KEI/2001
수탁과제 연구보고서

중수도 시설기준 및 관리방안 등 마련에 관한 연구

2001. 2

송영일

한국환경정책·평가연구원
Korea Environment Institute

중수도 시설기준 및 관리방안 등 마련에 관한 연구
(최종보고서)

2001. 2.

한국환경정책·평가연구원

제 출 문

환경부 장관 귀하

본 보고서를 『중수도의 시설기준 및 관리방안 등 마련에 관한 연구』 용역의 최종보고서로 제출합니다.

2001. 3

연 구 기 관 : 한국환경정책·평가연구원

연구총괄책임자 : 송영일(한국환경정책·평가연구원, 책임연구원)

내부연구참여자 : 최준규(한국환경정책·평가연구원, 책임연구원)
이정현(한국환경정책·평가연구원, 위촉연구원)

자 문 위 원 : 김수빈(삼신설계(주), 소장)
김수성(대구파크호텔 건설본부 기계설비팀장)
이용우(삼성엔지니어링, 차장)
임동혁((주)한미, 사장)

<목 차>

I. 서 론 ····· 1

1. 연구의 배경 및 목적 ····· 1

2. 연구의 범위 ····· 1

II. 연구내용 ····· 3

1. 사용수량의 산정방법 설정 ····· 3

1.1 사용수량 산정방법 ····· 3

1.1.1 영업용, 업무용 건축물에서의 용수량 산정방법 ····· 3

1.1.2 공업용수량 산정방법 ····· 6

1.2 사용용수의 종류 설정 ····· 8

1.2.1 생활용수 ····· 8

1.2.2 공업용수 ····· 9

2. 중수도 의무화 대상 건축물의 건축연면적 산정방법 ····· 11

2.1 건축법상 면적산정 관련 용어 정의 ····· 12

2.2 건축연면적 중 제외하여야 할 부분에 대한 검토 ····· 13

3. 폐수배출량 산정방법 ····· 15

3.1 폐수의 성상 및 처리방법 ····· 15

3.1.1 폐수 발생공정 및 공정폐수의 성상 ····· 15

3.1.2 폐수처리방법 ····· 17

3.2 업종별 폐수발생량 및 폐수처리형태 ····· 21

3.2.1 업종별 폐수발생량 ····· 21

3.2.2 업종별 폐수처리형태 ····· 22

3.3 폐수배출량 산정방법 ····· 23

4. 중수도로 인정할 수 있는 최소한의 설치기준 및 유지관리 방법 ····· 24

4.1 중수도 시설 설치기준 ····· 24
4.1.1 처리시설 ····· 24
4.1.2 송배수시설 ····· 37
4.2 중수도 시설 관리기준 ····· 38
4.2.1 운전관리 ····· 39
4.2.2 수질관리 ····· 44
5. 중수도의 용도별 적정 수질기준 설정 ····· 46
5.1 중수의 수질기준 및 수질항목 설정 배경 ····· 46
5.2 국내외 중수도의 수질기준 고찰 ····· 48
5.2.1 우리나라의 중수도 수질기준 ····· 56
5.2.2 일본의 중수도 수질기준 ····· 58
5.3 중수의 수질기준 설정 ····· 56
5.3.1 수질기준 설정시 고려 사항 ····· 56
5.3.2 수질기준 설정 ····· 58

III. 결 론 ····· 61

참고문헌 ····· 63

<부록 1> ····· 63
<부록 2> ····· 63
<부록 3> ····· 63

<표 목 차>

<표 1-1> 1인 1일부 사용수량 ····· 3
<표 1-2> 단위바닥 면적당 사용수량 ····· 4
<표 1-3> 용도별 사용수량에 따른 수전크기 ····· 4
<표 1-4> 건물종류별 1인당 급수량·사용시간·인원 ····· 5
<표 1-5> 공업용수 원단위 ····· 7
<표 1-6> 업종별 용수공급원 및 사용수량 ····· 10
<표 2-1> 건축물의 종류별 유효면적비 ····· 14
<표 3-1> 업종별 산업폐수 발생공정 및 오염성분 ····· 17
<표 3-2> 중요 오염물질의 제거방법 ····· 18
<표 3-3> 오염물질별 국내의 처리방법 ····· 19
<표 3-4> 업종별 사업장수, 폐수발생량, 폐수방류량, 유기물질부하량 ····· 21
<표 3-5> 폐수처리 형태별 업소수 및 폐수량 현황 ····· 22
<표 3-6> 폐수처리 형태와 규모별 폐수량 현황 ····· 22
<표 4-1> 생활계 배수의 수질 특성 ····· 25
<표 4-2> 하수처리수의 수질특성(평균값) ····· 26
<표 4-3> 중수처리방법별 분류 ····· 31
<표 4-4> 처리공정의 구성 ····· 32
<표 4-5> 처리대안의 기준 설정 ····· 32
<표 4-6> 유형별 가동중인 중수도시설 현황 ····· 33
<표 5-1> 중수도의 용도별 수질기준 ····· 49
<표 5-2> 화장실 세정수의 중수수질기준 ····· 50
<표 5-3> 조경용수의 중수수질기준 ····· 52
<표 5-4> 살수용수의 중수수질기준 ····· 53
<표 5-5> 세차・청소용수의 중수수질기준 ····· 54
<표 5-5> 재생수의 용도별 기능과 기본적 조건 ····· 57

<표 5-6> 중수도의 이용용도별 수질기준 설정(안) ····· 60

<그림목차>

<그림 4-1> 제거 대상물질별 처리방법 ····· 30
<그림 4-2> 유입 원수의 성분별 처리공정의 분류 ····· 31

I. 서 론

1. 연구의 배경 및 목적

1960년대 이후 급속한 산업화와 경제발전에 따른 생활수준의 향상으로 인하여 우리나라에서는 용수수요가 지속적으로 증가하여 왔으며 이에 대처하기 위하여 대규모 다목적댐 건설 및 지하수개발이 진행되어 왔다. 그러나 다목적댐 건설 및 지하수개발을 통한 수자원확보는 댐건설 적지의 부족, 환경파괴, 지하수 채취에 따른 지반침하 등과 같은 문제점 들이 수반되었으며 이러한 문제점으로 인하여 안정적인 용수원확보는 점차 어려워지고 있는 실정이다.

그러나 이러한 실정에도 불구하고 향후 용수수요량은 산업화 및 생활수준의 향상 등으로 인하여 더욱 증가할 전망이어서 전반적인 용수수요관리체제 구축의 필요성이 강조되고 있다. 이에 정부에서는 용수수요관리의 일환으로 1991년에 중수도시설의 설치를 권장하기 위하여 수도법에 중수도 제도를 신설하였고 1994년에는 중수도 설치와 유지관리방안을 제시한 “중수도시설기준 및 유지관리지침”을 보급하였다. 그러나 이러한 법률 개정에도 불구하고 현재 까지의 중수도 보급현황을 초보적인 단계에 머물고 있는데 이는 중수도시설의 설치가 현행 수도법상에 의무조항이 아닌 권고사항으로 명시되어있기 때문이기도 하다.

이에 따라 정부에서는 물 수요관리를 강화하기 위하여 물을 많이 쓰는 일정규모 이상의 건축물 및 공장에 대하여 사용수량의 10퍼센트 이상을 재이용할 수 있는 중수도시설의 설치를 의무화하도록 수도법을 개정하여 2001년도 하반기부터 시행할 예정에 있다. 개정된 수도법에 의하면 중수도의 시설기준 및 관리에 관한 사항, 용수사용수량 산정, 폐수발생량 산정 등에 대하여는 환경부령으로 정하게 되어 있어 동 법률개정안 시행 이전에 이를 위한 연구의 필요성이 대두되었으며 본 연구에서는 이상과 같은 내용에 대한 연구가 수행되었다.

2. 연구의 범위

본 연구에서는 다음과 같은 내용에 대하여 기존의 중수도, 상·하수도, 하수처리시설 관련 각종 참고자료 및 관련법규, 현지조사 등을 토대로 연구를 수행하였다.

□ 숙박·목욕장 시설, 복합상가, 업무용건축물 및 공장시설별로 사용수량의 산정방법 설정

○ 각각의 용도별 건축물의 용수사용량을 합리적으로 설정하기 위한 방안 연구

□ 중수도 의무화 대상 건축물의 건축연면적 산정방법 설정

○ 각각의 용도별 건축물에서 물사용량에 영향을 미치지 않는 면적 등 건축허가서상의 연면적에서 제외하여야 할 부분(지하주차장 등)이 있는지의 여부 검토 및 제외하여야 할 사항에 대한 근거 마련

□ 폐수배출량의 산정방법 제시

○ 중수의 원수로서 기술적으로 재이용이 불가능한 폐수가 있는지의 여부 조사 및 동 폐수의 성상 및 제외하여야 할 양에 대한 연구

○ 중수도로 재이용 가능한 폐수발생량 산정방법 연구

□ 중수도로 인정할 수 있는 최소한의 설치기준 및 유지관리 방법 제시

○ 중수처리시설로서 인정받기 위한 최소한의 설치기준 설정

○ 중수처리시설 운영시의 관리기준 설정

□ 중수도의 용도별 적정 수질기준 설정

○ 현행 시행규칙에 규정되어 있는 용도별 중수의 수질기준의 타당성 검토

II. 연구내용

1. 사용수량의 산정방법 설정

본 장에서는 중수도시설의 설치 의무화 대상인 영업용건축물, 업무용건축물, 공장 등에 대하여 사용수량의 산정방법과 사용수량에 포함시켜야 할 용수원의 종류에 대하여 살펴보았으며 세부적인 내용은 다음과 같다.

1.1 사용수량 산정방법

1.1.1 영업용, 업무용 건축물에서의 용수량 산정방법

영업용, 업무용 건축물에서 사용되는 용수는 주로 생활용수이며 이에 대한 사용수량 산정방법은 매우 다양하다. 상수도시설기준[1]에 의하면 사용수량은 인구당 사용수량, 면적당 사용수량, 급수전의 표준사용수량 등에 대한 원단위를 적용하여 산정하도록 제시하고 있으며 산정방법 및 사용되는 원단위는 다음과 같다.

