

## 研究課題名

原子炉圧力容器材中の銅富裕析出物形成に対する金属組織影響

研究代表者名

東京大学・大学院工学系研究科・村上健太

研究分担者名

該当なし

## 1. はじめに

原子力発電プラントの心臓部である原子炉圧力容器 (RPV) は、供用期間中に中性子照射に曝されることにより、破壊靱性が低下する。中性子照射脆化と呼ばれるこの現象は、運転プラントの安全における重要な経年劣化事象として、丁寧に管理されている。

RPV は、低合金鋼の圧延鋼板あるいは鍛造品で作られており、照射脆化が想定される領域には溶接部も存在する。そこで、母材に加えて、溶接金属や溶接熱影響部の監視試験片が装荷されており、破壊靱性変化に対する金属組織依存性は考慮されている。一方で、脆化の原因となるマイクロ組織の発達に対して金属組織がどのような影響を与えるかについては、ごく限られた知見しか存在しない。

申請者は、系統的にイオン照射された RPV 鋼に対して多数 ( $>>100$ ) 回のナノインデンテーションを実施し、微小領域の照射硬化に対する様々なパラメータの影響を系統的に調査した。その結果、銅の多い鋼材では、炭化物の多い微小領域における照射硬化が、比較的早い段階から発現する等の金属組織依存性 (らしきもの) が観測された。しかしながら、詳細なメカニズムについては、未知のままである。

そこで、本研究では、初期の照射脆化の主因と考えられている銅富裕析出物の形成に着目し、空孔の熱拡散による銅富裕析出物の形成に対する、金属組織の影響を明らかにする。

## 2. 研究経過

東北大学・金属材料研究所・阿部研究室のアーク溶解炉をお借りして、圧力容器鋼のモデル合金の作成を行った。作成した試料は以下の6種類である。数字は質量%を意味する。

- ・ A533B 鋼+0.6 % Cu : 銅富裕析出物の発達を促進させる A533B 鋼模擬材
- ・ Fe-0.6Ni-1.4Mn-0.3Si-0.6Cu-0.2C : クラスタリングする主要元素すべてと炭素を含む
- ・ Fe-0.6Ni-1.4Mn-0.3Si-0.6Cu : クラスタリングする主要元素すべてを含み、炭素を含まない
- ・ Fe-0.6Cu : クラスタリングする主要元素の一部を含む
- ・ Fe-0.6Cu-0.6Ni : クラスタリングする主要元素の一部を含む
- ・ Fe-0.6Cu-1.4Mn : クラスタリングする主要元素の一部を含む

現在、これらの元素に対して、溶接熱影響部を模擬した熱処理を施している。具体的には、1000 °C 以上まで加熱した電気炉内にて数分の焼鈍を行った後、焼入れ (水、油) を試みている。溶接熱影響部を模擬できたか否かは金相観察によって判断する。

## 3. 研究成果

アーク溶解によって、6種類の合金を作成した。熱処理によって溶接熱影響部の模擬を試みているが、十分な性状のものを作成するには至っていない。

## 4. まとめ

RPV 溶接熱影響部の模擬材の作成に着手した。モデル合金を作成して、熱処理を試みた。モデル合金完成後、焼鈍および照射によって銅富裕析出物を形成し、その特性を評価する予定である。