

V-313

アルカリ骨材反応促進判定法に関する検討

電力中央研究所 正会員 ○ 中野毅弘
電力中央研究所 正会員 奥田 徹
電力中央研究所 正会員 金津 努

1. まえがき

コンクリート構造物のアルカリ骨材反応(以下AARと略記)によると判断されるひびわれ現象が一昨年来表面化してコンクリートの耐久性が問題となり、骨材のアルカリに対する潜在反応性を早期に判定する短期検査法や選択が重要な課題となっている。そこで当所では、電力施設構造物のAARに対する長期健全性を確保するためコンクリートによる骨材の促進判定手法を確立することを目的に、Shuらが提唱している促進判定法について実験的検討を行った。本報告は、6種類の骨材資料を用いて行った促進判定結果とASTM規準による判定結果を比較しその適用性を検討したものである。

2. 実験概要

2.1 判定試験; 骨材のAAR判定試験を促進判定試験法とASTM規準による判定試験法で実施した。

(1) 促進判定試験; 試験はモルタル供試体(寸法: ASTM C227寸法および $1 \times 1 \times 8$ cm, 配合: セメント骨材比10:1, W/C: 0.3, 骨材寸法: 0.15~0.6mm)を20℃の恒温槽で成型し約1日養生後、時間当り20℃の速さで95℃迄昇温し、4時間蒸気養生後、更に10%(PH: 14.175)のKOH溶液中に浸し時間当り60℃の速さで150℃まで昇温し、6時間オートクレーブ養生を行った後膨張量を測定する試験を実施した。

(2) ASTM規準による判定試験; ASTM規準である岩石学的試験(ASTM C295)、化学法試験(ASTM C289)およびモルタルバー法試験(ASTM C22)による判定試験を実施した。

2.2 骨材試料; 試験に用いた骨材試料は、ACI 201委員会の指針で検討された有害反応性岩石、鉱物および人工鉱物を参考に、また、十分な量を長期間にわたって供給できることの可否を配慮し、カルセドニー(玉髓)、チャート、火成岩、輝石安山岩、砂岩および石英閃緑岩の6種類とした。

3. 実験結果の検討

3.1 ASTM規準による判定試験; 岩石学的試験(ASTM C295)による判定試験結果を表1に示す。骨材のカルセドニー(玉髓)、チャート、火成岩、および輝石安山岩は、岩石学的には反応を起こす可能性があるとされている鉱物、岩石でクリストバライト、トリデマイト等を含む。また

表1 岩石学的試験結果(ASTM C295)

試料番号	試料名	ASTM C295 鉱物成分
1	カルセドニー	反応すると言われカルセドニーからなる単一鉱物。
2	チャート	反応する可能性があるとされる微粒と石英から成る単一岩石。(放散石化石含)
3	火成岩	アルカリ骨材反応を起こす可能性のある両輝石安山岩で少量のクリストバライト、また30%程度火山ガラスを含む。
4	輝石安山岩	X線分析ではクリストバライトの弱い回折が認められた。また重液分離後の試料のX線分析では、クリストバライト、モンモリナイトのピークが確認された。
5	砂岩	新鮮な砂岩。反応を起こす可能性鉱物無し。
6	石英閃緑岩	単一鉱物、反応を起こす可能性無し。

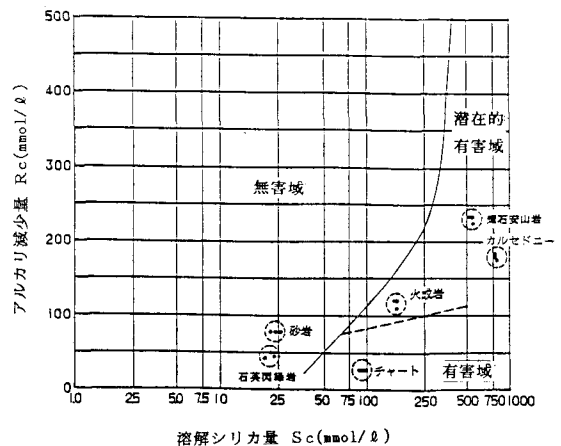


図1 化学法試験結果(ASTM C289)

化学法(ASTM C289)による判定試験結果を図1に示す。これらの骨材はシリカ濃度(Sc)、アルカリ濃度濃度の減少値(Rc)から反応を起こす可能性が有るものと判断された。しかし、試料中の砂岩および石英閃緑岩はいずれの試験法でも反応を起こす可能性がないものと判断された。なおモルタルバー法(ASTM C227)によると、本試験では「岩石学的」および「化学法」試験で有害な反応を起す可能性があるかと判断された骨材試料の膨張量は、いずれもモルタルバーの判定規準(3ヶ月:0.05%, 6ヶ月:0.10%)以下で無害と判断された骨材試料と同程度であった。