- ○ 업종별 1인 1일당 사용수량×사용인원
- ○ 단위바닥면적당 사용수량×연바닥면적
- ○ 각 용도마다 사용수량에 따른 수전(水栓) 크기
- ○ 급수전의 표준사용수량
- ○ 수전의 동시 사용률

1) 환경부, 상수도시설기준, 1997. 12.

<표 1-1> 1인 1일부 사용수량

업 종 별	1인 1일 평균 사용수량 (ℓ)	비 고
일반주택	180 ~ 260	
아파트	180 ~ 260	
음식점	150 ~ 220	손님포함
여관	200 ~ 300	〃
백화점	20 ~ 30	〃
극장	30 ~ 40	〃
은행·사무실	100 ~ 160	〃
병원	300 ~ 500	환자당
학교	50 ~ 80	
호텔	300 ~ 500	손님포함

<표 1-2> 단위바닥면적당 사용수량

업 종 별	바닥면적 1㎡당 1일 평균 사용수량 (ℓ)
호텔	40 ~ 50
백화점	25 ~ 35
극장	20 ~ 30
병원	30 ~ 50
은행·사무실	20 ~ 30
관공서	20 ~ 25

<표 1-3> 용도별 사용수량에 따른 수전크기

용 도 별	사용수량(ℓ/분)	수전구경(㎜)	비 고
부 엌 용	12 ~ 40	13 ~ 20	
세 탁 용	12 ~ 40	13 ~ 20	
세 면 기	8 ~ 15	10 ~ 13	
목욕장(재래식)	20 ~ 40	13 ~ 20	
목욕장(양 식)	30 ~ 60	20 ~ 25	
샤 워	8 ~ 15	10 ~ 13	
소변기(세척수조)	12 ~ 20	10 ~ 13	1회(4~6초) 2~3ℓ
소변기(세척밸브)	15 ~ 30	13	
대변기(새척수조)	12 ~ 20	10 ~ 13	
대변기(세척밸브)	70 ~ 130	25	1회(8~12초) 13.5ℓ ~ 16.5ℓ
소 화 전	130 ~ 260	40 ~ 50	
자동차세척전	35 ~ 65	20 ~ 25	업무용

상기의 산정방법 이외에 신규 건축물에 대한 용수사용량을 산정할 때에는 건축연면적, 단위면적당 인구수 이외에 유효면적비를 적용하는 경우가 많으며 산정방법과 사용되는 건축물별 유효면적에 대한 원단위는 다음과 같다[2].

○ 건축연면적×유효면적비(%)×유효면적당 사용인원×1일평균 사용수량

2) 공기조화・냉동・위생공학편람, 사단법인 공기조화・냉동공학회, 1998. 10.

<표 1-4> 건물종류별 1인당 급수량·사용시간·인원

건축물종류	1일 평균 사용수량(ℓ)	1일 평균 사용시간	사 용 자	유효면적당 인원	유효면적/연면적 (%)
사무소	100~200	8	재동자 1인당	0.2 인/㎡	대사무소 60
관청·은행	100~120	8	직원 1인당	0.2 인/㎡	일반 55~57
병원	고급 1,000이상 중급 500이상 기타 250이상	10	1병상당 외래용 8ℓ 직 원 120ℓ 보호자 160ℓ	1병상당 3.5인	45~48
사원·교회	10	2	1회 참석자		
극장	30	5	용도 1인당		53~55
영화관	10	3	인원에 대해서	용도에 대해서 1.5인	
백화점	3	8	각 1인당 점원 10ℓ	1.0 인/㎡	55~60
점포	100	7	상주 160ℓ	0.16 인/㎡	
소매시장	40	6	각 1인당	1.0 인/㎡	
대중식당	15	7	〃	1.0 인/㎡	
요리점	30	5	〃	1.0 인/㎡	
수택	160~200	8~10	거주자 1인당	0.16 인/㎡	50~53
저택	250	8~10	〃	0.16 인/㎡	42~45
아파트	160~250	8~10	〃	0.16	45~50
기숙사	120	8	〃	0.2 인/㎡	
호텔	250~300	10	객수당	0.17 인/㎡	
여관	200	10	〃	0.24 인/㎡	
클럽하우스	150~200		내방자	15홀 150인	
국민.중학교	40~50	5~6	학생 1인당	0.25~0.14인/㎡	58~60
고등학교 이상	80 (교사1인당 100)	6	〃	0.1 인/㎡	
연구소	100~200	8	소원 1인당	0.06 인/㎡	
도서관	25	6	관람자 1인당	0.4 인/㎡	
공장	60~140 (남 80, 여 100)	8	1교대 1인당	좌작업 0.3인/㎡ 입작업 0.1인/㎡	
주차장	3	15	승강객수		

(주) 사용수량에 냉·난방용수는 포함되지 않음.

이상에서 살펴 본 바와 같이 영업용, 업무용 용수의 산정방법은 다양하나 그 중의 어떤 것이 가장 좋은 방법이라 평가할 수는 없다. 일반적으로 건축물에서의 용수사용량은 건축물의 용도 및 유사 건축물의 설계기준 등을 토대로 설계 당시 설계자에 의하여 산정되므로 건축물에 있어서 사용수량에 대한 산정방법을 획일화하기는 어렵다. 수도법 개정안에서 제시하고 있는 중수도 사용량을 결정하기 위한 사용수량은 상수도를 사용하는 경우 건축물의 사용허가 신청시[3] 건축물 소유자가 지자체 또는 수도사업소 등에 상수도 공급신청을 요청하도록 되어 있는 점을 고려하여 건축허가 신청서 상에 명시된 사용수량을 토대로 하는 것이 타당할 것으로 판단된다. 지하수의 경우도 마찬가지로 지하수법 제7조에 명시된 바와 같이 지하수를 이용하고자 하는 자가 시·도지사에게 허가 신청시 요청하는 사용수량을 중수도 사용량 산정기준으로 활용할 수 있다.

또한 수도법 내에 중수도 설치자에 한하여 설계자의 사용수량 산정 결과 등을 토대로 사용수량과 이에 따른 중수도 사용량을 제시토록 하는 규정을 포함시키는 방안도 고려할 필요가 있다.

1.1.2 공업용수량 산정방법

공업용수 사용량의 산정은 생활용수 사용량의 산정시와 마찬가지로 주로 원단위를 사용하는 경우가 많으며 주로 사용되는 원단위로는 부지면적당 공업용수 원단위, 종업원수당 원단위, 생산액당 공업용수 원단위 등이 있으며 일반적인 산정방법과 원단위는 다음과 같다[4][5].

- ○ 업종별 부지면적(토지면적)×단위면적당 용수사용량
- ○ 생산된 생산량×생산액당 용수사용량

---

3) 건축법 제8조 5항 13호
4) 공업단지개발편람, 1991, 건설부
5) 건설부, 공업용수도 중장기계획 수립에 관한 연구, 1994. 6.

<표 1-5> 공업용수 원단위

용수원단위 / 업종분류	부지면적 (톤/㎡/년)		종업원수 (톤/일/명)		생산액 (톤/백만원)	
	'88	본연구	'88	본연구	'88	본연구
식 료 품	7.92	5.77	3.11	2.43	6.01	23.40
음 료 품	4.37	10.99	0.98	7.32	8.45	43.29
담 배	1.17	0.90	0.65	0.78	2.08	1.60
섬 유	6.14	4.17	1.50	1.18	8.50	33.45
염 색		(42.16)		(5.09)		(94.28)
의 복	11.58	5.84	1.68	1.72	78.07	20.04
가죽제품	5.27	5.22	1.69	1.24	27.21	7.10
가죽가공		(24.96)		(5.53)		(35.39)
신 발	2.76	1.53	0.12	0.35	1.91	2.13
나무, 나무제품	1.38	2.09	0.51	0.75	2.28	10.03
가 구	0.23	1.19	0.05	0.30	1.17	14.97
종이제품	11.61	1.93	15.41	1.20	40.82	7.43
제지, 펄프		(49.70)		(31.65)		(158.96)
인쇄, 출판	2.39	2.56	0.45	0.51	3.56	4.65
산업용 화학물	8.62	7.91	4.67	9.72	37.38	22.10
기타 화학	9.72	3.27	1.50	1.71	4.00	7.07
석유정제업	2.00	1.74	21.84	38.57	6.76	3.02
석유, 석탄제품	1.18	1.98	0.62	1.97	1.51	11.77
고무제품	5.45	4.62	0.90	0.77	5.76	16.45
플라스틱 제품	10.10	4.24	0.20	1.35	5.80	9.18
도자기, 자기	1.68	2.91	0.26	1.17	12.21	8.07
유리, 유리제품	0.65	1.51	0.74	0.99	2.12	5.05
비철금속광물	2.82	2.94	0.91	2.80	19.08	16.31
1차철강산업	3.76	2.51	0.96	1.89	32.64	10.92
1차비철금속	3.08	4.18	2.72	2.43	26.65	7.46
조립금속제품	3.61	3.64	0.82	1.44	6.42	14.48
기 계	1.30	1.59	0.25	0.33	6.06	5.98
전기기계	2.04	3.04	0.05	0.47	3.11	3.64
수송용기계	2.26	1.36	1.14	0.30	8.24	2.93
과학, 정밀기계	6.15	2.42	0.31	0.48	22.31	7.65
기타제조업	5.32	2.50	0.65	0.52	13.18	14.67
전체제조업	5.00	5.05	2.05	2.34	10.86	18.18

주 : 생산액당 원단위는 각각 '88, '92년도의 가격기준
자료 : 건설부, 공업용수도 중장기계획 수립에 관한 연구 최종보고서, 1994

공업용수량의 산정에 이용되는 원단위는 업종별, 지역별로 종류에 차이가 있어 공업용수량 산정 또한 획일적으로 규정하기는 어렵다. 특히 공업용수의 경우에는 유사 업종이라 하더라도 생산공정이 다를 경우 용수사용량은 서로 차이가 있는 경우가 많다. 따라서 공업용수의 경우에도 중수 사용량을 결정하기 위한 사용수량의 결정에 있어서 생활용수의 경우와 마찬가지로 공업용수 사용신청서상에 명시되는 사용수량을 기준으로 하는 것이 타당하다.

