

II-141

空気噴流を用いた下水管洗浄に関する研究

九州大学大学院 学生員 押川英夫
九州大学工学部 正 員 朝位孝二

九州大学工学部 正 員 小松利光
九州大学工学部 正 員 藤田和夫

1. 目的

下水管内の汚れや堆積物の除去は現在、高压で水を噴射する高压水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生じた汚水の回収・処理等の問題点を抱えている。高压水洗浄方式に替わって空気による汚れや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。

著者らは、空気噴流による下水管洗浄を可能にするために種々の基礎的実験を行ってきた¹⁾。その結果空気噴流による下水管洗浄のためには、少なくとも圧力は30kgf/cm²、流量は300～400 l/sec.程度必要であることが明らかとなった。しかしながら、実用可能な圧力及び流量は30kgf/cm²、165 l/sec.程度であるため、流量が不足しておりこのままでは実用化が困難であることが分かった。したがって、本研究ではノズルに簡単な工夫を施すことで堆積物の除去能力を補うことを試みた。

2. 実験装置及び実験方法

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空気噴流により下水管内の土砂を除去する実験を行った。また、配管途中に設置した流量計により設定圧力の下での流量を測定した。なお以下に示している流量は全て大気圧下における流量に換算しなおしたものである。

土砂をアクリル製の模擬下水管(長さ3m、内径218mm)に管底から50mmの厚さに、長さ80cmにわたって敷き詰め、その時の下水管と土砂を合わせた総重量を測定する。実際に高压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(7cm/sec.程度)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。実験で用いた土砂を表-1に、用いたノズルを表-2と写真-1に示す。洗浄実験の概略を図-1に示す。

3. 実験結果及び考察

洗浄に及ぼすノズルの大きさの効果を明らかにするために大きさの異なるA、B型のノズルを用い、流量を175 l/sec.と320 l/sec.の2種類で、圧力を30kgf/cm²として実験を行った。用いた土砂は泥1である。下水管内

表-1 実験に用いた土砂の条件

	土砂の種類	平均粒径 (mm)	平均含水比 (%)
1	宇美川の底泥	0.33	43.8
2	均一砂	0.29	10

表-2 実験に用いたノズルの条件

	形状	外径 (mm)	噴射孔の径 (mm)
A	固定式	30	変更可能
B	固定式	58	変更可能
C	回転式	28	変更可能

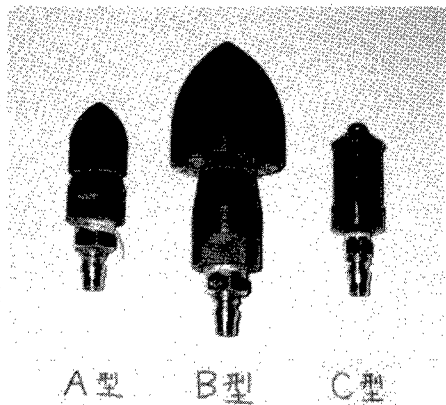


写真-1 ノズル形状

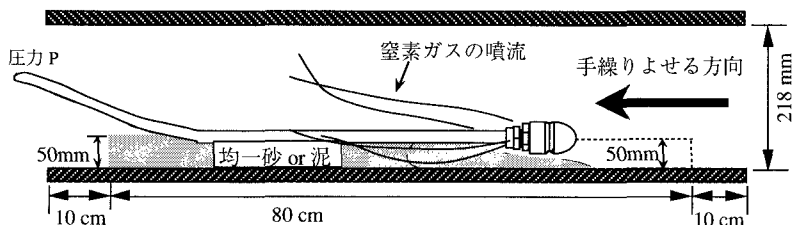


図-1 洗浄実験の概略

の洗浄の程度を示す指標として、次式で示す洗浄度Wを定義し結果の整理を行った。

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

実験結果を図-2に示す。この図から下水管洗浄にはノズルを大きくすることが有効であることがわかる。これはノズルが大きくなると、管壁に近い土砂に対しても高速の空気流があたるようになることと、ノズルが大きくなったためにノズルに直接当たる土砂の量が増え、したがってノズルに引きずられる土砂の量が増えたことによるものと考えられる。

