

酸性雨環境下におけるコンクリート中の成分移動に関する一考察

呉高専 正員 市坪 誠 呉高専 正員 竹村 和夫
呉高専 正員 山口 隆司 呉高専 正員 小松 孝二
計測リサーチコンサルタント 山本 晴成 山口大学 学員 ○篠崎 健

1. はじめに

近年、地球の規模の環境問題の一つとして酸性雨(pH5.6 以下)による被害が挙げられる。セメント系材料に対する影響として、耐久性のみならず美観に対する問題（表面の色彩変化¹⁾）が指摘されている。しかし、コンクリートの色彩変化メカニズムは十分把握されているとはいえない。そこで本研究では酸性雨環境下におけるセメント系材料の色彩変化メカニズムの基礎的資料を得るために、酸性環境下におけるセメントペースト成分の溶出特性について検討を行った。

2. 実験概要

6種類のセメント（普通、早強、中
庸熟、白色、高炉、低発熱）を使用し
（表-1）、4×4×16cm のセメント
ペーストを作成した。ここでW/C＝
32%としている。供試体は打設後1日
気中養生を行い、脱型後7日間気中養
生を行い酸性溶液（140ml、硫酸によ
り pH 2）にて浸漬を行った。なお、
浸漬サイクルは1時間浸漬の後、23時
間乾燥とする乾湿繰り返しとした。浸
漬後、酸性溶液を試料ビンにて回収し、
これを誘導結合プラズマ発光（ICP）分析装置にかけて溶出成分の定量分析を行った。

表-1 化学分析値（%）

項目	Fe ₂ O ₃	MgO	Al ₂ O ₃	CaO	MnO	SiO ₂
普通	3.0	0.9	5.1	64.5	0.08	21.7
早強	2.8	1.0	3.4	64.1	0.07	24.0
中庸熟	4.1	0.7	4.7	65.7	0.08	21.1
白色	0.1	0.6	4.4	65.2	0	22.3
高炉	2.0	2.7	8.7	55.7	0.37	26.0
低発熱	3.0	0.7	3.4	62.2	0.08	26.7

3. 結果及び考察

3-1 溶出成分の経時変化

セメントの主要成分のうち Fe₂O₃、MgO、
Al₂O₃ の含有量によりその色彩は変化するこ
とから¹⁾、普通ポルトランドセメントを用い
たセメントペーストの溶出成分のうち Fe、
Mg 及び Al の経時変化を図-1に示した。こ
れより、Fe 溶出濃度は最大値が0.6 ppmと
なり、他の2元素に対し微少の溶出量となる
ことが理解できた。セメントの主要元素であ
る Ca の溶出濃度は1日目 77.2ppm、3日目
95.2ppm、5日目 230.3ppm、7日目 191.3ppm
と推移しており、セメントペーストから溶出
する元素中においての Fe 溶出量が極微量で
あることが把握できた。Mg の溶出濃度は5日
目の4.6 ppmをピークに14日以降約1 ppm
程度に落ち着く傾向にあった。Al の溶出量は

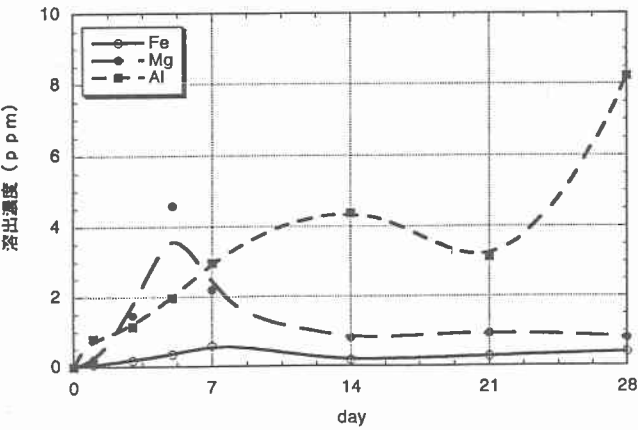


図-1 溶出濃度の経時変化—普通ポルトランドセメント—

Fe 及び Mg と比較して大きく増加する傾向にあった。

セメントペースト試料中に含まれる各元素量に対する溶出率の累積性状を図-2に示した。これより、Fe の 28 日積算溶出率は Mg 及び Al と比較してそれぞれ $1/21$ 及び $1/9$ となり微量であることが把握された。

