

고도하수처리공법을 적용한 마을 하수도의 수질개선 평가

Water Quality Improvement Evaluation of Community Sewerage by using Advanced Sewage Treatment

최한규* 고종섭** 박수진***
Choi, Han-Kuy Ko, Jeong-Sup Park, Soo-Jin

Abstract

In order to examine the tailorability of advanced sewage treatment of a separated sewer pipe, we observed the quality of leaked water in a reactor. A2C affiliation and MBR affiliation decreased by over 78% in cases of BOD, COD, and SS. SBR affiliation decreased by 79.1% in a case of T-N. Overall, the efficiency of T-N on the above affiliations was low. SS had the high efficiency in MBR affiliation. In the end, examination of water quality improvement showed that the quality was improved from 20% to 90%; hence, it is expected that this treatment can protect the water resources of the Hongcheon River and makes it easier to use the water of the river.

키워드 : 분류식 하수관거, 마을하수도, 고도하수처리, 제거효율

Keywords : *Separated Sewer Pipe, Community Sewage, Advanced Sewage Treatment Improvement of Treatment efficiency*

1. 서론

농촌지역의 수질 오염부하량은 소득증대에 따른 생활수준의 향상과 더불어 수세식 화장실의 보급 확대 및 축산시설의 증가 등으로 배수로 및 소하천의 수질이 악화되어 양질의 수자원 확보에 많은 영향을 초래하고 있다. 현재 농촌지역의 주거환경 개선으로 인해 오수 발생량은 지속적으로 증가하는 추세에 있으며 1996년부터 시작된 하수처리장의 수계 부영양화 방지, 방류수 수질을 충족하기 위해 지속적으로 시설을 확충하고 있다.

따라서 본 논문은 분류식 하수관거의 대체 지역인

마을 하수도를 대상으로 하여 고도하수처리공법의 적용성과 하수도의 방류수 수질 개선효과를 평가하는데 있다. 연구를 위하여 고도하수처리 공법인 SBR(Sequencing Batch Reactor), MBR(Membrane), A_2O (Anaerobic)계열의 하수처리 시설에 대하여 수질개선 효율을 평가하였다.

2. 문헌조사

2.1 하수도 배제방식

하수도 배제방식은 분류식, 합류식과 합류식을 절충한 합병식으로 구분할 수 있으며, 분류식은 다시 완전분류식과 불완전분류식으로 나눌 수 있다.

하수배제방식의 선정은 도시특성, 기존 관거 재이용율 및 관거구성, 배제방식의 경제성 및 타당성을 고려하여 선정한다.

완전분류식은 하수처리구역에서 발생하는 오수

* 강원대학교 토목공학과 교수

** 강원대학교 산업대학원 토목공학과

*** 강원대학교 산업기술연구소 연구원, 교신저자

와 우수를 발생원에서 완전히 분리해서 우수는 우수관거를 이용하여 하수처리시설에 유입시키는 방식으로 우수와 우수관을 별도로 분리하여 공공수역에 배제 시키는 방식이다.

불완전 분류식은 기존 관거를 최대한 우수관거로 활용하고 우수관거만 별도로 신설하여 우수를 하수처리 시설에 유입시키는 방식이다.

합류식은 우수와 우수를 동일 하수관거를 통해서 배제하는 시설로 우천시는 우수토실을 이용하여 일정량의 우수만을 차집하여 하수처리시설에 유입시키고 일정량 이상은 공공수역에 방류하는 방식이다. 합병식은 한 지역 내에서 분류식과 합류식을 동시에 활용하는 방식이다.

2.2 하수고도처리

일반적인 수처리 방식으로 널리 적용되고 있는 표준 활성슬러지법을 통한 하수처리는 하수 중의 오염물질을 완전히 제거하는 것은 불가능하여 여러 종류의 무기성 이온을 비롯한 중금속, 유기물질, 영양염류 등이 방류수역으로 유출되어 부영양화(Eutrophication), 적조현상(Red Tide) 등을 유발시킬 수 있다. 통상적으로 과거의 2차 처리를 통한 BOD, SS 등의 유기물만의 제거는 방류수역에서의 영양염류에 의한 조류 및 수서식물의 성장을 촉진시키게 된다. 따라서 방류수역의 수질개선을 위해서는 유기물뿐만 아니라 영양염류를 동시에 제거할 수 있는 2차 처리시설의 개선 및 추가시설이 필요하다. 국내에 일반적으로 적용되고 있는 질소, 인 제거를 위한 고도하수처리 공법은 표 1과 같다.

