

## 審査の結果の要旨

論文提出者氏名 杵淵紀世志

修士(工学)杵淵紀世志提出の論文は「固体ロケットモータ排気噴煙と通信波との干渉」と題し、7章及び付録9項から成っている。

固体ロケットモータ排気噴煙と通信波との干渉により通信波の損失が起こるため、その現象の理解と、通信波損失の予測法の確立が必要とされている。このような背景から、本論文では、実機大の固体ロケットモータを用いて、排気噴煙と通信波との干渉を実験的に計測するとともに、そこで生じる現象を把握し、その結果をもとに飛行中のロケットにおける通信波損失についての予測の可能性を検討している。

第1章は序論であり、固体ロケットモータ排気噴煙と通信波の干渉について、ロケットを運用する際の問題点を概観するとともに、過去の研究を概観している。さらに、実機大固体ロケットモータによる干渉効果を十分把握する必要があり、それを踏まえることによって、ロケットを運用する際の干渉効果の予測が可能となることが述べられている。

第2章では、ロケットモータの排気噴煙と電磁波の干渉についての理論的知見が概観される。まず、排気噴煙中にはプラズマが存在し得ることを述べ、さらに、電磁波との干渉効果として、そのようなプラズマによるもの、及び、排気噴煙に含まれる固体粒子群によるものが概観されている。

第3章では、実験の概要を示している。実験では、実機大の固体モータ(5種類)の地上燃焼試験の機会を利用した電波干渉現象が利用され、その計測系が述べられている。通信波として、S、C、X波帯の電磁波を用い、排気噴煙に対して直角に向き合った送信、受信アンテナ間の電磁波と排気噴煙との干渉を計測している。計測では、それぞれの電波の減衰を計るとともに、S波については位相のずれも計測している。

第4章では、計測結果を把握するために必要な解析手法を述べている。ひとつは、燃焼圧変動に伴うロケット排気噴煙の形状変化を把握するための、排気噴煙に対する数値解析手法である。さらに、送・受信アンテナ間の電波伝播を把握するための、マックスウェル方程式に基づく解析手法について述べている。

第5章では、実験結果とそれに対する考察が述べられている。計測結果は、モータの燃焼圧に応じており、燃焼中期までの比較的燃焼圧の高い領域と、それ以降の比較的燃焼圧の低い領域に分けて理解することができる。いずれの領域においても、排気噴煙に生じる弱電離プラズマが電波干渉の原因であり、第1の領域では、S、C、X波ともに、排気噴煙を直進する成分が卓越しているとみなすことで、その損失が理解できるのに対して、第2の領域では、特に低周波数のS波については、排気噴煙を迂回して伝播する(回折する)成分が卓越するものであるとして、その損失を理解することが可能となる。この解釈は、排気噴煙の流れ構造の変化を考慮した電磁波伝播解析の結果とも符合する。具体的には、

排気噴煙の流れ解析により、第 1 の領域では、電波がマッハデスクの上流側を通過しているのに対して、第 2 の領域では、その下流側を通過していることが判明している。即ち、このような流れ構造の変化に伴い、第 1、第 2 の領域が出現することになると結論づけている。5 つのモータに関する結果は、それぞれの試験条件に応じた違いが見られるものの、基本的には共通している。

第 6 章では、ロケット飛行中の噴煙損失について、第 5 章で得られた知見をもとに論じている。即ち、ロケットから送信され、地上で受信される電波が被る損失のうち、噴煙により回折されることによる損失が卓越するとのモデルを提案し、そのモデルにより予想される電波損失と観測された電波損失が符号することが示されている。

第 7 章は結論であり、実機大の固体ロケットモータ排気噴煙と通信波との干渉が合理的に理解できること、及び、それをもとに、飛行中のロケットにおける通信波損失についての予測の可能性を示したことを結論としている。

以上要するに、本論文は固体ロケットモータ排気噴煙により通信波が被る損失について、実機大の固体ロケットモータを用いて実験的、数値的手法により多角的に調べ、その損失効果を把握し、さらに、その把握に基づいて飛行中のロケットにおける通信波損失についての予測の可能性を示したものであり、航空宇宙工学に貢献するところが大きい。

よって、本論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。