

長距離圧送システムの採用された処理場における 初期運転事例

(財) 愛知水と緑の公社 近藤清和
○犬飼 茂
藁科 亮

1. はじめに

日光川下流域下水道は平成 22 年 3 月 31 日に供用され、愛知県西部の津島市、愛西市、弥富市、あま市、大治町、蟹江町を処理対象区域とした全体計画(処理区域: 6,006ha、処理人口: 318,830 人、処理水量 192,800 m³/日)の愛知県第 10 番目の流域下水道である。

当流域下水道の特徴は、その地域の 9 割が海拔 0 メートル以下という平坦な地形であることであり、このため途中に 3 箇所の中継ポンプ場を設け流下勾配を確保している。特に、最下流の弥富ポンプ場から浄化センターまでの約 8km の区間の標高差は 1 m 未満しかなく、仮に自然流下とした場合、幹線の埋設深さが 20 m 以上となり、人口密集地区もないことから長距離多重圧送システムが採用されている。この圧送区間は現在常用管として使用している φ 600mm と将来の常用管であり予備管としての役割を担う φ 800mm の圧送管が 2 条で敷設されている。

初期には下水量が少なく φ 600 の圧送管を使用しても、管内容積が約 2,400 m³ であることから、汚水の滞留時間が非常に長くなり、腐敗による硫化水素の発生が懸念されている。

2. 水処理設備の現状

当処理場は現在の日最大処理能力は 12,050m³/日(凝集剤添加ステップ流入式 3 段硝化脱窒法)で、処理場には揚水ポンプがなく、弥富ポンプ場から圧送された汚水が分配槽で受水され、直接水処理施設へ分配され処理される構造となっている。

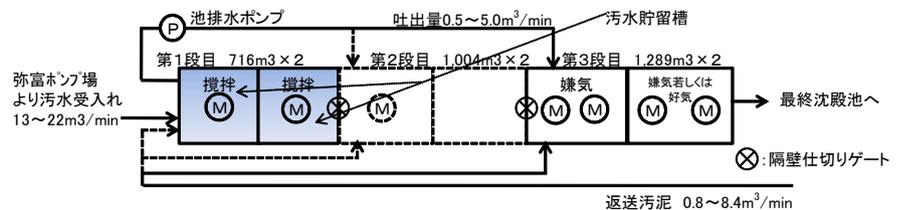


図-1 反応槽の構造の概要

弥富ポンプ場には 2 台の汚水ポンプ(吐出能力 22 m³/分及び 44 m³/分)が設置されており、初期対策用として 22 m³/分のポンプにはインバータが設けられ、流量を 13~22m³/分の範囲で制御することができる。

しかし、供用まもない現状においては、このポンプの最低流量としても流量調整範囲を越えてしまう。このため、図-1 のようにステップ流入式 3 段硝化脱窒法の第 1 段目を汚水貯留槽とし、ポンプ場から間欠的に送水している。この汚水貯留槽から池排水ポンプを利用してステップ流入水路を通して 3 段目に送って水処理を行っている。

3. 初期運転状況

供用後の汚水流入状況、流入水質及び放流水質などの運転状況を表-1 に示す。

4 月~5 月は流入水量が少なく、流入負荷も少なかった。6 月頃から徐々に流入水質が高くなり、圧送管から場内に流入後に通過する水路や汚水貯留槽(1 段目の反応槽)において硫化水素の発生が顕著になった。以降、硫化水素発生対策を実施している。4. 以降に詳細を記す。