표 1 고도하수처리 공법의 분류

구분	개요
간헐식 포기공법	<ul style="list-style-type: none"> • 혐기성, 호기성 상태가 반복되는 포기/비포기의 주기적용 • DeNiPho, HBR-II
A ₂ /O 공법	<ul style="list-style-type: none"> • 혐기조, 무산소조, 호기조를 기본으로 구성 • A₂/O, DNR, NAP등 • 설치실적이 많고 운전방식이 확립됨

표 1 계속

구분	개요
SBR 공법	<ul style="list-style-type: none"> • 하나의 반응조에서 유입, 반응, 침전, 배출 • ICEAS, FRUIDYNE, KIDEA, 선회와류식 -SBR등 • 유량변동에 강하고 운전이 용이함
MBR 공법	<ul style="list-style-type: none"> • 무산소/호기부유성장방식+막분리+응집제 병용 • 단일 반응조에서 질소·인 동시제거 • 부하변동에 대처 용이함
Side Stream 공법	<ul style="list-style-type: none"> • Side Stream을 이용하여 인제거 효율을 높임 • Phostrip, P/L-II 등 • 구조물 및 동력 소요가 많으며 대부분 응집제가 투입됨

2.3 방류수 수질기준

우리나라에서는 1996년 1월 1일부터 총인(T-P)과 총질소(T-N)의 방류수 수질기준을 수질환경 보전법에 명시하여 규제하기 시작하였으며, 2008년 1월 1일부터 BOD 및 SS 10mg/L, T-N 20mg/L, T-P 2mg/L 로 전국적으로 규제를 강화하고 있다. 우리나라의 하수도법 시행규칙에 의한 하수도 방류수질 기준은 표 2와 같다.

표 2 방류수 수질기준(하수도법 시행규칙)

구분	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	SS (mg/l)	TN (mg/l)	T-P (mg/l)	대장균수 (개/ml)
특정지역	10 이하	40 이하	10 이하	20 이하	2 이하	3000 이하
기타지역	20 이하	40 이하	20 이하	60 이하	8 이하	3000 이하

3. 대상지점 선정 및 하수처리공법 적용

3.1 대상지점 개황

홍천군은 강원도의 중심부에 위치하는 산간지대로 지역공간상 거의 강원도 서단부와 동부에 걸친 동서로 장대한 모양을 하고 있다.

강원도 지역중심도시인 춘천시와 홍천읍이 근접하고 있어 생활권내에 위치하며 서울로 부터는 약 100km, 원주까지는 약 50km, 춘천간 37km, 속초간 120km 각각 떨어져 있다. 홍천군 주변지역 경계는 동으로는 양양군, 서로는 경기도 가평군과 양평군, 남으로는 횡성군과 평창군, 북으로는 춘천시와 인제군이 접한다.

홍천군의 전체면적은 1,817.87km²으로 태백산맥의 크고 작은 지맥에 둘러싸인 중산간지역이며, 홍천읍 시가지를 관통하는 북한강 지류인 화양강이 태백분수령부터 서쪽으로 흘러 경기도 가평군 설악면에서 북한강과 합류하고 있어 유역에 작은 평야를 이루고 있다.

1) 토지이용 형태

홍천군의 행정구역은 1개 읍과 9개면으로 구성되어있으며, 이중 연구지점의 서석면은 홍천군 전체면적의 12.4%를 차지하며, 화촌면은 11.6%, 남면은 6.6%를 차지한다. 토지 이용은 산지가 전체면적의 84.64%를 이루고 있어 대부분 산지로 구성되어 있으며, 다음으로 전과 담이 전체면적의 9.2%를 차지한다.

3.2 수질 및 유량조사

1) 토구의 유량 및 수질조사

연구대상유역의 신설 하수처리구역의 남면 토구 1개소와 서석면 풍암의 토구에 대하여 건기기간의 유량과 수질을 조사하였으며, 조사지점은 영덕초등학교 앞 맨홀을 조사 하였다. 각 지점의 토구 수질은 표 3과 같다.