그러나 공업용수의 경우에는 용수 사용비용을 절감하기 위하여 또는 한정적으로 공급되는 공업용수의 부족분을 보충하고자 하나의 공정으로부터 발생하는 폐수를 다른 공정에서 재사용하는 경우가 많으며 설계시부터 이를 고려하여 사용수량을 산정하기도 한다. 이러한 경우 실제적으로 공장에서 사용되는 전체 사용수량은 외부로부터 공급되는 용수량보다 많으므로 공장에서의 사용수량 산정시에는 상기에 명시한 바와 같은 각종 원단위를 적용하되 재이용수량도 고려하여야 한다. 즉, 공장에서의 사용수량은 전체 사용수량 중 재이용수량을 제외한 순수하게 외부로부터 공급되는 용수의 양으로 정의하는 것이 바람직할 것이다. 그러나 이러한 경우에도 공급되는 용수중 대부분의 양을 제품생산 과정등에서 사용하는 업종의 경우 용수수요량은 많으나 폐수발생이 적어 실제적으로 재활용하여야 하는 중수의 원수량이 적을 수가 있다. 예를 들어 음료수 공장의 경우 다량의 용수를 사용하고 있으나 대부분의 용수가 제품생산과정에서 소진되므로 실제로 재이용하여야 할 폐수량은 극히 적은 경우가 있다. 따라서 공장폐수에 대한 재활용량을 결정하기 위한 사용수량은 당해 공장으로부터 배출되는 폐수의 양으로 정의하는 것이 타당하며 이 경우 폐수중 위탁처리하는 부분이 있는 경우 폐수배출량에서 위탁처리량을 제외한 폐수배출량을 기준으로 재활용하여야 할 중수의 양을 산정하여야 한다.

1.2 사용용수의 종류 설정

1.2.1 생활용수

생활용수는 주로 정수처리된 수돗물을 의미하며 수돗물은 상수도에 의하여 공급된다. 상수도는 광역상수도와 지방상수도로 크게 구분되는데 일반 건축물에서 사용하는 수돗물은 지자체에서 자체적으로 개발하거나 광역상수도를 공급받아 운영하는 지방상수도에 의하여 주로 공급된다.

영업용 건축물이나 업무용 건축물의 경우 공급받는 용수는 지표수(하천수, 댐수) 또는 지하수를 이용하는 상수도를 원수로 하고 있으나, 몇몇 경우 자체적으로 지하수를 개발하여 사용하는 경우도 있다. 따라서 중수도 사용수량 산정시 기준이 되는 사용수량의 종류로서 상수도와 지하수를 고려할 수 있다.

그러나 일부 건축물에서는 상수도와 지하수 이외에 우수, 중수 등을 용수로 사용하고 있는 경우도 있어 이들을 사용수량으로 포함시켜야 하는지에 대한 논란이 있을 수 있다. 우수를 사용수량에 포함시키는 경우 재이용하여야 할 용수량이 증가하며 이는 중수도시설 설치자에게 부담으로 작용할 수도 있다. 일반 건축물에서 우수를 사용하는 것은 이미 물절약을 실천하는 것으로 볼 수 있는데 우수를 사용수량에 포함시키면 오히려 우수 이용을 기피하는 현상이 발생할 수도 있다. 중수의 경우에도 우수와 마찬가지로 이미 물절약을 실천하고 있는 건축물 소유자에게 더 많은 수량을 재이용할 것을 요구하는 결과를 유발하며 이는 자칫 중수도시설의 설치에 대한 자발적인 노력을 감소시키는 요인이 될 수도 있다. 중수도로 재이용하여야 할 사용용수의 종류에 대한 혼동은 용어적인 표현에서 발생한다고 볼 수도 있는데, 사용수량이라 함은 건축물 내에서 사용되는 모든 종류의 물, 즉 상수, 중수 등을 포함한다. 따라서 사용수량에 대하여 일정량을 중수로 사용하도록 하는 경우 이상에서 언급한 내용의 문제가 발생할 수 있다. 따라서 “사용수량”이라는 용어 대신 “공급수량”이라는 용어를 사용하여 중수도 사용량을 공급수량을 기준으로 산정하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 일반 건축물에서는 상시 일정량의 용수를 공급받고 공급받은 용

수를 사용 후 오수 또는 폐수의 형태로 배출한다. 중수도 사용의 목적이 유한한 수자원을 보존하고 오·폐수의 방류로 인한 수질오염을 저감시키기 위함임을 고려할 때, 비록 건축물 내에서 사용하는 수량이 많다 하더라도 공급되는 수량이 감소하여 수자원을 절약하고 오·폐수의 배출을 적게 한다면 중수도의 이용은 의미가 있을 것이다.

이상과 같은 내용을 고려할 때 영업용 건축물과 업무용 건축물의 경우 중수도로 재이용할 사용수량의 종류로서 상수도와 지하수를 포함시키는 것이 타당할 것이다.

1.2.2 공업용수

우리나라의 공장에서 업종별로 사용하고 있는 용수의 공급원에는 상수도, 지하수, 하천수, 해수, 재이용수 등이 있으며 이들에 대한 사용량은 <표 1-6>과 같다[6].

우리나라에서 사용하고 있는 공업용수 중 가장 많이 사용되고 있는 용수는 해수로서 98년 1월 기준으로 1일 약 3,280만㎥ 정도가 공업용수로 사용되었는데 이는 같은 기간 동안 사용된 전체 공업용수 사용량(1일 약 5,158만㎥) 중 약 63%정도를 차지할 정도로 많은 양이다. 그러나 사용용도를 살펴보면 해수의 전체 사용량 중 96%(1일 약 3,157만㎥)에 해당하는 양이 발전소의 용수로 사용되었다. 수력발전을 제외한 화력 또는 원자력발전소의 경우 발전소의 운영 특성상 냉각수가 다량 필요하며 일반적으로 해수를 이용하여 냉각수를 공급한다. 그러나 해수를 냉각수로 사용할 때에는 사용 전에 비하여 용수의 온도가 상승하는 것 이외에 별다른 오염이 발생하지는 않으며 사용된 수량은 냉각과정에서 증발되는 물의 양을 제외한 유입수량이 다시 해양으로 방류된다. 중수도 이용의 목적이 수자원의 낭비 방지 및 수질보호임을 고려할 때 냉각수로서의 해수의 이용은 사용된 용수를 다시 해양으로 환원하고 온도 상승 이외의 별다른 수

6) 환경부, 공장폐수의 발생과 처리, 1998

질오염을 유발하지 아니하므로 사용된 해수를 중수도로 재활용해야 할 필요성은 그다지 크지 않다. 물론 발전소를 제외한 타 공장에서의 해수 사용량도 1,255,603㎥/일에 이르러 타 용수공급원 중 지하수보다 더 많이 사용되고는 있으나 이 경우에도 주로 냉각수 또는 세척수 등으로 사용되고 있어 사용된 해수를 중수도로 재이용해야 할 필요성은 적다. 또한 사용된 해수를 중수로 재이용하기 위해서는 용도별 중수의 수질기준에 부합하도록 처리를 해야 하는데 해수를 담수화하는 데 소요되는 비용은 매우 커서 중수도 이용으로 인한 비용 상승을 초래할 수도 있다. 따라서 공업용수로 사용되는 해수에 대하여는 중수도 사용수량 산정시 기준이 되는 사용수량의 종류에서 제외하는 것이 타당하다.

<표 1-6> 업종별 용수공급원 및 사용수량

(단위 : 개, ㎥/일, ㎏/일)

구분	업소수	용수공급원					
		계	상수도	지하수	하천수	해수	재이용수
계	37,621	51,580,734	7,096,568	1,116,289	8,786,837	32,825,619	1,755,421
산업화학	552	1,318,985	526,918	9,022	77,778	683,074	22,193
기타화학	866	398,968	89,769	24,441	31,744	248,225	4,789
고무.플라스틱	488	46,417	19,317	16,468	3,414	98	7,120
1차 금속	836	1,024,365	178,267	24,653	39,326	209,823	572,296
조립금속	2,920	255,508	193,871	42,016	8,936	3,123	7,562
전기.전자	437	421,033	193,966	21,143	44,871	0	221,053
석유정제	97	255,438	107,815	925	97,681	48,000	1,017
피혁.신발	241	74,915	48,648	23,463	1,630	0	1,174
식 품	2,872	407,001	143,805	167,346	57,520	23,409	11,921
수산물판매	39	10,791	5,659	1,571	0	1,225	2,336
음 료 품	276	282,835	161,058	63,329	38,146	8,000	12,302
섬 유	1,524	2,373,479	2148,904	145,327	52,900	20	26,328
제지.담배	309	931,617	250,916	88,636	190,158	25,000	376,907
비금속광물	2,943	596,077	172,758	162,609	64,305	4,092	192,313
운수장비	13,791	118,171	62,842	48,286	2,417	381	4,245
세 탁	219	44,069	22,958	16,968	2,475	3	1,665
광업.토사석채취	145	206,275	7,121	8,230	99,040	120	18,764
인쇄.출판	1,385	8,628	7,348	1,275	2	0	3
병 원	471	96,183	68,374	27,441	144	0	224
발전.수도	171	42,403,298	2,537,111	60,355	7,972,517	31,570,016	263,299
사진처리	5,736	7,001	6,706	286	2	0	7
폐수처리	38	31,649	30,944	694	1	0	11
기 타	1,265	208,031	108,493	88,805	1,831	1,010	7,892

해수를 제외한 나머지 공업용수 공급원으로 상수도, 하천수, 지하수, 재이용수 등이 있으며 이 중 재이용수의 경우에는 1.2.1절에서 언급한 바와 같은 사유로 중수도 사용량 결정을 위한 사용수량에 포함시키지 않는 것이 좋다. 이 밖에 상수도, 하천수, 지하수에 대하여는 물절약과 수질보호 측면에서 중수도로 재활용하는 것이 바람직하며 따라서 중수도 사용량 결정시 기준이 되는 사용수량의 종류로 포함시키는 것이 타당하다.

