

V-204

アルカリ骨材反応に及ぼす混和材料と
アルカリ化合物の影響

近畿コンクリート工業㈱，正員 姫野元治，関西電力㈱，正員 本郷忠夫

1. ま え が き

アルカリ骨材反応のうち、国内で問題となっているアルカリ・シリカ反応についてコンクリート用混和材料とアルカリ化合物が反応に与える影響を把握するため、ASTM C 227モルタルバー法の膨張量をパラメーターとして実験を行ったものである。

2. 実 験 概 要

(1) 使用 材 料

a. セメントは普通ポルトランドセメントを用い、そのアルカリ量は $R_2O=0.7\sim0.77\%$ であり必要に応じて $NaOH$ を添加し、調整した。

b. 骨材は表-1のとおり、反応性骨材として最近、近畿一円で被害が報告されている古銅輝石安山岩を使用し、非反応性骨材として実績のある硬砂岩を使用した。

c. コンクリート混和材として表-2のとおり、アルカリ骨材反応の抑制効果のあるフライアッシュ、高炉スラグ微粉末をそれぞれセメントの置換率を変化させ使用した。

d. コンクリート混和剤として一般的に使用されているもののなかから表-3のとおり7種を選定しそれぞれメーカーの標準使用量を添加した。

e. アルカリ化合物はコンクリート混和剤や環境等から供給されるもののなかから、ナトリウム化合物5種（ $NaOH$ ， $NaCl$ ， $NaNO_2$ ， Na_2SO_4 ， Na_2CO_3 ），カリウム化合物2種（ KOH ， KCl ）を選定しそれぞれセメントのアルカリ量に換算して1.0%分過剰となるように添加した。

表-1 使用骨材の特性

岩石名	化学法 (ASTM C 289)		有 害 鉱 物 (ASTM C 295)
	Sc/Rc	判 定	
古銅輝石 安山岩	539/198	潜在的 有 害	クリストバライト トリジマイト、火山ガラス
硬砂岩	1/125	無 害	な し

表-2 使用混和材の特性

種別・銘柄	比 重	比表面積 (cm^2/g)	Na_2O (%)	K_2O (%)	R_2O ※ (%)	置 換 率 (%)
フライアッシュ (電産開発・高砂火力製)	2.24	3780	0.28	0.13	0.37	5~30
高炉スラグ粉 (新日鉄・名古屋工場製)	3.28	4980	0.17	0.36	0.41	20~70

※ $R_2O : Na_2O + 0.658 \times K_2O$ (%) (JIS R 5202-1981)

表-3 使用混和剤の特性

分 類	成 分 系	化 学 成 分 (%)					使用量 (%)
		Na^+	K^+	Cl^-	OH^-	R_2O	
A E 剤	ヴィンソルレジン系	1.71	0.001	0.15	1.06	2.80	0.04
A E 減水遅延剤	カルボン酸系	2.32	0.035	0.068	<0.10	3.16	0.25
A E 減水剤	リグニン系 (A)	0.16	0.065	10.1	<0.10	0.27	0.25
A E 減水剤	リグニン系 (B)	0.15	0.056	0.22	0.31	0.24	0.25
A E 減水剤	リグニン系 (C)	5.88	0.036	7.90	<0.10	7.96	0.4
高性能減水剤	メラミン系	2.26	0.002	0.093	<0.10	3.05	*10cc
高性能減水剤	ナフタリン系	3.60	0.002	0.21	<0.10	4.85	0.5

R₂O : Na_2O 当量 ($Na_2O + 0.658K_2O$)

使用量 : セメント重量に対する百分率で標準使用量とした。

但し * はセメント1kgに対し10ccの割合とした。

(2) 実験方法と結果

a. (実験A) …… 混和材が反応に与える影響試験

反応性骨材の混合率を別途に行った本骨材のベシマム量試験結果から40%とし、骨材塩分量はNaClを0%, 0.1%, 0.3%と変化した試験結果では図-1のとおり、本試験に用いた混和材はいずれの場合でも置換率の増加とともにほぼ膨張が抑制され、フライアッシュでは20%以上、高炉スラグ微粉末では40%の置換率であれば十分な膨張抑制効果(材令18ヶ月, 膨張率0.05%以下)が認められる。

