

高速度カメラによる飛砂速度の測定

日本大学大学院理工学研究科 学生会員 ○藤澤 秀行
日本大学理工学部教授 正会員 久保田 進

1. 実験目的

砂面からの高さごとの風速と飛砂速度の関係を調べることを目的とした。

2. 実験方法

風洞内に砂を平らに敷いた後、所定の風速で送風し、飛砂を生じさせた。風洞は幅 1.0m、高さ 1.1m、長さ 20m の吹き出し型風洞で側面がガラス張りになっており、外側から高速度カメラで内部の撮影を行った。撮影部には砂面からの高さを示すための標識を取り付けたワイヤを張り、およそ 5 cm×10cm の範囲を砂面から高さ 5cm おきに撮影した。撮影速度は 2000fps(コマ/秒)とした。今回は中央粒径が 0.52mm(以下 D052 と表記)・0.25mm(同 D025)の砂及び風速操作盤の目盛(風速レンジ)が W40・W60 のときの風速の場合について実験を行った。得られた映像をもとに飛砂の速度を求め風速との関係を調べた。風速の測定は熱線風速計により行った。表 1 に実験のケースを、図 1 に平面図を示す。

表 1 実験のケース

ケース	解析範囲 (砂面からの高さ)	備考 (風の摩擦速度 u_*)
D052W40	0~25 cm	1.04 m/s
D052W60	0~35 cm	1.98 m/s
D025W40	0~25 cm	0.96 m/s

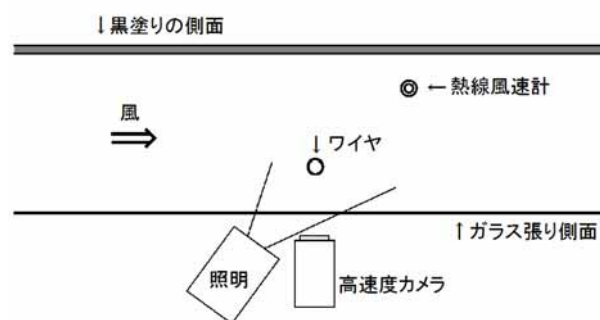


図 1 平面図

3. 実験結果

撮影した映像を一コマずつ送って読み取った飛砂の軌跡の一例を図 2 示す。各々の砂粒子の軌跡の始点から終点までの距離を移動時間で除し飛砂速度を求めた。

砂面からの高さとし風速及び飛砂速度の関係を図 3 に示す。図中の白丸は風速を、黒丸は飛砂速度を示す。縦軸は対数軸であり風速には対数則が成立している。

高さ 1cm ごとに飛砂速度を平均したものとその高さの風速を比較したものを図 4 に示す。砂面上 2.5cm 以下は風速データが無いので、図には含まれていない。左が D052 の砂の場合で風速レンジが異なるケースの比較、右が風速レンジ W40 の風の下で砂の粒径が異なるケースの比較である。

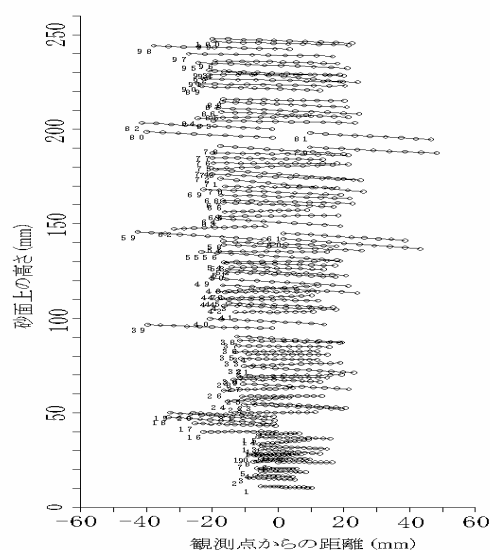


図 2 飛砂の軌跡の一例 (D025W40 の場合)

