

空気噴流による土砂移動

九州大学 学生員○押川英夫 九州大学 正 員 小松利光 九州大学 正 員 朝位孝二
九州大学 学生員 原野 崇 九州大学 正 員 藤田和夫 森田特殊機工 西本 智

1. 目的

下水管内の堆積物の除去は現在、高圧で水を噴射する『高圧洗浄』方式が一般的である。この方法は、大量の洗浄用水の運搬を必要とする上、洗浄によって新たに発生した汚水の回収・処理等の問題点を抱えている。高圧水洗浄方式に替わって空気噴流による堆積物の除去が可能になれば、前述の問題は一挙に解決し更には洗浄作業の効率化や水圏環境の保護にもつながると思われる。そのためには、土砂を飛ばすのに必要な噴流の流速、噴流をあてる最適角度等を求める必要がある。

本研究では、空気による下水管洗浄のための基礎研究として、空気噴流による土砂の移動についての基礎的な実験及び考察を行った。

2. 実験方法及び結果の考察

(1) 壁面付近での空気噴流の性質

噴流が壁面から受ける影響を調べるために、コンプレッサーによる噴流の流速を、壁がある場合とない場合で測定した。実験では、径2mmのノズルを用いて空気を噴出させた。コンプレッサーから出る空気の流量は、タンク内の圧力を一定に保つことによってほぼ一定にできる。このコンプレッサーを30秒間作動させ、時間平均値をその状態での流速とした。壁面がある場合は、壁から2cmの位置に流速計を固定して測定を行った。

図-1は、コンプレッサーのノズル（以下ノズル）から、風速計までの距離を20cmに固定して、中心からノズルと垂直方向にとった距離を r 、その時の流速を U として、得られたデータを自由噴流の軸上流速（ U_m ）で無次元化したものを縦軸に、自由噴流の半値半幅 b で無次元化したものを横軸にして描いたグラフである。この図より、壁面の存在により流速が大きく減少していることが分かる。

図-2は、ノズルと流速計までの距離を変えたときの軸上流速の変化を示したものである。流速計の背後2cmの位置に壁を設置した場合と設置しない場合について実験を行った。この図から、ノズルに近い程、壁面の影響による流速の減少が相対的に少なくなることが分かる。

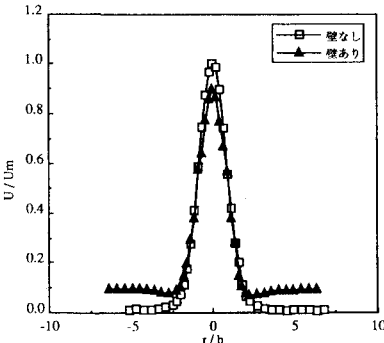


図-1 噴流の流速分布

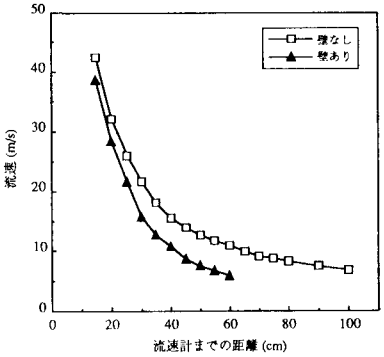


図-2 距離-軸上流速

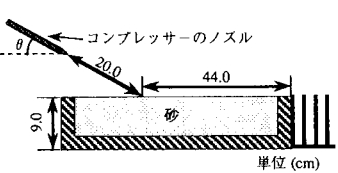


図-3 実験装置 (部分図)

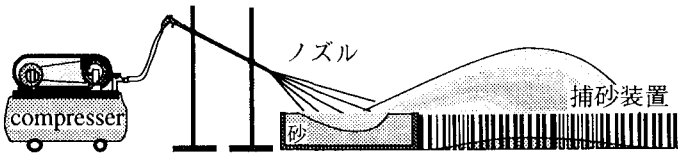


図-4 実験装置 (全体図)

(2) 噴流による土砂の移動実験

土砂を効率的に移動させるために最適な噴流角度を決定するための実験を行なった(図-3、図-4)。箱に敷き詰めた砂(粒径 0.8mm, 含水比 0%)に30秒間噴流をあて、図-4に示した捕砂装置(同じ大きさの箱を並べたもの)に入ってきた土砂の重さを測ることにより、飛砂の飛距離を求めた。又、そのときの洗掘状況を調べ、その洗掘体積を求めた。図-3に示す θ をパラメータとして実験を行なった。

