルバー表面にはアルカリ・シリカ反応特有の浸出物が見られ、この膨張がアルカリ・シリカ反応によるものであることを示している。

3-2 水分供給状態と含水率、および非蒸発性水分量：C・w、およびR・h養生を行ったモルタルバーの含水率と、強熱減量の測定結果を表-4に示す。この表によると、(1) C・w養生モルタルバーはR・h養生の場合に比べ含水率が1.6～2.3%大きい。(2) 主に非蒸発性水分量を示す強熱減量は、モルタルバーが若材令であるほど大幅な増加が見られ、材令3か月でほぼ収束している。なお、R・h養生モルタルバーは材令3か月以降も強熱減量の増加が見られるが、この増加は炭酸カルシウムの生成によるものと考えられる。

以上の結果から、アルカリ・シリカ反応は十分な水分があり、しかもセメントの水和反応が進行している時期にのみ発現することが分かった。このことから、アルカリ・シリカ反応の大幅な発現はセメントの水和反応に随伴して起こると考えられる。

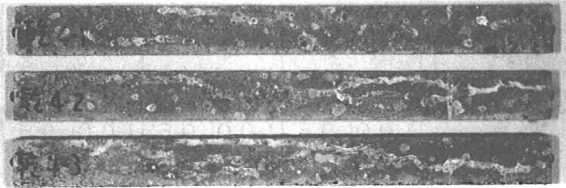


写真-1 材令8か月におけるモルタルバーの外観

表-4 モルタルバーの含水率と強熱減量

配合番号	養生方法	種別	材 令				モルト、骨材の強熱減量
			1日	1か月	3か月	6か月	
4	C・w	含水率	—	—	9.02%	9.04%	モルト 1.0%
		強熱減量	3.44%	5.17%	5.88%	5.87%	
	R・h	含水率	—	7.0%	7.00%	6.67%	骨材 0.25%
		強熱減量	3.44%	5.58%	6.39%	6.50%	
5	C・w	含水率	—	—	9.43%	9.38%	モルト 1.0%
		強熱減量	4.10%	5.14%	5.69%	5.70%	
	R・h	含水率	—	7.7%	7.79%	7.15%	骨材 0.57%
		強熱減量	4.10%	5.63%	6.45%	7.01%	

参考文献

- 1) 金光、三浦、南川、川西；モルタルバー試験の膨張に及ぼす水分供給条件の影響；土木学会関西支部年次学術講演会概要集；1987,4

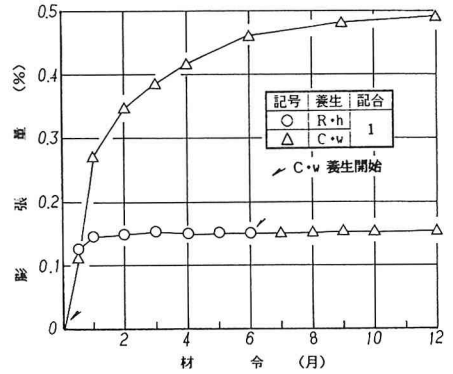


図-1 材令と膨張量の関係

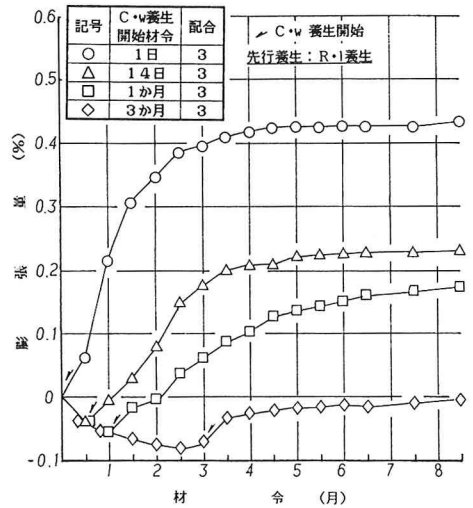


図-2 C・w養生開始材令と膨張量の関係

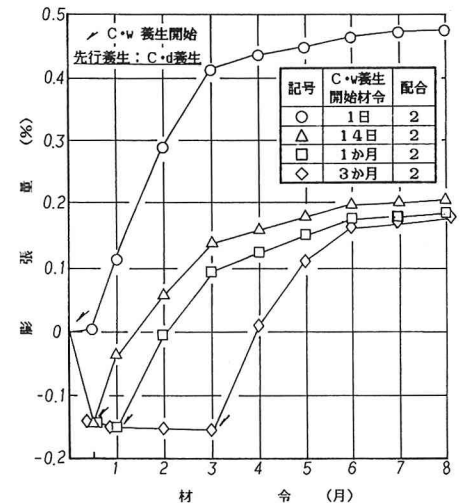


図-3 C・w養生開始材令と膨張量の関係