

下水管路の不同沈下にもなう管内堆積物の実態

建設省土木研究所 正 員 神庭 治司

" " 島谷 幸宏

" " 榊原 隆

1. はじめに

下水管路には、汚水やそれに含まれるものが適正な流速で支障なく流下する機能、つまり流下機能を維持することが要求される。管路は適正な流速を保ち続け、流下機能を維持するように計画され、敷設される。しかし管路はマンホール間だけをとっても、一区間について数十本連結されるため、軟弱地盤等に敷設された場合には、地盤の不規則な沈下にもなうて不同沈下を起こすおそれがある。不同沈下した下水管は、逆勾配・損傷等の管自体への影響のみならず、それに伴い動水勾配の低下などの流下機能への影響も大きい。特に汚水管においては、汚泥などが堆積し、それが継続すれば管路の腐敗・悪臭の問題も考えられる。この場合、堆積した汚泥が流量変動などの水理量の増加で速やかに掃流されるかどうか把握することが重要となる。

このような下水管路の不同沈下とそれに伴う汚泥の堆積の問題についての調査は、ほとんど行なわれていないのが実情である。本報文は、分流式汚水管を対象として、不同沈下した管路内の堆積物の物理化学的性状および下水管内水理量との関係を把握するものである。

2. 方法

下水管の維持管理に使用されている自走式のテレビカメラで不同沈下状況を観察し、レベルセンサーで沈下形状を把握した。下水管内に堆積物が確認された場合は、マンホールから採取し、粒度分布、比重等の物理的性状およびI L、硫化物等の化学的性状を分析し、一部は堆積物の掃流機構を解明するための掃流実験の試料とした。調査した管路はいずれも住宅地内に敷設された分流式汚水管（φ250～φ450mmの小口径管）で、S市の2ヶ所と1年間清掃が行なわれなかったT市の2ヶ所である。

3. 結果

3.1 下水管路の不同沈下状況と堆積物

T市地点1で行なった結果を図-1に示す。沈下部分は3ヶ所で沈下量はいずれも管径の10%以内である。現地で実測した流量から沈下部の流速を求めるとそれぞれ58、60、72cm/sである。この3ヶ所の堆積状況をみると、最も沈下した部分にわずかにあるだけである。つまり、沈下すれば堆積があるわけではなく、堆積の有無は沈下部分の水理量（流速あるいは掃流力）に応じて決まると考えられる。

T市地点2では、かなり沈下していると考えられるが管自体の破損がひどく定量的には把握できなかった。ここでは管路のほぼ全域に数センチ程度の堆積があった。

3.2 堆積物の性状

管路内堆積物は3ヶ所から採取した。性状を分析した結果を表-1に示す。S市地点1では、有機物量を示す指標であるI LまたはT Cが大きく、有機物を多く含んでいることがわかる。また比重が砂の比重（2.65程度）と有機物の比重（1.1程度）の中間の値であり、有機分と無機分が混在した堆積物といえる。

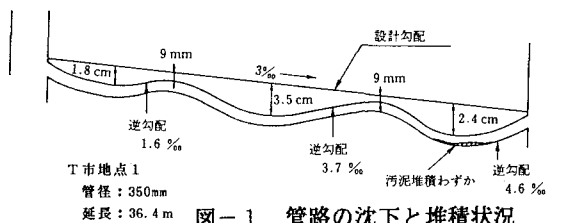


図-1 管路の沈下と堆積状況

表-1 下水管内堆積物の分析結果

分析項目	採取地点	S市管路 地点1	S市管路 地点2	T市管路 地点2
T S (%)		39	77	70
V T S (%)		15	2.3	2.0
I L (%)		38	3.0	2.8
T C (mg/g)		162	24	13
硫化物 (mg/g)		—	2.8	—
比 重		2.12	2.64	2.70
粒 径	最大	—	19.1	4.8
	60%	—	4.7	0.43
	30%	—	1.8	0.28
	10%	—	1.0	0.17
砂 分 (%)		23	34	95

