



平成26年度「きぼう」利用候補テーマ 一般区分 科学研究テーマ
「炭素質ナノ粒子の宇宙風化と星間有機物進化の実証研究」

耐荷重圧縮試験
報告書

概要

本文書は、きぼう実験棟 ExHAM を利用した研究候補テーマ「炭素質ナノ粒子の宇宙風化と星間有機物進化の実証研究」のフライト準備段階において実施する耐荷重圧縮試験の実施概要および結果をまとめた物である。本実験は、主要な試料基板に対して、R0.75mm 鋼球圧子による供試物件中央部への圧縮試験を行い、JEMRMS 子アーム二故障時に衝突荷重 37.7kgf が試料面に作用した場合(衝突部位はハンドホールド端部 R0.76mm)を想定した強度確認を行う。

文書番号			QCC20150223-ka.juu
文書承認年月日			2015年02月23日
作成  2015. 02. 23	承認  2015. 02. 23	備考	

1. 実施要領

実施日時：2014年9月26日

実施場所利用施設：鳥取県産業技術センター機械素材研究所（米子施設）

実験協力者等：試料基板圧縮試験は、木村勝典(機械素材研究所 計測制御科 科長)および門脇修(エムシステム株式会社 技術部 技術室)の協力を得て実施した。

2. 試験条件及び最大点試験力の測定結果

JEMRMS 子アーム二故障時に衝突荷重 37.7kgf が試料面に作用した場合(衝突部位はハンドホールド端部 R0.76mm)を想定する。試験には、鳥取県産業技術センター機械素材研究所（米子施設）所有の島津製作所 AUTOGRAPH : AG-G(XR) (図1 左図参照)を使用し、R0.75mm 鋼球圧子(図1 右上、右下図を参照)を用いて耐荷重圧縮試験を行った。試験実施項目と、試験の結果得られた破壊直前の最大点試験力を表1に示す。

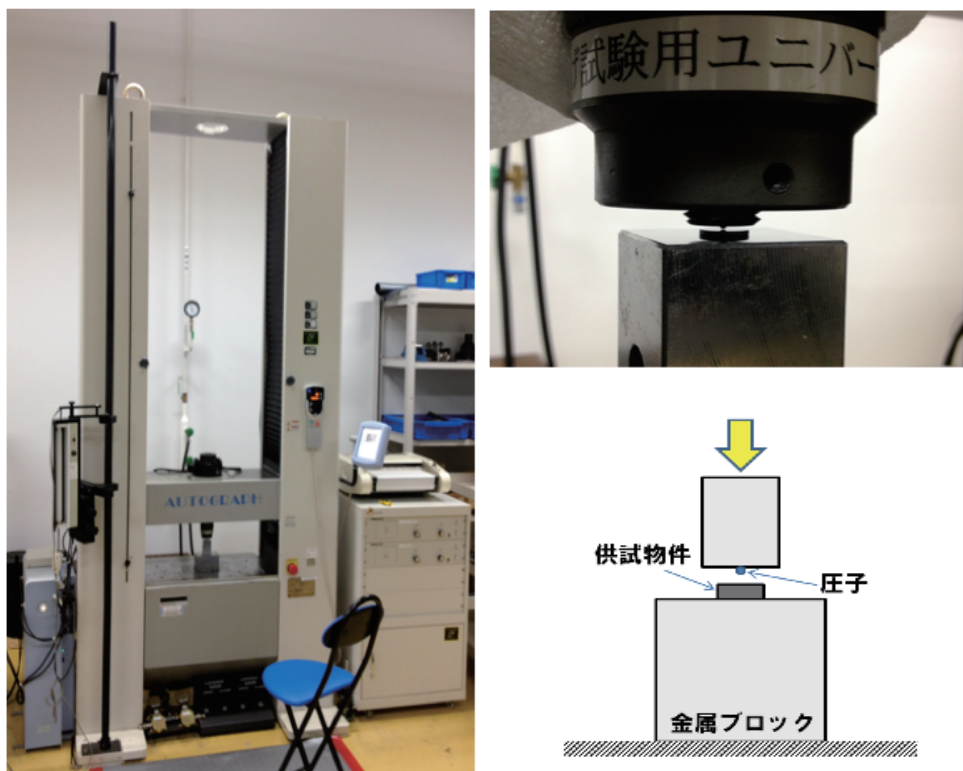


図 1. 鳥取県産業技術センター機械素材研究所（米子施設）所有島津製作所 AUTOGRAPH : AG-G(XR)を用いた材料圧縮試験実施時の様子と、試験実施時の試料基板および R0.75mm 鋼球圧子の設置およびコンフィギュレーションの概略図。

