

I-4-4 海水の流入を伴う雨水管渠伏越し部の汚泥成分について

財団法人愛知水と緑の公社 堤 俊 憲
○ 林 達 也

1. はじめに

下水道管渠の清掃は重大な事故につながるもので、その事故要因・原因は様々である。今回は、その作業の危険性を再認識するとともに、安全に施策を実施し、事故を未然に防止するため、「海水の流入を伴う雨水管渠伏越し部の汚泥成分」について調査し、現状を報告するものです。

2. 調査内容

2.1 調査対象施設

対象施設は、表1に示す愛知県内の雨水管渠伏越し施設で海水の影響を受ける施設の調査を行った。

表1 汚泥堆積物調査対象施設

対象施設	管 径	伏越し延長(m)	設置完了年度	備考
A	□1100×1100×2条	約52m	昭和53年度	
B	○2800	約166m	平成11年度	適宜浚渫
C	○2000	約34m	平成12年度	年1回清掃
D	○1800	約149m	昭和50年度	不定期に清掃

2.2 サンプルング箇所数と検体数

伏越し部へ流入している管渠が2ヶ所ある時はそれぞれの箇所で、2条管になっているものは、伏越し下流部のそれぞれの箇所で、また、伏越し部中間にマンホールがあるものも、水質を採取した。汚泥試料の採取については、上下流1ヶ所ずつとした。

表2 汚泥堆積物調査サンプルング箇所と検体数

対象施設	水質試料採取箇所		汚泥試料採取箇所	
A	流入・上流部・下流部2ヶ所	4	上流部・下流部	2
B	流入2ヶ所・上流部・下流部	4	上流部・下流部	2
C	流入・上流部・下流部	3	上流部・下流部	2
D	流入2ヶ所・上流部・中間部・下流部	5	上流部・下流部	2

2.3 水質分析および汚泥分析

採取した検体について、硫化水素ガス発生に影響を与える因子として以下の分析を行った。

① 水質分析

- 1) 現地測定：水温、pH、ORP、溶存硫化物 (mg/l)
- 2) 実験室測定：溶存硫化物、全硫化物、硫酸イオン、塩素イオン、SS、BOD

② 汚泥分析

全硫化物、含水率、強熱減量、上澄み液中の溶存硫化物・全硫化物・硫酸イオン

3. 水質分析結果

- A ① 流入および上流部は、ORPが-80mV程度と嫌氣的、現地簡易測定では溶存硫化物が0.5mg/l検出された。降雨量が少なく、流入水路内で長時間滞留するため、嫌気。

- ② SSは上流部のみ518mg/l と高いが、採水時に汚泥が巻き上がったため。他の地点は30～90mg/l 程度であった。
- ③ BODは流入で20mg/l 程度、下流部で15mg/l 程度。上流部は50mg/l と高いのは、採水時の汚泥の巻き上がりのため
- ④ 硫酸イオンは100～120mg/l で家庭下水よりも高かった。全硫化物は、流入および上流部で0.3～0.4mg/l 検出された。下流部については全硫化物、溶存硫化物ともに検出されず。
- ⑤ 塩素イオンは700～900mg/l で、海水（15,000～20,000mg/l）の影響は5%程度。
- B ① 流入1は外観と水質から地下水が主で、流入2は洗濯排水等を含んだ家庭雑排水。
- ② 流入1、流入2および上流部はORPが好氣的、下流部は-65mV と嫌気化。
- ③ 全硫化物、溶存硫化物は全地点ともに検出されず。
- ④ 流入1、流入2および上流部の硫酸イオン濃度は、20～35mg/l で家庭下水よりも低濃度。下流部は140mg/l で高濃度であり、海水の影響有。
- ⑤ 下流部の塩素イオン濃度は他の地点と比較して1オーダー高く、海水の影響を受けている。
- C ① 採水した3地点とも、SS20～30mg/l、BOD50～70mg/l、硫酸イオン40～70mg/l、塩素イオン110～130mg/l で同程度、全硫化物、溶存硫化物は全地点とも検出されず。
- D ① 流入1はSS、BODともに低濃度で透明度も高いため、地下水や湧水が原因、流入2は、SSは低濃度であるが、BODは108mg/l と高いため、家庭排水等が混入。
- ② ORPは全地点とも好気化。全硫化物、溶存硫化物も全地点で検出されず。
- ③ 硫酸イオンは下流部のみ220mg/l、他の地点は30～50mg/l で一般的な家庭下水と同程度。
- ④ 流入1、流入2以外の伏越し内は塩素イオン濃度が高く、海水の影響が大きい。

