

V-90

海水および人工海水を用いたAAR試験に関する一考察

東北電力 ㈱ 電力技術研究所 正員 斎藤 武

1. はじめに

アルカリ骨材反応に関する一般的な試験法の1つにモルタルバー法がある。しかし、同法は判定までに比較的長期間を要する等の短所を有することから、簡便でかつ早期判定が可能な、しかも確度の高い試験法の開発が望まれている。

本実験は、その一環として海水および人工海水で練り混ぜたケースと、NaOH添加により $R_2O = 1.2\%$ に調整したケースとのモルタルバーによる伸び率比較を実施し、本方法についての検討を行なったものである。

2. 実験方法

使用したセメントはいずれも普通ポルトランドセメントであり、表-1にアルカリ含有量を示す。骨材は表-2に示す6種類を用い、ジョークラッシャーで粉砕後粒度調整を行なった。配合は、 $C : S : W = 1 : 2.25 : 0.47 \sim 0.48$ とした。

また、供試体の作成、養生および測定方法はASTM C-227に準拠して行なった。各ケースにおける骨材とセメントの組み合わせを表-3に示す。

各ケースともセメントとして低アルカリ型を使用したが生、6種類の骨材のうち反応性を有するG1およびG2と、海水ならびに人工海水の組み合わせには、比較的 R_2O の高いセメントも比較用に使用した。

表-4は練り混ぜ水として用いた海水および人工海水の主成分分析結果である。

また、骨材G1を用いてのコンクリートバー（ $10 \times 10 \times 30 \text{ cm}$ 、 $C : G + S : W = 1 : 2.25 : 0.5$ 、 $s/a = 50\%$ ）による $R_2O = 1.2\%$ と海水練りとの伸び率比較も実施した。両者ともセメントとして、表-1に示すC1を使用した。

3. 実験結果

各ケースの伸び率の経時変化を骨材別に図-1に示す。この中で、反応性を有するG1およびG2を骨材として用いたケースは、すべて材令8週の時点で0.10%を超過する膨張を示した。特にG1を骨材として用いた海水練りの2ケースは、実験開始直後から急激な膨張を示し、材令4週において0.3%前後の伸び率に達した。また、G1を人工海水で練り混ぜた場合でも、 $R_2O = 1.2\%$ における伸び率と同等以上の値を示した。

骨材G2における海水練りの2ケースのうち、高アルカリセメントを用いたケースは材令8週で、また低アルカリ型を用いたケースは16週で $R_2O = 1.2\%$ の場合の伸び率を上回った。両ケースとも材令4週以降の膨張が著しく、しかも持続性がみられる。人工海水と低アルカリ型の組み合わせにおける伸び率は、 $R_2O = 1.2\%$ の場合と比較して下回っているものの、判定に差異は生じていない。

表-1 使用セメントのアルカリ含有量 (%)

セメント	Na ₂ O	K ₂ O	R ₂ O
C 1	0.12	0.49	0.44
C 2	0.12	0.51	0.46
C 3	0.12	0.58	0.50
C 4	0.29	0.54	0.65
C 5	0.49	0.42	0.77

表-2 使用骨材の特性

骨材	岩石名	ASTM C-289 (m mol/l)		
		Sc	Rc	判定
G 1	普通輝石含有紫蘇輝石かんらん石安山岩	920	206	潜在的有害
G 2	両輝石安山岩	537	36	有害
G 3	流紋岩質凝灰岩	112	79	有害
G 4	黒雲母花崗閃緑岩	33	63	無害
G 5	かんらん石普通輝石含有紫蘇輝石安山岩	856	208	潜在的有害
G 6	紫蘇輝石含有普通輝石粗粒玄武岩	8	172	無害

表-3 骨材とセメントとの組み合わせ

骨材	$R_2O = 1.2\%$	海水練り	人工海水練り
G 1	C 1	C 1・C 5	C 2・C 4
G 2	C 1	C 3・C 5	C 2・C 4
G 3	C 1	C 3	C 2
G 4	C 1	C 1	C 2
G 5	C 1	C 1	C 2
G 6	C 1	C 3	C 2

表-4 海水・人工海水の主成分

項目	単位	海水	人工海水
pH	—	8.1	8.4
電気伝導率	$\mu\text{S}/\text{cm}$	51.2	52.5
Na	mg/l	10,800	11,900
K	mg/l	399	436
Ca	mg/l	377	319
Mg	mg/l	1,290	1,230
Str	mg/l	8.46	14.9
Cl	mg/l	19,200	20,000
SO ₄	mg/l	2,600	2,100
Br	mg/l	64.7	78.6
BO ₃	mg/l	21.7	54.4
SiO ₂	mg/l	2.46	1.87

一方、 $R_2O = 1.2\%$ のケースにおいて限界値内の伸び率にとどまった骨材は、海水ならびに人工海水で練り混ぜた場合でもほぼ同様の値を示す。たとえG3およびG5の如くASTM C-289にて有害あるいは潜在的有害と判定されても、 $R_2O = 1.2\%$ のケースにおける伸び率が限界値を下回る骨材は、海水練りおよび人工海水練りの場合にも同程度の伸び率を示すため、相違する判定結果は得られない。