表 1 : 試験実施項目の概要

試験項目番号	試料基板	設置条件	最大点試験力[N]
#01	SiO ₂ (10mm φ, t=1mm)	Indium 無し (1 回目)	859.2
#02	SiO ₂ (10mm φ, t=1mm)	Indium 無し (2 回目)	891.3
#03	SiO ₂ (10mm φ, t=1mm)	Indium 有り (282.4mg)	153.1
#04	SiO ₂ (10mm φ, t=1mm)	Indium 有り (123.4mg)	391.3
#05	SiO ₂ (10mm φ, t=1mm)	Indium 無し、 試料ホルダー(PM)内設置	195.0
#06	SiO ₂ (10mm φ, t=1mm)	Indium 有り(299.6mg)、 試料ホルダー(PM)内設置	357.4
#07	Si (10mm φ, t=1mm)	Indium 無し(1 回目)	1183.9
#08	Si (10mm φ, t=1mm)	Indium 無し(2 回目)	925.3
#09	Si (10mm φ, t=1mm)	Indium 有り(291.5mg) 試料ホルダー(PM)内設置	563.0

表 1 に示す通り、R0.75mm 鋼球圧子による供試物件中央部への圧縮試験の結果、SiO₂ および Si の両試料基板に対して、平板上に設置した状態で得られた最大点試験力測定値（表 1 の試験項目#01, #02, #07, #08 が対応）は、JEMRMS 子アーム二故障時に試料面に作用し得る（衝突部位はハンドホールド端部 R0.76mm を想定）荷重基準値 369.5N (37.7kgf) に安全率 2.0 (safety factor) を考慮した荷重値 739.0N(75.4kgf)を十分に上回る事が確認された。

2. 最大点試験力の測定結果と、試料設置方法の影響

2.1 インジウム板挿入の影響

合成石英基板（直径 10mm、厚さ 1mm）に対して、平板上に設置した状態で実施した供試物件中央部への圧縮試験の結果、1、2 回目の測定で 859.2N、891.3N と、想定する荷重基準値 369.5N を十分に上回る耐荷重強度が確認された。一方、当初、衝撃の緩和や、熱接触を取る目的で試料と試料ホルダーの間に敷くインジウム薄板を敷く事を計画していたが、試験項目#03 および#04 と試験項目#1 および#2 の比較から、インジウム板の挿入が逆に耐荷重強度を弱めるという結果が得られた（インジウムを 282.4mg、及び 123.4mg 敷いた場合、それぞれ最大点試験力の測定値は、153.1N および 391.3N まで低下；表 1 の試験項目#03 および#04 を参照）。これは、荷重発生時に基板に変形を許容する事が主要因ではないかと考えられる。