キーワード 飛砂、飛砂速度、高速度カメラ

連絡先 〒101-8308 千代田区神田駿河台 1-8-14 日本大学理工学部土木工学科海浜研究室 TEL03-3259-0677

図中の関係式及び近似直線は最小二乗法により求めたもので、 v は飛砂速度 (m/s)、 u は風速 (m/s)を示す。

$$D052W40 : v = 0.95u - 3.5 \quad (\text{m/s}) \quad \cdots(1)$$

$$D052W60 : v = 0.95u - 6.3 \quad (\text{m/s}) \quad \cdots(2)$$

$$D025W40 : v = 1.18u - 4.1 \quad (\text{m/s}) \quad \cdots(3)$$

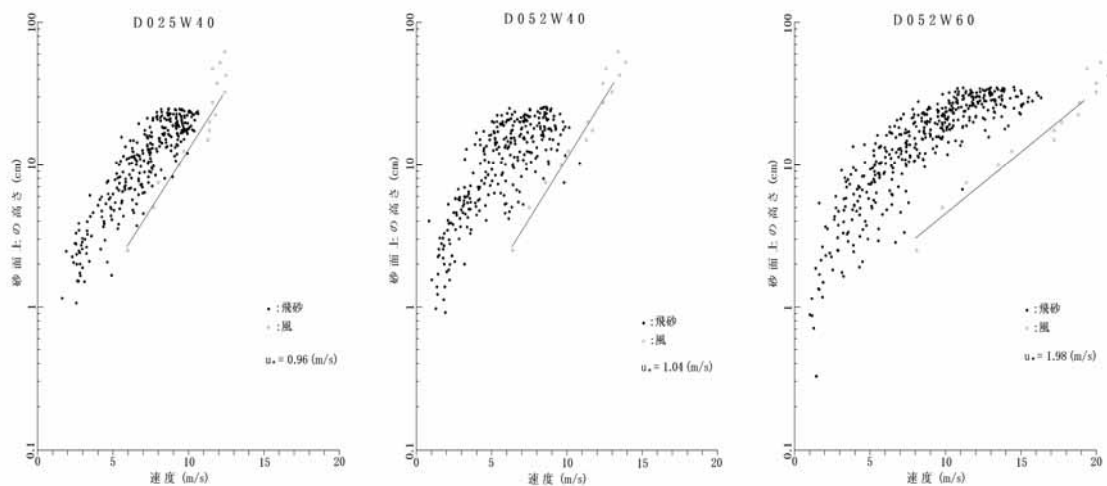


図3 砂面からの高さと風速・飛砂速度の関係

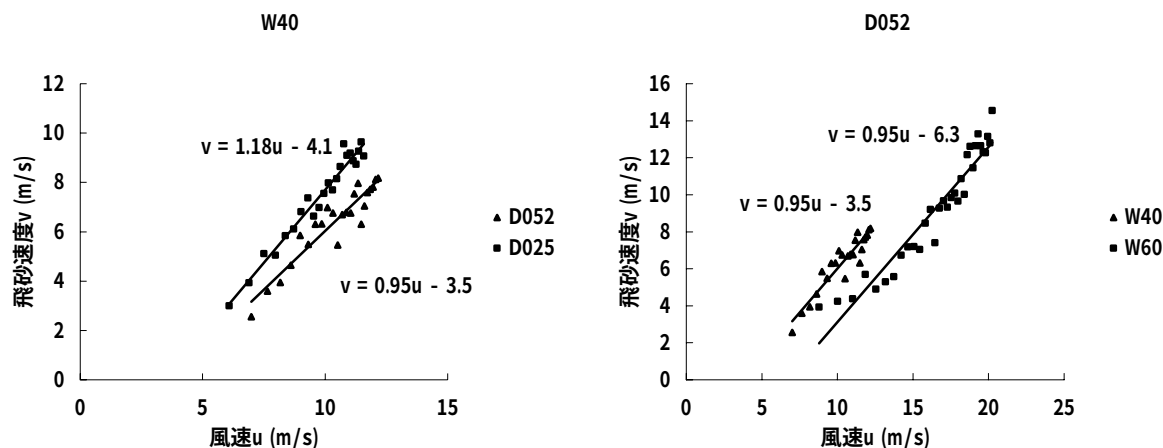


図4 風速と飛砂速度の関係

4. 結論

図3 よりいずれのケースにおいても風速より飛砂速度の方が概ね小さいことがわかる。

図4 より飛砂速度と風速の関係を示す式が求められた。これにより風速または飛砂速度が分かればどちらの速度も求めることができる。同じ風速が作用する点で飛砂速度を比較した場合、粒径が小さい方が飛砂速度は大きく、風速が大きくなるにつれその差は広がっている。また、D052 同士での比較では飛砂速度の差は風速の大きさによらずほぼ一定となっている。すなわち摩擦速度の違いが式中の切片に、粒径の違いが傾きに表れているものと推測できるが比較対象が少ないため更なる検証が必要である。

様々な条件下で実験を行い、幅広く適用できる関係式を確立することが今後の課題といえる。

謝辞: 実験に当たっては斉藤慎吾君に手伝っていただいた。また、研究の一部は日本大学理工学研究所測量実習センターの研究費による。以上の関係各位に謝意を表する。