

フラッシュ X 線を用いた石膏への弾丸貫入とクレーター形成過程のその場観察

保井みなみ¹、荒川政彦¹、藤田幸浩²、長谷川直³、黒澤耕介³

1 神戸大学 2 名古屋大学 3 宇宙科学研究所

はじめに:

惑星や衛星の表面は衝突クレーターで覆われている。このクレーターの地質学的特徴から、惑星形成過程に関わる衝突史や天体固有の地質構造に関する情報を得ることができる。クレーターの情報を正しく読み解くには、その形成メカニズムを理解しそのメカニズムに基づいた理論の構築が必須である。クレーター形成過程における標的内部の構造変化に関する詳細な研究は、これまで数値計算でしか行うことができなかった。なぜなら室内実験では、クレーター形成は数 10 μ s 以内の瞬間的現象であり、その短時間で岩石内部の変化を観察することは通常の可視光観察では困難だからである。

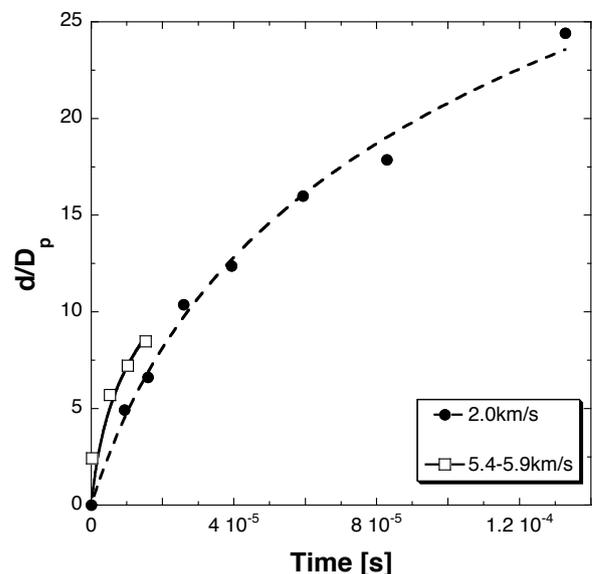
そこで本研究では、フラッシュ X 線を用いた高速度衝突現象の観察を行い、クレーター形成の素過程を明らかにするため、クレーター形成時の弾丸の貫入とクレーター孔の拡大を観察した。

実験方法:

標的は、内径30mm、幅65mmの亚克力パイプ内に流し入れて固めた石膏を用いた。フラッシュ X 線を用いた高速度衝突実験は、宇宙科学研究所の二段式水素ガス銃を使用した。弾丸は直径3.2mmのステンレス球とした。衝突速度は2.0km/sと5.4-5.9km/sの2種類に固定した。フラッシュ X 線は2台用いた。そのため、1回の実験で得られる画像は2枚である。X線撮影のタイミングには、ピエゾゲージを用い、標的前方に設置したゲージを弾丸が通過してからの経過時間を設定することで、同試料・同衝突条件で異なる時間の標的内部画像を得ることに成功した。

実験結果:

衝突の様相は衝突速度で全く異なり、低速度(2.0km/s)では弾丸は石膏を貫通し、5.4-5.9km/s では弾丸は貫通せず、石膏にクレーターを形成し、最終的にはカタストロフィックに破壊した。さらに高速度の場合は、クレーター孔表面に圧密層が見られ、それが時間の経過と伴に厚くなった。また、弾丸衝突時に弾丸は変形し、時間が経過するにつれて弾丸は分裂し、衝突点から放射状に石膏内部を進行することがわかった。次に、得られた X 線画像と Niimi et al. (2011)の式を用いて、時間経過における弾丸の貫入距離(d)を計測し、弾丸貫入の運動を支配する抵抗係数(C_d)を調べた。その結果が右図である。貫通の場合は C_d が約 0.9 となったが、クレーター形成の場合は C_d が約 2.2 となり、弾丸の変形が大きな C_d の原因になることがわかった。



弾丸の貫入距離 d (D_0 は弾丸直径) と経過時間との関係