2. 중수도 의무화 대상 건축물의 건축연면적 산정방법

수도법 개정안 중의 중수도시설 의무화 규정을 보면 건축물의 건축연면적이 6만㎡ 이상인 건축물에 대하여 사용수량의 10%를 재이용할 수 있는 중수도시설을 갖추도록 명시하고 있다. 건축법상의 건축연면적은 하나의 건축물의 각층의 바닥면적의 합계로서 건축물 내부의 용도별 각종 공간을 포함한다. 그러나 건축물의 용도 및 건축물 내부 공간의 용도에 따라 물사용량에 영향을 미치는 사람 및 각종 기기의 수용 정도가 다양하며, 경우에 따라 물사용에 영향을 미치지 않는 공간이 있을 수도 있다. 이러한 사항들을 토대로 하여 본 장에서는 건축물의 연면적을 기준으로 중수도시설을 의무화하는 경우 건축연면적 산정기준에서 제외하여야 할 부분이 발생할 수 있는지의 여부를 검토하였다.

2.1 건축법상 면적산정 관련 용어 정의

□ 연 면 적 : 하나의 건축물의 각층의 바닥면적의 합계로 한다. 다만, 용적률의 산정에 있어서는 지하층의 면적과 지상층의 주차용(당해 건축물의 부속용도인 경우에 한한다)으로 사용되는 면적을 제외 (건축법 제9장 제119조 제1항 4호)

□ 건축물의 용도 : 건축물의 종류를 유사한 구조·이용목적 및 형태별로 묶어 분류한 것 (건축법 제1장 제2조 제1항 2의2호)

□ 거　　실 : 건축물 안에서 거주·집무·작업·집회·오락 기타 이와 유사한 목적을 위하여 사용되는 방 (건축법 제1장 제2조 제1항 5호)

□ 유효면적 : 복도, 계단, 창고 등과 같이 사람이 거주하거나, 근무하지 않는 부분의 면적을 제외한 실제사용 면적

□ 주요구조부 : 내력벽・기둥・바닥・보・지붕틀 및 주계단을 말함. 다만, 사이기둥・최하층바닥・작은보・차양・옥외계단 기타 이와 유사한 것으로 건축물의 구조상 중요하지 아니한 부분 제외 (건축법 제1장 제2조 제1항 6호)

□ 건축면적 : 건축물(지표면으로부터 1미터 이하에 있는 부분을 제외한다)의 외벽(외벽이 없는 경우에는 외곽부분의 기둥을 말한다. 이하 이 호에서 같다)의 중심선[처마, 차양, 부연, 단독주택 및 공동주택의 발코니 기타 이와 유사한 것으로서 당해 외벽의 중심선으로부터 수평거리 1미터(창고의 경우에는 3미터)를 후퇴한 선]으로 둘러싸인 부분의 수평투영면적. 다만 태양열을 주된 에너지원으로 이용하는 주택인 경우 그 건축면적의 산정방법은 건설교통부령으로 정한다. (건축법 제9장 제119조 제1항 2호)

□ 바닥면적 : 건축물의 각층 또는 그 일부로서 벽・기둥 기타 이와 유사한 구획의 중심선으로 둘러싸인 부분의 수평투영면적으로 한다. 다만, 다음 각 목의 1에 해당하는 경우에는 각목이 규정하는 바에 의한다. (건축법 제9장 제119조 제1항 3호)

가. 벽・기둥의 구획이 없는 건축물에 있어서는 그 지붕 끝부분으로부터 수평거리 1미터를 후퇴한 선으로 둘러싸인 수평투영면적으로 한다.

나. [삭제]

다. 건축물의 노대 기타 이와 유사한 것(이하 "노대등"이라 한다)의 난간등의 설치여부에 관계없이 노대등의 면적(외벽의 중심선으로부터 노대등의 끝부분까지의 면적을 말한다)에서 노대등이 접한 가장 긴 외벽에 접한 길이에 1.5미터를 곱한 값(주요 채광방향의 벽면에 있는 노대등의 난간등의 바깥 부분에 간이화단을 노대등의 면적의 100분의 15 이상 설치한 경우에는 기둥 또는 내력벽의 설치여부와 관계없이 노대등

이 접한 가장 긴 외벽에 접한 길이에 2미터를 곱한 값)을 공제한 면적을 바닥면적에 산입한다.

라. 피로티 기타 이와 유사한 구조(벽면적의 2분의 1 이상이 당해 층의 바닥면에서 윗층 바닥아래면까지 공간으로 된 것에 한한다)의 부분은 당해 부분이 공중의 통행 또는 차량의 주차에 전용되는 경우와 공동주택의 경우에는 이를 바닥면적에 산입하지 아니한다.

마. 승강기탑·계단탑·장식탑·다락(층고가 1.5미터 이하인 것에 한한다), 건축물의 외부 또는 내부에 설치하는 굴뚝·다스트슈트·설비덕트 기타 이와 유사한 것과 옥상·옥외 또는 지하에 설치하는 물탱크·기름탱크·냉각탑·정화조 기타 이와 유사한 것의 설치를 위한 구조물은 바닥면적에 산입하지 아니한다.

바. 공동주택으로서 지상층에 설치한 기계실·어린이놀이터·조경시설의 경우에는 당해 부분의 면적을 바닥면적에 산입하지 아니한다.

2.2 건축연면적 중 제외하여야 할 부분에 대한 검토

건축물의 연면적은 각 층의 바닥면적의 합을 의미하며 바닥면적은 업무공간, 주거공간, 창고 등과 같은 건축물의 용도별 내부 구성요소로 이루어진다. 일반 건축물의 경우 실내 공간의 구성요소는 당해 건축물의 용도에 따라 다르나 일반적으로 거실과 거실 이외의 부분으로 나뉘어진다.

거실이란 2.1절의 용어 정의에서 살펴보았듯이 거주, 집무, 작업, 집회 등과 같이 사람이 거주하거나 이용하는 부분을 말한다. 일반 건축물에 있어서의 용수사용은 주로 사람에 의하여 발생하므로 중수도시설 설치 의무화 대상 건축물의 건축연면적 산정시 거실의 면적을 토대로 의무화 여부를 판단하는 것이 타당할 듯하다. 그러나 거실이란 사람의 이용 정도에 따라 건축물 내부 공간을 구분하는 용어로서 건축허가서상에 기재하여야 할 사항은 아니다[7]. 또한 건축

법상에 명시된 거실의 정의를 토대로 건축연면적 중 거실과 거실 이외의 면적을 구분하기는 어렵다. 예를 들어 창고, 공조실 등과 같은 부분은 일반적으로 사람이 거주하는 곳은 아니나 2.1절의 용어 정의에 따라 작업의 목적으로 사용하는 방으로 구분될 수도 있어 중수도 의무화 대상 여부를 거실의 면적을 토대로 산정하는 경우 거실의 면적 산정과정에서 혼란이 발생할 가능성이 있다. 따라서 건축연면적 중 거실의 면적을 토대로 중수도 의무화 여부를 결정하기는 어려울 것으로 판단된다.

건축용어 중 물사용량에 영향을 미치는 공간에 대한 또 다른 용어로는 유효면적이 있다. 유효면적이란 전체 건축연면적 중 복도, 계단, 창고 등과 같이 사람이 거주 또는 근무하지 않는 면적을 제외한 실제사용 면적을 의미하며 건축물의 종류별로 연면적 중 유효면적이 차지하는 비율은 다양하다.

<표 2-1> 건축물의 종류별 유효면적비[8)]

건축물종류	유효면적/연면적 (%)
사무소건축	50～60
병원	40～50
독립주택	40～50
공동주택	45～60
학교	50～60
호텍, 백화점	60～70

<표 2-1>에 나타난 바와 같이 업무용 및 영업용 건축물의 경우 유효면적비는 각각 50～60%, 60～70% 정도이다. 그러나 이러한 유효면적비는 건축물의 용수사용량 산정시 사용되는 개략적인 참고 사항일 뿐 모든 종류의 건축물에 적용

7) 부록 참조
8) 건축설계포켓북, 技多利

될 수 있는 명확한 산정기준은 아니다. 유효면적을 기준으로 하여 중수도시설 설치 의무화 대상을 결정할 경우 수도법 개정안에 명시된 연면적 6만㎡이상의 건축물이 아닌 이보다 규모가 더욱 큰 건축물에 대하여 중수도시설 의무화 여부가 결정될 것이며 또한 같은 규모의 연면적을 갖춘 건축물에 대하여도 유효면적비를 어떻게 적용하는가에 따라 의무화 여부가 결정되므로 이에 따른 혼동이 예상된다.

중수도시설 설치 의무화 대상 건축물의 연면적 중 제외하여야 할 부분에 대한 검토 이유는 건축물의 면적 중 물사용에 영향을 미치지 않는 부분이 있는지를 판단하기 위함이다. 그러나 제1장 1.1.1절에서 명시한 바와 같이 건축물에서 사용하는 용수량을 산정할 때에는 일반적으로 유효면적을 고려하고 있어 물사용에 영향을 미치지 않는 부분에 대한 고려가 이미 포함되어 있다. 따라서 건축연면적에서 제외하여야 할 부분을 또다시 고려할 필요는 없다.

이상에서 논의한 사항들을 종합하면 여러 가지 고려할 사항은 있으나 중수도시설 설치 의무화 시설에 대한 판단 여부는 건축허가서상에 명시된 건축연면적을 기준으로 결정하는 것이 타당하다.

