

アルミナ系改質材による高性能軽量骨材のアルカリ反応性抑制効果

（財）鉄道総合技術研究所 正会員 ○玉井 譲 正会員 佐々木孝彦 正会員 鶴田孝司
前田建設工業株式会社 正会員 舟橋政司 正会員 笹倉伸晃

1. はじめに

近年、軽量骨材を用いたコンクリート構造物において ASR による劣化事例が報告されている^{1), 2)}。このような ASR 抑制対策として、アルミナ系の改質材を高性能軽量骨材の製造時に骨材表面に付着させることにより、骨材からのシリカの溶出を減少させる手法を考案した。本研究では、この手法で製造した高性能軽量骨材について、骨材の成分分析を行い、改質材の表面への付着状況を確認した。また、この高性能軽量骨材について、化学法による試験を実施し、骨材表面のアルカリに対する改質効果を確認した。

2. 実験概要

今回考案した ASR 抑制手法は、骨材表層部からのシリカの溶出を減少させることを目的として、アルミナ系の改質材を骨材焼成時に骨材表層に付着させる方法である。焼成後の骨材表層部に改質材が付着していることを確認するため、高性能軽量骨材の表層部（粗骨材を摺り合わせて採取した試料）および内部（粗骨材を破碎し採取した試料）と改質材の加熱前および加熱後について X 線回折および蛍光 X 線分析を実施した。表 1 に分析に用いた試料を示す。なお、骨材表面の改質効果が ASR 特性に与える影響を検討するため、細骨材を化学法における規定の粒度（ $300\mu\text{m}\sim 150\mu\text{m}$ ）に篩い分けた試料を改質材が表面に付着している試料とし、粗骨材を粉碎して粒度調整した試料を改質材が付着していない試料とした 2 種類について行った。骨材の ASR 確認試験として、化学法は JIS A 1145「骨材のアルカリシリカ反応性試験（化学法）」に準じ、アルカリに対する反応特性については、JSCE-C511-2001「コンクリート用骨材のアルカリシリカ反応性評価試験方法（改良化学法）（案）」に準じて行った。

表 1 分析用試料

試料種別	試料部位・状態
高性能軽量骨材	骨材内部
	骨材表層部
改質材	加熱（ 1100°C 、3 時間）

3. 実験結果および考察

3.1 粉末 X 線回折結果

1100°C で 3 時間加熱した改質材の X 線回折結果を図 1 に示す。改質材の主成分は Al_2O_3 であり、一部高温型クリストバライト（ SiO_2 ）が生成している。この酸化アルミニウムが焼成工程時に骨材表面に吹き付けられていると考えられる。

また、高性能軽量骨材内部、表層部および改質材の蛍光 X 線分析による化学分析結果を表 2 に示す。高性能軽量骨材の内部は主に SiO_2 であり、改質材そのものは主に Al_2O_3 である。一方、篩分けにより得られた高性能軽量骨材表層部の分析結果では、 SiO_2 および Al_2O_3 の含有率については、改質材および高性能軽量骨材内部の中間の値を示している。このことにより、添加された改質材が高性能軽量骨材表層部に粉体状で薄くコーティングされた状態になっていると推定される。この表面に付着している改質材は安定な Al_2O_3 であるために、アルカリに対して軽量骨材内部のシリカの溶出を妨げている役割を果たしていると考えられる。

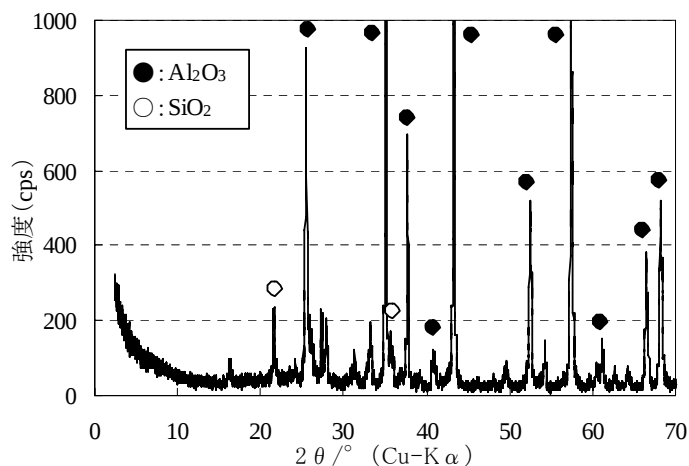


図 1 改質材の X 線回折結果

キーワード：高性能軽量骨材、アルカリ骨材反応、アルミナ系改質材、化学法

連絡先：〒185-0034 東京都国分寺市光町 2 丁目 8-38 TEL：042-573-7338 FAX：042-573-7358

表2 蛍光 X 線分析結果

	成分含有率 (%)										
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	Cl
高性能軽量骨材 内部	66.38	16.74	2.57	6.58	1.08	0.15	3.35	0.48	0.09	0.09	0.01
高性能軽量骨材 表層部	45.80	36.24	4.98	6.43	0.83	0.26	1.85	1.55	0.18	0.08	0.04
改質材 (1100℃加熱)	16.63	70.44	5.28	2.72	0.20	0.26	0.31	3.45	0.35	0	0

