

背景

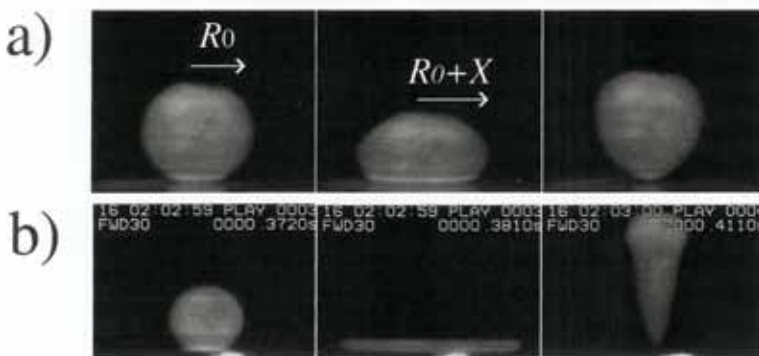
固体の衝突は、惑星科学、材料力学、球技（戯）など、基礎科学から工学あるいは日常生活に至るまで広範囲の事柄に関わる現象である。その科学的な研究の始まりは、ヘルツによる弾性接触理論の提出とその結果の接触時間問題（2物体の衝突において、衝突速度とそれらが接触している時間の関係を問う問題）への適用にまで遡ることが出来る。20世紀以降は、固体衝突の研究は主として応用的な観点から行われて、金属を中心とする構造材料の衝突特性について多くの知見が蓄積されてきた。さらに、1990年代からは、粉体ダイナミクスを基礎づけることを目的として、球状固体の衝突現象が、再び基礎的・物理的な観点から研究されるようになってきている。

一方、いわゆるソフトマターと総称されるような物質群における衝突現象には、それ固有の意義を見出すことができる。ソフトマターは緩衝材として用いられたり、生体組織のモデル物質とみなされているからである。この研究では、ソフトマターの一つであるゲルにおける衝突を研究する。特に、ヘルツ理論（あるいはその元になる線形弾性論）が破綻するであろう弾性的大変形を伴う衝突における、変形の時間変化を扱う。

実験結果

本研究では、水を溶媒（膨潤媒）とするアクリルアミドゲルを用いた。ゲルの合成段階で、使用する成分の濃度を調整することでゲルの Young 率  $E$  をコントロールする。衝突実験には、半径 25mm の球状ゲルを用いた。ゲルを高さ  $h$  から落として基板と衝突させ、衝突速度  $V_i$  を決定した。この衝突過程を、高速 CCD ビデオカメラ（Motion Coder Analyzer：Kodak 社製）によって記録した。

写真はゲル球の衝突過程の高速ビデオカメラによる記録画像である。(a)は、本研究において最も変形が小さい条件、(b)は比較的変形の大きい条件での衝突過程である。(a)においてさえ、変形はゲル球全体に及んでいることがわかる。また、(b)のような速い衝突では、最大変形時のゲルは、薄いパンケーキ状である。



これらの記録画像上で、接触時間  $\tau_f$  や最大変形時間  $\tau_m$ 、あるいは、衝突中のゲルのサイズ変化を計測した。これらの時間と衝突速度  $V_i$  との関係調べた。そして、それぞれの時間を系の特徴的な時間で、速度を系の特徴的な速度でスケールしなおしてみると、いろいろな試料のデータがすべて一つの曲線に乗ることがわかった。

考察

大きな（無次元化）衝突速度では、最大変形時において、ゲル球は著しく扁平化する。各部分の運動が鉛直方向から水平方向に転換した結果である。この領域では、最大変形時間  $\tau_m$  にプラトーゲルが生じる。これは、変形の大きな極限を考えスケーリングの観点から論じることができる。