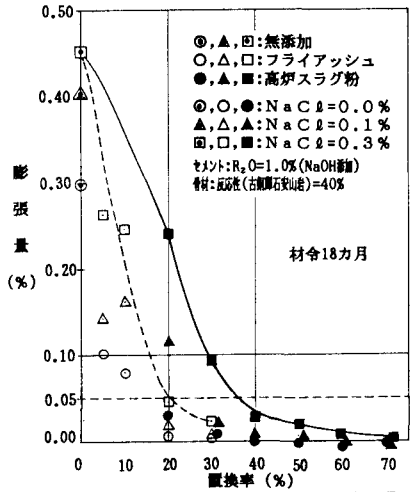


図-1 混和材置換率とモルタルバーの膨張量

b. (実験B) …… 混和剤が反応に与える影響試験

試験の結果は図-2のとおり、混和剤の性能や含有元素による相関は不明であるが、いずれの混和剤もその使用により、抑制効果が認められるが、材令18ヶ月を超えると漸増傾向がうかがわれる。なお、レジ系、カルボン酸系の抑制効果が大きい。別途に行った反応性骨材混合率を実験Aのように40%とし塩分添加量を骨材重量の0.3%まで混入添加すると材令18ヶ月値で、実験Bの約4倍の膨張量を示しているの、反応性骨材の混合率や塩分含有量の影響度が膨張量を左右することは確実である。

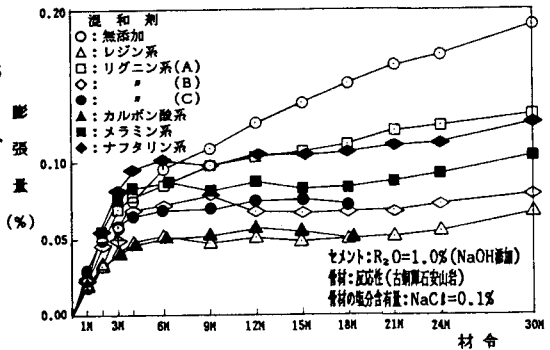


図-2 各種混和剤の影響

c. (実験C) …… アルカリ化合物が反応に与える影響試験

試験の結果は図-3のとおり、アルカリ化合物の影響は、ナトリウム化合物が、カリウム化合物より大きく現われ、 Cl^- と OH^- では Cl^- 化合物の方が膨張量は大きい。また、 NaNO_2 とNaClは他のアルカリ化合物に比し異常に大きな膨張量を示していることに注目したい。いずれにしてもアルカリ化合物が膨張量に与える影響はさまざまであると考えられ、今後の研究に待つところ大である。

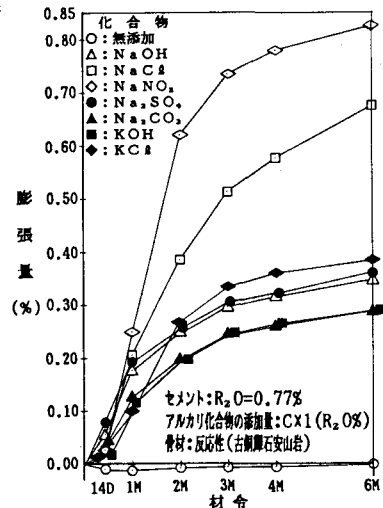


図-3 アルカリ化合物の影響

3. ま と め

以上の実験をまとめると、つぎのとおりと思われる。

- (1) アルカリ・シリカ反応は塩分含有量に左右される。
- (2) 通常使用されているポゾラン材の内、フライアッシュや高炉スラグ微粉末は、アルカリ・シリカ反応を抑制する効果がある。
- (3) 通常使用されている混和剤(無塩化タイプ)は、アルカリ・シリカ反応を助長することではなく、むしろ抑制効果がある。
- (4) アルカリ化合物ではNaClや NaNO_2 がアルカリ・シリカ反応に与える影響(膨張量)が極めて大きい。

謝辞、本研究の実施にあたりご指導戴いた岡田清京都大学名誉教授に厚く御礼申し上げます。

参考文献、(1)K.Okada, T.Agawa, M.Adachi, K.Takahashi, ALKALI-AGGREGATE REACTION: A STUDY ON CAUSATIVE FACTORS, 7th International Conference on Alkali-Aggregate Reaction