

空気噴流による土砂の輸送について

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 正 員 藤田和夫

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が、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、実用化の際に用いる最低空気圧力と空気の最低吐出量を明らかにする必要がある。本研究ではまず圧力の問題に着目し、堆積物を除去するのに必要な空気の圧力を求めるための実験及び考察を行った。

2. 実験装置及び実験方法

2-1 実験装置

実験に用いた装置の概略を図-1に示す。4本立て集合装置に取り付けられた窒素ガスボンベ(圧力150kgf/cm²)から放出された窒素ガスを配管途中に取り付けられた圧力調整器により設定圧力まで減少させ、定常な圧力の下でノズルより放出される噴流により土砂を除去する。また、配管途中に設置した流量計により高圧下での流量を測定することができる。

洗浄実験の概略図を図-2に示す。

土砂をアクリル製の模擬下水管に管底から50mmの厚さに敷き詰め、その時の下水管と土砂を合わせた総重量を測定する。実際に高圧水洗浄で用いられている鉄製ノズルを下水管の前方まで通した後に、噴流をノズルより放出させる。ガスの流量が定常化したのを確認後、ノズルをほぼ一樣な速度で手繰りよせ下水管内の土砂を除去する。ノズルを引き終える毎に下水管の総重量を測定する。この操作を数回繰返し下水管を洗浄する。

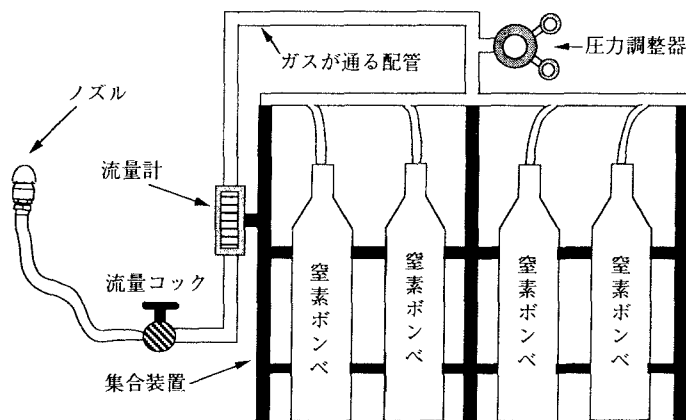


図-1 実験装置の概略図

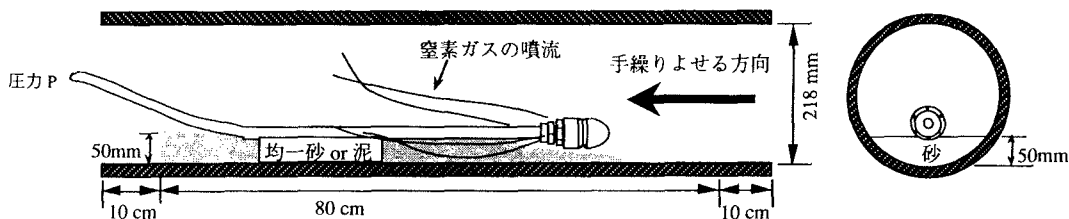


図-2 アクリル製下水管装置の概略図

2-2 実際の泥を用いた実験

空気洗浄に必要な圧力を求めるために、10、20、30、40kgf/cm²と4段階に圧力を変化させて実験を行った。この時の窒素ガスの流量は設定圧力の下で、それぞれ31.7l/s、43.3l/s、54.2l/s、63.3l/s、また大気圧下では165.3l/s、357.4l/s、594.2l/s、855.9l/sであった。実験に用いた土砂は博多湾和白干潟の泥と宇美川の底泥

であり、これらの泥はかなり粘性が高く実際の下水管内に堆積する土砂よりも除去しにくいものと思われる。

2-3 均一砂を用いた実験

自然の泥の場合、粒度分布、含水比、間隙比などを系統的に変化させて土砂の除去効果を調べることは容易ではない。そこで圧力を30kgf/cm²に固定し、土砂の条件を任意に変えることが出来る均一砂を用いて洗浄実験を行った。2-2節、2-3節で用いた土砂の条件を表-1に示す。

