

研究テーマ	金属粉末積層造形金型の寿命評価および表面処理の適用について (第2報)		
担当者 (所属)	深澤郷平・佐野正明・石田正文 (材料・燃料電池)・萩原義人 (機械) 若尾博明・村松翼 ((有)丸真熱処理工業)		
研究区分	重点化研究	研究期間	平成30年度～令和元年度

### 【背景・目的】

金属粉末積層造形技術(以下、金属AM)は金型分野において、金型の冷却能力を向上させるメリットがあるため、樹脂成形用金型に普及しつつある。一方、金型寿命が課題であるダイカスト金型への適用は進んでいない。ダイカスト金型は過酷な熱サイクル環境下で使用されるため、熱疲労に起因したクラックにより金型寿命は低い。また、金属AM素材の機械的性質は従来材と異なる傾向にあり、金型寿命への影響が懸念される。金属AMをダイカスト金型へ適用するためには操業時を想定した環境下における寿命評価が必要であるが、これに関する報告はない。そこで、本研究では金属AMにより作製した試験片の熱疲労試験を行い、寿命評価および窒化処理の効果を検討した。

### 【得られた成果】

試験片はマルエージング鋼粉末を用いて作製した素材(AM)と、比較に用いた展伸材YAG300(YAG)にそれぞれ熱処理を施し49HRCに調整した。さらにガス窒化処理を施した(AM+N, YAG+N)の4種を用い、形状はφ58mm、高さ20mmの円柱とした。熱疲労試験は加熱した金属板に試験片を160秒間接触させ表面温度が約570℃まで上昇するように調整し、その後水槽中に15秒間浸漬させ、約160℃まで冷却させる熱サイクルを繰り返し行った。規定サイクル数毎に残留応力測定及び表面観察を行った。

- 試験前のAM及びYAGの応力はゼロ付近にあり、サイクル数の増加に伴い圧縮側に移行し、500サイクル以降は-500~-400MPaを推移した(図1)。AM+N及びYAG+Nは試験前に-1500~-1400MPaと高い圧縮応力を示し、試験開始から100サイクルまでは圧縮応力が減少傾向にあった。100サイクル以降は再び圧縮応力が増加し、1000サイクル以降は-600MPa付近を推移した。なお、AMとYAGによる差はみられなかった。
- AMは500サイクル後に僅かなクラックが観察されたが、AM+Nは2000サイクル後も明確なクラックがなかった(図2 a, b)。また、5000サイクル後の断面観察結果からも窒化によるクラック抑制効果を確認した(図2 c, d)。

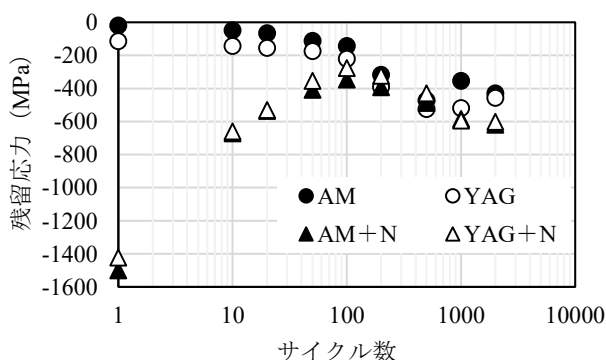


図1 熱疲労試験過程における残留応力

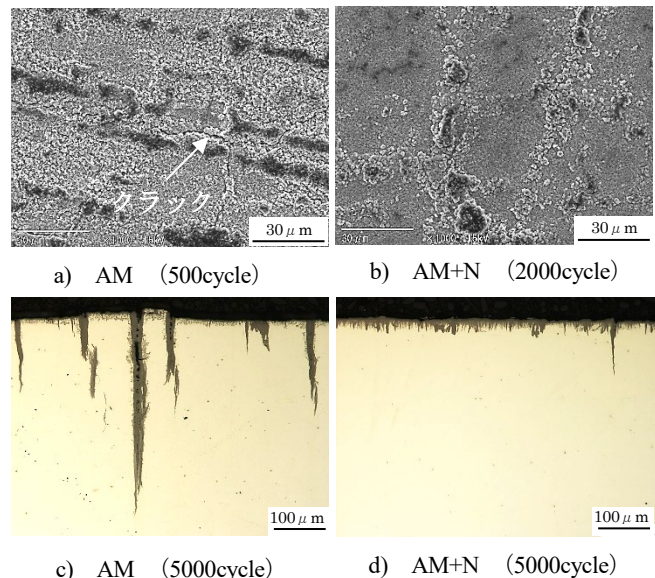


図2 各サイクルにおける表面及び断面観察結果

### 【成果の応用範囲・留意点】

現状、金属AMに使用可能な熱間金型用鋼粉末材は普及していないが、マルエージング鋼はダイカスト用金型の肉盛溶接への使用実績がある。金属AMの長所を活かし金型の冷却性能を高めることで熱的負荷の軽減が期待でき、併せて窒化処理も施せば金型の長寿命化に有効と考えられる。