

中村昭子<sup>1)</sup>・山下靖幸<sup>1)</sup>・井上裕史<sup>2)</sup>

1) 神戸大学大学院理学研究科<sup>2)</sup>神戸大学理学部

Destruction strength of asteroids

Akiko M. Nakamura<sup>1)</sup>, Yasuyuki Yamashita<sup>1)</sup>, and Yuji Inoue<sup>2)</sup>

Abstract

Asteroids are destructed by mutual direct collisions and re-agglomerated due to self-gravity. Impact strength,  $Q^*$ , is a widely used measure of the resistance of asteroids against collisional disruption. It is the threshold value of energy density (that is the kinetic energy of the colliding bodies per the mass of the larger body,  $Q$ ) for catastrophic disruption that is defined as the largest remaining intact piece being one half of the mass of the original. Collisional life-time and time-evolution of size distribution of asteroids are dependent on the value of  $Q^*$ . The impact strength  $Q^*$  at impact velocity of a few km/s for solid brittle materials such as terrestrial rocks was determined in previous laboratory studies and then extrapolated to larger bodies. Here we show the values of  $Q^*$  varies with porosity and impact velocities as well as internal stress state based on recent laboratory works.

Key Words: Asteroids, impact strength, porosity

小惑星は、互いの衝突によって破壊、再集積を繰り返していると考えられている。小惑星の衝突破壊強度 ( $Q^*$ ) は、破壊の結果残される最大の天体の質量が元の天体の質量の2分の1となるときの、天体の質量あたりに注入された運動エネルギーで定義されている。小惑星の衝突破壊寿命や、サイズ分布は、この  $Q^*$  がどのような値をとるかによって異なってくる。

従来、 $Q^*$  は、センチメートルサイズの試料について衝突実験を行うことでまず求められ、次に、実験を再現する数値シミュレーションにサイズ効果や自己重力の効果を入れたもの、あるいは、次元解析に実験データを取り込んだスケーリング則によって、天体サイズまで拡張されている<sup>1)</sup>。

従来の室内実験で求められた  $Q^*$  に、最近の実験結果も加えた図を図1に示す<sup>2)</sup>。空隙率が大きいほど、また、衝突速度が大きいほど、 $Q^*$  が大きい、すなわち、壊れにくい傾向が示されている。これ

は、空隙によって衝突で発生した応力波が伝わりにくいこと、初期発生圧力が衝突エネルギーに対して一乗よりも小さな依存性を持つこと、ことなどが関係していると考えられる。

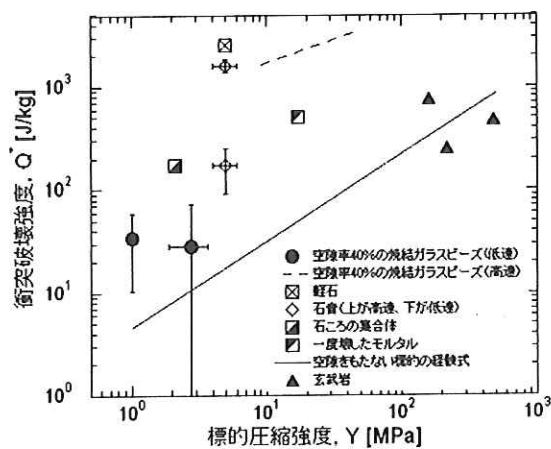


図1. 実験で求められた  $Q^*$

小惑星の衝突破壊強度は、また、小惑星の自転によって影響を受けることが、実験により示唆されている<sup>3)</sup>。われわれは、大きさ数 cm のモルタル円柱を用いた衝突破壊実験を行い、標的内部の引張応力の方向と大きさをかえることによって、破壊の様相と程度が異なることを示した(図2)<sup>3)</sup>。今後、これら、破壊強度と衝突条件のより定量的な検討を行っていく。

参考文献

- 1) Holsapple, K. et al., Asteroid impacts: laboratory experiments and scaling laws, in: W. F. Bottke, Jr. et al. (Eds.), Asteroids III, Univ. of Arizona Press, Tucson, pp. 443-462, 2002.
- 2) Nakamura, A.M. et al., Collisional disruption experiments of porous targets, in preparation.
- 3) Housen, K. Collision fragmentation of rotating bodies, 35<sup>th</sup> LPSC abst. 1826, 2004.

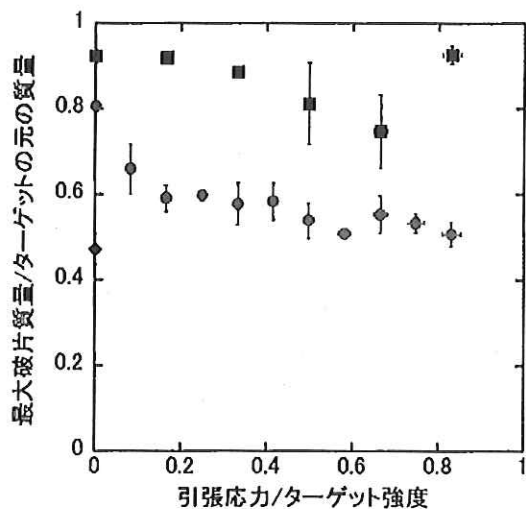


図2. 標的内部応力状態の違いによる破壊の程度の違い。■と●が円板型標的側面をプレスにより圧縮することにより、内部に引張応力を生じさせた場合のデータ。◆は、標的を台の上においただけでプレスに触れていない状態の場合のデータ。

(2008年3月22日受付, 2008年6月15日受理)