

自己評価報告書

平成23年 4月25日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2008～2011

課題番号：20360192

研究課題名（和文） 耐酸セメント系材料の硫酸抵抗性簡易評価法に関する研究

研究課題名（英文） A STUDY ON A SIMPLE EVALUATION METHOD FOR SULFURIC ACID
RESISTIVITY OF ACID-RESISTANT CEMENTITIOUS MATERIALS

研究代表者

河合 研至 (KAWAI KENJI)

広島大学・大学院工学研究院・教授

研究者番号：90224716

研究分野：コンクリート工学

科研費の分科・細目：土木工学・土木材料・施工・建設マネジメント

キーワード：セメント系材料，耐硫酸性，混和材，簡易試験

1. 研究計画の概要

本研究は、耐酸性を要求されるコンクリート構造物（主に下水道関連施設）の新設、補修・補強において、結合材として用いられる耐酸性セメント系材料の耐酸性能、具体的には劣化進行予測を簡易に行える手法を開発することを目的とする。

ここで取り上げる簡易評価試験方法によって得られる結果と、硬化体の耐酸性能を評価するために通常実施される硫酸溶液への浸漬試験での結果との対応関係を明らかとし、これに基づき、セメント等結合材を構成する鉱物や水和反応生成物と硫酸との反応をモデル化し、このモデルの妥当性を検証することを通じて、簡易評価試験方法の条件設定を行い、この試験精度を明らかとするものである。

なお、ここでの簡易評価試験とは、微粉碎した硬化体を硫酸溶液中で反応させ、その時の硫酸溶液の pH 変化を経時的に測定することによって行うものである。この試験結果より得られる硫酸溶液の pH 経時変化ならびに pH 変化から算出される硫酸溶液の水素イオン消費量を用いて評価を行う。

2. 研究の進捗状況

耐酸性セメント系材料には、一般に複数の混和材を併用した結合材が用いられている。そのため、本研究においても、混和材として高炉スラグ微粉末、フライアッシュ、シリカフェームの3種類を用い、結合材には、普通ポルトランドセメントに加えて、上記の混和材1種類、2種類ならびに3種類を併用することとし、それぞれの置換率を適宜変化させた。

実験には、供試体としてセメントペースト

を用い、本研究で提案する簡易評価試験とあわせて、耐酸性評価の際に通常実施される硫酸溶液への浸漬試験を実施している。簡易評価試験に用いる硫酸溶液の pH は1と2、浸漬試験では pH を1とした。pH=1は、下水道関連施設においてコンクリートの硫酸劣化が認められる最も過酷な環境とほぼ一致する。

実験とあわせて、簡易評価試験におけるセメントペーストと硫酸との反応のモデル化を行っている。モデルでは、セメント水和生成物（水酸化カルシウム、C-S-H、C-A-H）ならびに未水和セメント化合物と硫酸との反応について、それぞれの反応速度を考慮している。

簡易評価試験から求まる水素イオン消費量や、簡易評価試験における硫酸溶液の pH の経時変化は、それぞれモデルから求まる解析結果とほぼ傾向が一致しており、モデルの妥当性はこれまでに確認された。ただし、モデルで考慮していないセメント水和生成物が一部残されているため、これらを考慮したモデルの精緻化が今後必要となる。

さらに、上記のモデルで用いる、セメントペーストと硫酸との反応速度係数を利用して、硫酸浸漬によるセメントペーストの劣化進行を予測したところ、供試体の侵食深さの計算値は、浸漬試験結果を概ね表現できたが、一部の供試体では、浸漬試験における膨張と剥落の繰返しをモデルにて再現できなかった。モデルでは硬化体の細孔構造が考慮されていないため、これに関する改善も必要となる。

3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している

(理由)

本研究で開発を目指す簡易評価試験方法の妥当性が概ね確認でき、さらに精緻化を行うための課題点も明らかとなっていることから、上記のとおり評価した。

4. 今後の研究の推進方策

昨年度までの研究成果における課題点を中心に以下の研究を実施することにより、研究目的の達成が図れると考える。

(1) 簡易評価試験方法に用いる硫酸溶液の濃度ならびに溶液量と粉体試料の割合、いわゆる液固比が、評価試験結果に与える影響を明らかとする。実環境における硫酸抵抗性を評価する趣旨から、試験に用いる硫酸溶液の濃度が実環境と大きく相違することは好ましくないため、試験に用いる硫酸濃度としては、pHで1あるいは2が妥当であると判断され、その場合の液固比の影響を明らかにする。

(2) 簡易評価試験結果を解析的に再現するための、モデル化の精緻化を行う。そのために、複塩を含む水和生成物、未水和セメント化合物それぞれの合成化合物を用いた実験を実施し、各種の混和材使用に対応可能な汎用性の高い反応モデルの構築へ展開する。

(3) 従来セメント系材料の耐酸性評価方法として用いられる、硬化体の硫酸溶液への浸漬試験における結果と簡易評価試験結果との関係を明らかとし、上記モデルを用いて、簡易評価試験結果より硫酸浸漬試験結果を予測する手法を確立する。

なお、後記のとおり、現状では研究成果は学会発表に限られ、雑誌論文への掲載に至っていない。現在、雑誌論文への投稿を1件計画中ではあるが、新規性、工学的有用性の高い本研究の成果を、今後積極的に雑誌論文へ投稿していくよう努力したい。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計0件)

[学会発表] (計4件)

- ① Hiroyuki Morita, Study on Modeling for Sulfuric Acid Resistance of Cement Hydrates Using a Simple Test Method, 4th ACF International Conference, 2010年11月29日, Taipei, Taiwan
- ② Hiroyuki Morita, Simplified Resistance Evaluation of Cementitious Materials to Sulfuric Acid, Sixth

International Conference on Concrete Under Severe Conditions - Environment and Loading, 2010年6月9日, Merida, Mexico

- ③ 森田寛之, 簡易試験法を用いたセメント硬化体の硫酸抵抗性に関する実験的検討, 第61回平成21年度土木学会中国支部研究発表会, 2009年5月30日, 広島市
- ④ 森田寛之, 簡易試験法によるセメント系材料の硫酸抵抗メカニズムに関する実験的検討, 第63回セメント技術大会, 2009年5月20日, 東京都

[その他]