

日立プラント建設(株) 国井 光男、佐藤 昌之

真空式下水道システムは近年注目されている代替下水道システムの一つであり、真空下水管内を真空状態に保ち管内に吸引された空気の膨張力を利用して汚水を搬送するシステムである。現在使用されている真空弁では開放時間がコントローラ内のニードル弁の開度を調節することにより制御されているが、機械的なエアタイマーを使用しているため細かな調整が困難であった。そこで真空弁のコントローラを取り外しオリフィス径16mm(有効断面積88mm²)の電磁弁2個を取りつけてこれらの電磁弁の開閉と時間設定をパソコンで行うことで、真空弁の開放時間を正確に制御して実験を行ってきた。本文では真空弁において汚水吸引後に空気を吸入する気液分離吸引型での実験結果について述べた。

經過時間

[illegible]

図1 気液分離吸引型真空弁での電磁弁、真空弁及び真空弁吐出側圧力の経時変化

貯水タンク

水位検知管

汚水吸い込み管

真空弁

真空

逆止弁

電磁弁 1

電磁弁 2

パソコン

圧力発信器

HWL

WL

75mm

165mm

240mm

図2 気液分離吸引型真空弁ユニット

道水を用いた。実験では流入水量供給タンクから一定水量となるように流量調整後、真空弁ユニットの貯水タンクへ流入させた。真空弁は、流入水量によって開放時間と開放時間間隔が変化する。流入水量は40, 80, 120 ℓ/分、タイマー設定時間は0～

5.0秒、集水タンク内の圧力（以下設定圧力という）は、-6.0, -6.5, -7.0, -8.0mAqと変化させた。実験が定常的に行なわれている間、真空弁ユニットに布切れ5枚を投入してその流下時間を測定し、これより平均搬送流速を求めた。

4. 実験結果及び考察

4.1 タイマー設定時間と汚水吸込み時間の関係

図4にタイマー設定時間と汚水吸込み時間の関係を集水タンク内の設定圧力が-7.0mAqのケースについて示す。流入水量40, 80, 120 ℓ/分に対して、タイマー設定時間がそれぞれ、0.5, 1.0, 1.5秒以下で汚水吸込み時間が急に長くなっていた。ここで、気液比を調べてみると、流入水量40 ℓ/分で1.2, 80 ℓ/分で0.9, 120 ℓ/分で1.0であった。このような気液比では、管内の水量が増加し真空弁の吐出側圧力が上昇する（大気圧に近づく）ために汚水の吸込み時間が長くなったと考えられる。また、40 ℓ/分でタイマー設定時間1.0秒以上、80 ℓ/分で同1.5秒以上、120 ℓ/分で同2.0秒以上では、タイマー設定時間が増加するにつれて気液比も増加するため管内に貯留されている水量が減少する。この状態では吐出側圧力は低下（真空に近づく）するので、汚水吸込み時間は安定し、40 ℓ/分で2.5～2.2秒, 80 ℓ/分で3.7～2.5秒, 120 ℓ/分で3.9～2.9秒となった。

4.2 タイマー設定時間と実開放時間の関係

図5に設定圧力-7.0mAqにおけるタイマー設定時間と実開放時間の関係を示す。40 ℓ/分、タイマー設定時間1.0秒では気液比が2.5で実開放時間が最小の5.1秒となった。タイマー設定時間は3.0秒まで増加させたが気液比は4.1、実開放時間は、6.5秒まで上昇した。これに対し、120 ℓ/分、タイマー設定時間2.0秒では、気液比2.1で最小の実開放時間8.4秒となった。設定時間を4.0秒まで増加させると、気液比は2.6、実開放時間は9.3秒まで上昇した。40 ℓ/分

