

PPS020-P09

会場:コンベンションホール

時間:5月25日 10:30-13:00

模擬レゴリス物質の衝突破壊強度の測定 Measurements of impact strength of simulated regolith materials

荒川 政彦^{1*}, 藤田 幸浩², 鳶生 有理², 長谷川 直³, ヤチェック レリワコピスティンスキ⁴
Masahiko Arakawa^{1*}, Yukihiro Fujita², Yu-ri Shimaki², Sunao Hasegawa³, Jacek Leliwa-Kopystynski⁴

¹ 神戸大学大学院理学研究科, ² 名古屋大学大学院環境学研究科, ³ 宇宙科学研究所, ⁴ ワルシャワ大学

¹Kobe University, ²Nagoya University, ³JAXA/ISAS, ⁴University of Warsaw

はじめに: 月や小惑星表面は, 衝突破片が降り積もってきたレゴリス層で覆われている. このレゴリス層は, ダストの様な微小粒子から数 cm, 数 m の破片まで広いサイズ分布を持つ粒子から構成され, 粒子同士は自重による静的圧力や衝突による動的な圧力を受けて圧密されており, その圧密の程度に従った力学強度を持つ. レゴリス層の形成で代表される天体表面での衝突破片の再集積・堆積作用は, 惑星形成過程において普遍的なものであり, いったん形成したレゴリス層も, 継続する天体衝突により, 繰り返し破砕・再集積・堆積過程を繰り返すことになる. このレゴリス形成サイクルでは, 衝突掘削により圧密の進んだ地下深部の高強度物質を掘り起こして表層に循環させることになる. そこでレゴリスは高強度破片と表層ダストの混合物となり, レゴリス層は, 高強度の岩片をダストのマトリックスが覆うような構造を持つにいたると考えられる. このレゴリス形成サイクルは, 月隕石, HED 隕石に見られるポリミクト, モノミクトプレッチャーとして凍結されている. 本研究では, レゴリス形成サイクルのタイムスケールやサイズスケールを決める重要な物理量であるレゴリスの衝突破壊強度に関する実験と考察を行う. 特に, 高強度の岩片とマトリックスの混合物であるレゴリスの特徴に注目して, 岩片・マトリックス構造が及ぼす衝突破壊強度への影響を調べる.

実験方法: レゴリス模擬試料は, 5~10mm の河川礫と石膏を混合して作成した. 礫と石膏の質量比は 1 : 6 程度であり, マトリックスとなる石膏の空隙率は 50% 程度である. 礫・石膏試料の大きさは直径 15cm, 高さ 15cm 程度の円筒形で, 質量は約 2.8kg である. 衝突実験は円筒の平坦な底面の中心に弾丸を衝突させて行った. 弾丸は直径 7mm のナイロンであり, その衝突速度は 2~6km/s である. 衝突実験は宇宙研の二段式水素ガス銃を用いて行った. 実験後の試料を回収して最大破片の計測を行い, 衝突破壊強度を決定した.

実験結果: 最低速度の 2km/s の実験では, 衝突点を中心に数 cm の孔が形成された. そして, その孔を中心に放射状のクラックが側面にまで伸びている. 側面にまで伸びたクラックが十分に成長した箇所では, 試料の一部が破砕されている. 衝突速度が大きくなると衝突面側の 1/2 から 2/3 が破砕し, その後吹き飛ばされて, 衝突点の反対点側が円盤状の破片としてその場に残置される. さらに破壊が激しくなると衝突後の破片は, 初期形状を留めなくなる. 岩片・石膏構造体試料では, 結晶質の試料とは異なり, 衝突破壊強度以下のエネルギー密度で衝突点から試料全体にまでクラックが行き渡ることなく, さらに, コア型破壊や縦割れ破壊も観察されない. エネルギー密度の増加と共に衝突面から徐々に試料が削られて小さくなっていくように見える. エネルギー密度と最大破片の関係から衝突破壊強度を見積もると約 300J/kg となった. これは礫とほぼ同じ強度を持つと思われる玄武岩の 1000J/kg, 石膏の 2500J/kg と比べてずっと小さい. 構造体がこのような弱い衝突破壊強度を持つ理由は, 礫や石膏そのものが破壊することにより構造体が破壊しているわけではなく, その主な破壊メカニズムが礫と石膏界面の剥離であるからだ予想される. しかしながら, 石膏や礫の存在が伝播する衝撃波にどのような影響を与えているかは不明であり, 界面での剥離強度を超えた実験や礫濃度を变化させた実験により, さらに研究を進める必要がある.

キーワード: レゴリス, 衝突破壊強度, 圧密, クレーター, 角礫岩, 月隕石

Keywords: regolith, impact strength, compaction, crater, breccia, lunar meteorite