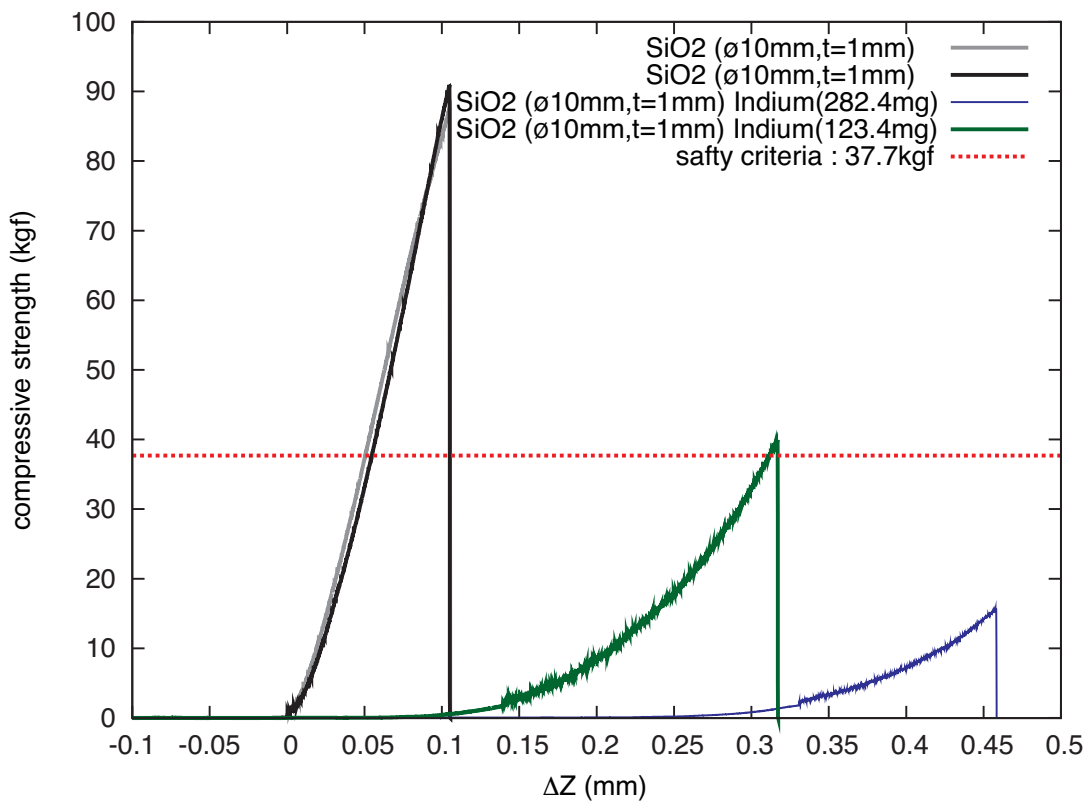
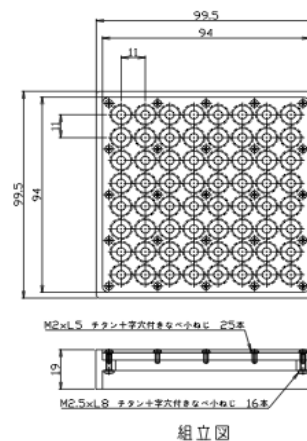


図2：灰色線および黒実線は、試験項目#1 および#2 に対応し、インジウム板を敷かず、SiO₂ 基板に対して実施した R0.75mm 鋼球圧子による供試物件中央部への圧縮試験の結果を示す。横軸 ΔZ は、剛球圧子が SiO₂ 基板表面に到達して以降の押し込み量(mm)に該当する。青線は、試験項目#3 に対応し、282.4mg のインジウム板を挟んだ試験条件での結果である。また、緑線は、試験項目#4 に対応し、#3 の約半分量のインジウム板(123.4mg)を挟んだ試験条件での結果である。インジウム板無しの条件での試験では、安全基準値の 37.7kgf を十分にクリアしたのに対し、インジウム有りの条件での試験では、最大点試験力が明白に落ちることが分かった。

2.2 試料ホルダーの底穴の有無と影響

当初、試料基板は、右概略図に示すように、各試料のホルダースペース底部に直径 4mm φ の貫通穴が空けられた状態の試料ホルダーに設置される計画で、試料ホルダーの PM はその設計に基づいて製作した。一方、試験項目#5 に示すように、SiO₂ 基板を、そのホルダーに設置した上で、R0.75mm 鋼球圧子による供試物件中央部への圧縮試験を行った結果、最大点試験力が明白に劣化することが分かった。この原因も、試料基板の底面構造が平



板でなくなった事により、荷重発生時に基板に変形を許容するようになった事が最大点試験力劣化の主要因ではないかと考えられる。実際に、このホルダーを利用して、底面にインジウム板を敷いた試験条件（試験項目#6 および#9）では、若干の最大点試験力の改善が見られた。しかしながら、底板が穴空きのケース、インジウム板有りのケース、底板が穴空き且つインジウム板有りのケースいずれの場合も、平板上に設置した状態で得られた最大点試験力測定値を下回った。