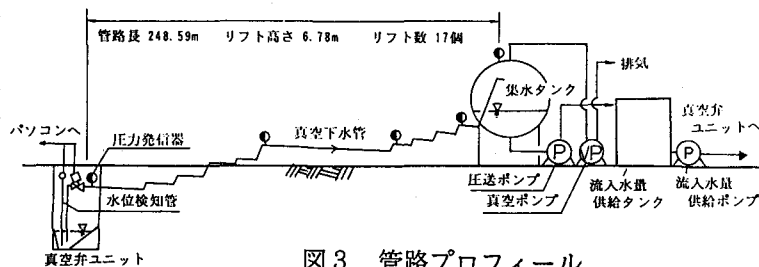


図3 管路プロフィール

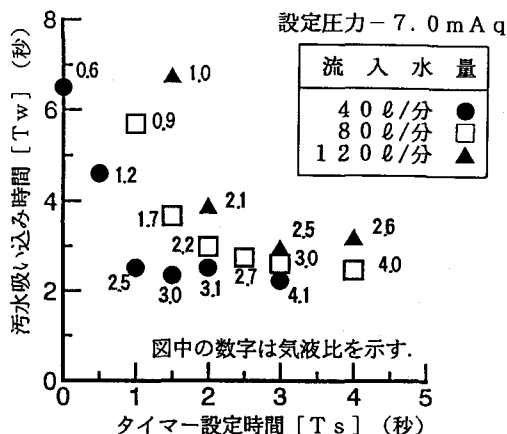


図4 タイマー設定時間と汚水吸込み時間の関係

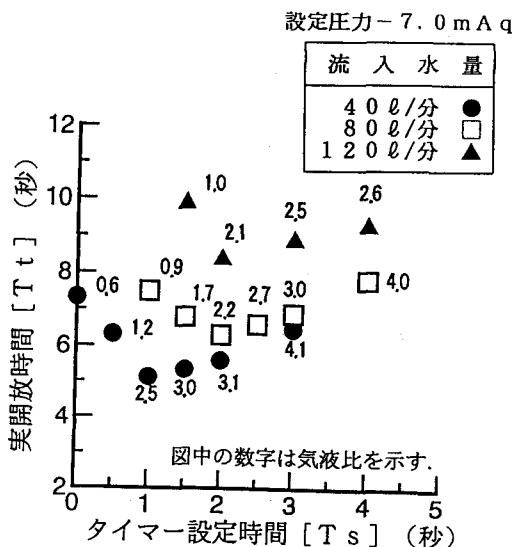


図5 タイマー設定時間と実開放時間の関係

では、タイマー設定時間0秒でも搬送が可能であり、この時の気液比は0.6であった。120ℓ/分は、タイマー設定時間1.5秒以上で搬送可能となり、その時の気液比は1.0であった。

4. 3 実開放時間と気液比の関係

図6、図7に設定圧力-7.0mAq、及び-8.0mAqの実開放時間と気液比の関係をそれぞれ示す。40ℓ/分で設定圧力-7.0mAqでは、気液比が2.5の時に、実開放時間が最小で5.1秒になった。気液比が2.5よりも低くなると実開放時間は急に上昇した。40ℓ/分で設定圧力-8.0mAqでは、気液比が1.9で実開放時間は最小の、4.5秒となった。この設定圧力では、気液比が0.7となっても実開放時間の急な上昇は認められなかった。

4. 4 気液比と平均搬送流速の関係

気液比と平均搬送流速の関係を図8に示す。同図では設定圧力-7.0mAqについて示している。測定された平均搬送流速は0.18~1.16m/秒の範囲であった。平均搬送流速は40、80、120ℓ/分の順で大きくなった。また、同一流入水量の時には、気液比が高くなるほど平均搬送流速は大きくなった。

5. まとめ

(1)設定圧力-7.0mAqでは40ℓ/分でタイマー設定時間1.0秒以上、80ℓ/分で同1.5秒以上、120ℓ/分で同2.0秒以上で汚水吸込み時間が安定した。

(2)設定圧力-7.0mAqでの最小の実開放時間は、流入水量40ℓ/分と120ℓ/分で、気液比がそれぞれ2.5と2.1で得られ、その時間はそれぞれ5.1秒と8.4秒であった。

(3)平均搬送流速は、流入水量40、80、120ℓ/分となるにつれて大きくなった。また、流入水量が一定ならば、気液比が高いほど平均搬送流速も大きくなった(測定値の例では40ℓ/分では気液比1.2で搬送流速0.18m/秒、気液比5.4では0.43m/秒であった)。

参考文献

- 1) 柏谷ら：第30回下水道研究発表会：
「真空式下水道システムの実験的研究(7)
-真空弁の開放時間設定が汚水及び空気の吸込みに
及ぼす影響-

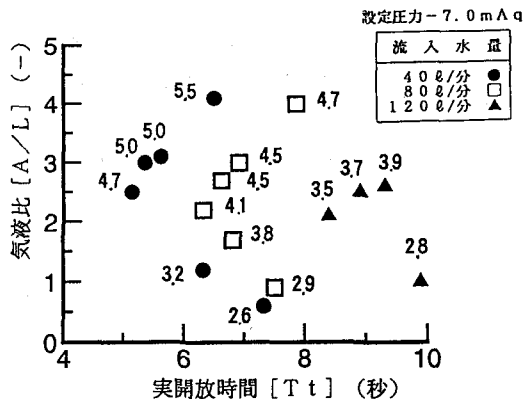


図6 実開放時間と気液比の関係
(図中の数字は吐出側圧力を示す。)

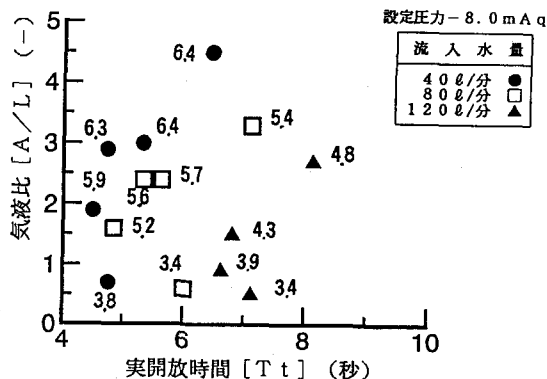


図7 実開放時間と気液比の関係
(図中の数字は吐出側圧力を示す。)

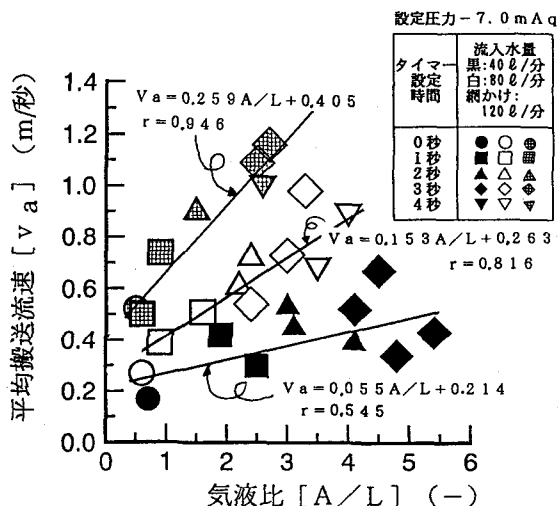


図8 気液比と平均搬送流速の関係