

液体金属とコンクリート材料の共存性に関する研究

Material compatibility of concrete materials with liquid metals

*嘉納 悠生¹, 近藤 正聡², 千々和 伸浩², オ MINH², 玉井 芳恵²

¹東京工業大学 工学院機械系 ²東京工業大学

本研究の目的は高温の液体金属とコンクリートの反応性を調べることである。核融合炉や高速炉などで使用が検討されている数種類の液体金属(Pb-17Li, Pb, Sn, Pb-Bi)にコンクリート試験片を浸漬し、500°Cのアルゴン雰囲気中で250時間の共存性試験を実施した。試験後に、試験片表面断面をEDXやEPMAで分析した。Pb-17Liに浸漬したコンクリート試験片のみが粉末状になった。また、Snに浸漬したコンクリート試験片では水分量の多いコンクリートの方がより深くまで酸素が脱離していることがわかった。

キーワード: 液体増殖ブランケット, 液体金属冷却材, 化学的共存性, コンクリート

1. 緒言 液体ブランケットや液体ダイバータから高温の冷媒が建屋のコンクリート上に漏洩する事故を想定した場合、建屋コンクリートと液体金属の化学的共存性に注意する必要がある。本研究の目的は液体増殖材や冷却材と建屋コンクリートの共存性を明らかにすることである。

2. 実験方法 普通ポルトランドセメントを硬化させたセメントペースト試験片(10×15×4mm)をSUS316L製の坩堝に入れ、3ccの溶融した金属(Pb, Pb-17Li, Sn, Pb-Bi)に浸漬して試料を作成した。浸漬したセメントペーストの水セメント比(W/C)はPb, Pb-17Li, Pb-Biの場合35%, Snの場合35%と55%で行った。この坩堝をAr雰囲気中で500°Cのまま250時間加熱し、セメント組織と金属の界面をEDXやEPMAで分析した。

3. 実験結果・考察 Pbに浸漬したセメントペースト試験片は形状を維持していたが、Pb-17Liに浸漬した試験片はセメント組織が粉末状に崩れやすくなっていた。Pb-17Liに浸漬したセメントペースト試験片の界面のEDXマッピングを図1に示す。Pbの拡散深さは10μm以下であった。このことから、Pbとセメントペーストの成分の反応性はほとんどないと考えられる。

Pb-17Li組織内にSiを多く含んだ粒状の組織があった。この組織にはPbやCaはほとんど含まれていなかったため、 Li_4SiO_4 のようなケイ酸塩である可能性がある。また、Pb-17Liに浸漬したセメントペースト試験片から採取した粉末をXRDで分析し、浸漬前のセメントペーストの成分と比較した結果を図2に示す。Pb-17Liに浸漬した試料から採取した粉末にはセメントペーストの成分のほかに Li_4SiO_4 や LiAlO_2 等が含まれていた。これらの化合物は熱力学的に安定で、セメントペーストの成分とLiが反応することにより生成した可能性を示している。

Snに浸漬した試験片のEPMA分析の結果、W/C=55%のセメントペーストの試験片では組織から40μmの深さまでCa, Si, Oなどの欠損を起こしていたのに対し、W/C=35%のセメントペーストの試験片における欠損があったのは20μmほどであった。また、W/C=55%のセメントペーストの試験片では、Sn内に50μm以上酸素が脱離している様子が確認できた。このため、Snはセメント組織内の水分量の上昇に伴い、セメントペーストの成分の欠損をより大きくしてしまう可能性が示された。

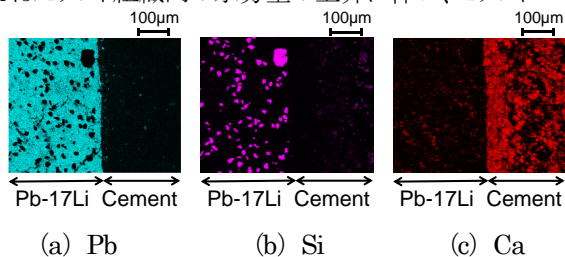


Fig.1 The results of EDX analysis (a) Pb (b) Si (c) Ca of the cross section between Pb-17Li (left hand) and cement (right hand)

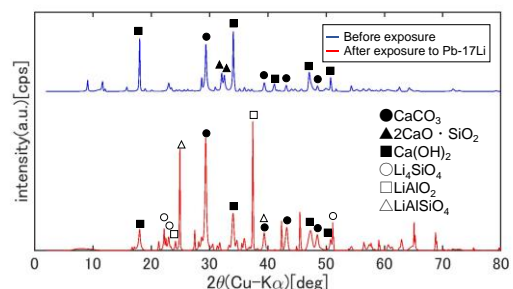


Fig.2 The composition of the powder made after exposure to Pb-17Li analyzed by XRD

4. 結論 Pb, Pb-17Li, Sn, Pb-Biにセメントペースト試験片を浸漬し、500°Cのアルゴン雰囲気中で250時間の共存性試験を実施した。Pbとセメントペーストはほとんど反応しなかった。Pb-17Liではセメントペースト試験片が反応してLiが粉末状になり、 Li_4SiO_4 や LiAlO_2 等を生成した。Snはセメントペースト内水分量の上昇に伴い、Ca, Si, Oなどのセメントペーストの成分をより深く欠損させていた。

*Yuki Kano¹, Masatoshi Kondo², Nobuhiro Chijiwa², Minh O², Yoshie Tamai²

¹Tokyo Institute of Technology School of Engineering Department of Mechanical Engineering, ²Tokyo Institute of Technology