3-2 Fe 溶出に対するセメント種類の影響

各種セメントに対する Fe の溶出濃度を図-3に示した。これより、Fe の溶出濃度は全てのセメント種類で7日目をピークとする同様の傾向となることが理解できた。なかでも高炉セメントの溶出濃度は 5.3 ppm と最大となることが理解できた。

各種セメントにおいて試料中の含有量に対する Fe 溶出率の累積性状を図-4に示した。これより白色ポルトランドセメントの Fe 累積溶出率は 28 日目で $0.65 \times 10^{-10} \%$ となり他のセメントに対し最大となった。続いて、高炉セメント、低発熱セメント、中庸熱セメント、普通セメント、最後に早強セメントの順位となり、白色ポルトランドセメントに対する 28 日積算溶出率はそれぞれ $1/3$ 、 $1/10$ 、 $1/15$ 、 $1/20$ 及び $1/27$ となった。Fe 累積溶出率は全てのセメントで7日目までに急激に増加しその後一定となる傾向にあった。

4. まとめ

- 1) 酸性環境下における Fe は Mg 及び Al と比較して溶出し難く全溶出量に対しても微量となった。
- 2) 各種セメントにおける Fe 溶出の傾向は同様となり、溶出量は高炉セメントで最大となった。
- 3) 各種セメントにおける Fe 累積溶出率は白色ポルトランドセメントで最大となった。

〈あとがき〉

本研究の一部は、平成 8 年度文部省科学研究費補助金・奨励研究 (A) によった。

〈参考文献〉

- 1) 市坪誠, 竹村和夫, 河合研至, 高地敏幸: 雨水の pH がモルタルの色調変化に及ぼす影響, セメントコンクリート論文集, No. 50, pp. 490-495 (1996)

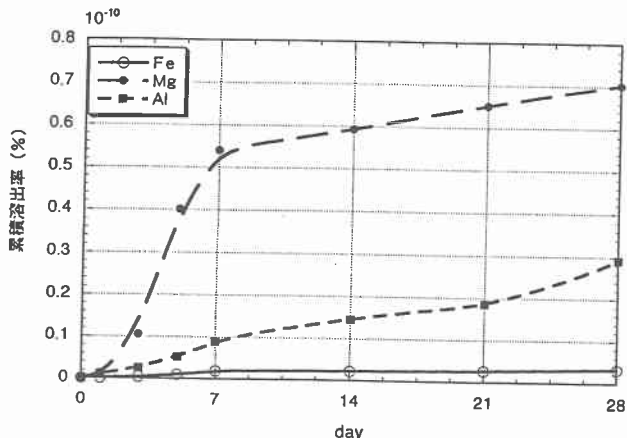


図-2 溶出成分の累積溶出率-普通ポルトランドセメント

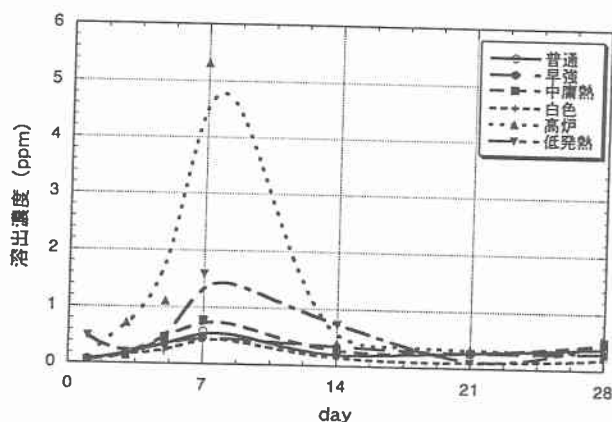


図-3 溶出濃度の経時変化-Fe-

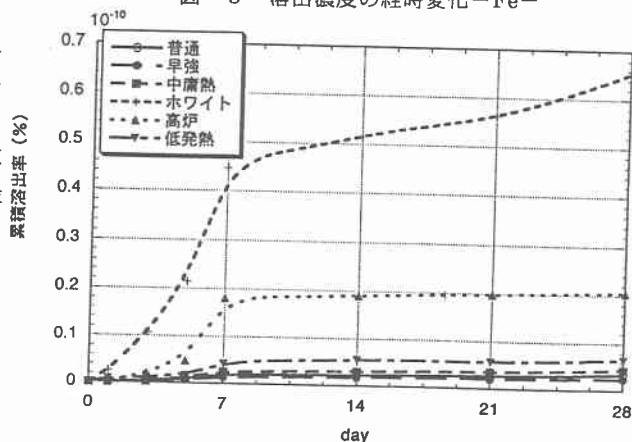


図-4 Fe の累積溶出率