表－1 供用後（平成22年度）の水処理運転状況

項目	月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	備考
池排水揚水量	(m ³ /日)	169	306	683	785	872	1,244	2,169	2,216	2,514	2,572	3,189	4,146	反応槽流入水量
希釈水量	(m ³ /日)	0	0	46	0	0	152	750	746	749	729	1,260	1,965	弥富ポンプ場への処理水の返流量
実汚水量	(m ³ /日)	169	306	637	785	872	1,093	1,418	1,470	1,765	1,843	1,929	2,181	場内返流水含む
(反応槽)流入水質														
COD	(mg/L)	4.7	13	28	50	51	56	42	50	71	60	54	46	
C-BOD	(mg/L)	-	6.6	23	45	64	71	49	81	87	73	67	61	
SS	(mg/L)	25	22	50	73	84	88	74	86	160	97	83	66	
T-N	(mg/L)	3.2	7.4	19	25	28	33	23	28	30	30	25	19	
T-P	(mg/L)	0.4	0.7	2.2	2.7	3.2	3.7	2.9	3.6	5.4	3.8	3.1	2.3	
希釈しない場合、想定される(反応槽)流入水質の計算値														
COD	(mg/L)	4.7	13	29	50	51	63	61	72	99	81	85	81	
C-BOD	(mg/L)	-	6.6	24	45	64	80	75	120	120	100	110	110	
SS	(mg/L)	25	22	54	73	84	100	110	130	230	140	140	130	
T-N	(mg/L)	3.2	7.4	20	25	28	38	35	42	43	42	41	36	希釈水(処理水)の脱窒考慮
T-P	(mg/L)	0.4	0.7	2.3	2.7	3.2	4.1	4.0	5.0	7.4	5.1	4.8	4.1	
放流水質														
COD	(mg/L)	3.0	4.7	8.1	8.5	7.1	6.8	6.1	5.8	5.9	7.0	7.0	6.7	
C-BOD	(mg/L)	<1.0	1.3	4.9	5.0	4.5	3.5	1.2	<1.0	<1.0	1.5	1.2	1.6	
SS	(mg/L)	<1.0	<1.0	<1.0	1.4	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	2.0	1.1	<1.0	
T-N	(mg/L)	2.0	3.1	11	15	12	8.9	6.9	7.1	7.6	9.7	7.9	7.2	
T-P	(mg/L)	<0.1	0.1	0.4	0.6	0.7	0.8	0.8	0.8	0.6	0.6	0.5	0.3	
硫化水素濃度(汚水流入時、測定)														
汚水貯留槽内部	(ppm)	6月中旬以降、測定実施。		49	90	>120	>120	9月28日以降、希釈水返流による硫化水素発生対策(表-2)を実施のため、後に詳述。						
汚水貯留槽前水路	(ppm)			17	60	>120	>120							
弥富ポンプ場揚水量	(m ³ /日)	138	324	600	754	813	1,196	2,151	2,167	2,393	2,454	3,050	4,006	
圧送区間平均滞留時間	(時間)	417	177	96	76	71	48	27	26	24	23	19	14	

4. 硫化水素発生対策

長距離多重圧送採用時に表-2に示すような硫化水素対策を検討したうえ、初期対策として鉄塩注入設備が、恒久的な対策として酸素注入設備が設けられている。

流入水質は負荷が上昇し始め6月中旬以降、放流水の全窒素が10mg/Lを超過する状況となった。この原因は幹線管渠において汚水の滞留時間が長いために、管渠内で処理が進行しBODが消費され、流入下水の全窒素に対してBODが不足し、十分な硝化脱窒処理が行えなかったことやMLSSもまだ未成熟であったことが考えられた。

初期の硫化水素発生対策として予定されていた鉄塩注入が実際に可能かどうかのラボテストを実施した。弥富ポンプ場の汚水に塩化第二鉄50ppmを添加してBODを測定し無添加の場合と比較したところ、BODが6~7割に低下することが確認され、水処理で脱窒処理をより悪化させると判断し、使用を見合わせるものとした。代替措置として、初期運転には不向きとされていた酸素注入を7月下旬~8月下旬にかけて実施した。過剰の酸素注入をしても圧送管内での平均滞留時間(3日程度)が長すぎることから、硫化水素発生抑制効果は現れなかった。

水処理において硝化脱窒が安定した9月下旬より処理水をポンプ場に返流させ汚水と混合する方法により硫化水素発生対策を実施しはじめた。一定の効果が認められたので、このことについて詳述する。

5. 処理水をポンプ場に返流させる方法による硫化水素対策

この硫化水素発生対策の効果としては「①混合汚水中に含まれる処理水由来の硝酸性窒素が脱窒することにより硫酸イオンが還元されて硫化物イオンになるのを抑制する効果②処理水が返流されることにより汚水量が増量され、圧送管内での滞留時間が短くなる効果」が期待できる。

表-2 日光川流域下水道における硫化水素発生対策

硫化水素対策	効果	懸念された問題点	備考
鉄塩注入	硫化物イオンを鉄と反応させるため、確実に注入濃度に比例して除去可能。	塩鉄はpHが低く、腐食させる機器に配慮が必要。 流入下水の緩衝能力が少ないとpHが低下しやすい。	処理場での硫化水素の発生状況に応じた注入量の設定をする。
酸素注入	硫酸塩還元菌の活動を抑制する。	汚水ポンプが間欠的で稼働率が低い条件では滞留時間が長くなり圧力損出が上昇するため、初期には不向き。	汚水ポンプの運転に連動し、圧送管に注入。
希釈水(処理水)返流	圧送管内の滞留時間が少なくなり、酸化された処理水を希釈するので硫化水素発生を抑制につながる。 希釈水中の硝酸塩が還元された後でないと硫酸塩が還元されない。	希釈水中の硝酸態窒素の脱窒等により流入汚水中の有機物が使われる。 一処理場負荷バランスの影響。	供用初期に使用しないφ800の圧送管による処理水の返流。(自然流下)