표 3 토구의 수질

방류 하천	지점명	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	SS (mg/l)
양덕원천	영덕초등학교 앞 맨홀	91.0	79.6	203.7
내촌천	풍암리	61.5	38.9	126.8

표 3의 조사결과에서 알 수 있듯이 양덕원천 방류토구의 경우 평균적으로 3.792m³/hr로 조사되었으며, 풍암의 어른천 방류토구는 13.171m³/hr로 조사되었다. 일평균 유량대비 일최대 유량 첨두율

은 풍암의 경우 109%를 최소는 63%로 조사되었으며, 양덕원천은 최대 187%에서 최소 53%로 조사되었다.

2) 토구하천의 유량 및 수질조사

건기기간 동안 연구대상지점의 마을 하수도 토구 유입하천인 내촌천과 양덕원천의 상·하류에 대하여 유량과 수질을 관찰하였다. 유량은 서석면 토구 유입하천인 내촌천의 경우 상류가 0.874m³/sec, 하류는 0.991m³/sec유출이 발생하였으며, 남면 지산 토구 유입하천인 양덕원천은 상류가 2.433m³/sec, 하류는 2.777m³/sec의 유출이 발생되었다.

토구유입하천의 수질은 표 4와 같다.

표 4 토구 유입하천의 수질(mg/l)

하천	구분	BOD	COD	SS	T-N
내촌천	상류	6.5	3.5	4.0	1.722
	하류	7.7	4.1	9.4	2.105
양덕원천	상류	9.8	4.7	3.0	4.111
	하류	15.3	8.7	8.0	4.794

표 4에서 보면 수질은 BOD를 기준으로 서석의 내촌천 상류가 6.5mg/l를 하류는 7.7mg/l를 보이고 있어 상류와 하류의 큰 수질 차이를 보이지 않았으며, 양덕원천은 상류수질이 9.8mg/l를 하류는 15.3mg/l를 보이고 있어 하류에서 오수에 의한 오염물질이 크게 유입되는 것을 알 수 있다.

3.3 하수배제 방식

현재의 하수배제방식은 합류식과 분류식이 혼재된 하수배제방식으로서 어떠한 배제방식을 채택하든지 하수관거는 오수 및 우수배제의 기능을 충족시켜야 하나 현재의 하수배제방식은 우수배제의 기능이 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구는 우수배제 중심의 하수도 배제방식에서 우수와 오수를 별도 관거로 배제하는 오수처리 중심의 분류식 하수관거 마을하수도를 대상으로 하였다.

본 연구지점의 하수배제 방식은 표 5와 같다.

표 5 연구대상지점의 하수배제 방식

구분	하수배제방식		비고	
	현황	하수도 정비기본계획		
홍천군	서석면 풍암	합류식	분류식	시험가동
	화촌면 성산	합류식+ 분류식	분류식	시험가동
	남면 양덕원	합류식	분류식	시험가동

3.4 고도하수처리 공법 적용

본 연구는 소규모 마을하수도의 고도하수처리 공법 적용에 대한 우수성과 처리효율을 검토하였으며, 처리공법 유형별로는 SBR계열, MBR계열, A₂O계열에 대하여 적용하였다. 고도처리 유형 및 공법적용 구역은 표 6과 같다.

표 6 고도하수처리 공법유형 및 적용구역

공법유형	주요공법	적용구역
A2/O 계열	A2/O, DNR, 4stage BNR	화촌면 성산마을하수도
SBR계열	PSBR, 선회와류식SBR, ICEAS	서석면 마을하수도
MBR 계열	NIX-MBR, HANT, KS-MBR	남면 마을하수도

신설 마을하수도의 경우 SBR계열과 MBR계열 공법에 대하여 검토하였으며, 기존 마을하수도 개선 구역인 화촌면 성산 마을하수도는 A2/O계열 공법에 대하여 검토하였다.

1) A2/O계열의 하수처리 수질결과

4월부터 6월까지 3개월 동안 A2/O계열의 성산면 마을하수도 방류수를 방류수조에서 채수하여 분석하였다. 성산면 마을하수도의 반응조 방류수질 및 제거율 변화는 표 7과 같다.

