

国鉄 正会員 山下 裕章
国鉄 正会員 小林 明夫
国鉄 正会員 長田 晴道
国鉄 滝永 進

1. はじめに

反応性骨材を使用したコンクリートの劣化は、複雑に絡み合った多くの要因によって支配されているが、その劣化を抑制する要因及び劣化の程度を示す指標を見いだすことは重要と考えられる。本文では、反応性骨材を使用したモルタル及びコンクリートに関して、いくつかの要因を考慮し、基礎的試験を行なったので報告する。

表-1 試験水準（モルタル）

要因	1/21の 種類	寸法 (mm)	78.97g (NaOH+KOH で調整)	骨材の 投入量 (%)	試験 ASTM C-22	温度 (°C)	環境 NaCl	供試体 No
1. 試験水準			(%)	(%)		38		1-1
2. 温度			1.38			38		1-2
3. 7.74 配合			NaOH+KOH	100		38	0	1-3
			NaCl			38		1-4
4. 環境			0.40±0.05			38		1-5
			0.80			38		1-6
						38		1-7
						90		1-8
5. 反応性 骨材の 投入量	普通	25425	1.38	20	土木学会			1-9
				40				1-10
				60				1-11
				80				1-12
				100				1-13
				20	試験機関			1-14
				40				1-15
				60				1-16
				80				1-17
				100				1-18
				20		38	0	1-19
				40				1-20
				60				1-21
				80				1-22
				100				1-23
				20				1-24
				40				1-25
				60				1-26
				80				1-27
				100				1-28
6. 高圧 セメント の投入量	30		1.38	100				1-29
	40							1-30
	50							1-31
	60							

2. 試験概要

(1) モルタルによる試験（シリーズ1）

- ① 試験水準：試験は表-1に示す31水準で行なった。
- ② 使用材料：反応性骨材として瀬戸内海産骨材（輝石安山岩）、非反応性骨材として東城寺産骨材（砂岩）を使用した。セメントはNa₂O等価量で0.49%の普通ポルトランドセメントを使用した。調整用アルカリとしてNaOH, KOHを使用した。
- ③ 試験方法：ASTM C227（モルタルバー法）に準拠した。骨材は比較的多量の碎石を5mm フリイを通して粒度に粉碎し、粒度別にフリイ分けASTMの粒度分布になるように計量して使用した。計画アルカリ量（Na₂O等価量）とセメントのアルカリ量との差はNaOH, KOHを使用して調整した。NaOHとKOHの使用割合はセメントのNa₂O及びK₂Oに対応した重量割合とした。供試体の数は、1水準3個とした。
- ④ 測定項目：(a) 膨張量, (b) 重量, (c) 外観

(2) コンクリートによる試験（シリーズ2）

- ① 試験水準：試験は表-2に示す20水準で行なった。
- ② 使用材料：反応性骨材及び非反応性細骨材はシリーズ1と同じものを使用した。非反応性粗骨材は八王子産骨材（硬質砂岩）を使用した。アルカリ量の調整試薬はシリーズ1と同じである。
- ③ 試験方法：粗骨材は気乾状態、細骨材は表乾状態近傍のものを使用し、練混水に溶解させたNaOH, KOHで計画アルカリ量に調整した。供試体は10×10×40cmの角柱で、1水準3個とした。コンクリートの配合は、呼び強度240kg/cm²、スランブ12±1cm、空気量4±1%等を考慮し、単位セメント量350 kg/m³、水セメント比55%、細骨材率47%とした。
- ④ 測定項目：(a) 膨張量, (b) 重量, (c) 外観, (d) 相対動弾性係数, (e) 超音波伝播速度

表-2 試験水準（コンクリート）

要因	1/21の 種類	寸法 (cm)	78.97g (NaOH+KOH で調整)	反応性骨材の投入量 細骨材 粗骨材	環境 NaCl	供試体 No
1. 試験水準			2.00(%)	(%)	(%)	2-1
2. 温度			1.38			2-2
3. 7.74 配合			1.10			2-3
			0.80			2-4
			0.60			2-5
			2.00			2-6
4. 環境			NaOH+KOH		0	2-7
			NaCl			2-8
5. 反応性 骨材の 投入量	普通	10810		20		2-9
				40		2-10
				60		2-11
				80		2-12
				100		2-13
				20	試験機関	2-14
				40		2-15
				60		2-16
				80		2-17
				100		2-18
6. 高圧 セメント の投入量	30		1.38	100		2-19
	40					2-20
	50					
	60					

