

酸溶解による硬化コンクリート中のアルカリ総量測定手法の検討

(財) 鉄道総合技術研究所 正会員 ○鶴田 孝司

(財) 鉄道総合技術研究所 正会員 上原 元樹

(財) 鉄道総合技術研究所 正会員 水野 清

1. 緒言

コンクリート構造物のアルカリシリカ反応性を評価するためには、コンクリート中のアルカリ総量を的確に把握することが重要である。しかし、硬化コンクリート中のアルカリ量を測定する手法として、ASTM C 114 に水溶性アルカリに対する測定手法が明示されているが、アルカリ総量を求めるための測定方法は基準化されていない。そこで筆者らは、コンクリート試料を酸溶解することにより硬化コンクリート中のアルカリ総量を求める手段を検討した。

2. 試験

2.1. 測定方法

酸溶解による測定フローを図 1 に示す。まず、100mm φ×200mm のコンクリートとそれに使用した骨材をそれぞれ 105μm 以下に全粉碎し四分法により分取後、一部は 550℃で 3 時間強熱、残りは 110℃で 24 時間乾燥し、それぞれの減量を記録する。次に、110℃の乾燥試料 2g と 500ml のギ酸 1+200 溶液を混合し、30℃で 40 分間攪拌することにより、セメントペースト部の酸溶解を行う。溶解後、吸引ろ過によりろ液部分と固体残渣を分離し、ろ液中のアルカリ(Na および K)量を原子吸光光度計で測定する。また、固体残渣は 110℃で 24 時間乾燥後、その質量を記録する。

2.2. 算出方法

2.1.で得られた測定値から、コンクリート中のアルカリ総量を図 2 に示す方法で算出した。

3. 結果

配合が既知であるコンクリート供試体(アルカリ総量 2.7kg/m³, 3.0kg/m³, 3.5kg/m³)について、図 1 および図 2 における(1)と(2)の手法で、硬化コンクリート中のアルカリ総量を算出した。その結果、図 3 の□で示されるように、骨材からのアルカリ溶出量を考慮しない場合、求めたアルカリ総量 α は作製供試体のアルカリ総量よ

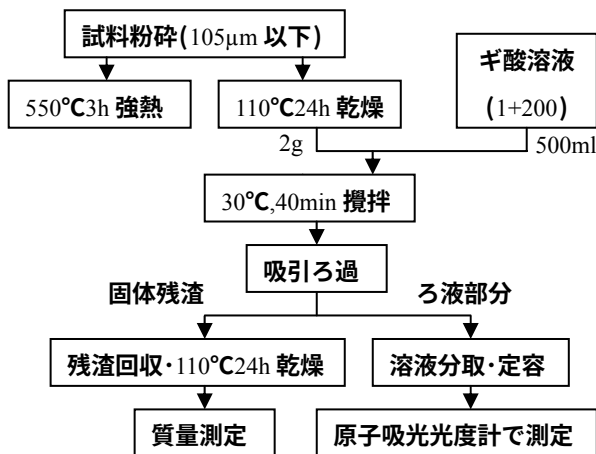
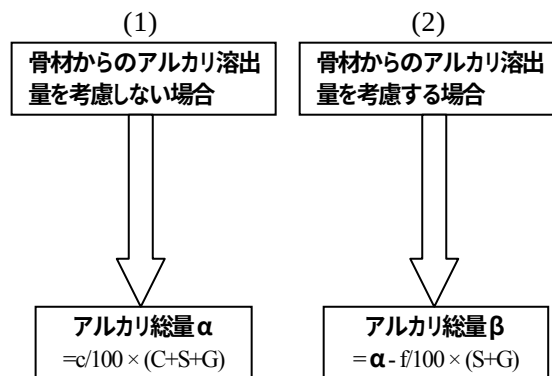


図 1 測定フロー



- a: コンクリート酸処理溶液中のアルカリ分析値(g)
b: 無水換算コンクリート試料量(g)
 $= 110^{\circ}\text{C}$ 乾燥試料量 - (550°C の試料減量 - 110°C の試料減量)
c: 無水換算コンクリート試料から溶解したアルカリ量(%)
 $= a/b \times 100$
d: 骨材酸処理溶液中のアルカリ分析値(g)
e: 無水換算骨材試料量(g)
 $= 110^{\circ}\text{C}$ 乾燥試料量 - (550°C の試料減量 - 110°C の試料減量)
f: 骨材試料から溶出したアルカリ量(%)
 $= d/e \times 100$
C: 単位セメント量 S: 単位細骨材量 G: 単位粗骨材量
なお、無水換算コンクリートとは骨材+セメントを表す

