

研究論文

航空機におけるチタンおよびチタン合金の異物衝突損傷*

柄澤秀親**, 櫻井陽輝***,****, 古神佑太郎**,
田頭浩一郎****, 石田瑞紀****, †新井和吉***

Foreign Object Damage of Titanium and Titanium Alloys for Aircraft*

by

Hidechika KARASAWA**, Haruki SAKURAI***,****, Yutaro KOGAMI**,
Koichiro TAGASHIRA****, Mizuki ISHIDA**** and †Kazuyoshi ARAI***

(Received Nov. 23, 2023; Accepted Dec. 11, 2023)

Abstract

Foreign objects such as birds, sand, and dust on aircraft, particularly on engine parts, can cause collisions and severe damage to aircraft, which may endanger human life. Titanium-based materials have been attracting attention as structural materials for aircraft in recent years. In this regard, Ti-6Al-4V is a titanium alloy widely used in aircraft manufacturing. Some studies have been conducted on the sand erosion resistance and bird strike resistance of Ti-6Al-4V. However, only few studies have been conducted on other titanium-based materials. In this study, the sand erosion resistance and soft body collision performance of titanium and four titanium alloys were investigated. The sand erosion tests revealed that Ti-15V-3Cr-3Sn-3Al exhibited the best sand erosion resistance. Additionally, the soft body impact test results showed that the impact point deformation of Ti-6Al-4V and Ti-15V-3Cr-3Sn-3Al began when the projectile kinetic energy per plate thickness exceeded about 65 J/mm. This suggests that the yield stress of the two materials was equal to this energy.

Keywords: Foreign object damage, Sand erosion, Bird strike, Titanium, Titanium alloy

1. 緒言

航空機は、運用中に様々な異物が衝突することがあり、異物の衝突によって機体が損傷することは FOD (Foreign Object Damage) と呼ばれている。FOD の中でも、流体中に含まれる砂や塵などの粒子が材料に繰返し衝突することで

表面が機械的損傷を受け脱離していく現象はサンドエロージョンと呼ばれ、航空機などの流体機械にとって致命的な事故原因となっている。また、FOD の約 90% を占めているといわれているのは鳥との衝突 (バードストライク) による損傷であり²⁾、機体に甚大な被害を与え、ひいては人命にも危険を及ぼす現象である。

航空機産業において機体の軽量化のために軽くて強い、すなわち、比強度や比剛性に優れる材料が必要不可欠となっている。そのため、航空機用材料にはそれらの条件を満たすアルミニウム合金やチタン合金が使用されており、近年では、機体やエンジン部品への炭素繊維強化プラスチック (Carbon Fiber Reinforced Plastics, CFRP) の適用比率が高まってきた。チタン合金や純チタンなどのチタン系材料は、耐食性や熱膨張率において CFRP との適合性に優れているため、今後も需要の増加が期待される^{3),4)}。

令和 5 年 11 月 23 日受付

* ©2022 日本材料科学会, 令和 4 年 12 月 2 日, 第 27 回材料科学若手研究者討論会にて本論文の内容の一部を発表

** 法政大学大学院理工学研究科機械工学専攻: 東京都小金井市梶野町 3-7-2

Graduate school of Engineering, Hosei University: 3-7-2 Kajinocho, Koganei-shi, Tokyo 184-8584, Japan

*** 法政大学理工学部機械工学科

Department of Engineering, Hosei University

**** 現在, 富士フイルムビジネスイノベーション株式会社 FUJIFILM Business Innovation Corp.

*** 株式会社 IHI: 東京都昭島市拝島町 3975-18

** IHI Corporation: 3975-18, Haijimacho, Akishima-shi, Tokyo, 196-8686, Japan

†:連絡先/Corresponding author