3. 폐수배출량 산정방법

개정되는 수도법 제11조에서는 1일 폐수배출량이 1,500㎥를 초과하는 공장에 대하여 사용수량의 10% 이상을 재활용할 것을 규정하고 있다. 따라서 공장의 경우 중수처리시설 설치에 대한 의무화 규정이 적용되는지의 여부는 발생되는 폐수배출량에 의하여 결정된다. 그러나 폐수배출량이 다량인 경우에도 발생되는 폐수에 도저히 중수로 재활용할 수 없는 성분이 다량 포함된 경우에는 사용수량의 일정량을 중수로서 재활용하기는 어려울 것이다.

본 연구에서는 공장의 폐수배출량 산정시 제외하여야 할 사항이 있는지의 여부를 검토하기 위하여 우리나라에서 가동중인 공장에 대하여 폐수발생현황 및 발생폐수의 처리현황 등에 대한 검토를 실시하였으며 세부적인 내용은 다음과 같다.

3.1 폐수의 성상 및 처리방법

3.1.1 폐수 발생공정 및 공정폐수의 성상

공장에서 발생하는 폐수는 업종 및 생산공정에 따라 다양하며 각각의 업종별 생산공정에서 발생하는 폐수의 성상 또한 매우 다양하다.

폐수발생을 유발하는 공정으로는 1차 금속 제조시설의 경우 세척공정에서 다량의 폐수가 발생하며 산업용 화학제품 제조시설의 경우에는 가스세정과 여과공정에서 폐수가 발생한다. 가공금속제품, 기계 및 장비제조 시설에서는 수세, 도금, 표면처리공정에서 폐수가 발생하며 석유화학제품 제조시설의 경우에는 증류시설과 냉각 공정에서 폐수가 발생한다. 이 밖에 가죽 및 모피제품 제조시설과 식료품 제조시설에서는 세정, 염색공정 및 세척, 세정, 수세공정에서 폐수가 발생한다.

<표 3-1> 업종별 산업폐수 발생공정 및 오염성분

업 종	세 분 류	폐수 발생 공정	오염 성분
산업용 화학제품 제조시설	유기화학제품시설	반응기의 세정액, 여과기의 여액, 세정수, 산세정 공정	유기탄소, 색, 냄새, pH
	플라스틱제품시설	탈수시설, 정제시설, 여과시설 및 증류시설 공정	유기물질, 탁도
	무기화학제품시설	세척수, 세정수, 냉각 공정	총인, 탁도, pH
	연료·안료 및 유연제시설	탈수여액, 수세 공정	냄새, pH, 유기물질
	화학섬유제품시설	분리, 정제, 증류, 결정화 및 여과시설 냉각 공정	유기물질, 미용해불순물, 아민류
	화학비료시설	냉각수, 중화조, 선별가스 세척 공정	SS, 질소, 광물질, 중금속
가공금속제품 기계 및 장비 제조시설	철물제조시설	세척,열처리,전해연마,탈지,수세공정	산, 알칼리폐수, Cr, CN, Zn, Cu
	금속제가구 및 장치물시설	수세, 도금, 소재절단, 연마, 성형, 페인팅 공정	Cr, CN, Zn, n-Hexane
	구조금속제품시설	산세, 도금 공정, 습식 집진 시설	Cr, CN, Zn, 산폐수, 폐유
	금속제주방용품제조시설	세척, 탈지, 전해 연마 공정	CN, Cr, Ni, Al
	기계제조시설	세척, 수세, 탈지, 도금 공정	Cr, Cu, Ni, 산폐수
석유정제시설	연료유제조시설	증류탑, 저장탱크, 배관시설, 폐기촉매 냉각수	n-Hexane, 산·알칼리 폐수
	윤활유제조시설	응축수, 보일러 용수, 청소수	n-Hexane
가죽 및 모피 제품제조시설	가죽제조시설	세정, 석회지, 모세정, 회세정, 재석회 및 회세정, 무두질, 염색공정	동물혈액, 유지류, 유기물질, Cr, 단백질
	모피제조시설	수지,제육,탈지,세척,침산,염색공정	유기물질, 산폐수, Cr, 유지류
식료품 제조시설	낙농품제조시설	용기 세정, 원료제품의 손실, 제조부산물 유실, 원료의 폐기	유기물질, n-Hexane, colloid
	수산물처리가공시설	세정,해동,염장,해체,탈수,냉각시설	유기물질, n-Hexane, SS
	전분 및 당류제조시설	침지, 전분수세, 이온정제, 농축공정	유기화합물
	설탕제조시설	세척, 응축, 여과 공정	불용성유기화합물, 미네랄
	도축시설	도살, 박피, 내장 제거, 수세 공정	동물혈액, 부유물질, n-Hexane
섬유제조시설	견직물제조시설	하적, 해사, 정련, 염색 공정	유기물질, n-Hexane, 색도
	모직물제조시설	정련, 세척, 염색 공정	유기물질, 색도
	화학섬유직물제조시설	정련, 감량, 염색, 세척, 탈수공정	유기물질, 부유물질
	면직물제조시설	호부, 호발, 표백, 세척, 염색공정	유기물, 알칼리폐수
종이제조시설	펄프제조시설	세척, 정선, 표백, 건조 공정	Lignin, 유기물질, 부유물질
	신문 및 인쇄용지제조시설	정선, 탈수, 압착 공정	부유물질, 유기물질, 무기물질
	판지제조시설	세척, 초지, 후처리 공정	유기물질, 부유물질, n-Hexane
	크라프트지제조시설	세척, 초지, 건조 공정	유기물질, 부유물질
비금속광물 제조시설	도기·자기및 토기제조시설	탈수, 세정, 세척 공정	부유물질, 중금속
	유리 및 유리제품제조시설	세정,냉각,용융,성형,연마,광택공정	부유물질,유기물질,n-Hexane,불소
	타일제조시설	분쇄, 습식 미분쇄, 성형, 시유공정	부유물질, 중금속

자료 : 기문봉·김낙주·이시진, 산업폐수처리, 1998, 동화기술

생산공정에 따라 발생되는 폐수의 성상은 다양한데 일반적으로 산업폐수의 경우 유기물, 용존 및 부유물질, 유기화학물질, 유류, 영양염류, 중금속 및 무기 오염물질, 병원성 미생물 등이 발생폐수의 주요 성분이다. 산업폐수의 발생을 유발하는 생산공정 및 공정별 오염성분은 상기의 <표 3-1>과 같다[9)]

3.1.2 폐수처리방법

공장에서 발생하는 산업폐수 중에 포함된 중요한 오염성분에 대한 제거방법은 <표 3-2>와 같다[10)].

<표 3-2> 중요 오염물질의 제거방법

오 염 물	단위 조작, 단위 공정, 또는 처리 방법	오 염 물	단위 조작, 단위 공정, 또는 처리 방법
현탁고형물 (부유물질)	침강 스크린 분리와 분쇄 부상 분리 약품-고분자물 첨가 응집-침강 토지처리 시스템	영양물 : 질 소	현탁 증식 질화 및 탈질화 방법 고정 막 질화 및 탈질화 방법 암모니아 스트리핑 이온교환 분기점 염소 처리 (파괴점 염소처리) 토지 처리 시스템
생분해성 유기물	활성 슬러지법 고정 막 : 살수 여상 고정 막 : 회전 생물 접촉법 라구운법 간헐적 모래 여과 토지처리 시스템 물리적-화학절 방법	인	금속염 첨가 석회 응집/침강 생물학적-화학적 인의 제거 토지처리 시스템
병원균	염소처리 하이포염소 처리 오존처리 토지처리 시스템	내성유기물	탄소흡착 3차 오존 처리 토지처리 시스템
		중금속	화학침전 이온교환 토지처리 시스템
		용 존 무기고형물	이온교환 역삼투압 전기 투석

9) 기문봉 등, 산업폐수처리, 동화기술, 1998
10) 산업폐수처리 전게서[1)]

우리나라에서 주로 사용되고 있는 폐수중의 오염성분별 처리방법 및 제거율은 <표 3-3>과 같다[11].

<표 3-3> 오염물질별 국내의 처리방법

물 질	유입농도(㎎/ℓ)	처리방법	유출농도(㎎/ℓ)	제거율(%)
생화학적 산소요구량 (BOD)	100～1,000	응집침전법 응집부상법 표준활성슬러지법 화학적산화법	7～51	86.7～98.5
	1,000～6,500	응집침전법 응집부상법 표준활성슬러지법 화학적산화법	60～99	94.6～98.7
화학적 산소요구량 (COD_{Mn})	10～100	응집침전법	5～15	70.0～85.0
	100～1,000	응집침전법 응집부상법 표준활성슬러지법 화학적산화법	5～105	82.0～98.6
	1,000～4,500	응집부상법 표준활성슬러지법 화학적산화법	44～105	91.9～98.6
부유물질 (SS)	10～100	응집침전법 모래여과법 활성탄흡착	5～15	66.7～85.0
	100～1,000	응집침전법 응집부상법 가압부상법 모래여과법 활성탄흡착법	1～89	81.0～99.2
	1,000～200,000	응집침전법 응집부상법 가압부상법 모래여과법	20～91	93.6～100.0
노말핵산 추출물질 (n-hexane)	1～10	유수분리법 가압부상법 응집부상법 활성탄흡착	0.4～2.1	60.0～95.0

11) 환경부, 폐수배출시설의 분류 및 배출허용기준 적용 체계에 관한 연구, 2000

(표 계속)

물 질	유입농도(㎎/ℓ)	처리방법	유출농도(㎎/ℓ)	제거율(%)
노말핵산 추출물질 (n-hexane)	10～100	유수분리법 가압부상법 응집부상법 활성탄흡착	1～30	80.0～97.6
	100～500	유수분리법 가압부상법 응집부상법 활성탄흡착	5～14.3	95.6～97.5
페놀류 (Phenol)	4.8～12	표준활성슬러지법 활성탄흡착법	0.6～1	79.2～95.0
시안(CN)	1～10	화학적산화법	0.2～0.5	92.0～95.0
크롬 (Cr)	1～10	응집침전법 활성탄흡착법	0.3～0.5	75.0～85.7
아연 (Zn)	1～100	응집침전법 활성탄흡착법	0.7～3	73.0～98.9
구리 (Cu)	1～10	응집침전법 활성탄흡착법	0.6～1	75.0～83.8
카드뮴 (Cd)	0.01～2	응집침전법 활성탄흡착법	0.001～0.07	90.0～96.5
수은 (Hg)	4	응집침전법 활성탄흡착법	0.002	100
비소 (As)	0.32～1	활성탄흡착법	0.08～0.2	75.0～80.0
납 (Pb)	1～35	응집침전법 활성탄흡착법	0.2～0.5	75.0～99.0
6가크롬 (Cr^{6+})	1～10	응집침전법 활성탄흡착법	0.2～0.3	85.0～90.9
불소 (F^-)	8,000	응집침전법	13	99.8
색도 (Color) (도)	500～700	응집침전법 표준활성슬러지법 활성탄흡착법	172～214	61.0～75.0

이상에서 살펴본 바에 의하면 공장에서 발생하는 폐수의 성상은 다양하나 폐수중에 함유된 각각의 오염성분을 제거하기 위한 공정 또한 다양하게 개발되어 있음을 알 수 있다. 폐수중에 포함된 오염성분들은 개별적인 차이는 있으나 대부분 각각의 오염성분별 처리방법을 통하여 유입량의 90%이상 처리가 가능한 것으로 나타났다.

