

フェライト基地球状黒鉛鋳鉄の衝撃特性と破壊靱性

令和 3 年度論文賞受賞記念講演

近畿大学 ○信木 関, 旗手 稔 (株) 日立ハイテク 山田翔平 (株) 宇部スチール 宮本論卓

1. 緒言

優れた機械的性質や衝撃特性を有するフェライト基地球状黒鉛鋳鉄は、各種自動車用部材や建築用部材など高負荷条件においても、信頼性の高い材料として広く用いられている。さらに、大型の鋳物と厚肉とした鋳放し基地球状黒鉛鋳鉄については、低温度での靱性を必要とする用途が期待されており、黒鉛の異常(球状化不良やチャンキー黒鉛の発生)を防止するための冷し金や化学組成を適切とすることが必要とされる¹⁾。本研究においては、厚肉鋳物に分類され-40°C(233K)での靱性が規定されるフェライト地の球状黒鉛鋳鉄材²⁾の組織と機械的性質、衝撃特性さらに破壊靱性試験より靱性値の測定と相関性について検討した。

2. 実験装置および方法

供試材は、Ni 無添加と Ni を 0.6% 添加した 2 種類の球状黒鉛鋳鉄を(株)宇部スチールで溶製された 75mmY ブロック材と肉厚 600mm の実体モデル材³⁾とした。

実体供試材における引張、衝撃試験片は中心部から鋳型壁への外縁部に向けて採取し、Ni 添加材は A シリーズ、Ni 無添加材は B シリーズとし、各部位から 24 本を切出した。引張試験片については、実体供試材の堰側の中央部における端部から反対側の端部までの 8 部位から採取した。また CT 試験片は、Ni 添加材および無添加材の衝撃試験片の位置に相当する箇所から各々 8 個を採取した。

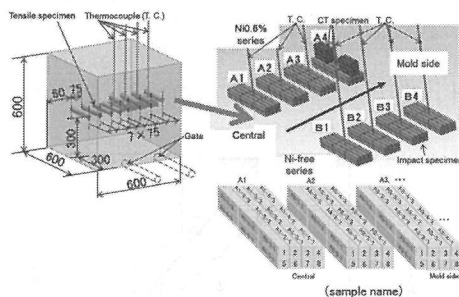


図 1 実体供試材からの試験片採取位置(肉厚:600mm)

引張試験は、容量 100kN のインストロン型万能試験機を用い、Y ブロック供試材では平行部径 φ8mm の試験片、実体供試材では平行部径 φ14mm の試験片し、クロスヘッド移動速度を 0.5mm/min、にて室温で実施した。

衝撃試験は、容量 300J の計装化シャルピー衝撃試験機を用い U ノッチ試験片を使用し、233K-297K の範囲で各温度において 4 本の試験を実施した。

破壊靱性試験には、除荷コンプライアンス法を採用した。CT 試験片は、試験片幅 B=25mm の V ノッチ型である。疲労予亀裂導入は、電気油圧サーボ式疲労試験機を使用し、応力比 R=0.1 の条件とし、CT 試験片側面を顕微鏡で観察しながら疲労亀裂導入を行い、約 2mm の亀裂を付与した。その後開先 60°深さ 2.5mm のサイドグループ加工を行った後に JSME 規格 弾塑性破壊靱性値 J_{Ic} 試験方法³⁾に則り、室温(296K)および 233K で試験した。

3. 実験結果および考察

得られた試料の顕微鏡観察写真について図 2 に示した。Y ブロック試料では Ni を添加することで 0.2%耐力および引張強さは向上し、伸びは低下する傾向となり、基地硬度の影響が現れた。一方で実体供試材では、Ni 添加の効果は小さかった。実体供試材では、試験片の採取位置による引張強さ、伸びに与える影響は、鋳型壁と内部のものとの差は小さく、いずれの実体供試材も JIS 規定の機械的性質を満足する結果となった。

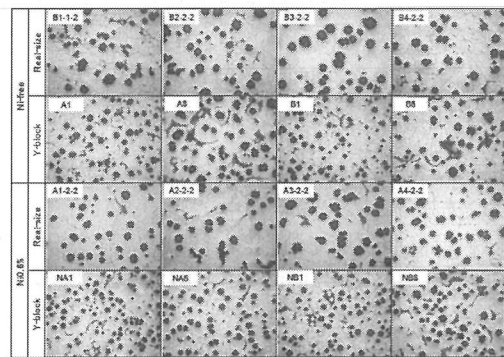


図 2 溶製試料の組織写真

衝撃遷移曲線からは、0.6%Ni 添加の試料が無添加の試料よりも低い衝撃特性を示した。また、冷却速度の小さい実体供試材の方が冷却速度の大きい Y ブロック試料よりも低い吸収エネルギーを示し、エネルギー遷移温度は上昇した。実体供試材では、Ni 添加および無添加ともに試験片採取位置による吸収エネルギーへの影響が現れ、冷却速度の大きい部位の試料が高い吸収エネルギーを示した。

実体供試材での 0.6%Ni 添加材を 296K および 233K での破壊靱性試験で得られた、荷重-荷重線変位(L-LLD)図を図 3 に示す。繰り返しの載重-除荷によって、試験片の亀裂進展抵抗は低下し、最大荷重は低下した。また、低温の 233K で得られた Y ブロックの Ni 添加試料では、60MPa·m^{1/2}を超える K_{Ic} 値を示した。

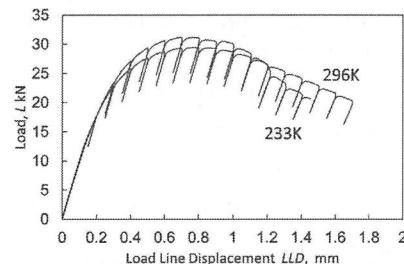


図 3 破壊靱性試験での荷重(L)-荷重線変位(LLD)図

4. まとめ

0.6%の Ni を添加した厚肉フェライト球状黒鉛鋳鉄は、233K においても十分な靱性値を示すことを明らかにした。

参考文献

- 1) 旗手稔, 宮本論卓, 山田翔平, 信木関:(公社)日本鋳造工学会 中国四国支部会報(こしき), 41(2018)30.
- 2) JIS G 5504 低温用厚肉フェライト球状黒鉛鋳鉄品(2005).
- 3) JSME S001 弾塑性破壊靱性 J_{Ic} 試験方法(1992).