それに対し、S市地点2とT市地点2はIL、TCが小さく、有機分はほとんど含まれていない。比重は2.6~2.7と砂と同様で、特にT市地点2では砂分が95%とほとんど砂でしめられている。またS市地点2では、粒径が2cmの礫も含まれている。堆積物の採取箇所が分流式の污水管であるにもかかわらず、污水中に当然多く含まれる有機分はほとんど堆積せず、少量しか含まれていない砂等の無機分が長期間に徐々に堆積していったものと考えられる。このことは沈下部分では流速や掃流力が減少するが、その減少の程度は、無機分は堆積させるが有機分を多量に堆積させるにはいたっていないことを示している。

3.3 堆積物の掃流機構（水理量との関係）

S市地点2、T市地点2で採取した下水管内堆積物を、図-2に示す掃流実験装置を用いて掃流させた。装置は上・下水水槽と5cm×5cmの矩形管路の掃流区間からなる。掃流区間の170cm間で動水勾配を測定する。実験は、汚泥溜りに堆積物を厚さ2cm程度敷き、上・下水水槽の水位差で流速を徐々に増すことで行った。測定項目は、流量、動水勾配、掃流状況および掃流物の比重・粒径である。

掃流実験から得られた装置内の流速と汚泥の掃流状況をまとめたものを表-2に示す。表には試料全体の平均粒径・最大粒径、および汚泥を敷いた部分にかかる掃流力も示してある。また（ ）内の数字はその流速で掃流されたものの最大粒径を表わしている。

表から、有機分が掃流されるのは掃流力が $0.3N/m^2$ 程度からである。また無機分が掃流されるのは掃流力が $1.6N/m^2$ 程度からである。この結果を $\phi 250mm$ の下水管に適用してみると、前者は流速が25cm/s程度あれば掃流されるが、後者は流速が55~62cm/sでなければ掃流されないことになる。管路計画の維持すべき流速が60cm/s以上であることから、沈下に伴い流速が低下すれば無機分は掃流されにくくなり、前述の推論を裏付けている。

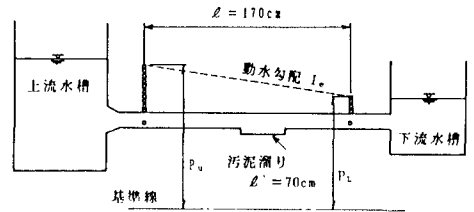


図-2 掃流実験装置の概要

表-2 装置内の流速と堆積物の掃流状況

3.4 まとめ

以上の結果をまとめると、分流式污水管の堆積物について以下のことがいえる。

①沈下部分の堆積物は、汚物等の有機分と砂等の無機分で構成される。污水中に多く含まれているのは有機分であるが、今回の調査結果からは少量しか含まれない無機分が多く堆積する結果となった。

②その理由として3.3 から、有機分は通常の流速内で掃流されるが、無機分は一度堆積したら、沈下部分では掃流流速が得られず、継続して堆積し続けることによるものと考えられる。

4. おわりに

本報では、実際に不同沈下した下水管（分流式污水管）内に堆積した汚泥の性状を述べた。これは不同沈下管の流下機能について一連の研究を行なったものの一部である。今後、下水管内の流下機能について総合的にまとめる予定である。

試料名	S市 地点2①	S市 地点2②	T市 地点2①	T市 地点2②	T市 地点2③
平均粒径 (mm)	4.7	4.7	4.6	0.4	0.4
最大粒径 (mm)	19.1	19.1	25.4	4.8	4.8
比重	2.65	2.65	2.70	2.70	2.70
汚泥部 の掃 流 力 F_a (N/m^2)	0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 1.0 1.5 2.0 2.5 3.0 4.0 5.0 10.0 15.0	0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 すべて掃流 (20)	有機分浮遊 有機分浮遊 砂粒単位で移動 砂粒が連続して移動 アーマコート形成 (2) 砂の後ろが掘れる 不安定 堆積形状が大きく変化 2mm程度の砂移動 (9.5) 1センチ程度の砂移動 (19.1) 2センチの砂移動 (19.1)	有機分分離 (0.84) 除々に砂移動 河床波形成 砂浮遊して移動 (2) 平坦河床となる 砂連続して移動 ほとんど掃流	砂単位で移動 (2) 砂全体的に移動 砂掃流状態で移動 ほとんど掃流

※表中（ ）内はその流速で掃流された最大粒径を示す
単位：mm