

第3回 CPS 実験基礎実習「衝突実験」

ガス銃を用いた砂状物質への衝突クレータ実験

2010年9月13日

大阪大学大学院	永木恵太
九州工業大学大学院	義原拓志

概要：

ダイヤフラム型の縦撃ち用の小型ガス銃を用いて、 $100\mu\text{m}$ のガラスビーズの砂状物質に対するクレータ形成実験を行った。クレータサイズと実験条件との関係を求め、また砂状物質の内部に煉瓦板を置くことで二層構造を作り、内部構造によるクレータの形状を調べた。

使用装置：

縦撃ちガス銃、ヘリウムガス、半導体レーザー速度測定装置、オシロスコープ、セロファン、ソレノイド磁石、定電圧電源、弾丸(アクリル?)、高速度ビデオカメラ、光源、ガラスビーズ、たらい、ノギスなど

実験方法：

- ・まず最初は速度(ヘリウムの圧力)を一定にして砂の厚み(煉瓦板までの距離)を減少させていくことによるクレータ形状の変化を調べる。
- ・次に砂の厚みを一定にして速度を変化させることによるクレータ形状の変化を調べた
- ・速度は二点間のレーザーを横切る時間差をオシロスコープによって計測する

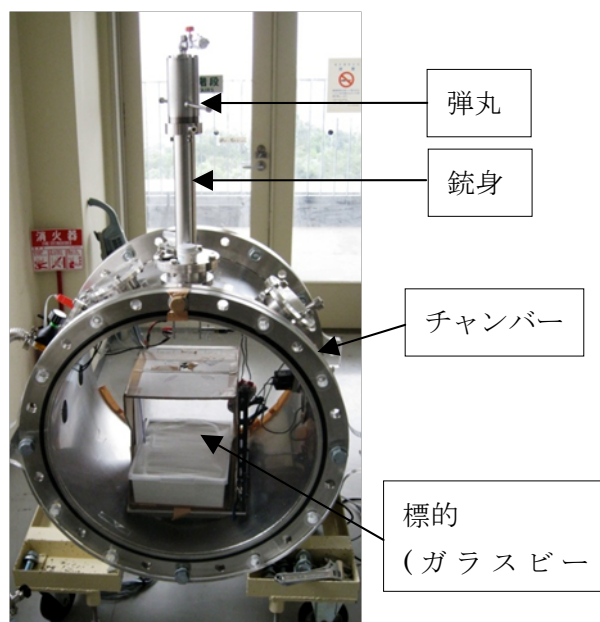
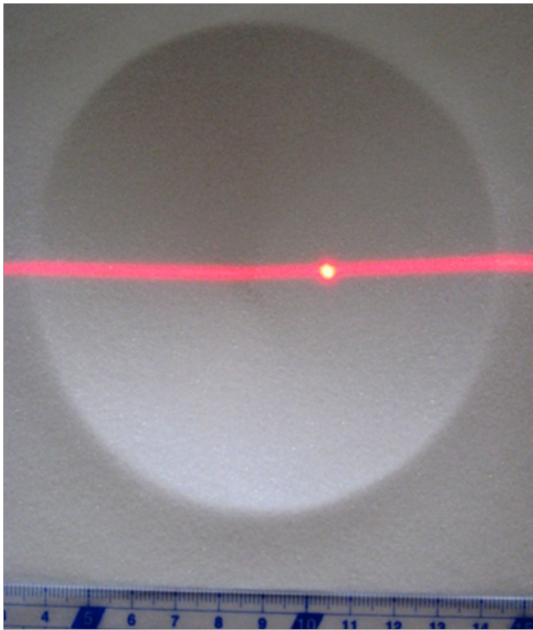


図 0 実験装置

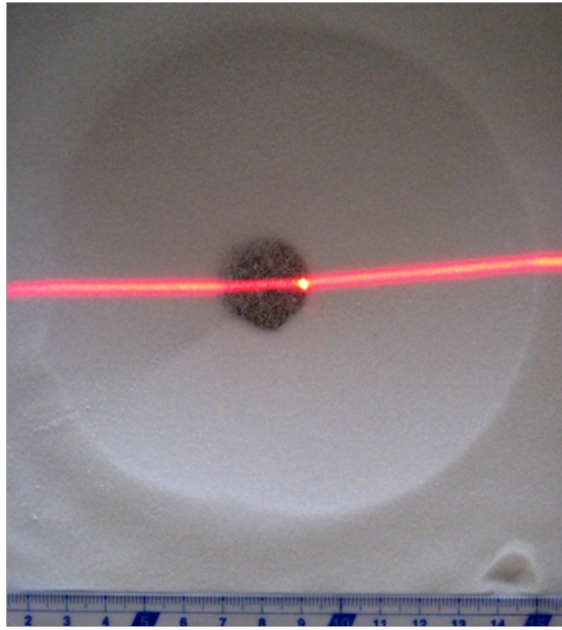
実験結果：

表 1 実験結果

shot No.	砂の厚み [mm]	速度 [m/sec]	クレータ				運動エネルギー [J]
			直径 [mm]	深さ [mm]	形状	平底直径 [mm]	
#1	65	86.8	106	13.98	おわん		3.49
#2	30	92.6	113	15.4	おわん		3.97
#3	20	87.4	108.5	16.29	おわん		3.53
#4	10	91.9	93	10	平底	37.18	3.91
#5	5	91.2	95	5	平底	41.34	3.85
#6	15	91.2	116	15.9	おわん		3.85
#7	15	112.6	122	18.33	平底	22	5.87
#8	15	127.6	149	20.09	平底	33	7.52