3. 実験結果及び結果の考察

3-1 実際の泥を用いた実験

下水管内の洗浄の程度を示す指標として、次式で示す洗浄度Wを用いた。

$$\text{洗浄度：W (\%)} = \frac{\text{除去された土砂の質量}}{\text{初期の管内の土砂の総質量}} \times 100$$

上述の洗浄度を用いて結果を整理したものが図-3である。圧力40kgf/cm²では1回の洗浄で99.2%とほぼ完全に洗浄できたことから、空気による下水管洗浄は可能であることが確かめられた。また、圧力20kgf/cm²でも3回で洗浄度が80%を越えたため、圧力を20kgf/cm²程度にまで下げて洗浄可能だと考えられる。

3-2 均一砂を用いた実験

実験結果を図-4に示す。また比較のために、同じ圧力による干潟の泥Aの実験結果も併記している。実験データがまだ少ないためはっきりとした知見は得られていないが、砂は実際の泥に較べてはるかに洗浄が容易であることが分かる。今後土砂の条件を更に変えて洗浄効果を検討していく。

4. まとめ

上述の洗浄実験の結果から、空気噴流による下水管洗浄の実用化は20kgf/cm²～40kgf/cm²の圧力で十分に可能であることがわかった。しかしながら、本実験は大気圧下で最小でも165.3l/sとかなり多い流量で行っている。既存のコンプレッサーは大気圧下で150l/s程度が最大であり、実用化のためには流量が小さい場合の実験が必要である。今後は実用化できる範囲内の流量での実験、及びノズルの最適形状の検討を行っていく予定である。

参考文献

- 1) 押川・小松・朝位・藤田：空気噴流による土砂移動，平成5年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集，PP322～323，1994
- 2) 原野・押川・小松・朝位・藤田：空気流による土砂飛散に関する実験的研究，平成5年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集，PP324～325，1994
- 3) N. Rajaratnam：TURBULENT JETS（野村安正 訳），森北出版

表-1 実験に用いた土砂の条件

A	干潟の泥	d ₅₀ = 0.32mm, 含水比 88.3% 均等係数 5.7, 曲率係数 1.3
B	河川の底泥	d ₅₀ = 0.33mm, 含水比 43.8% 均等係数 7.0, 曲率係数 1.3
C	均一砂	粒径 0.29 mm, 含水比 10%
D	均一砂	粒径 0.80 mm, 含水比 10%

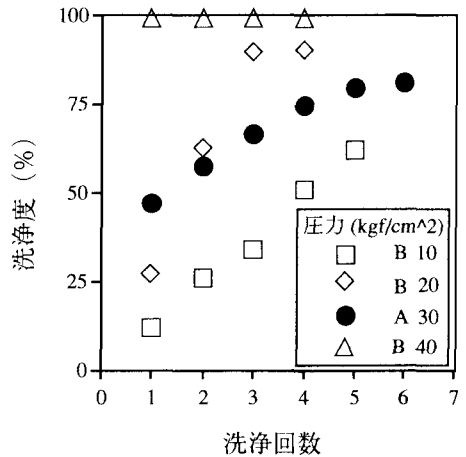


図-3 圧力が洗浄効果に及ぼす影響

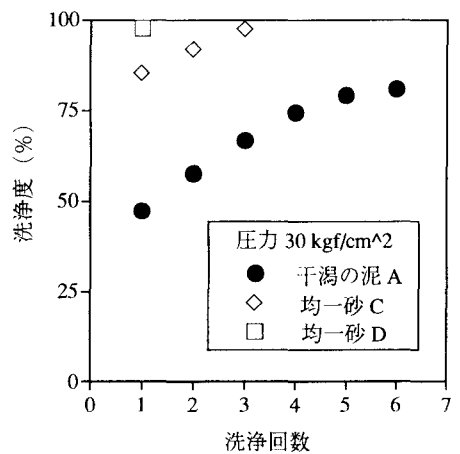


図-4 土砂の違いによる洗浄効果の変化