図 2 コンクリート中のアルカリ総量の算出手順

キーワード アルカリシリカ反応, アルカリ総量, 酸溶解, ギ酸, アルカリ溶出

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 TEL 042-573-7338

(財) 鉄道総合技術研究所 材料技術研究部 コンクリート材料

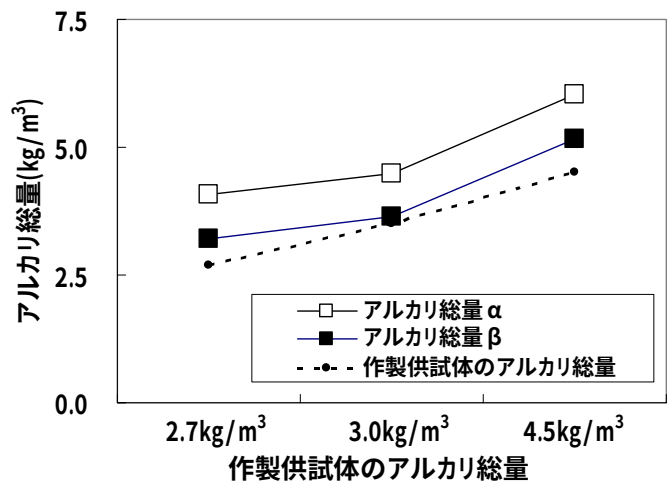


図3 酸溶解法によるアルカリ総量測定結果

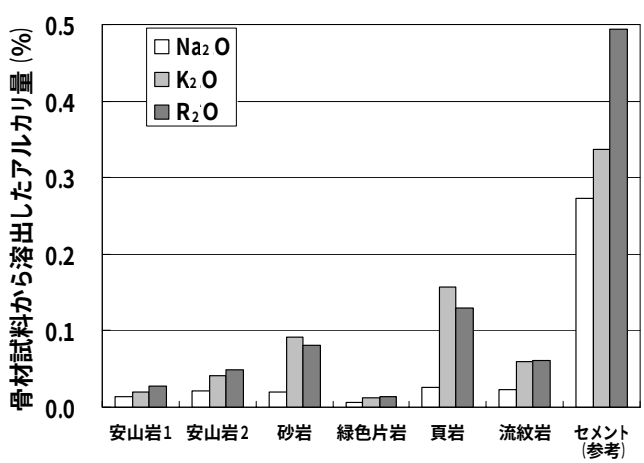


図4 骨材からのアルカリ溶出量

り多くに見積もられた。これは、骨材からも相当量のアルカリ成分が溶出するためと考えられる。図4は、図1に示す測定手順における各種骨材のアルカリ溶出量(図2におけるf)を図示したものである。骨材からのアルカリ溶出量は、その鉱物組成や組織により異なるが、例えば頁岩からのアルカリ溶出量は、セメント中のアルカリ量の約1/4(コンクリート中のセメント:骨材比がおおよそ1:4~5であることを考慮するとコンクリートからの溶解量とほぼ同等)にも相当する。したがって、アルカリ総量の算出に際して、これら骨材の影響を考慮する必要があることがわかった。図3の■は、骨材からのアルカリ溶出を考慮し、図2の(2)に従い、上記で求めたアルカリ総量αから、骨材から溶出したアルカリ量を配合比に従って差し引いた値(アルカリ総量β)である。アルカリ総量βは、図3に示されるように作製供試体のアルカリ総量に近い値を示し、本手法が有効であることがわかった。なお、ここでは既知配合比に従い、骨材からのアルカリ溶出量を差し引いたが、試料量が少ない供試体では骨材比が配合のそれとは必ずしも一致せず、それが誤差の要因となる可能性がある。そこで、配合が既知であり、アルカリ溶出量が比較的多い骨材(図4における砂岩とほぼ同等のアルカリ溶出量)を使用したコンクリート供試体(100mmφ×200mm, 1本)において、図1における酸溶解を実施し、配合における骨材比と、酸溶解の固体残渣から求めた骨材比、およびそれから算出したセメント中のアルカリ量を比較した(表1)。その結果、配合による骨材比と固体残渣から求めた骨材比では若干の相違が生じたが、特に骨材からのアルカリ溶出量が多い場合、この骨材比の相違が算出アルカリ量に大きく影響するため、骨材比を精確に求めることが重要であることがわかった。

表1 骨材比によるアルカリ量の相違

骨材比の算出方法	骨材比(%)	セメント中のアルカリ量(%)
配合における骨材比	85.8	0.74
酸溶解の固体残渣から求めた骨材比	82.8	0.63

※使用セメントのアルカリ量:0.56%

4. おわりに

酸溶解による硬化コンクリート中のアルカリ総量の測定を試みた結果、その算出には骨材からのアルカリ溶出量を考慮する必要があることがわかった。なお、今回はアルカリ総量を既知配合比(図2におけるC,S,G)を乗じて算出しているが、少ない試料量では必ずしもその配合と一致せず、特にアルカリ溶出量の多い骨材では、それが誤差原因となる場合があることが示唆された。今後、単位容積質量や骨材比などの実測値を用いてアルカリ総量の算出をおこない、少量の試料や配合が既知ではない試料への対応を検討していく予定である。