표 7 반응조 방류수질 및 제거율(A2/O)

구분	BO D	CO D	SS	T-N	T-P	
4월	수질 (mg/l)	12.5	19.6	15.0	20.182	2.356
	제거율 (%)	89.0	74.0	83.3	17.8	12.9

표 7 계속

구분	BO D	CO D	SS	T-N	T-P	
5월	수질 (mg/l)	8.0	16.3	9.1	17.922	1.739
	제거율 (%)	93.0	78.6	90.2	30.2	36.1
6월	수질 (mg/l)	7.9	16.1	8.5	17.069	1.678
	제거율 (%)	93.5	79.8	91.8	35.7	50.9
평균	수질 (mg/l)	9.4	17.2	10.7	18.325	1.908
	제거율 (%)	91.9	77.6	88.6	28.3	34.0

표 7의 반응조 방류수질 제거효율을 살펴보면 평균적으로 BOD가 91.9%를 COD는 77.6%, SS는 88.6%, T-N은 28.3%, T-P는 34.0%의 제거효율을 보이고 있어 BOD와 COD, SS항목에서 77%이상의 높은 제거효율을 보였다.

2) SBR계열의 하수처리 수질결과

SBR계열의 하수처리 결과를 관찰하기 위하여 7월부터 10월까지 4개월 동안 서석면 풍암 마을하수도의 반응조 유출수질 결과를 관찰하였으며, 하수처리 수질은 여과설비로 압송되는 처리수조에서 직접 채수하여 분석하였다.

표 8의 반응조 방류수질 제거효율을 살펴보면 평균적으로 BOD가 28.1%를 COD는 20.2%, SS는 74.8%, T-N은 16.0%, T-P는 79.1%의 제거효율을 보여 T-P와 SS에서 75%이상의 높은 제거효율을 보였다. 반면 BOD와 COD, T-N에서 16%에서 28.1%의 낮은 제거효율을 보였다.

표 8 반응조 방류수질 및 제거율(SBR)

구분	BO D	CO D	SS	T-N	T-P	
7월	수질 (mg/l)	4.6	10.1	0.2	17.563	2.317
	제거율 (%)	94.5	79.9	99.6	18.2	7.2
8월	수질 (mg/l)	3.4	7.6	0.5	17.248	1.920
	제거율 (%)	96.9	89.2	99.4	29.6	23.9
9월	수질 (mg/l)	3.8	8.1	0.5	16.965	1.623
	제거율 (%)	96.7	89.6	99.4	28.0	34.6

표 8 계 속

구 분		BO D	CO D	SS	T-N	T-P
10월	수질 (mg ℓ)	3.8	8.1	0.5	15.707	1.362
	제거율 (%)	96.8	90.4	99.5	32.9	47.6
평 균	수질 (mg ℓ)	3.9	8.4	0.4	17.087	1.861
	제거율 (%)	96.3	87.3	99.5	26.7	25.8

3) MBR계열의 하수처리 수질결과

MBR계열의 처리수질 관찰은 남면 지산 마을하수도를 대상으로 하였으며, MBR조에 설치된 침지식 중공사막에서 여과역세필프를 가동하여 처리수조(방류조)에서 직접 채수하여 분석하였다

MBR계열의 반응조 방류수질 및 제거율은 표 9와 같다.

표 9 반응조 방류수질 및 제거율(MBR)

구 분		BO D	CO D	SS	T-N	T-P
7월	수질 (mg ℓ)	61.1	25.9	21.4	21.525	2.391
	제거율 (%)	33.9	15.9	46.8	12.4	78.5
8월	수질 (mg ℓ)	59.2	25.4	21.2	21.5	2.4
	제거율 (%)	27.9	20.9	77.4	15.6	74.5
9월	수질 (mg ℓ)	3.3	7.1	6.3	6.546	0.690
	제거율 (%)	25.0	22.1	88.3	18.5	83.6
10월	수질 (mg ℓ)	3.2	6.7	5.5	6.613	0.823
	제거율 (%)	24.8	21.5	86.5	18.1	84.3
평 균	수질 (mg ℓ)	21.2	14.6	11.6	12.980	1.364
	제거율 (%)	28.1	20.2	74.8	16.0	79.1

표 9의 반응조의 방류수질 제거효율을 살펴보면 평균적으로 BOD가 96.3%, COD는 87.3%, SS는 99.5%, T-N은 26.7%, T-P가 25.8%를 보여 BOD와 COD, SS에서 87.3%의 높은 제거율을 보였으며, 영양염류인 T-N과 T-P는 25.8%와 26.7%의 제거율을 보였다.

4. 수질개선 평가

4.1 마을하수도의 오염물질 제거효율 평가

본 연구에서 선정하여 검토한 대상구역의 고도하수처리 계열의 마을 하수도 설치 운영에 따른 유입수 및 방류수의 수질을 비교하여 오염물질 처리효율을 평가 하였다. 이에 대한 내용은 다음과 같다.