3.2 업종별 폐수발생량 및 폐수처리형태

3.2.1 업종별 폐수발생량

1998년 현재 우리나라에서 가동되고 있는 업종별 공장으로부터의 폐수발생량 및 폐수배출량에 대한 현황은 <표 3-4>와 같다[12].

<표 3-4> 업종별 사업장수, 폐수발생량, 폐수방류량, 유기물질부하량

(단위 : 개, ㎥/일, kg/일)

구 분	업소수	폐수발생량	폐수방류량	유기물질 부하량	
				발 생	방 류
계	37,621	4,067,870	2,614,180	2,629,077	97,257
산업화학	552	225,864	198,312	212,107	7,806
기타화학	866	208,618	199,786	86,754	3,144
고무.플라스틱	488	17,708	11534	5,447	306
1차금속	836	683,260	147,573	107,723	2,502
조립금속	2,920	96,203	83,931	24,975	2,189
전기.전자	437	128,742	159,204	26,937	2,904
석유정제	97	106,987	68,187	21,374	1,123
피혁.신발	241	54,291	57,582	107329	4,361
식품	2,872	243,630	222,996	411,067	10,131
수산물판매	39	6,792	6,682	4,689	420
음료품	276	124,421	105,026	360,664	4,387
섬유	1,524	555,940	510,627	382,846	28,186
제지.담배	309	760,376	403,074	683,729	23,046
비금속광물	2,943	279,811	126,272	38,696	1,118
운수장비	13,791	62,942	54,352	6,624	510
세탁	219	11,279	10,253	3,383	380
광업.토사석채취	145	102,752	82,356	11,508	921
인쇄.출판	1,385	1,385	0	0	0
병원	471	10,624	9,468	3,574	337
발전.수도	171	283,517	107,569	114,959	1,705
사진처리	5,736	5,962	229	41	5
폐수처리	38	4,027	22,643	6,399	1,273
기타	1,265	28,739	26,524	8,252	503

12) 환경부, 공장폐수의 발생과 처리, 1998

3.2.2 업종별 폐수처리형태

우리나라 공장에서의 폐수처리형태는 개별처리, 개별처리+폐수종말처리시설, 개별처리+하수종말처리시설, 공동처리, 공동처리+폐수종말처리시설, 공동처리+하수종말처리시설, 위탁처리 등이 있으며 이에 대한 세부적인 내용은 다음의 표와 같다[13].

<표 3-5> 폐수처리 형태별 업소수 및 폐수량 현황

(단위: 개소, ㎥/일, %)

폐 수 처 리 형 태	업소수(비율)	폐수량(비율)
개별처리후 직접방류	10,269(27.30)	979,2020(37.46)
개별처리후 폐수종말처리시설 유입처리	1,089(2.89)	270,702(10.36)
개별처리후 하수종말처리시설 유입처리	6,441(17.12)	494,367(18.91)
공동처리후 직접방류	362(0.96)	52,486(2.01)
공동처리후 폐수종말처리시설 유입처리	77(0.20)	16,580(0.63)
공동처리후 하수종말처리시설 유입처리	685(1.82)	121,364(4.64)
위 탁 처 리	7,287(19.37)	10,630(0.41)
면 제 승 인	528(11.40)	9,851(0.38)
기 타 (전량 재이용 등)	1,311(3.48)	9,394(0.36)
무 응 답	9,572(25.44)	649,604(24.85)
합 계	37,621(100.00)	2,614,180(100.00)

13) 공장폐수 전게서[12]

<표 3-6> 폐수처리 형태와 규모별 폐수량 현황

(단위 : ㎥/일, %)

폐수처리형태	1종 (%)	2종 (%)	3종 (%)	4종 (%)	5종 (%)	합 계
개별처리후 직접방류	647,685 (66.1)	122,307 (12.5)	94,280 (9.6)	56,532 (5.8)	58,398 (6.0)	979,202
개별처리후 폐수 종말처리시설 유입	108,261 (40.0)	107,414 (39.7)	35,986 (13.3)	12,116 (4.5)	6,925 (2.6)	270,702
개별처리후 하수 종말처리시설 유입	254 (51.4)	110,135 (22.3)	70,232 (14.2)	31,325 (6.3)	28,577 (5.8)	494,367
공동처리후 직접방류	31.094 (59.2)	11,305 (21.5)	6,175 (11.8)	2,039 (3.9)	1,873 (3.6)	52,486
공동처리후 폐수 종말처리시설 유입	10,509 (63.4)	2,130 (12.8)	2,209 (13.3)	722 (4.4)	1,010 (6.1)	16,580
공동처리후 하수 종말처리시설 유입	101,314 (83.5)	11,973 (9.9)	4,542 (3.7)	2,474 (2.0)	1,061 (0.9)	121,364
유 입 처 리	21 (0.2)	2,794 (25.8)	3,275 (30.8)	1,555 (14.6)	3,032 (28.5)	10,630
면 제 승 인	× (0.0)	2,794 (28.4)	2,695 (27.4)	2,064 (21.0)	2,298 (23.3)	9,851
기타(전량 재이용등)	× (0.0)	2,256 (24.0)	1,942 (20.7)	1,689 (18.0)	3,507 (37.3)	9,394
무 응 답	403,850 (62.2)	78,066 (12.0)	94.676 (14.6)	42,781 (6.6)	30,231 (4.7)	649,604

우리나라 공장의 경우 주로 발생 폐수에 대하여 개별처리하거나 개별처리 후 하수종말처리시설로 유입하여 처리하는 형태로 폐수를 처리하고 있으며 특히 중수도시설 의무화 대상으로 설정될 수 있는 1종 및 2종 사업장의 경우에는 타 사업장에 비하여 위탁처리가 적은 것으로 나타났다.

3.3 폐수배출량 산정방법

공장에서 배출되는 폐수 중 폐수배출량 산정시 제외되어야 할 폐수가 있다면 이는 폐수중에 자체처리 또는 유입처리를 통하여 제거될 수 없는 오염성분이 포함되어 있어 중수의 원수로서 사용될 수 없는 폐수를 의미한다. 그러나 이상

에서 살펴본 바에 의하면 공정별 발생폐수에 대하여 오염성분별로 제거방법이 다양하게 개발되어 있으며, 우리나라 공장의 경우에는 발생 폐수를 자체적으로 또는 하수종말처리시설, 폐수종말처리시설 등으로 유입하여 처리하고 있음을 알 수 있다.

이와 같은 검토결과를 고려할 때 공장에서 발생하는 폐수 중 처리시설에서 처리되지 않는 폐수는 거의 없으며 이에 따라 폐수발생량 산정시 제외되어야 할 폐수에 대한 고려는 필요치 않을 것으로 판단된다.

그러나 수질환경보전법 시행규칙에서는 배출되는 폐수 중 처리시설로 유입될 경우 성상이 다른 폐수와 달라 적정처리가 어려운 폐수에 대하여 위탁처리를 할 수 있도록 규정하고 있으며 실제적으로 공정중에 발생하는 폐산, 폐알카리 등에 대하여도 위탁처리를 하고 있는 실정이다.

따라서 폐수배출량은 아래에 제시한 바와 같이 수질환경보전법 시행령 [별표 1]에 명시된 폐수배출량 산정방법에 준하여 산정하는 것을 원칙으로 하되 위탁처리하는 폐수에 대해서는 폐수배출량 산정시 제외하는 것이 타당할 것이다.

- 폐수배출량 = 용수사용량※- (생활용수량+간접냉각수량+보일러용수+제품함유수량+공정중증발량+기타 방류구로 배출되지 아니한다고 인정되는 물의 양) + 공정중발생량※※

※ : 용수사용량에는 수돗물, 공업용수, 지하수, 하천수 및 해수 등 당해 사업장에서 사용되는 모든 물을 포함하나 생산공정중 또는 방지시설의 최종방류구에서 방류되기 전에 일정 관로를 통하여 생산공정에 재이용하는 물은 제외

※※ : 생산공정중 또는 방지시설의 최종방류구에서 방류되기 전에 일정 관로를 통하여 생산공정에 재이용하는 물은 제외

4. 중수도로 인정할 수 있는 최소한의 설치기준 및 유지관리 방법

본 장에서는 중수도 시설 설치시 갖추어야 할 최소한의 설치기준과 이들에 대한 유지관리방법을 제시하고 있다. 중수도 시설에 대한 설치기준과 관리방안 마련을 위해서 중수도 시설을 원수 중에 포함된 오염물질을 제거하기 위한 처리시설, 처리된 중수를 사용처에 공급하는 송·배수시설로 구분하였으며 구분된 시설별로 설치기준 및 관리방법을 제시하였다.

