論文審査の結果の要旨

氏名　崔　元晋

鉄鋼製錬プロセスにおいて、溶鋼中酸素は酸素と親和力の大きい元素を用いて除去されるが、酸素を除去したときの脱酸生成物である非金属介在物により鋼の材質が低下するため、その組成、形態制御が重要となっている。本研究は、Al－Ti 脱酸における介在物生成に及ぼす鋼の組成、熱処理条件などの影響を調べ、介在物の生成機構を明らかにした研究であり 6 章からなる。

第 1 章は序論であり、研究の背景、鉄鋼製錬プロセスにおける Al－Ti 添加鋼製造での酸化物や窒化物系介在物の熱力学・生成機構に関するこれまでの研究について述べ、本研究の位置づけ、重要性を明らかにし、本研究を行う背景、目的について述べている。

第 2 章では、鉄鋼の脱酸プロセスにおける操業条件に近い温度である 1873K での溶鉄への Al－Ti 添加において、生成する介在物の生成機構に及ぼす坩堝容器材料の影響、N 添加の影響を明らかにした結果について述べている。Ar 雰囲気または Ar－4.5%N_2 雰囲気で、MgO 坩堝または Al_2O_3 坩堝で溶融した鉄試料に Al および Ti を加えて、Fe－0～0.0392mass%Al－0.036～0.277%Ti－0.0005～0.0058%N 合金を作製した。試料の Al、Ti、O、N 濃度を化学分析により測定し、また、試料断面に存在する介在物を SEM で観察し、EDS で組成を分析した。観察された介在物は坩堝壁近傍とそれ以外の領域で異なり、坩堝壁近傍では Al、Ti を含有する酸化物が主である一方、それ以外の領域では Ti を含有する酸化物、窒化物、硫化物が主に観察された。それらの生成機構について、試料溶融中に含まれる介在物が流動中に坩堝壁に捕捉されたこと、および凝固中に溶質成分が偏析したことに因ることを明らかにした。また、MgO 坩堝を用いた場合には Al_2MgO_4 スピネル介在物が観察され、スピネル介在物周囲に優先的に TiN が生成することを明らかにした。

第 3 章では、鉄鋼材料の熱処理過程における介在物の生成・成長機構を明らかにするため、第２章で作製した試料を用いて、一般的な熱処理条件に近い温度である 1473K で試料を加熱し、熱処理前後における介在物の変化に及ぼす試料組成の影響を明らかにした結果について述べている。合金試料を鋼製のアンプルに封入したのちに、1473K で 1～3 時間加熱して急冷する熱処理を施し、その後に第２章と同様に試料断面の介在物を SEM 観察、EDS 組成分析した。坩堝壁近

傍では、試料溶融中に生成した微細な Al_2O_3－TiO_x 介在物が熱処理中に合金中に溶解し、新たに TiO_x 介在物を生成し、一方、坩堝壁より遠い試料中心部では酸化物系介在物が存在しないため、熱処理により TiN や TiS が生成することを明らかにした。また、熱処理中に酸化物介在物の組成が変化し、その組成変化が試料の Al、Ti 濃度に依存することを明らかにした。

第４章では、鉄鋼材料の熱処理における組織変化に及ぼす介在物の影響を明らかにするため、第３章で作製した熱処理試料の組織を観察し、熱処理前後における組織の変化に及ぼす介在物の密度と種類の影響を明らかにした結果について述べている。熱処理前後の合金組織をエッチングした後に光学顕微鏡で観察し、ASTM 法による評価を行い、第２章、第３章で観察した介在物の密度、種類との関係を調べた。熱処理前の試料では TiN 介在物密度の増加によって試料組織が微細化しており、また、熱処理によって TiN 介在物密度が増加するに伴って試料組織の微細化が促進されることを明らかにした。

第５章では、第２章から第４章で得られた結果に基づいて、鋼材組織微細化に影響を及ぼす因子を考察し、また、Al－Ti 脱酸による鉄鋼製造プロセスの検討結果について述べている。溶鋼の凝固過程では、凝固組織は Ti 濃度と N 濃度に大きく依存するのに対して、熱処理中の凝固組織変化は鋼中の Ti と N の活量の積、および Ti と S の活量の積の差異に依存することを明らかにした。

第６章では本論文の統括である。

以上のように、本論文では本研究では、Al－Ti 脱酸における介在物の生成に及ぼす鋼の組成、熱処理条件などの影響を明らかにし、その結果に基づいて Fe－Al－Ti－N 合金中非金属介在物の生成機構を考察して、鉄鋼精錬プロセスに関する重要な知見を得ており、本研究の成果はマテリアルプロセス工学への寄与が大きい。

なお、本論文第２章、第３章、第４章、第５章は松浦宏行、月橋文孝との共同研究であるが、論文提出者が主体となって分析及び検証を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士（科学）の学位を授与できると認める。

以上、１９２５字