

専攻	材料システム 工学	学籍番号	833238	指導教官氏名	小林俊郎教授	
申請者氏名	山本浩喜				湯川夏夫教授	
					森永正彦助教授	

論 文 要 旨

論文題目	球状黒鉛鑄鉄の強靱化と破壊特性
------	-----------------

(要旨 1,200字以内)

球状黒鉛鑄鉄の強靱化と破壊の問題については、多くの問題点があるにもかかわらず、鋼などに比べ研究例が少ないのが現状である。そこで、本研究では、球状黒鉛鑄鉄の強靱化と破壊特性について、検討を行った。

最近、強靱鑄鉄として歯車類に実用化され始めているオーステンパー球状黒鉛鑄鉄 (Austempered ductile cast iron: 以下ADIと略す)を一層強靱化するため、全く新しい発想に基づく強靱化法を考案した。その骨子は破壊起点である黒鉛周囲と共晶セル境界に、オーステナイト生成元素であるNi, Mnをそれぞれ偏析させて、オーステナイト化温度を局部的に低下させ、 $(\alpha + \gamma)$ 域で保持することで、この部分の合金元素の濃化・分配を図り、熱や加工に対して安定な残留オーステナイトを優先的に導入し、強靱化しようというものである。このような強靱化法により開発した強靱ADIは、従来のADI並みの強度とフェライト基地に匹敵する伸びを有していることが認められた。また、フェライト基地球状黒鉛鑄鉄をはるかに上回る遷移温度を有し、優れた低温靱性を示しているのが注目された。それに加え、疲労き裂伝播特性も優れていることが認められ、歯車の構成材料に十分適用できると思われる。さらに、この強靱ADIでは安定な残留オーステナイトの存在により、低温において加工誘起変態

による変態誘起塑性 (TRIP) 現象を示すことが明らかになった。この TRIP 現象は、従来の加工誘起マルテンサイト変態に起因するものではなく、変形双晶によるものであることを明らかにし、この変形双晶に起因する TRIP 現象を広義の TRIP 現象と定義した。

さらに上述の強靱 ADI の開発の他に、従来の ADI で生成する変態組織が靱性に及ぼす影響について検討を行った結果、オーステンパー保持時間の経過にともなう靱性の劣化は、二次黒鉛と χ -炭化物の析出によるものであることを明らかにした。

ところで、破壊靱性値が鋼と比較しても遜色のないことから、球状黒鉛鑄鉄を使用済み核燃料輸送 / 中間貯蔵容器に適用することが検討されている。そのための安全性評価基準の確立が急務の課題となっている。そこで、特に動的負荷条件下における適切な破壊靱性値を評価する上での問題点、試験片寸法と切欠先端半径の影響について検討を行った。その結果、破壊靱性値は試験片厚さにもなって変化するが、サイドグループを付加することにより小型試験片からでも valid な破壊靱性値を測定可能であることが明らかになった。さらに、動的負荷条件下における試験片寸法に関する valid 基準を求めたところ、ASTM E813 法の基準に比べ、約 10 倍厳しい基準式を得た。また、切欠先端半径にともなう動的破壊靱性値の変化は Williams の理論式に従うことが明らかになり、切欠を付加した試験片から疲労予き裂を導入した試験片で得られる真の破壊靱性値が推定可能となった。