각각의 중수도 시설별 설치기준 및 관리방법은 하수처리시설기준, 상·하수도시설기준 등과 같은 기존의 문헌과 현재 운영중에 있는 중수도 시설을 토대로 설정하였으나, 중수도의 이용이 규제에 의한 방법보다는 사용자의 자발적인 참여에 의하여 보다 활성화될 수 있다는 점을 고려하여 중수도 시설의 설치·운영자에 대한 부담이 최소화하도록 설정하였다.

4.1 중수도 시설 설치기준

4.1.1 처리시설

중수처리시설로 유입되는 원수의 성분은 일반 오·폐수(이하 하수)중에 포함된 성분과 동일하며 다만 원수의 종류에 따라 각 성분의 농도 또는 양이 서로 다를 수 있다. 이러한 관점에서 볼 때 중수처리시설과 하수처리시설은 유사하나 중수처리시설의 경우 처리수를 재이용하여야 하므로 하수처리시설에 비하여 보다 양질의 처리수질을 얻기 위한 여과공정, 소독공정 등이 추가로 설치된다.

하수처리시설의 경우 여러 가지 처리공정 중 유입되는 하수의 성분 및 목표수질기준을 토대로 가장 유리한 공정을 채택하는 것과 마찬가지로 중수처리시설을 설치할 때에도 유입 원수의 수질특성 및 용도별 재이용수의 수질기준을

참고로 처리공정을 도입하여야 한다. 본 연구에서는 중수처리시설 설치시 적절한 시설설치기준 마련을 위하여 중수도 원수의 수질특성 및 오염성분별 처리공정 등을 조사하였으며 이를 토대로 용도별 중수도 수질기준에 적합한 중수생산을 위한 시설설치기준을 제시하고자 한다.

(1) 원수의 수질[14)15)]

중수처리시설로 유입되는 원수는 원수의 발생장소, 중수도의 이용방식 등에 따라 생활계 배수, 공장폐수, 하수처리수 등으로 다양하게 구분되는데 이 중 생활계 배수는 화장실배수, 세면배수, 목욕배수, 냉각수, 청소배수, 주방배수 등으로 구분되며 이들의 수질은 다음과 같다.

<표 4-1> 생활계 배수의 수질 특성

수질항목	세면배수		목욕배수	냉각수(하계)	주방배수		수세식 화장실배수		혼합배수	
	하계	동계			하계	동계	하계	동계	Type-1	Type-2
COD_{Cr} (㎎/ℓ)	106	155	-	106	732	844	597	719	-	-
BOD (㎎/ℓ)	49	80	48.8	4	480	418	197	328	167	260
SS (㎎/ℓ)	41	101	15.4	6	218	296	170	444	67	432
NH_4-N	-	-	-	-	-	-	91	141	2.0	12
ABS (㎎/ℓ)	2.8	2.0	0.2	0.3	54.4	21.7	8.7	0.7	19.9	8.9
n-Haxane (㎎/ℓ)	2.5	7.0	-	-	44	32	-	-	-	-
Cl^-	-	-	-	-	-	-	119	211	43.6	0
pH	7.6	6.5	-	7.5	5.4	6.0	8.7	8.6	6.9	5.5
색도	8.2	50	-	60	-	51	-	286	-	-
증발잔류물	-	-	220	-	-	-	-	-	-	-
T-N	-	-	4.0	-	-	-	-	-	-	-
전도율	-	-	-	1,473	-	-	-	-	-	-
TDS (㎎/ℓ)	-	-	-	1,254	-	-	-	-	-	-

주) 자 료 : 건축물에 있어서 배수재이용 실무편람, 일본주택설비 시스템협회, 1981
Type-1 : 빌딩 내 식당 및 레스토랑이 입주해 있는 고층빌딩
Type-2 : 빌딩 내 사무실 및 주택이 입주해 있는 혼합빌딩

14) 건설부, 중수도 기술개발 방안 연구, 1994
15) 동화기술, 중수도편람, 1994

<표 4-2> 하수처리수의 수질특성(평균값)

수질항목	가정하수, 처리결과가 양호한 하수처리수	가정하수, 처리결과가 보통인 하수처리수	공장폐수를 일부 포함한 하수처리수
COD_{Mn} (㎎/ℓ)	13.4	14.9	21.4
BOD (㎎/ℓ)	10.7	20.2	15.0
SS (㎎/ℓ)	12.7	29	21.4
NH_4^+-N (㎎/ℓ)	9.2	15.2	10.4
ABS (㎎/ℓ)	0.8	15.0	14.5
PO_4^{3-}-P (㎎/ℓ)	7.1	8.6	4.6
Cl^- (㎎/ℓ)	57	61	362
pH	7.2	7.2	7.3
n-Hexane (㎎/ℓ)	2.7	2.0	2.6

주) 자 료 : 건축물에 있어서 배수재이용 실무편람, 일본주택설비 시스템협회, 1981

상기의 <표 4-1>과 <표 4-2>에 나타나 바와 같이 중수처리시설로 유입되는 각종 생활계 배수 및 하수처리수의 성상은 종류별로 차이는 있으나 주로 유기계 오염성분인 BOD, COD를 비롯하여 질소와 인을 포함한 무기계 오염성분, SS와 같은 부유물질로 구성되어 있다. 공장폐수의 경우에는 상기에 명시된 바와 같은 오염성분 이외에 공장에서 사용하고 있는 원료 및 제품제조 공정에 따라 각종 중금속을 비롯한 보다 다양한 오염성분을 포함하고 있다.

(2) 일반적인 처리방법[16)17)]

중수처리시설로 유입되는 원수의 수질은 하수처리장으로 유입되는 하수의 오염성분과 유사하며 이에 따라 중수처리방법은 일반적인 하수처리방법과 매우 유사하다. 중수의 원수 중에는 부유성 유기물, 용존성 유기물, 질소, 인, 무기염류, 중금속, 색도성분, 냄새성분, 대장균 등이 함유되어 있으며 이러한 오염성분은 각각의 오염성분을 적절히 처리할 수 있도록 고안된 생물학적, 물리적, 화학

16) 환경부, 중수도 이용확대를 위한 정책방안 연구, 1999
17) 중수도편람 전게서[15)]

적 처리공정에 의하여 처리된다.

유기물을 다량 함유하고 있는 생활잡배수의 경우에는 생물학적 처리공정이 주로 사용되고 있으며 무기물 및 부유물질의 농도가 높은 공장폐수의 경우에는 응집침전, 여과장치, 막처리 등과 같은 물리, 화학적 처리방법이 주로 사용된다. 그러나 중수처리시설로 유입되는 원수의 오염성분은 다양하므로 하나의 독자적인 처리공정으로 원수를 처리하기는 어려우며 일반적으로 중수처리시설은 유입되는 원수의 오염성분을 고려하여 각각의 오염성분에 대응되는 처리공정을 조합하여 계획된다. 이러한 중수처리시설은 크게 전처리, 주처리, 후처리공정으로 구분되며 각각의 공정별 처리방법은 다음과 같다.

1) 전처리공정

전처리공정은 주처리공정 중에 장해가 되는 원수중의 불순물 제거 및 원수의 유입유량 조정 역할을 담당하는 공정으로 스크린, 파쇄기, 침사지, 유량조정조 등과 같은 단위공정이 포함된다.

① 스크린

원수 중에 포함된 부유물질 중 상대적으로 규모가 큰 고형물질을 제거하여 각종 기계설비의 파손 방지 및 관로 내부 유체의 흐름을 원활하게 하기 위하여 사용된다.

② 파쇄기

원수 중에 함유된 비교적 큰 부유물질을 분쇄하는 설비로 스크린의 보조 및 대용 수단으로 사용된다.

③ 침사지

처리시설로 유입되는 음식물과 찌꺼기와 같은 그리트(grit)를 제거함으로써

기계류의 마모, 파손 등을 방지하고 관로 내 그리트의 퇴적을 방지하기 위하여 사용된다.

④ 유량조정조

유입되는 원수의 유량변동으로 인한 처리효율의 저하 및 각 단위공정의 운전에 미치는 악영향을 방지할 목적으로 사용된다.

2) 주처리공정

주처리공정은 전처리공정에서 제거되지 않은 미세한 부유물질, 용존성 유기물질 등을 제거하기 위하여 사용되며 주로 활성슬러지법, 접촉산화공정, 장기폭기법 등과 같은 생물학적 처리공법이 사용되나 막을 이용한 특수처리공법도 많이 사용되고 있다.

① 생물학적 처리방법

- 활성슬러지법

대표적인 호기성 부유성장식 공정으로 미생물과 오·폐수의 혼합액 내에서 미생물이 부유상태로 성장하면서 오·폐수내의 유기물을 분해하여 이용 가능한 유기물로 만든 후 새로운 세포나 최종생성물로 전환시키는 공정이다.

- 접촉산화공정

호기성 부착성장식 공정으로 폭기조 내 접촉매체의 표면에 생성된 생물막에 의하여 폐수중의 유기물을 제거하는 공정이다.

- 미생물첨가방식

기존의 생물학적 처리공정 내에 미생물 배양조를 첨부한 형태의 처리기술로서 배양조 내에서 배양된 임의성 토양미생물을 원수유입조, 침사조, 유량조정조 및 폭기조에 일정량 반송시켜 유기물을 제거하는 처리방법이다.

- 장기폭기법

활성슬러지 공법의 일종으로 미생물 성장곡선상의 내생호흡단계로 운전되며 유입 원수의 유기물부하가 낮은 경우에 주로 사용된다.

② 특수처리방법

- 정밀여과법(MF)

정밀여과법은 약 0.05~10㎛의 공경을 가진 막을 이용하여 유입수를 여과하는 방식으로 순수 클리닝, 역삼투막 장치의 전처리, 박테리아의 제거 등을 목적으로 개발되었으며, 원통형 카트리지 방식과 평면형막이 사용되고 있다.

- 한외여과법(UF)

한외여과법은 반투막을 이용하여 수중에 용해되어 있거나 부유하고 있는 고분자 물질과 콜로이드 입자 등을 분리, 압축하는 방법으로서 순수 제조 및 단백질이나 박테리아와 같은 세균류의 제거를 포함한 오·폐수의 고도처리 등에 주로 사용된다.