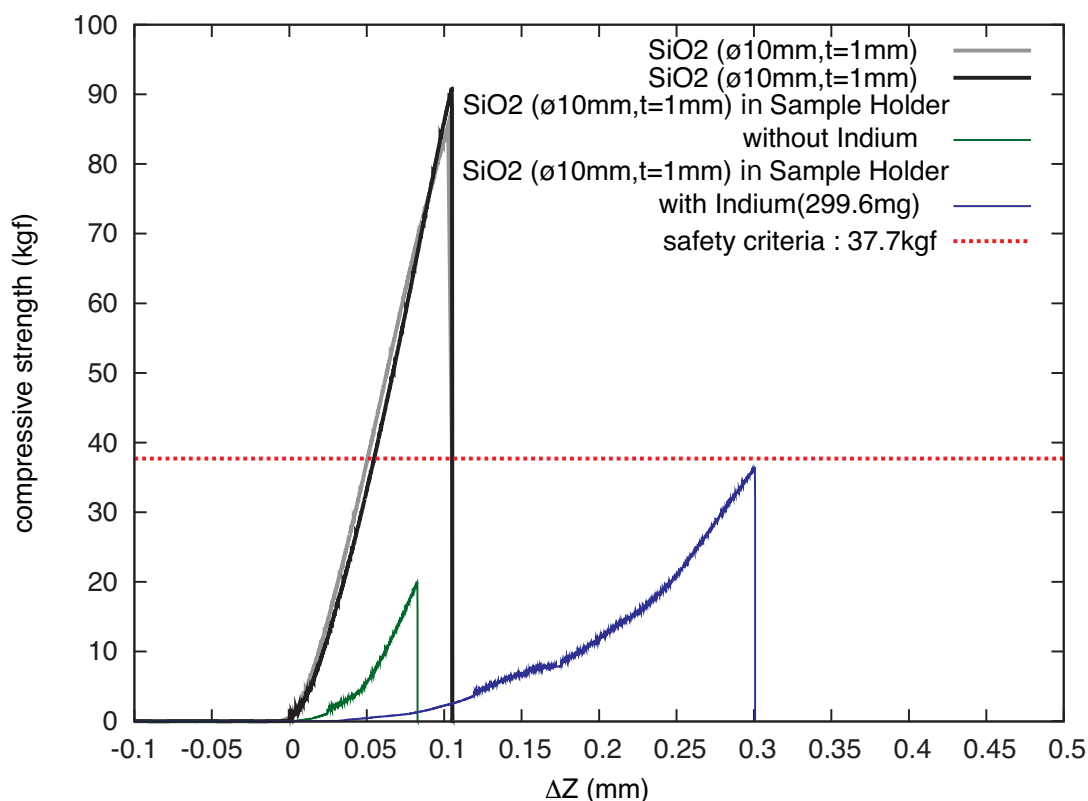


図3：灰色線および黒実線は、試験項目#1 および#2 に対応し、インジウム板を敷かず、SiO₂ 基板に対して実施した R0.75mm 鋼球圧子による供試物件中央部への圧縮試験の結果を示す。横軸 ΔZ は、剛球圧子が SiO₂ 基板表面に到達して以降の押し込み量(mm)に該当する。緑線は、試験項目#5 に対応し、インジウム板を挟まず、試料ホルダーPM に試料を設置した状態で実施した圧縮試験の結果である。試料ホルダーPM は、底面に 4mm φ の貫通穴を有し、その上に SiO₂ 基板を設置すると、平板上に置いた場合と比べて、最大点試験力が明白に落ちることが分かった。また、青線は、試験項目#6 に対応し、インジウムを挟んで、試料ホルダーPM に試料を設置した状態で実施した圧縮試験の結果である。最大点試験力は、今度は逆にインジウムが有る事で多少改善が見られたが、インジウム無しで平板上設置の場合に比べて、依然として大幅な最大点試験力の劣化が見られた。