1) 화촌면 성산 마을하수도 오염물질 제거율

성산면 마을하수도의 운전기간 동안 유입 및 유출수의 수질을 관찰하였다. 운전기간 중 2011년 04월부터 06월까지의 유입수 및 방류수의 수질농도는 표 10과 같다.

표 10을 보면 유입하수 평균수질 농도는 각각 BOD가 117.3mg/ℓ, COD는 77.8mg/ℓ, SS는 97.1mg/ℓ, T-N은 25.717mg/ℓ, T-P가 2.978mg/ℓ로 나타났다. 수질농도는 설계대비 비교적 낮은 농도로 유입되었다. 오염물질의 제거효율을 살펴보면, BOD가 96.7%를 COD는 89.6%, SS는 99.4%, T-N은 28.0%, T-P는 34.6%, 대장균 군수가 99.63%의 오염물질 제거효율을 보였다.

운전기간 동안의 방류수질 변화는 그림 1과 같다.

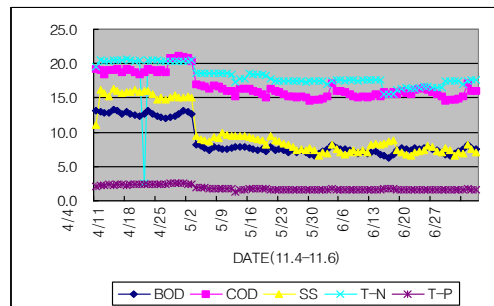


그림 1 마을하수도의 방류수질(화촌면 성산)

그림 1의 마을 하수도 방류수질을 관찰하면, 초기 1개월 기간 동안은 오염물질의 제거가 다소 낮게 나타났으나 이후에는 방류수의 수질이 크게 개선되는 것으로 관찰되었다. 이는 초기 운전기간 동안 포기조내 미생물의 증식이 이루어지지 않아 유기물의 분해 속도가 늦어져 초기 방류수의 수질이 크게 개선되지 않은 것으로 판단된다.

2) 서석면 풍암 마을하수도 오염물질 제거율

SBR계열의 성산면 하수처리장의 운전기간 동안 유입 및 방류수의 수질을 관찰하였다. 풍암마을 하수도의 오수 유입수 수질농도를 살펴보면 인근 식당 및 가정에서 하수가 유입되어 일반적인 농촌지역 특성상 나타나는 낮은 하수 전환율에 기인하는 저농도 하수가 유입되는 것을 보이고 있다.

2011년 7월부터 2011년 10월까지 유입하수 평균수질 농도 및 방류수 수질 농도는 표 11과 같다.

표 11의 유입수의 평균 수질농도를 살펴보면 BOD는 129.6mg/l, COD가 95.4mg/l, SS는 110.0mg/l, T-N이 29.139mg/l, T-P가 3.403mg/l로 나타났다. 수질농도는 설계대비 낮게 유입되는 것으로 관찰되었다. 다음으로 오염물질의 제거효율을 살펴보면, BOD가 84.3%를 COD는 85.5%, SS는 89.9%, T-N은 58.3%, T-P는 62.4%, 대장균 군수가 99.8%의 오염물질 제거효율을 보였다.

BOD와 COD, SS, 대장균 군수에서 84.3%에서 99.8%의 높은 처리율을 보였으며, 영양염류인 T-N과 T-P에서는 58.3%와 62.4%의 높은 제거율을 보였다. 마을하수도의 방류수질 변화는 그림 2와 같다.

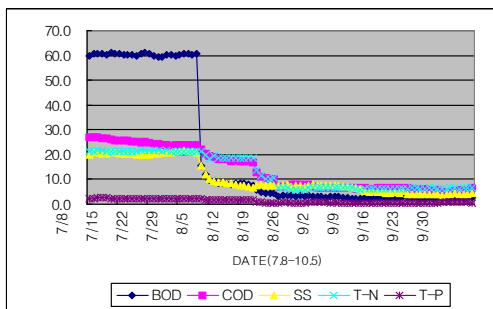


그림 2 마을하수도의 방류수질(서석면 풍암)

그림 2를 보면 화촌면 성산 마을하수도의 방류수질과 비슷한 초기 1개월 동안의 수질은 크게 개선되지 않은 것으로 관찰되었다. 그러나 1개월 후에는 BOD, COS, SS에서 방류수질이 크게 개선되는 것으로 관찰되었다. 반면 영양염류인 T-N과 T-P는 방류수질의 변화가 크게 없는 것으로 나타났다.