図-2はG1を骨材として用いたコンクリートバーの伸び率の経時変化であるが、図-1と同様海水練りの場合に、より大きい値を示す。練り混ぜ水として海水および人工海水を用いたことによるベースセメントの R_2O の変化を表-5に示すが、低アルカリ型を用いた場合はいずれも R_2O が 1.2% 前後となる。しかし、反応性骨材の場合、 $R_2O = 1.2\%$ のケースと異なる伸び率変化を示す原因の1つとして練り混ぜ水中のNaおよびK以外の成分の影響も考えられるが、詳細は明らかでない。なお、写真-1は、骨材としてG1を用いた3ケースの材令12週における供試体の外観である。

4. まとめ

本実験により得られた結果は次のとおりである。

(1) 海水練りのケースにおいて反応性骨材を使用した場合、

$R_2O = 1.2\%$ のケースと同等以上の膨張を示し、骨材によっては急激な伸び率増加を示すこともある。一方、非反応性骨材の場合は $R_2O = 1.2\%$ のケースとほぼ同様の値を示す。

(2) 人工海水練りのケースにおいて、反応性骨材と低アルカリ型セメントの組み合わせの場合 $R_2O = 1.2\%$ のケースよりも小さい伸び率を示すこともあるが、判定に差異は生じない。

これらのことから、骨材品質判定的確性が確保できるとともに、両者とも使用するセメントの R_2O を事前に把握する作業が不要になることおよび測定期間の短縮が期待できる。

なお、本法の妥当性を検証すべく本実験の継続ならびに追加実験等を検討中である。

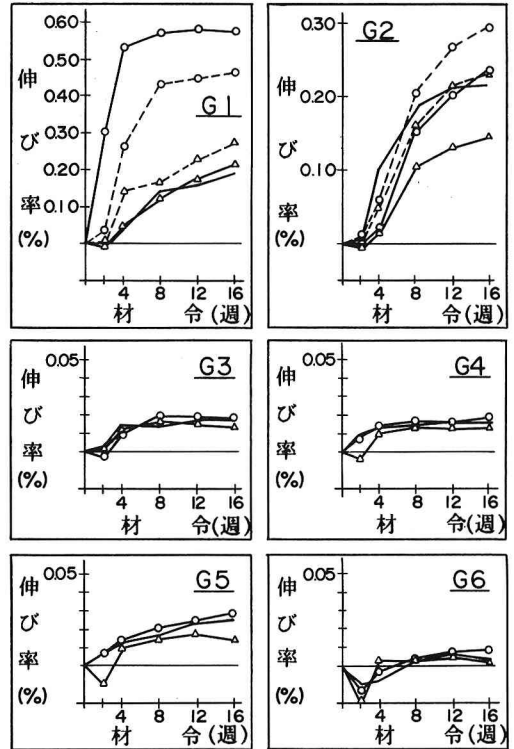


図-1 各骨材の伸び率の経時変化

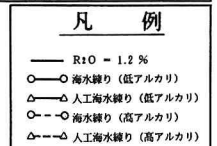


表-5 セメントの R_2O の変化 (%)

		添加前	海水練り	人工海水練り
C1	Na ₂ O	0.12	0.81	—
	K ₂ O	0.49	0.51	—
	R ₂ O	0.44	1.15	—
C2	Na ₂ O	0.12	—	0.87
	K ₂ O	0.51	—	0.54
	R ₂ O	0.46	—	1.23
C3	Na ₂ O	0.12	0.81	—
	K ₂ O	0.58	0.60	—
	R ₂ O	0.50	1.21	—
C4	Na ₂ O	0.29	—	1.04
	K ₂ O	0.54	—	0.57
	R ₂ O	0.65	—	1.42
C5	Na ₂ O	0.49	1.18	—
	K ₂ O	0.42	0.44	—
	R ₂ O	0.77	1.47	—

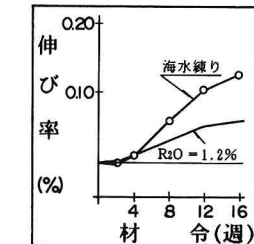


図-2 コンクリートバーの伸び率の経時変化

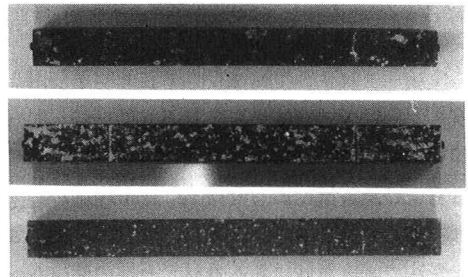


写真-1 材令12週における供試体（骨材G1）
上から $R_2O = 1.2\%$ 、海水練り、人工海水練り

<参考文献>

- 斎藤、氏家：モルタルバー法における低アルカリ型セメント使用の有効性について：土木学会東北支部1988.3 PP456～457
- 斎藤、氏家、古屋：練り混ぜ水として海水を使用したアルカリ骨材反応試験について：第10回コンクリート工学年次講演会（投稿中）