(a) おわん型クレータ

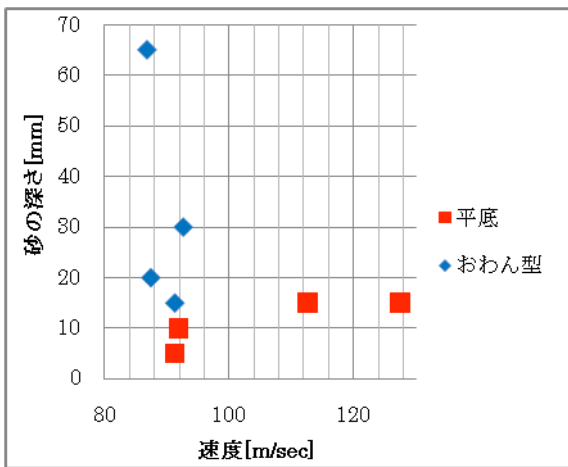


(b) 平底型クレータ(#7)

図 2 クレータ形状

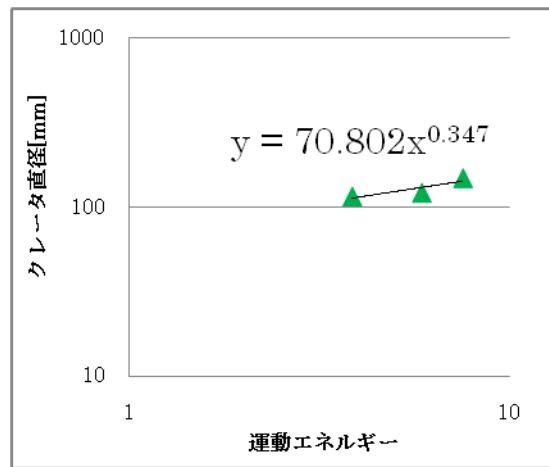
グラフ 1

速度と砂の深さによるクレータ形状

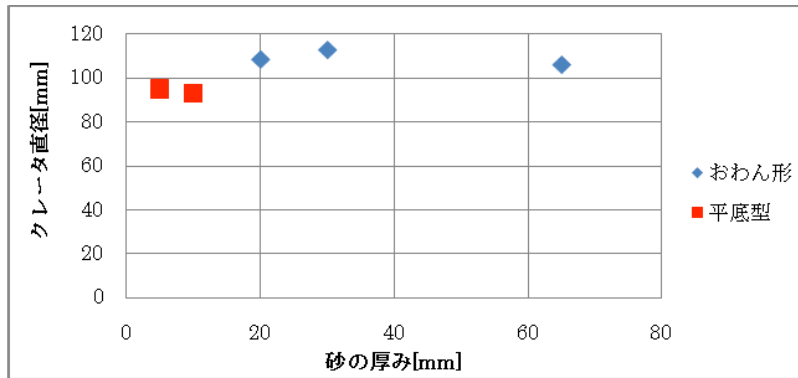


グラフ 2 砂の厚さ一定時の

運動エネルギーとクレータ直径の関係



グラフ 3 速度一定時の砂の厚みとクレータ直径の関係



考察：

グラフ3についてはおわん型と平底型のクレータで分けると、それぞれの型では速度一定の場合砂の厚みによらずクレータの直径は変わっていない。平底型の直径が小さいのは、弾丸が煉瓦板に当たって吹き飛ばす砂の量(掘り起こせる深さ)が減ったためであると考えられる。またおわん型に着目すると、クレータの半径とクレータの深さから求まるクレータの傾斜角の平均値(#1,#2,#3,#6)は 15.5° となり、文献にのっていた実際のクレータの値は $20^\circ \sim 33^\circ$ なのでこのガラスビーズの粘性が低いと考えると妥当な値と思われる。平底型の場合(#4,#7,#8[#5は値が違いすぎたため省いた。浅すぎたために値が外れてしまったと思われる。])は 19.7° となり、有意な差はないと思われる。また直径と深さの比が一定ということとその比の値は文献ともほぼ一致している。

グラフ2については通常クレータの大きさ(D)とエネルギー(E)の関係は $D \propto E^{1/3}$ となることが分かっている(文献[クレータの科学]によると比較的小さなクレータの時)が、今回の実験では $D \propto E^{0.35}$ となり文献とも一致している。しかし、グラフ上の3点のうち2点が平底型であり先にも書いたようにクレータは形状によって大きさが異なるため本来あるべき位置からずれているかもしれないのでこれはたまたまかもしれない。また現状関係式は文献とほぼ一致する指数を持つ $D=70.802 \cdot E^{0.347}$ となっているが、荒川先生がおっしゃられた $D \propto E^{1/4}$ の式がどこから出てくるのか、今後も調べる必要がある。

グラフ1についてはこの点の数からはおわん型と平底型の境界を求めることは不可能なので、グラフ2・3の関係をを用いて境界を類推することにした。境界は速度を変化させることで、エネルギーを変化させ、グラフ2の関係式を使うことでクレータの直径が分かり、グラフ3のおわん型においてクレータの直径と深さの比が一定という関係を使って深さを求め、求めた深さをおわん型と平底型の境界とした。その結果をグラフ4に示した。

グラフ4については実際の実験結果とほぼ一致していることが分かる。この境界があっているかは実際にこの境界付近で実験をすることで確かめられるはずである。

[参考文献] 東京大学出版 「クレータの科学」 水谷 仁 著

グラフ4 速度と砂の厚みによるクレータ形状の境界