3.2 促進判定法による判定試験

表2 促進判定法試験結果

(1) 促進試験による膨張性状; 促進判定試験法による骨材試料の膨張性状を表2に示す。「セメント骨材比10:1, W/C:0.30」とした実験条件によると、ASTM規準の岩石学および化学法による試験で、「有害な反応を起す可能性がある」と判断された骨材試料は膨張量が大きく、反応性および非反応性骨材を定性的に区別することが十分可能であった。また、促進試験後の膨張量は同一促進試験条件では、供試体寸法が大きい程小さくなる傾向にあり寸法依存性の有ることが確認された。

(2) X線回折(XRD)による水和生成物の同定; X線回折によって硬化体の水和生成物の同定を行った結果を図2に示す。同定結果によると硬化体中にはまだかなりの未水和生成物が存在することが確認されたが、これは「セメント/骨材=10」に対する蒸気養生時間が短かったこと等が主たる要因ではないかと考えられ、今後養生時間に対する検討が必要である。

(3) 試験日数と判定精度; 供試体の作成から蒸気養生およびオートクレーブ養生と一連の判定試験サイクルに要する試験日数は約4日程度を要する。また、測定精度は21本の試験体によると変動係数および分散はそれぞれ11.9%および 1.76×10^{-4} で比較的精度良く測定できることが判った。

4. まとめ

アルカリ骨材反応のコンクリートによる早期判定手法の確立を目的として、モルタルによる促進判定法について2、3の予備的検討を実施した。配合条件が「セメント骨材比10:1, W/C:0.30」の場合、かなりの未水和生成物が硬化体中に存在するものの、その膨張性状から定性的には骨材を反応性、非反応性骨材に区別することが可能であることが明らかとなった。、Shuらが提唱しているようにオートクレーブによるAAR早期判定法は有望な試験法であると判断される。

参考文献

- 1) Tang Ming-Shu, Han Su-fen "A Rapid Method for Identification of Alkali Reactivity of Aggregate" Cement and Concrete Research Vol 13 PP417~422 1983
- 2) 中野: オートクレーブ促進試験法によるアルカリ骨材反応の早期判定に関する検討

試料番号	試料名	促進判定法(1)		促進判定法(2)		判定
		蒸気養生	A C養生	蒸気養生	A C養生	
1	カルセドニー	0.040	0.0081	0.083	0.220	×
2	チャート	0.027	0.081	0.036	0.156	×
3	火成岩	0.021	0.062	0.031	0.105	×
4	輝石安山岩	—	—	0.275	0.1333	×
5	砂岩	0.022	0.054	0.016	0.065	○
6	石英閃緑岩	0.017	0.050	0.033	0.074	○

促進試験(1) セメント:骨材=10:1, 2.54×2.54×25.4cm (1×1×10in)

促進試験(2) セメント:骨材=10:1, 1×1×4cm

試料	セメント (アルカリ)	生 物 成 物							
		石英	長石	方解石	クリストバライト	水酸化アルミナ	水酸化カルシウム	シリカ	トパーズ
OPC	0.53%	+	++	++	+	+++	++++	+	+
	0.65%	+	++	+++	+	+++	++++	+	+
	0.80%	+	++	+++	+	+++	++++	+	+
PC	0.38%	++	++	++	+	+++	++++	+	+
	(B) 0.46%	++	++	++	+	+++	++++	+	+
	0.60%	++	++	+++	+	+++	++++	+	+
KC	0.59%	++	++	++	+	+++	++++	++	++
	(B) 0.80%	+	++	++	+	+++	++++	++	++
	1.20%	+	++	++	+	+++	++++	++	++
OPC	0.53%	+++	++	++		+++	++++	+	+
	0.65%	+++	++	++		+++	++++	+	+
	0.80%	+++	++	+++		+++	++++	+	+
PC	0.38%	+++	++	++		+++	++++	+	+
	(B) 0.46%	+++	++	++		+++	++++	+	+
	0.60%	+++	++	+++		+++	++++	+	+
KC	0.59%	++	++	++		+++	++++	++	++
	(B) 0.80%	+++	++	++		+++	++++	++	++
	1.20%	+++	++	++		+++	++++	++	++

注) 2θ=30°付近のハローはKCがもっとも大きく、次いでPC, OPCの順になる。

測定機器: 原子力電機(株) 回折計-フレックス

測定条件: Target Cu/Voltage 40kV

Time Constant 0.5sec/Scanning Speed 4°/min

Chart Speed 4cm/min/0.5lit 0.5°/0.5lit 0.15mm

図2 X線回折の水和生成物の同定