その方法は図-2のように2条建設されている圧送管のうち、現状予備のφ800の圧送管1条を使って自然流下により逆流させるものである。弥富ポンプ場に希釈水弁という調整弁があり、この開度調整をすることにより返流量を調整し、ポンプ場に逆流された処理水はポンプ井で混合され、再びφ600の圧送管にて処理場へ運ばれ処理されるといったものである。

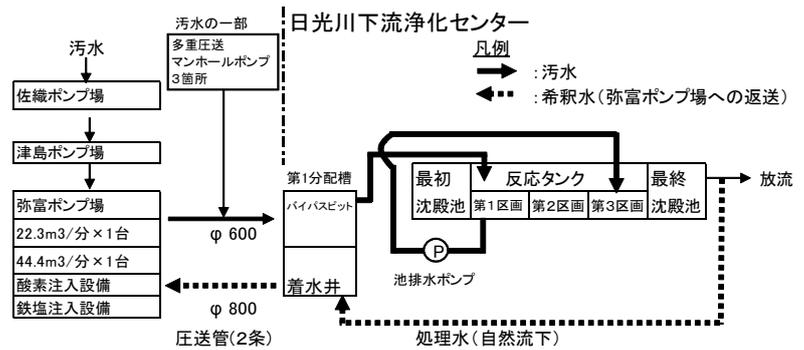


図-2 圧送と逆流の概念図

ポンプ井で攪拌し混合を実施しているものの、処理水の逆流と希釈後の汚水を処理場へ圧送するタイミングにより硫化水素の発生が変動することがあり、現在では汚水を圧送すると同時に処理水を一定の割合で逆流させて混合の均一化を図る運転をしている。

○処理水の希釈割合による硫化水素抑制効果の確認

次の方法によりラボ調査を実施した。①汚水と処理水の希釈割合をかえて混合し、500mlポリ瓶に満たし密栓。②20℃の室温で一定時間経過するまでスターラーで低速攪拌する。③硫化水素発生のもとになる溶存硫化物を検知管により、硝酸性窒素を手分析にて測定した。

表-3に測定結果を示す。汚水を処理水で希釈しないと5時間程度で溶存硫化物が検知され、ほぼ1日で4ppm検知された。処理水の割合を増加させると溶存硫化物の発生が減少していく傾向が得られた。

硝酸体窒素が脱窒により完全に消費されるまでは硫化物の発生がなかった。

この調査結果を受け、実際に希釈割合をかえて平成23年2月に調査した結果を表-4に示す。ポンプ場から処理場への汚水流入中に流入水を何回か採水し、その都度すぐに簡易試験で硝酸体窒素及び溶存硫化物を測定した。

硫化水素は携帯の吸込み式のガス検知器で流入中に何回か測定した。場所は汚水貯留槽である反応槽1段目に入る前の水路とした。希釈割合が増すごとに硫化水素の発生は抑制できていることがわかる。

表-3 ラボ調査測定結果

希釈(混合)割合		経過時間	NO ₃ -N(mg/L) 手分析	S ²⁻ (ppm) 検知管
汚水	処理水			
1	0	0時間	0	0.5
		5時間	-	0.5~1.0
		22時間	0	4
1	0.5	0時間	2.5	0
		5時間	0.2	0
		22時間	0	1.0
1	0.75	0時間	3.2	0
		5時間	0.6	0
		22時間	0	0.5
1	1	0時間	3.4	0
		5時間	3.2	0
		22時間	0	0

表-4 処理場流入状況調査結果

希釈(混合)割合		平均滞留時間 (時間)	NO ₃ -N(mg/L) バックテスト	S ²⁻ (ppm) 検知管	H ₂ S(ppm) ガス検知器
汚水	処理水				
1	0.42	24	<0.2	3~5	30~80
1	0.70	21	<0.2	2~3	15~53
1	1.0	20	<0.2~0.2	0.5~2	15~25

6. まとめ

長距離圧送により直接導水される当処理場のような場合に初期運転の硫化水素対策としての留意点をのうち、特記すべき点は以下の2点である。

- 1) 流入水のBOD/T-Nの割合が低い状況では、鉄塩の添加は、処理における窒素除去に影響を及ぼす可能性があること。
- 2) 硝化した処理水をポンプ場へ逆流させる方法は、硫化水素の発生抑制に一定の効果があること。

問い合わせ先：(財)愛知水と緑の公社 矢作川・衣浦東部事業所(衣浦東部駐在) 犬飼

愛知県碧南市港南町二丁目8番15号 Tel : 0566-48-8210 Fax : 0566-48-8208