

デブリ捕獲に向けた衛星構体への金属弾撃ち込みに関する研究

グエン バ タイン ロン・田中 宏明(防衛大学校)・波多 英寛(熊本大学)

研究背景

サイズの大きなスペースデブリを回収するために、デブリ化した衛星構体とドッキングする必要がある。ドッキング方法の一つとして、テザー付アンカーを対象デブリに向け射出し、結合する方法が提案されている。**金属弾の撃ち込みによるドッキング方法における課題**

- 1: 撃ち込み速度によりドッキング状態が異なる。
- 2: ドッキングした後金属弾を引き抜く力が発生する。
- 3: 撃ち込みにより発生する衝撃のため衛星が更に破壊する可能性がある。

研究目的

試験を通してテザー付アンカーの撃ち込みによるスペースデブリ衛星構体と結合の可能性を検証する。

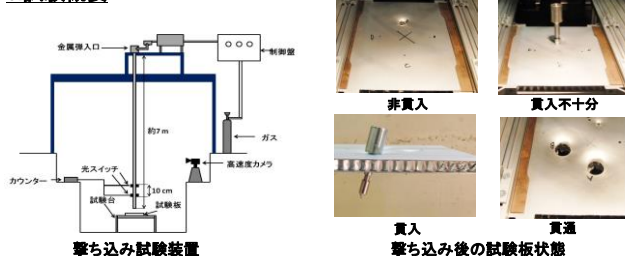
撃ち込み速度評価試験

1.試験目的: 衛星構体を模した構造に対して、アンカーとして金属弾を撃ち込む試験を行い、必要な撃ち込み速度を評価した。

2.金属弾及び試験板

部材	サイズ(mm)
アルミハニカム サンドイッチ	250 x 250 x15
アルミニウム合金板	250 x 250 x1
CFRP板	250 x 250 x1

3.試験概要



4.試験結果

各部材により適切な貫入が得られる際の速度が異なった。適切な撃ち込み条件により、適切な状態での固定が可能である。

撃ち込み試験結果のまとめ

	金属弾1	金属弾2	金属弾3
アルミハニカム	33-41[m/s]	30-42[m/s]	28-43[m/s]
アルミニウム	20-21[m/s]	19-20[m/s]	18-23[m/s]
CFRP	11-14[m/s]	11-15[m/s]	11-14[m/s]

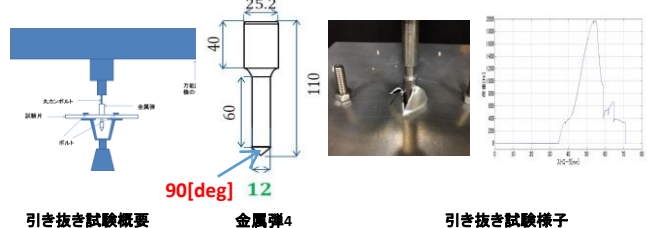
引き抜き強度評価試験

1.試験目的

撃ち込みによる金属弾の衛星構体への固定における固定強度を調べるために、引き抜き試験を行った。

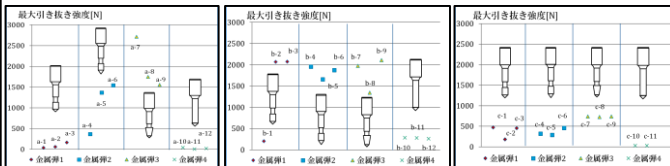
2.試験概要

撃ち込み試験で求めた適切な撃ち込み速度で金属弾を試験板に撃ち込みました。金属弾が貫入した状態で引き抜き試験を行い、最大引き抜き強度を求めた。引き抜き強度に関して金属弾軸部のくぼみの効果を確認するため、金属弾の先端の軸部の一部が細い形状の金属弾と先端の直径が変わらない金属弾(金属弾4)を比較した。



3.試験結果

アルミニウム合金板に撃ち込む時高い強度が得られた。先端の軸部の一部がくびれた形状の効果を確認できた。



引き抜き試験結果(左から:アルミハニカム-アルミ合金-CFRP)

衝撃評価試験

1.試験目的

衛星構体を模した構造に対して金属弾の撃ち込み試験を行い、SRS (Shock Response Spectrum) 解析を通して、その衝撃特性を評価した。

2.試験概要

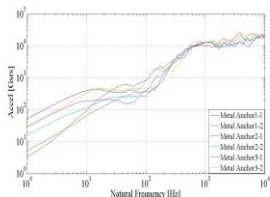
試験板としてアルミハニカムサンドイッチ試験板及びアルミニウム合金試験板を使用した。加速度センサを取り付けた試験板に対し金属弾を撃ち込み、加速度センサの出力をシグナルコンディショナで電圧変換した後、データロガーにて計測した。

3.試験結果

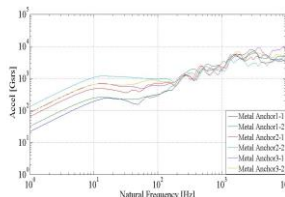
本試験において、衝撃データ及びSRS解析結果のグラフから、アルミハニカムサンドイッチと比べるとアルミニウム合金板への撃ち込み時の衝撃が激しいことが分かった。



加速度センサを取り付けた試験板



アルミハニカム試験板のSRS解析結果



アルミ合金試験板のSRS解析結果

結論・今後の課題

結論

撃ち込み速度及び結合状態について評価し、適切な撃ち込み速度を明らかにした。金属弾の引き抜き強度を評価した。先端の軸部の一部がくびれた形状の効果を確認できた。アルミハニカムサンドイッチよりアルミニウム合金板の方は衝撃が激しいと考えられた。

今後の課題

1. 衛星構体が回転運動する時の撃ち込み
2. 本試験と異なる拘束条件の構造への撃ち込み
3. 衝撃の低減方法について検討を行う必要がある。