

(V-28) 酸性雨によるコンクリートの劣化機構

千葉工業大学 学生会員 佐々木 雄起

千葉工業大学 正会員 小林 一輔

1. まえがき

近年、酸性雨が地球環境に被害を及ぼす要因の1つとして大きな問題となっている。その影響として、森林の枯死などの生態系の破壊が最も懸念されているが、最近では石灰岩を用いた石造建築物などの劣化が問題となってきており、同じく石灰質材料であるセメント構造物にも劣化が生じる可能性がある。このような劣化は、ひび割れなどの欠陥を有するか、あるいは品質の劣る多孔質のコンクリート構造物が絞り易いことを考慮し、このような条件のコンクリート構造物をモデル化した供試体を作製して、酸性雨によるコンクリートの劣化機構を明らかにするための実験を行った。

2. 実験の概要

円柱軸方向に予めひび割れを生じさせた直径10cm、高さ20cmのコンクリート供試体に、図-1に示すような方法で、pH=3の酸性溶液（硝酸溶液）を滴下して溶出物の分析と観察を行った。滴下した溶液のpHとCaとSiの濃度を測定すると同時に供試体下部における析出物を観察した。供試体の組成は水セメント比（40%/70%）と骨材の種類（普通骨材/石灰岩骨材）をそれぞれ2類変化させた4種類としたが、一部の供試体については、酸性溶液滴下試験に供する前に促進炭酸化を行った。

3. 実験結果と考察

図-2は、供試体のひび割れを通じて酸性溶液を供給した場合に、供試体下部から流出してくる溶液のpHの変化を調べた結果である。普通供試体について傾向を見ると、当初は13.5程度であったpHが1ヶ月後に約11、1年3ヶ月後には10程度の値になっている。

図-3は、供試体下部から流出した溶液中のSi濃度を示したものである。

この図から、普通供試体からは、酸性溶液を供給して1ヶ月の時点ではSiはほとんど検出されなかったが、12ヶ月の時点では僅かではあるがSiの溶出が認められる一方で、促進中性化を行った供試体では、12ヶ月の時点でより高濃度のSiが溶出していることが分かる。この原因については、pHの低下に伴うC-S-Hの分解が考えられる。セメント硬化体の主要な構成要素であるC-S-HはpHが10以下に低下すると、 CaCO_3 、水和シリカ及び水に分解することが知られている。一方、無定型シリカは酸性溶液に0.01~0.02%溶解すると言われている。図-2と図-3を対応させた場合、普通供試体では、ほとんどSiの溶出が認められなかった1ヶ月の場合のpHが13以上であるのに対して、僅かではあるがSiの溶出が認められる12ヶ月の場合のpHが約11となっており、より高濃度のSiが溶出した促進炭酸化供試体の場合にはpHが10程度となっている。このことは、酸性溶液の流入によってセメント硬化体の主要な構成要素であるC-S-Hが分解し、その成分の1つであるシリカの溶出が起きていることを示している。シリカが溶出しているか否かを外観観察によって確認することは困難である。即ち、石灰分の場合とは異なり、いわゆる“つらら”のようなものを形成しないからである。しかし、このような現象は正にコンクリートが崩壊過程をたどっていることを示しているものであり放置することができない問題である。今後は、屋外で共用されているコンクリート構造物を対象としてこのことを確認する予定である。石灰分の溶出に関しては、いわゆる“つらら”状に供試体下部に析出・固着する部分と滴下する溶液中に含まれて流出する分があるので、その収支を明らかにするために供試体自体を解体して調べる必要があり、この点に関しては今後の検討に譲りたい。

謝辞 Siの分析は東京大学生産技術研究所第4部前田研究室のICPによって実施した。分析を行って頂いた同研究室の池田技術官に謝意を表する次第である。

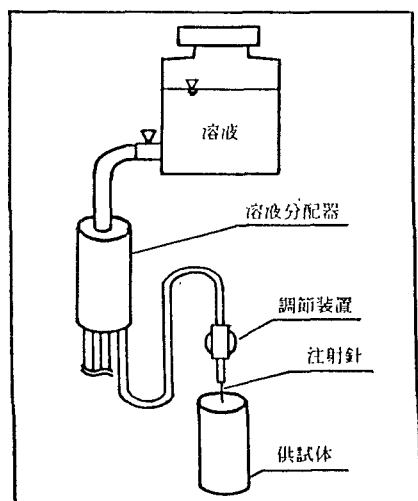


図-1 試験装置

	粗骨材	細骨材
A 骨材	閃緑岩	川砂
B 骨材	石灰岩	川砂(70%)+ 石灰ダスト(30%)

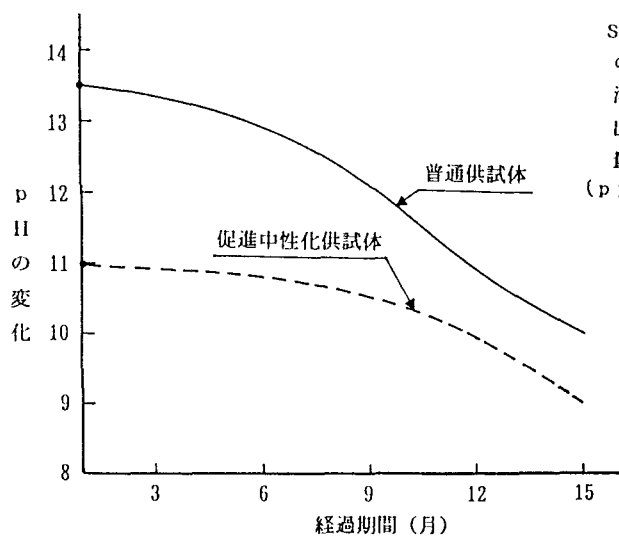


図-2 供試体下部より流出した液の pH

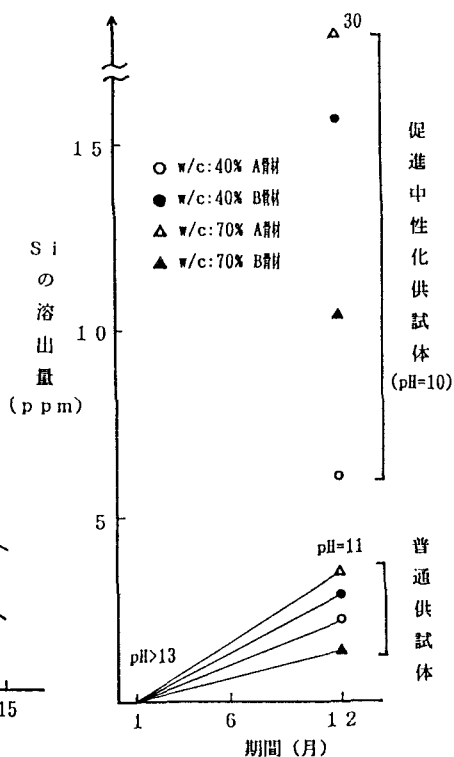


図-3 供試体下部から流出した溶液中の Si 濃度

参考文献

- 1) 後藤誠史：酸とコンクリート、セメントコンクリート、No.527、1991
- 2) 小林一輔・宇野裕一：酸性雨によるコンクリート構造物の劣化機構に関する考察、コンクリート工学年次論文報告集、13-1、pp.615～620、1991