セメント系材料の熱による変質に関する検討

Study on the thermal deterioration of the cementitious material

*根岸 久美[1]，芳賀 和子[1]，林 大介[2]，大和田 仁[2]
[1](株)太平洋コンサルタント，[2]原環センター

TRU 廃棄物の地層処分において、セメント系材料は熱影響を受けて変質することが懸念される。セメント系材料の熱変質挙動を評価するために、C-S-H および OPC 水和物の高温環境下における結晶性の変化を検討した。その結果、C-S-H は 80℃以下の環境下においても結晶化することが確認された。

キーワード：TRU，人工バリア，熱変質，セメント，C-S-H，結晶化

1. 緒言　セメント系材料の主要成分であるカルシウムシリケート水和物（C-S-H）は、高温環境下において結晶化することが知られている。TRU 廃棄物の地層処分システムでは、セメント系材料は廃棄体からの発熱等により 80℃以下の高温環境に曝される可能性があり、C-S-H の結晶化が起こることが懸念される。この結晶化が、浸出水の pH や放射性核種の収着挙動等の変化の原因となるため、人工バリアの長期挙動評価の初期条件が打設直後のセメント系材料のそれとは異なることが考えられるが、結晶化温度等は明らかになっていない。本研究では、合成 C-S-H およびセメント水和物を種々の温度環境におき、鉱物相および結晶性の変化を評価した。また、水和物の変化によりセメント系材料の性能へ及ぼす影響を推察した。

2. 実験　合成 C-S-H の熱影響試験では、$Ca(OH)_2$ と非晶質シリカを Ca/Si モル比（C/S）=0.83 で混合し、紛体に対し 15 倍量のイオン交換水を加え、50℃で C-S-H の合成を行なった。合成した C-S-H を液固比 15 でイオン交換水中に浸漬し、50℃、70℃、80℃、90℃の恒温槽に静置した。XRD にて結晶子径を測定し、C-S-H の結晶化を評価した。また、セメント水和物の熱影響試験では、50℃で 4 ヶ月間水和させた OPC ペーストの粉末試料と石英微粉を 2:1 の割合で混合し、液固比 10 でイオン交換水に浸漬した。浸漬試料を合成 C-S-H の熱影響試験と同様な温度条件の恒温槽に静置し、鉱物相の変化を XRD で評価した。

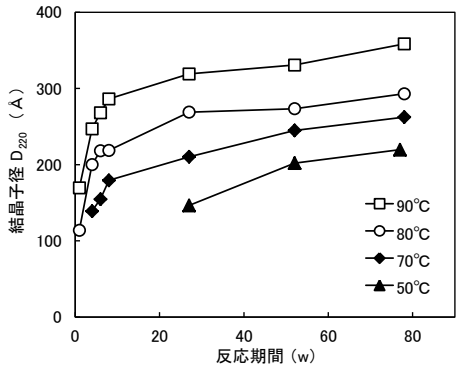

図 1　合成 C-S-H の結晶子径の経時変化

3. 結果・考察　合成 C-S-H の熱影響試験では、温度が高いほど、反応期間が長いほど結晶が成長していることがわかった（図 1）。また、セメント水和物の熱影響試験では、50℃でも $Ca(OH)_2$ が減少しており、$Ca(OH)_2$ と石英微粉の反応により C-S-H が生成し、その後、結晶化が進んでいることが確認された（図 2）。その反応は環境温度が高くなるほど顕著であり、高温環境では $Ca(OH)_2$ が消失し、浸漬水の pH が低下した。以上より、処分環境において、熱影響によりセメント水和物と骨材の SiO_2 分が反応して低 C/S の C-S-H を生成し、さらに結晶化することにより間隙水の pH が低下することが想定された。これら一連の変化は核種の収着性能に影響を及ぼす可能性がある。

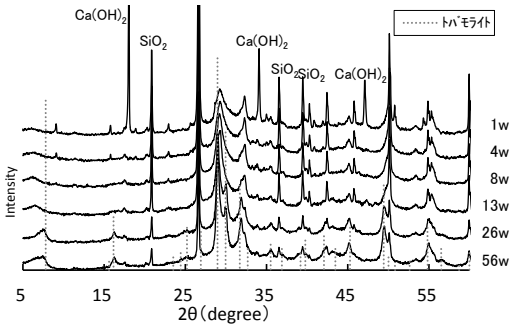

図 2　OPC 水和物の XRD 測定結果

本研究は経済産業省資源エネルギー庁からの委託事業である平成 27 年度地層処分技術調査等事業 TRU 廃棄物処理・処分技術高度化開発の成果の一部である。

*Kumi Negishi[1], Kazuko Haga[1], Daisuke Hayashi[2], Hitoshi Owada[2]
[1]Taiheiyo Consultant Co., Ltd., [2]RWMC