3.2 改良化学法試験結果

化学法試験結果一覧および溶解シリカ量とアルカリ濃度減少量の関係を図2に示す。

いずれの人工軽量骨材も溶解シリカ量がアルカリ濃度減少量を上回っており、通常骨材に対する基準で「無害でない」領域に位置する。しかし、3種類の骨材の内部試料による結果を比較すると、高性能軽量骨材が溶解シリカ量およびアルカリ反応量ともに最も小さい値となった。また、軽量骨材AおよびBでは、粒度調整した細骨材と粗骨材を粉砕した試料による溶解シリカ量の減少量の差はほとんど認められない。しかし、高性能軽量骨材では、コーティングされている細骨材の方が溶解シリカ量は減少しており、改質材によるシリカの溶出抑制を確認できた。

一方、アルカリに対する高性能軽量骨材の溶解シリカ量およびアルカリ濃度減少量と処理時間の関係を図3に示す。細骨材の方が粗骨材を粉砕したものよりも浸漬時間によらず溶解シリカ量は小さくなるものの、アルカリ濃度減少量は大きくなっている。これは、細骨材については改質材が表面に付着していることにより、骨材から溶解するシリカ量が減少するとともに表層部には Al₂O₃ が多く存在しているため、アルカリが Al₂O₃ の溶解に消費されたためと考えられる。

4. 結 論

- (1) 高性能軽量骨材の焼成工程において改質材を供給することで、骨材表面を改質材でコーティングすることができる。
- (2) 軽量骨材表面に改質材を付着させることで、骨材内部試料に比べて、溶解シリカ量が減少する。
- (3) 高性能軽量骨材製造時に改質材を骨材表層に付着させることで、ASRを抑制できる可能性があることがわかった。

参考文献

- 1) 松田芳範、津吉 毅、石橋忠良：軽量骨材コンクリートを用いた実構造物の調査報告、コンクリート構造物の補修、補強、アップグレード論文報告集、第4巻、pp.183-188、2004.10
- 2) 鳥居和之：アルカリシリカ反応にいかに対応するか《試験、診断と対策の課題》、セメント・コンクリート、No.696、pp.1-9、2005.2

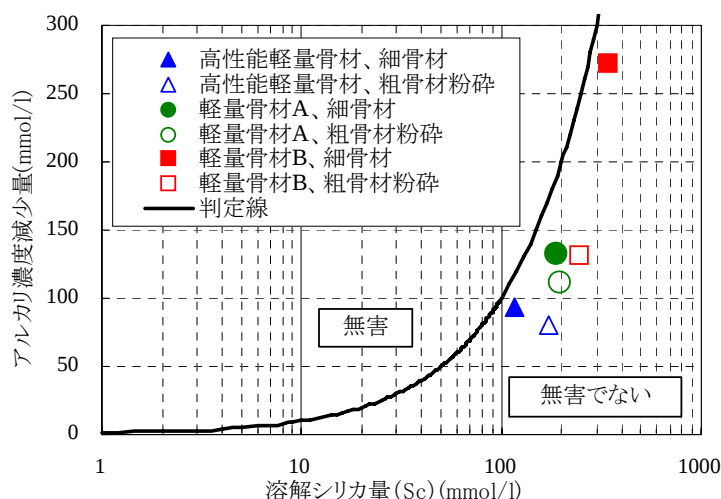


図2 各軽量骨材に対する化学法結果

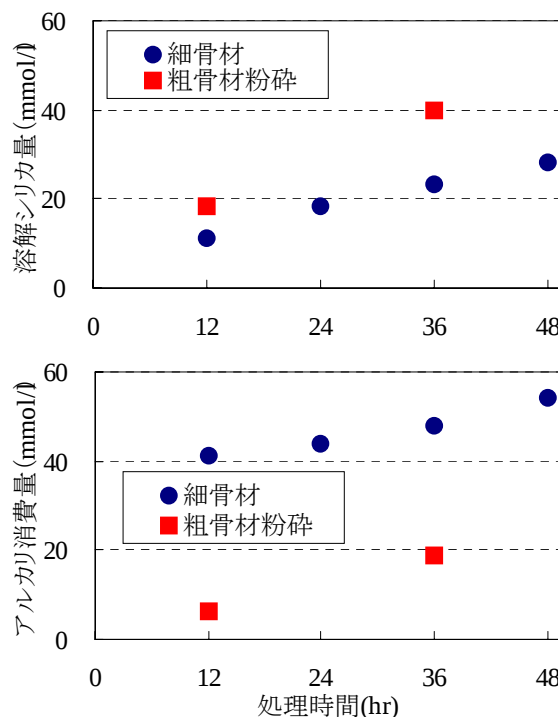


図3 アルカリに対する反応特性