温度：38°C

湿度：100%

3. 試験結果

(1) アルカリ量と膨張量

図-1は、アルカリ量と膨張率との関係を示したものである。これより、高アルカリのものほど、膨張率が大きい。Na₂O等価量で0.6%の場合ではほとんど膨張せず、アルカリ量と膨張量が密接に関係していることが認められる。また、コンクリートの場合では、モルタルの場合と同様に高アルカリのものほど膨張率が大きい。その値はモルタルの場合に比べて小さくなるようである。

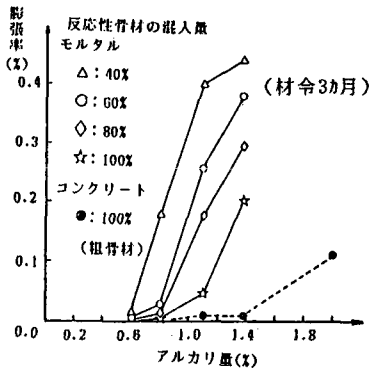


図-1 アルカリ量と膨張率との関係

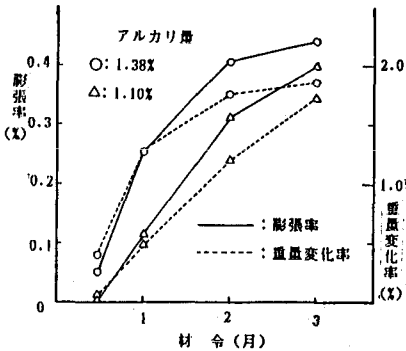


図-2 重量変化率と膨張率との関係

図-2は、重量変化率と膨張率との関係を示したものである。膨張は水分の吸収により生じると言われているが、この図より重量変化率が大きくなるにともない膨張率も増加している。

(2) 高炉スラグの混入量と膨張量

図-3は、高炉スラグの混入量と膨張率との関係を示したものである（モルタルの場合）。これより、高炉スラグの混入量が多いほど膨張率が小さくなる傾向にあり、高炉スラグの膨張抑制効果が認められる。コンクリートの場合は、アルカリ量が1.38%では膨張がほとんど認められていない（材令3ヶ月）。

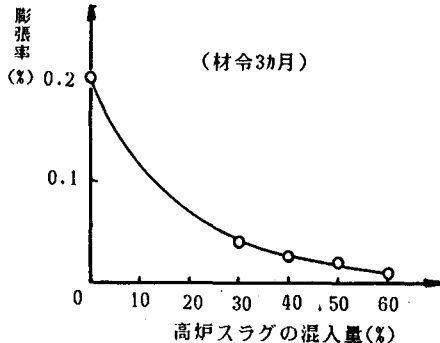


図-3 高炉スラグの混入量と膨張率との関係

(3) 環境条件による膨張量の変化

モルタルの場合、飽和NaClに浸漬した供試体はセメント中のアルカリ量にあまり関係がなく膨張を示した。コンクリートの場合は、モルタルの場合と異なり、外部からアルカリの供給がある場合でも、アルカリ量の少ないコンクリートでは膨張が認められず、アルカリ量の多いコンクリートでは、材令の経過とともに膨張率は増大し、材令3ヶ月では0.5%の膨張率を示した。

(4) その他

コンクリートの場合、細骨材と粗骨材の両方に反応性骨材を使用した場合と、粗骨材だけに反応性骨材を使用した場合の膨張率は、材令3ヶ月で0.09-0.11%を示すが、細骨材にのみ反応性骨材を使用した場合には0.41%と大きな膨張を示した。

コンクリート供試体の膨張と相対動弾性係数、超音波伝播速度の関係を示したのが図-4である。これより、相対動弾性係数、超音波伝播速度と膨張率とは関連性が認められる。

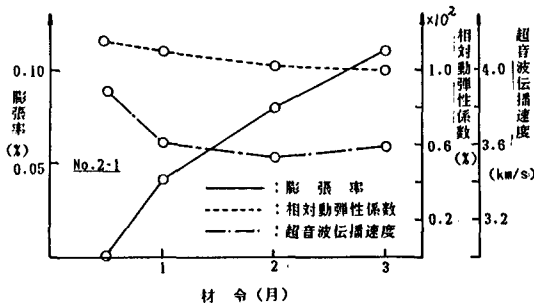


図-4 相対動弾性係数、超音波伝播速度と膨張率との関係

4. おわりに

反応性骨材を使用したコンクリートの劣化の程度を知ることは、実構造物の補修・補強を行なっていく上で重要と考えられる。今後、劣化の程度を示す指標が何がよいかを研究していく必要がある。