

## 層構造天体中を伝播する衝撃波に関する実験的研究

## Experimental study on shock wave propagation in core-mantle bodies

# 岡本 千里 [1]; 荒川 政彦 [2]

# Chisato Okamoto[1]; Masahiko Arakawa[2]

[1] 名大・環境・地球環境; [2] 名大・環境

[1] Earth and Environmental Sci., Nagoya Univ.; [2] Grad. School Env. Studies, Nagoya Univ.

はじめに:

天体の衝突破壊に関する物理過程を理解するためには、天体中を伝播する衝撃波の性質を知ることが重要である。衝撃波の伝播に関する研究として、氷や岩石中を伝播する衝撃波の減衰に関する研究がなされてきた [Ahrens and O'Keefe, 1977; Pierazzo et al., 1997; Kato et al., 2001]。

その形成初期段階において、微惑星は高空隙率であり、均質な内部構造を持つと考えられている。これらの微惑星は、圧密や内部熱源から受ける熱によって、エコンドライト母天体の様な分化した内部構造を持つに至ったと考えられる。ゆえに、太陽系における天体の衝突進化を考える上で、均質な構造を持つ天体だけではなく、層構造を持つ天体の衝突破壊の物理過程を知ることが重要となる。均質な構造を持つ天体と、分化し、層構造を持つに至った天体中の衝撃波の伝播過程は異なると考えられる。我々が層構造天体の衝突破壊過程を理解するためには、これらの内部での衝撃圧力の履歴、特に、衝撃波が層境界面を通過する時の圧力の変化を知る必要がある。そこで、我々は2層構造試料を用いて、衝撃圧力のその場計測を行なった。

実験手法:

衝突実験は名古屋大学に設置された2段式軽ガス銃を用いて行った。長さ2.6mm、直径1.6mmのナイロン製プロジェクトイルを用いて、衝突速度 $2.5(\pm 0.2)$ km/sで実験を行った。層構造試料中における層境界面での衝撃圧力を計測するため、4mmの厚みを持つ空隙率約50%の石膏板と5mmの厚みを持つガラス板境界面での圧力および5mmの厚みを持つ空隙率約50%の石膏板と5mmの厚みを持つガラス板境界面での圧力を計測した。また、この層構造試料のガラス板中での衝撃圧力の減衰過程を計測するため、ガラス板中に圧力ゲージを挟み込んだ。衝撃圧力の減衰は、Dynasen, Inc.製のピエゾ抵抗圧力ゲージ(model C-300-50-EKRTE)とパルス電源(model CK-1-50-300)を用いて行なった。

結果および議論:

石膏、ガラス層の境界面およびガラス層中において、衝撃圧力が最大値に達するのは衝撃波の到達後、約 $1\ \mu\text{s}$ 後であった。この衝撃波が石膏層を伝播する平均速度は $1.73\text{km/s} \sim 2.07\text{km/s}$ であり、バルク音速に近い値をとることが分かった。石膏層の厚みが4.93mmのとき石膏、ガラス境界面における最大圧力は0.144GPa、石膏層の厚みが4.28mmのときの石膏、ガラス境界面における最大圧力は0.280GPaであった。また、衝撃波が4.2mmの石膏層の厚みを通過し、ガラス層を2mm通過したときの最大圧力は0.191GPa、さらにガラス層を3mm通過したときの最大圧力は0.179GPaであった。

石膏、ガラス境界面での衝撃圧力は、石膏中の圧力より高くなると考えられる。石膏板の反対点速度から見積もった石膏中の衝撃圧力( $P$ )と衝突点からの距離( $r$ )の関係は $P \propto r^{-4}$ であった。今回得られた石膏、ガラス境界での衝撃圧力およびガラスと石膏のユゴニオから、インピーダンスマッチング法を用いて石膏中の圧力を求めたところ、石膏、ガラス境界面での圧力に比べて低い値が得られた。さらに、ガラス層中における衝撃圧力は、距離の $-1$ 乗 $\sim -0.5$ 乗で減衰することが分かった。よって、ガラス中における衝撃圧力の減衰は石膏中での減衰と比較して充分小さいということが分かった。次にガラス中での衝撃圧力の減衰率から予測される衝撃圧力を用いて、インピーダンスマッチング法から、衝撃波がガラスから石膏層に伝播する時の衝撃圧力を求めた。以上より、衝撃波が石膏試料を通過する場合と層構造試料を通過する場合で、通過距離が同程度のとき、層構造試料では石膏試料に比べて衝撃圧力の減衰が明らかに小さく、石膏試料と層構造試料での破片速度の違いに反映されることが分かった。