表3 水質分析結果

水質	A				B				C			D				
	流入	上	下1	下2	流入1	流入2	上流	下流	流入	上	下	流入1	流入2	上	中	下
水温	9.7	9.6	7.7	7.3	11.5	10.5	11.3	10.5	11.1	11.1	11.0	11.2	10.5	10.1	8.8	9.4
pH	7.62	7.77	7.57	7.57	7.75	6.69	7.63	7.49	7.60	7.57	7.62	7.62	7.67	7.63	7.7	7.57
ORP	-86	-80	+39	+71	+102	+41	+133	-65	+33	+12	+118	+51	+20	+18	+88	+54
DO	4.14	4.32	4.18	4.51	5.53	3.95	4.8	4.16	5.30	5.30	5.14	6.42	5.17	5.02	4.58	4.8
SS	89.0	518	32.5	63	80.7	40.8	22.8	26.8	21.2	27.6	20.8	8.7	11.8	13.3	66.5	19.3
BOD	21.5	50.2	13.7	14.8	30	139	52.6	67.3	69.6	51.9	56.8	9.9	108	51.7	13.7	36.1
全硫化物	0.3	0.4	0.1	<0.1	<0.1	"	"	"	<0.1	"	"	<0.1	"	"	"	"
溶存硫化物	<0.1	"	"	"	0	<0.1	"	"	<0.1	"	"	<0.1	"	"	"	"
(簡易)	0.5	0.3	0	"	0	"	"	"	0	"	"	0	"	"	"	"
硫酸イオン	110	110	100	120	34	20	27	140	64	69	39	32	30	51	47	220
塩素イオン	899	834	681	741	33.6	98.8	42.5	972	113	115	130	24.7	84.9	721	227	1760

4. 汚泥分析結果

- A ① 上流：強熱減量 19.6% ヘドロ状、下流部：強熱減量 2.5% 砂および砂利 有機分余り無し
- ② 上流：全硫化物 8mg/g-dry 程度 上澄水の全硫化物、溶存硫化物ともに50mg/l 程度
下流：全硫化物、溶存硫化物ともにほとんど認められなかった。
- B ① 上流：汚泥の堆積が認められなかった。
- ② 下流：強熱減量 35.4% 腐食した落ち葉など有機分を多く含む。
- ③ 下流：全硫化物 10.1mg/g-dry 上澄水の全硫化物、溶存硫化物ともに60mg/l 程度

- ④ 底泥の攪拌による硫化水素の発生が認められた。
- C ① 上下流：強熱減量 1%程度 黒色化した砂分が多かった。
- ② 上下流：全硫化物 1mg/g-dry 未満
上流：上澄水 全硫化物 52mg/L、溶存硫化物 10mg/L 程度 下流：上流の 1/10 以下
- ③ 上流：上澄水 硫酸イオン 3mg/l 程度 下流：34mg/l で家庭下水の濃度と同等程度。
- D ① 上流：強熱減量 14.4% 落ち葉等に起因する有機分及び砂分が多く認められた。
下流：強熱減量 1% ほとんどが砂礫および貝殻。
- ② 上下流：全硫化物 1mg/g-dry 未満。
上流：上澄水 全硫化物 1.8mg/l 溶存硫化物 1mg/l、下流：硫化物は認められない。
- ③ 上下流：硫酸イオン濃度は非常に高く、水質測定結果と比較しても高濃度であった。

表4 汚泥分析結果

汚 泥		A		B		C		D	
		上流	下流	上流	下流	上流	下流	上流	下流
含水率	%	81.3	25.6	—	89.9	24.9	28.9	25.3	18.7
強熱減量	%	19.6	2.5	—	35.4	1.0	1.3	14.4	1
全硫化物	mg/g-dry	8.02	0.44	—	10.1	0.29	0.88	0.45	0.94
(参考)	mg/g-dry	3.43	0.6	—	5.84	0.36	0.75	0.45	0.65
溶存硫化物 (上澄水)	mg/L	50.3	0.1	—	57.0	10.6	1.0	1	<0.1
全硫化物 (上澄水)	mg/L	51.5	0.1	—	67.6	52.2	2.4	1.8	<0.1
硫酸イオン (上澄水)	mg/l	<20(2.3)	136	—	74	<20(2.7)	34	1780	1420
汚泥の堆積状況	Cm	不明	不明	なし	30	80	80	10-20	100

全硫化物の上段は底質試験法、下段は下水試験法 硫酸イオンは比濁法で測定、検出下限値 20mg/l

5. まとめ

A、C、Dの施設については、汚泥の堆積は認められたものの大部分が砂礫であり、硫化水素による危険性は小さいと考えられるが、B施設においては、堆積汚泥から硫化水素が発生する状況が確認された。堆積汚泥は落ち葉などが多く含まれ、強熱減量は35%と他施設に比べ高かった。水質面では、表層水のORPが-65mVで嫌気条件であるため、汚泥が堆積している下層部ではさらに嫌気化が進んでいると判断できる。また、硫化水素の原料となる硫酸イオンは、140mg/lと家庭下水よりも高濃度であり、海水により供給されていると考えられる。こうしたことから、B施設は硫化水素の発生に適した環境であると判断でき、このような箇所では硫化水素による危険性があり、注意が必要である。また、本施設は海水の流入する雨水管渠であることから、潮位や降雨の影響を当然受けるが、B施設の先行降雨は3月1日の41mm、3月3日の6mmであることを鑑みると、降雨から数日で硫化水素発生に適した環境に戻ったものと考えられる。今回の調査は冬季に実施したが、今後は硫化水素が生成しやすい夏季の状況についても調査し、実態を把握していくことが必要ではないかと考えられる。

【参考文献】

- 1) 下水道管路施設腐食対策の手引き (案) 一平成14年度5月— (社)日本下水道協会

問合せ先：財団法人愛知水と緑の公社 下水道部管理課技術担当 堤 俊 憲、林 達 也
名古屋市中区丸の内三丁目19番30号 Tel:(052)971-3054 Mail: awg-g-ij@pluto.plala.or.jp