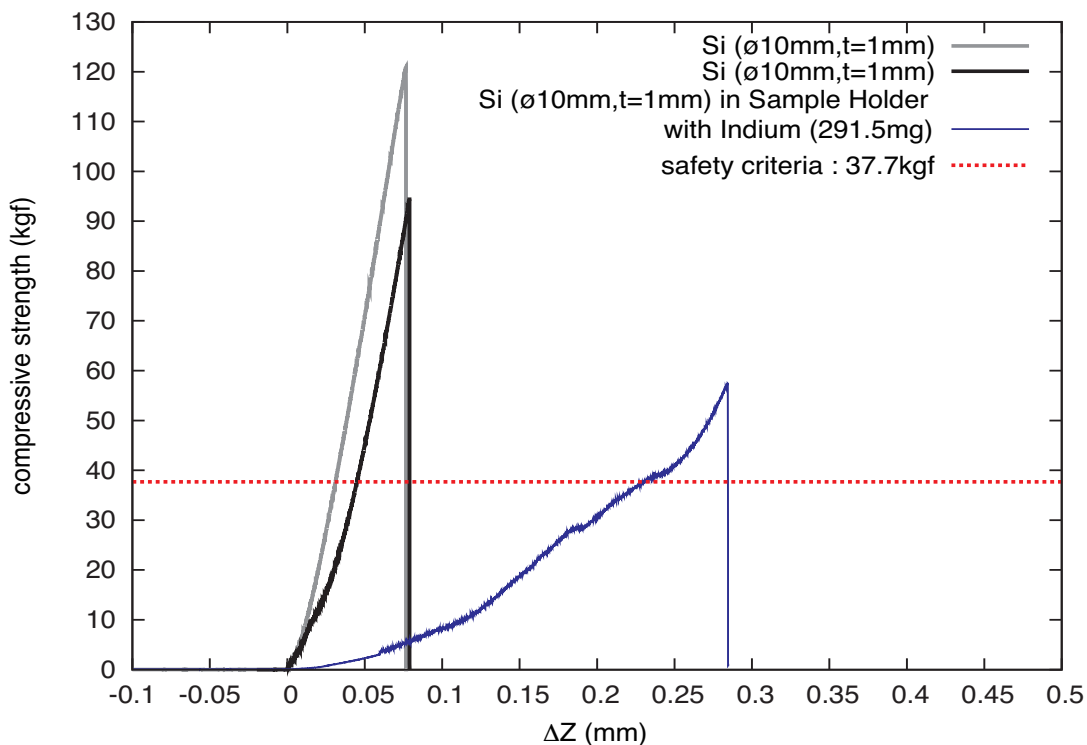


図4：灰色線および黒実線は、試験項目#7 および#8 に対応し、インジウム板を敷かず、Si 基板に対して実施した R0.75mm 鋼球圧子による供試物件中央部への圧縮試験の結果を示す。横軸 ΔZ は、鋼球圧子が SiO₂ 基板表面に到達して以降の押し込み量(mm)に該当する。青線は、試験項目#9 に対応し、インジウムを挟んで、試料ホルダーPM に試料を設置した状態で実施した圧縮試験の結果である。最大点試験力は、いずれも基準値 37.7kgf を上回ったが、インジウム無しで平板上に設置する場合に比べて、底辺に 4mm ϕ の貫通穴があいたホルダー上に設置する場合は、大幅な最大点試験力の劣化が見られた。

2.3 対策と結論

以上の結果を基に、以下の対策をとることで、本実験で試料基板として用いる合成石英(SiO₂)基板およびシリコン(Si)基板が、JEMRMS 子アーム二故障時に衝突荷重 37.7kgf が試料面に作用した場合(衝突部位はハンドホールド端部 R0.76mm)にも、その基準強度 37.7kgf に対して安全率 2.0 を考慮しても十分に上回る耐荷重圧縮強度を有する事が確かめられた。

- (1) 試料ホルダーフライト品 (FM) では、各試料ホルダースペースの底面に貫通穴を開けない構造とする。
- (2) 試料設置の際に各試料ホルダースペースにインジウムを挟まない方法を採用する。

尚、各試料面は、曝露面のフレームおよびネジ頭の高さより 1mm 程度低く設計されているため、そもそもキックロードに対するリスクは低いが、125lbs/0.5inch ϕ のキックロードは、本圧縮試験によって安全性が確かめられた衝突荷重条件よりも小さく、問題とならない。