

論文要旨

球状黒鉛鑄鉄の熱処理による 強じん化に関する基礎的研究

青山 正 治

鑄鉄の材質改善は、常に鑄鉄のぜい弱な性質を克服することにある。球状黒鉛鑄鉄の強じん化は、黒鉛以外の基地組織が残された領域である。本研究では、球状黒鉛鑄鉄の強度とじん性の向上に関する問題について、合金元素の添加とさまざまな熱処理を施すことによって、その強じん化の可能性を追究した。じん性は、主に計装化シャルピー衝撃試験によって評価をした。

(1) 従来、球状黒鉛鑄鉄に行われることが少なかった熱処理を積極的に加え、鑄鉄の強じん化の方策とじん性について詳細な評価を行った。フェライト化焼なまし処理については、 A_1 変態温度直下の保持で微細なフェライト結晶粒とじん性の向上を認めた。オーステナイト域よりの焼入れ後のフェライト化処理は、結晶粒の細粒化と2次黒鉛の析出で低温じん性を改善したが、上部柵吸収エネルギーを下げた。オースフェライト化処理は、強度とじん性の兼備をもたらし、強じん鑄鉄として好適であることが判明した。

(2) 良好な低温じん性と機械的性質を示すフェライト型球状黒鉛鑄鉄の熱処理履歴について明らかにした。この問題は、同じ熱処理が行われたとしても、熱処理履歴がじん性に影響を及ぼすので重要な点である。パーライトやオースフェライトの前組織材では、フェライト化処理温度の上昇とともに、良好な吸収エネルギーが得られたが、遷移温度は高くなった。マルテンサイト前組織材は、微細な組織を持つため、その後に焼なましを施しても細粒化し、2次黒鉛粒子によって遷移温度が低温度側に移行した。

(3) 熱処理特性を改善するために、Ni及びMoの少量添加による鑄放し球状黒鉛鑄鉄の高強度・高じん性の可能性と、最適な添加量について提案した。Ni添加は、基地を固溶硬化するため、引張強さと硬さを増し、遷移温度を高温度側へ移行するとともに、上部柵吸収エネルギー値を下げた。Mo添加は、引張強さ及び衝撃値を改善する効果を与えた。さらに、NiとMoの複合添加は、基地組織の生成に大きな影響を与え、機械的性質の改善を示唆した。特に、1%Ni-0.1%Moと2.5%Ni-0.4%Moの複合添加材は、遷移温度を低温度側へ移行し、じん性を高めることが判明した。

(4) Ni添加したフェライト型球状黒鉛鑄鉄の、焼なまし処理後の冷却過程で生じるじん性劣化と、各種基地組織のじん性について検討を加えた。このNi添加したフェライト化材の焼なましぜい性は、350~550℃の区間で徐冷されると顕著となり、空冷のような速い冷却によって阻止できることが判明した。Ni量が2%を超えたフェライト化材は、基地が固溶硬化するために、吸収エネルギーと遷移温度を悪化させ、じん性の改善とならなかった。オースフェライト化材は、1400 MPaに達する高強度と、フェライト化材に次いで高いじん性を得た。さらに、Niの添加は、この効果を高めて低温じん性を改善できた。

(5) 合金鋼に匹敵する高強度・高じん性材料として脚光を浴びている、オーステンパ球状黒鉛鑄鉄の、いっそうの強じん化を図るために、オーステナイト化及びオーステンパ処理条件と、Si量についてじん性を評価した。衝撃値を向上させる最適な熱処理条件は、前組織を微細化した後、A₁温度近傍からオーステンパ処理することで得られた。これは、フェライトとオーステナイトの微細混合組織が得られるためである。微細なフェライトとオーステナイト組織を生成した2.1%Si材では、良好な強度とじん性を持ち、動的破壊じん性値も優れていた。

この研究によって、低合金球状黒鉛鑄鉄に適切な熱処理を施すことで、従来よりも強じんな新しい鑄鉄材料の開発への足がかりが得られた。