3) 남면 지산 마을하수도 오염물질 제거율

MBR계열의 남면 지산 마을하수도의 운전기간 동안 유입 및 방류수의 수질은 표 12와 같다.

표 12의 유입수 수질농도를 살펴보면 BOD는 평균적으로 107.0mg/l, COD는 70.1mg/l, SS가 81.3mg/l, T-N이 23.433mg/l, T-P가 2.512mg/l로 나타났다. 운전 기간 중 설계농도 보다 평균 유입농도는 낮은 것으로 나타났다. 이는 지산 마을하수도의 경우 타 지역에 비하여 생활오염원계가 적게 분포되어있어 농촌지역의 특성상 저농도 하수 유입 변화를 보였다.

다음으로 오염물질의 제거효율을 살펴보면, BOD 96.3%를 COD_{MN}는 87.3%, SS는 99.5%, T-N은 26.7%, T-P는 25.8%, 대장균 군수가 100%의 오염물질 제거효율을 보였다. 운전기간 동안 마을하수도의 방류수질 변화는 그림 3과 같다.

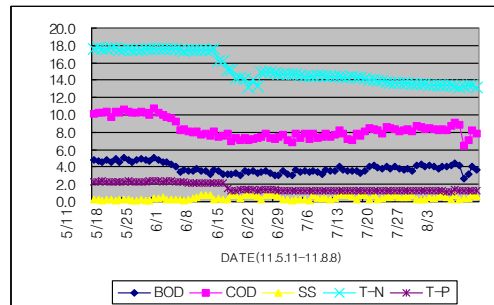


그림 3 마을하수도의 방류수질(남면 지산)

그림 3을 보면 SS의 오염물질이 다른 처리공법에 비하여 방류수 수질이 크게 개선된 것을 알 수 있으며, 이는 호기조에 침지식 분리막을 설치하여 처리수가 강제여과 배출되기 때문에 difms 공법에 비하여 SS의 수질 개선이 높은 것으로 판단된다.

표 10 화촌면 성산리 마을 하수도 유입수 및 방류수 수질

구분		운전결과							
설계기준	항목	유량(Q)	BOD5	CODMn	SS	T-N	T-P	대장균군수	
		설계값	200	150	130	150	35	3.5	1,000 이하
		단위	m ³ /일	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	마리/mL
유입수	04월	156.5	114.1	75.4	90.6	24.599	2.709	237,593	
	05월	190.5	115.9	76.8	94.5	25.712	2.756	230,032	
	06월	196.6	121.6	80.9	105.7	26.729	3.451	235,167	
	평균	181.7	117.3	77.8	97.1	25.717	2.978	234,102	
방류수	04월	156.5	12.0	19.0	14.4	19.465	2.306	1,217	
	05월	190.5	7.5	15.7	8.3	17.805	1.664	840	
	06월	196.6	7.2	15.6	7.5	16.930	1.625	664	
	평균	181.7	8.8	16.7	9.9	18.016	1.848	896	

표 11 서석면 풍암 마을 하수도 유입수 및 방류수 수질

구 분		운 전 결 과						
설계 기준	항 목	유량(Q)	BOD	COD	SS	T-N	T-P	대장균군수
		설계값	320	150	130	150	35	3.5
	단위	m ³ /일	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	마리/mL
유입수	7월	273.3	128.8	93.1	101.5	34.542	3.488	300,000
	8월	264.1	136.5	101.5	112.5	29.033	3.326	419,516
	9월	265.9	123.7	91.6	115.0	25.519	3.406	447,533
	10월	254.4	126.8	91.0	106.0	25.574	3.460	448,000
	평균	264.6	129.6	95.4	110.0	29.139	3.403	398,567
방류수	7월	273.3	60.3	25.2	20.6	21.441	2.321	1,315
	8월	264.1	9.8	13.6	9.1	13.355	1.229	448
	9월	265.9	2.6	6.3	5.2	6.419	0.596	0
	10월	254.4	2.5	5.8	4.2	6.532	0.743	0
	평균	264.6	20.4	13.8	10.6	12.820	1.282	505