図-5に $\theta = 30^\circ$ の場合の飛砂のx方向分布を一例として示す。分布の重心の位置を飛距離と定義する。図-6は噴流角度 θ と飛距離との関係を示している。図中の(○)は、実験データからそのまま求めた重心である。一方、図-5から、X=0付近に多くの砂が捕捉されていることが分かる。並べた箱の前の方は、飛砂だけでなく転動や滑動によって入ってくる砂も加わるため、この部分での砂の量が増えてしまう。したがって、最初から5番目までの箱に捕捉されている砂を除外して重心を求め、それを(▲)で示す。また(□)は、飛砂分布の極大値の位置を示している。いずれの指標を用いても $\theta = 30^\circ$ 付近で最大値をとることが分かる。

図-7は $\theta = 30^\circ$ の時の洗掘状況を1cm毎に描いた等高線である。他の角度のときは、 θ が小さくなると形状はより長楕円になり、洗掘深は浅くなる。一方、 θ が大きくなると等高線は円に近付き洗掘深は深くなる傾向がみられた。図-8は、噴流角度 θ に対する洗掘体積の変化を示している。 $\theta = 35^\circ$ 以上では、洗掘が箱の底まで到達したため、洗掘体積は求めなかった。

3. おわりに

今回の実験条件では $\theta = 30^\circ$ 付近で飛距離が最大になることが分かった。また図-8で、 $\theta = 30^\circ$ まで洗掘体積が増加していることから、飛砂の体積という面で考えても $\theta = 30^\circ$ 付近で最適角度となることが予測される。他の粒径、含水比における結果は講演時に発表する。

参考文献

- 1) 原野・油島・小松・朝位・藤田：空気による土砂輸送に関する実験的研究 平成4年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集 PP230~231・1993
- 2) N. Rajaratnam TURBULENT JETS 野村安正 訳 森北出版

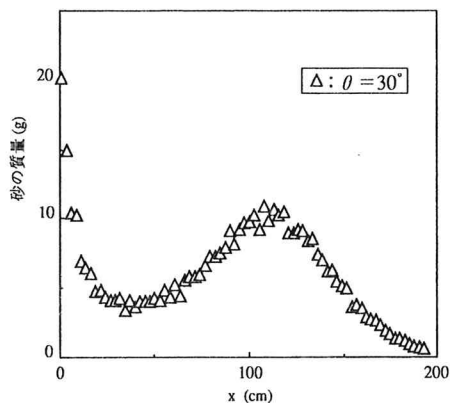


図-5 砂の飛距離分布

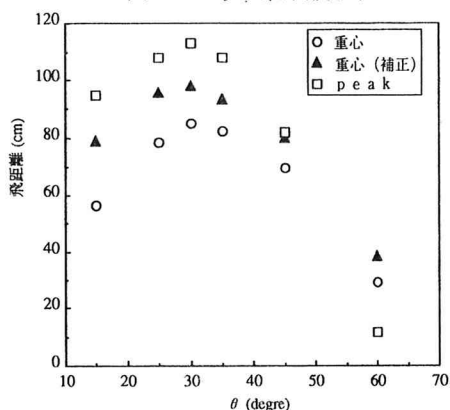


図-6 噴射角度-飛距離

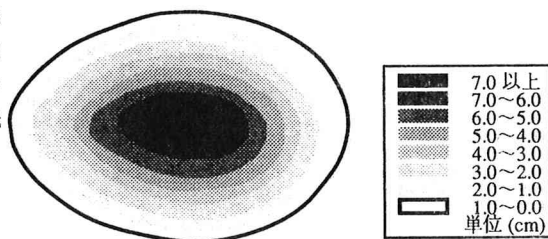


図-7 洗掘状況(噴射角度 $\theta = 30^\circ$)

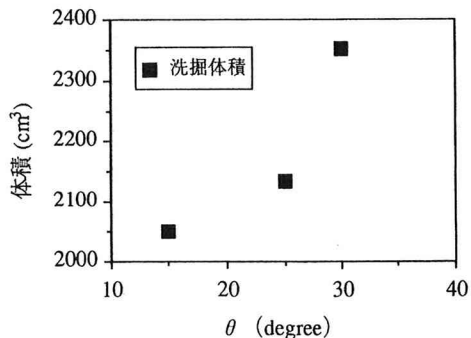


図-8 噴射角度-洗掘体積