次にノズルを回転させることによる洗浄効果を検討するために、前述の実験と同じ圧力と流量の下では同じ大きさの回転式と回転しないノズル(A型とC型)を用いて洗浄実験を行った。用いた土砂は泥1である。結果を図-3に示す。この図から、ノズルを回転させることは有効であることがわかる。これは回転させることで、全体の流量は同じでも回転することにより管内全体をむらなく洗浄することができるからであると考えられる。

最後に均一砂2と泥1での洗浄実験を、実用レベルの流量120 l/sec.で小型回転ノズルCを用いて行った。その結果を図-4に示す。砂は泥に較べて洗浄が容易であることがわかる。また、泥1での実験結果では5回洗浄を繰り返すと洗浄度が70%を越え、管底に敷き詰めていた泥はなくなっていた(残りの25%は管壁に付着していた)。実際の下水管内の土砂の粘性はさほど高くはなく水分も多量に含んでいるため管壁への付着は少なく、土砂が管壁にあたってすぐ管底に落ちてくるものと思われる。実用可能な空気流量で粘性の高い泥1を用いた実験においてノズルに回転を加えただけでも洗浄力を向上出来たこと、また実際の下水管内の土砂に近い均一砂2での実験結果が3回の洗浄でWが90%を越えていることから、この方式が有効であることが分かる。

4. 結論

実験結果からノズルの形状の改良で流量不足をかなり補えることが明らかとなった。また高圧空気の補助タンクの利用や、複数の空気供給装置の同時利用などにより不足分の流量を補うことも考えられる。また、実際の下水管内の堆積物は砂が主であるため、この実験で用いた泥よりもはるかに洗浄しやすいものと思われる。以上のことから判断して、空気噴流による下水管洗浄は十分可能であると考えられる。

参考文献

- 1) 押川・小松・朝位・藤田：空気噴流による土砂の輸送について，平成7年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集，PP178～179，1996

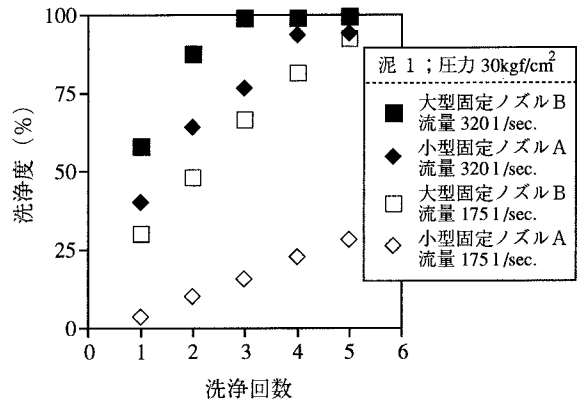


図-2 ノズルの大きさの違いによる洗浄効果

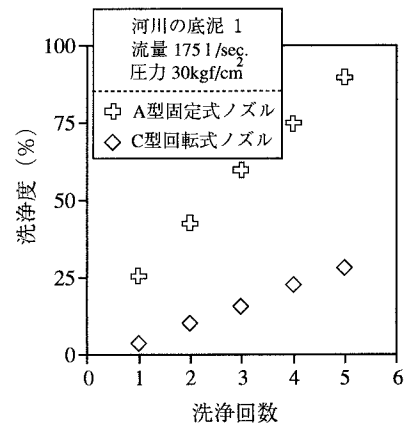


図-3 ノズルの回転性による洗浄効果

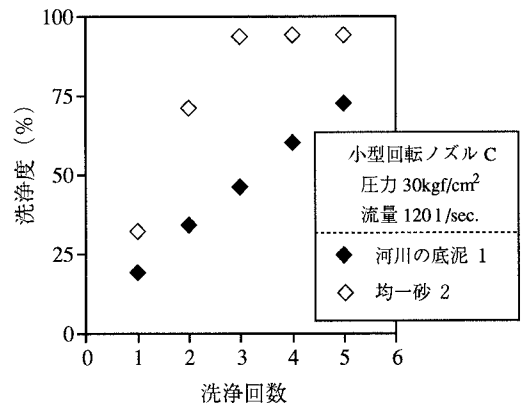


図-4 実用レベルの流量での洗浄効果