표 12 서석면 풍암 마을 하수도 유입수 및 방류수 수질

구 분		운 전 결 과						
설계 기준	항 목	유량(Q)	BOD5	CODMn	SS	T-N	T-P	대장균군수
		설계값	60	150	130	150	35	3.5
	단위	m ³ /일	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	mg/ℓ	마리/mL
유입수	5월	39.4	85.0	51.1	64.2	21.473	2.497	227,857
	6월	39.2	110.4	70.2	81.9	24.664	2.523	235,433
	7월	51.7	115.3	78.8	88.1	23.567	2.485	237,677
	8월	51.3	119.3	85.7	97.5	23.439	2.609	241,875
	평균	44.7	107.0	70.1	81.3	23.433	2.512	235,011
방류수	5월	39.4	4.6	10.1	0.2	17.563	2.317	25
	6월	39.2	3.4	7.6	0.5	17.248	1.920	24
	7월	51.7	3.8	8.1	0.5	16.965	1.623	0
	8월	51.3	3.8	8.1	0.5	15.707	1.362	0
	평균	44.7	3.9	8.4	0.4	17.087	1.861	14

5. 결론

본 논문은 환경기초시설 일환으로 분류식 하수관거의 사업지역인 흥천지역을 대상으로 고도하수처리 공법계열의 수질처리 효율 및 수질 개선 효율을 평가하였다. 본 연구의 결론을 정리하면 다음과 같다.

1) 고도하수처리 공법계열의 적용성을 평가하기 위하여 반응조내 유출수질을 관찰하였으며 BOD와 COD, SS의 경우 A₂O계열과 MBR계열에서 78%이상의 높은 제거효율을 보였다. 반면 T-P는 SBR계열에서 79.1%의 높은 제거효율을 보였으며,

전체적으로 위 계열에 대한 T-N의 제거효율은 낮은 것으로 평가되었다.

2) 마을하수도의 방류수질을 관찰한 결과, SS의 경우 남면 지산처리장 MBR계열 공법이 타 처리공법에 비하여 방류수 수질이 크게 개선되는 것으로 나타났으며, 이는 호기조의 침지식 분리막 설치로 인한 처리수의 강제여과 배출 방식으로 수질이 크게 개선되는 것으로 판단된다.

3) 하수처리장의 초기운전 및 동절기 기간의 경우 하수처리 효율이 떨어지는 것으로 나타나 이 기간 동안은 미생물 증식을 위한 포기조내 적정온도, 수소이온농도 등 시설 유지 관리에 노력하여야 할 것이다.

4) 마을하수도의 유입수 및 방류수 수질을 비교 검토한 결과 수질환경보전법의 방류수 수질기준을 충족하였으며, 다음으로 오염물질항목별 개선효율은 전체적인 항목에서 적게는 약 20%에서 크게는 90%의 수질개선 효과를 보여 홍천강의 수자원 보호 및 양질의 용수이용 효과가 증대될 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- [1] 고석오, “하수처리 설계실무 기초”, *경희대학교 출판국*, 2004.
- [2] 김선규, “개인하수처리시설의 유입수 특성과 반응조 체류시간 변화에 따른 설계인자 도출에 관한 연구”, *영남대학교 석사학위논문*, 2009.
- [3] 광용섭, “소규모 마을하수처리시설 운영 현황 및 처리효율 개선방안”, *경기대학교 석사학위논문*, 2011.
- [4] 류제용, “수질오염총량관리에 있어 분류식 하수관거 보급에 따른 관거 배출에 관한 연구”, *영남대학교 석사학위논문*, 2009.
- [5] 박철휘, 서정원, 박종운, “하수처리 설계”, *동화기술*, 2009.
- [6] 안준수, 박태수, 조정호, “고도처리공법이 적용된 하수처리시설에서의 공법 적용의 적정성 평가”, *한국산학기술학회 논문집*, 제11권, 11호, 4055-4068p, 2010.
- [7] 이병지, “소규모 하수처리시설 적정 방류수 수질에 관한 연구”, *한양대학교 석사학위논문*, 2008.
- [8] 이현승, “MBR공정에서 전자산업 폐수처리를 위한 활성슬러지 모델 적용 연구”, *성균관대학교 석사학위논문*, 2010.
- [9] 홍종해, “국내 하수처리시설의 슬러지 발생특성 분석”, *금오공과대학교 석사학위논문*, 2010.