

ファインセラミックス（YSZ）ジルコニアを使用した打錠杵の開発

加工技術課 川堰宣隆, 清水孝晃 機械電子研究所 佐山利彦
(株) ビー・エム・プロダクツ 黒川正博

1. 緒言

医薬品および健康食品を製造する打錠機の杵には、一般に鋼の表面にクロムメッキ等を表面処理したものが使用される。しかし、これらの杵では打錠時の膜の剥離や耐久性が問題となってくる。本課題を解決するため、本研究開発ではファインセラミックス製（YSZ）の打錠成型用杵の開発について検討している。本共同研究では、YSZ 製杵と金属土台との接合強度について検討するとともに、有限要素法による杵の疲労強度の評価を行った。

2. 接合強度の評価

YSZ を杵に適用する場合、杵全体を YSZ にすると、コスト高となる。そこで先端のみをセラミックス製とし、それを金属土台に接合した杵を作製し、その接合強度を評価した。試験機には、万能試験機（株）島津製作所製、UH-100kNA）を使用した。試験には、接合面の形状が異なる2種類の試料（直径6 mm、長さ7 mmおよび直径8 mm、長さ8 mm）を用いた。

試験の結果、前者では接着強度が平均 0.43 kN であるのに対し、後者では 1.52 kN であった。母材で破壊は生じず、YSZ と金属の界面で剥離が生じた。これより、接合面の直径は 8 mm 以上必要であることがわかった。

3. 疲労強度の評価

3.1 解析モデル

つぎに有限要素法による錠剤の成形過程の解析を行い、杵の内部に発生する応力の変動状況に基づいて、杵の疲労破壊に対する寿命評価を行った。有限要素モデルは、回転軸に対して半分の領域をモデル化した。紛体には4 節点軸対称要素、杵と臼には 8 節点軸対称要素をそれぞれ用いた。解析には、MSC/Marc 2012 を用いた。

3.2 解析結果

上記の方法で解析を行った結果、図 1 に示すように上杵、下杵のランド部付近において相対的に高い相当応力が発生していることがわかった。一方、くぼみ部付近では、相対的に高い最大主応力が発生していた。これらの結果より得られた内部に発生する応力の変動状況に基づいて、杵が疲労破壊（疲労き裂の発生）に対してどの程度の強度を有するかを評価した。図 2 は、YSZ の修正 Goodman 線図である。図中の実線は、YSZ の引張強度 $\sigma_1 = 600.0$ MPa および 10^4 回の疲労き裂発生

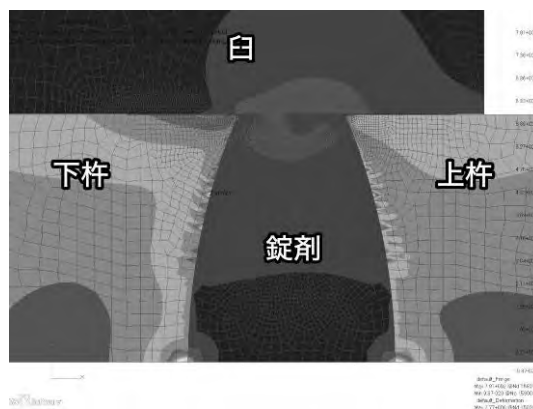


Fig. 1 Equivalent stress distribution around the powder.

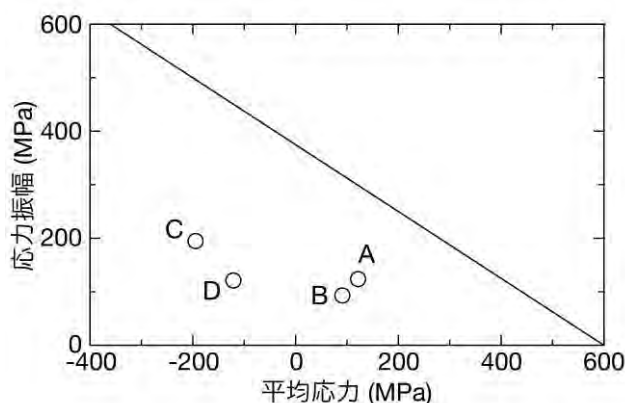


Fig. 2 Evaluation of fatigue strength by means of modified Goodman diagram.

寿命となる両振負荷の応力振幅 $\sigma_a = 374.8$ MPa を通る線である。すなわち、この線から下の領域にある繰返し応力状態では疲労き裂の発生寿命が 10^4 回以上であることを意味する。点 A と点 B は、それぞれ下杵と上杵のくぼみ部の引張疲労破壊の評価点、点 C と点 D はそれぞれ下杵と上杵のランド部のせん断疲労破壊の評価点である。いずれの点も疲労き裂の発生限界に対して、十分な余裕があることがわかる。すなわち、開発した杵は十分な疲労強度を有することを示している。

4. 結言

本研究では YSZ 製杵と金属土台との接合強度および有限要素法による疲労強度の評価を行った。これより最適な接合部の形状を示すとともに、開発した杵は十分な疲労強度を有することがわかった。