- 역삼투법(RO)

역삼투법은 삼투현상을 역으로 이용하여 농도가 강한 쪽의 용액에 삼투압 이상의 압력을 가함으로써 반투막에 의하여 물을 얻는 방법으로 주로 해수의 담수화에 사용되어 왔으며 오·폐수의 처리에 있어서는 수중에 포함되어 있는 염을 제거하기 위한 탈염장치로 사용된다.

3) 후처리공정

후처리공정은 중수로서의 수질을 조정하기 위하여 미세한 입자나 잔류 유기물 등을 제거하기 위한 공정 및 처리수 중의 병원균을 소멸하고 슬라임의 발생억제를 위한 공정으로 구성된다. 후처리공정의 단위공정으로는 침전지, 응집시설, 여과 및 활성탄 흡착, 소독 등의 공정이 포함된다.

① 침전지

침전 가능한 고형물질을 침전 제거함으로써 오염부하를 줄이고 후속처리시설에 적합한 수질을 제공할 수 있도록 하기 위하여 사용된다.

② 응집시설

일반적인 생물학적 처리방법으로는 제거가 어려운 미세입자, 부유고형물 등과 같은 물질들을 제거하기 위하여 사용되며 미세입자 등을 제거하기 위하여 응집제를 투입하고 오·폐수와 응집제 간의 접촉을 위한 교반시설을 갖추고 있다. 응집제로는 알루미늄염 또는 철염 등이 널리 사용되고 있다.

③ 여과

주처리공정의 유출수에 함유된 부유물질을 제거하기 위한 목적으로 쓰이고 있으며 거름작용에 의하여 부유물질의 제거가 이루어진다. 여과공정은 여과와 세정단계가 교대로 일어나는 반연속식 여과 및 여과와 세정단계가 동시에 일어나는 연속식 여과방식이 있다.

④ 활성탄 흡착

활성탄의 흡착작용을 이용하여 유기물을 비롯 색도, 탈취, 중금속을 제거하는데 사용한다. 활성탄흡착에 사용되는 여재는 이용형태에 따라 직경 200mesh이하의 분말활성탄과 입경 0.1㎜이상의 입상활성탄으로 분류되며, 분말활성탄의 경우 흡착성능이 우수함에도 불구하고 운전방법의 부족 및 재생기술의 부족으로 인하여 사용이 제한되고 있다.

⑤ 소독

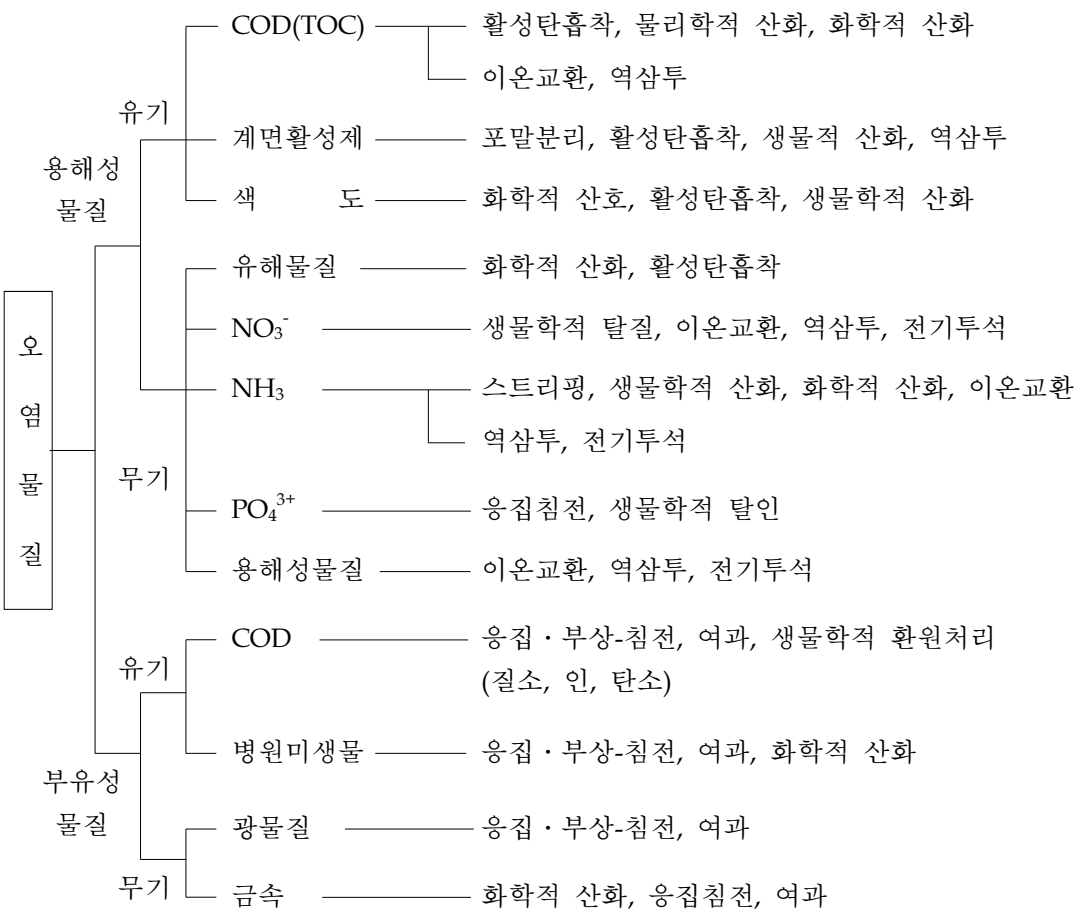
소독은 화학적 첨가제를 이용하는 살균 방법과 물리적 살균에 의한 방법으로 구분되나 화학적 살균제를 투입하는 방법이 주로 사용되고 있다. 화학적 소독시 사용되는 약품으로는 염소, 브롬, 요오드 등이 있으나 이중 염소를 이용하는 경우가 가장 많다. 이 밖에도 오존소독과 자외선처리도 소독공정

에 이용되고 있다.

(3) 오염성분별 처리방법

중수처리시설로 유입되는 원수의 주요 오염성분은 크게 유기물(BOD, COD, 유분 등), 탁도, 색도, 세균 등이며 이들에 대한 처리방법은 일반적으로 <그림 4-1>과 같다[18].

<그림 4-1> 제거 대상물질별 처리방법



18) 건설부, 중수도 실무지침서, 1994

중수처리방법은 (2)장에서 언급한 바와 같이 크게 물리적, 화학적, 생물학적 방법으로 구분되며 유입되는 원수의 성분에 따라 적절한 방법이 선택된다. 일반적으로 유기물의 농도가 높은 생활잡배수의 경우에는 주처리공정으로 생물학적 처리방법이 채택되며 이후 응집침전법, 모래여과법, 소독 등과 같은 후처리 공정을 통하여 미세 입자 및 병원균 등을 제거한다. 중수처리방법으로 주로 이용되는 처리방법을 분류하면 다음과 같다

<표 4-3> 중수처리방법별 분류[19)]

처 리 방 법	처 리 공 정
생물학적 처리	활성오니법, 생물막법
물리·화학적 처리	스크리닝, 응집침전법, 응집여과법, 모래여과법, 활성탄처리법, 오존처리법, 염소처리법, 막처리법

우리나라의 "중수도 시설기준 및 유지관리지침"에 의하면 유입되는 원수의 성분에 따른 중수처리방법을 다음과 같이 분류하고 있다.

<그림 4-2> 유입 원수의 성분별 처리공정의 분류[20)]

19) 중수도 실무지침서 전게서[18)]

기존의 연구결과[21]에 의하면 중수도의 이용방식에 따라 유입되는 원수의 종류를 생활잡배수, 오수, 하수처리수 등으로 구분하고 각각의 원수에 대한 처리방법 및 처리대안을 다음과 같이 제시하고 있다

<표 4-4> 처리공정의 구성

원 수	처 리 과 정	적 용 대 상
양질 잡배수 (세탁, 세면 및 목욕배수)	(응집침전)→여과→염소 (응집침전)→여과→활성탄처리→염소	공동주택 배수
일반 잡배수 (양질잡배수+청소, 주방배수)	(생물학적처리)→응집침전→여과→염소 (생물학적처리)→응집침전→여과→활성탄처리→염소응집침전→막처리→염소	공동주택, 대형빌딩 배수
잡배수+오수 (잡배수+수세식 화장실배수)	생물학적 처리→응집침전→여과→염소 생물학적 처리→여과→활성탄처리→염소 생물학적 처리→응집침전→막처리→염소	대형빌딩 배수
하수처리수	응집침전→여과→염소	하수처리장 처리수

<표 4-5> 처리대안의 기준 설정

적용대상	전 처 리	주 처 리	후 처 리
대형빌딩 배수	스크린→유량조정조	응집침전→여과	염소소독
	스크린→유량조정조	응집침전→여과→활성탄처리	염소소독
	스크린→유량조정조	응집침전→막(MF)→여과	-
공동주택 배수	스크린→유량조정조	응집침전→여과	염소소독
	스크린→유량조정조	응집침전→여과→활성탄처리	염소소독
하수처리장 처리수	2차 처리수	응집침전→여과	염소소독

20) 건설부, 중수도 시설기준 및 유지관리지침, 1992
21) 중수도 기술개발 방안 연구 전게서[4]

(4) 중수처리시설 운영 현황

우리나라에서 가동중인 유형별(공장, 업무용빌딩 및 레저시설) 중수도 시설 현황은 <표 4-6>과 같으며 공장의 경우 사용원수는 세면수, 목욕수, 공정폐수, 폐수처리수 등이 주종을 이루고 처리수는 세정수, 냉각수, 공정용수 등으로 주로 사용되고 있다. 업무용 빌딩 및 레저시설의 경우 원수로는 세면수, 목욕수, 오수처리수가 주종을 이루고 처리수는 화장실세정수나 청소용으로 사용되고 있다[22].

22) 중수도 이용확대를 위한 정책방안 연구 전게서[16]

<표 4-6> 유형별 가동중인 중수도시설 현황

구분		중수도 원수	용도	주공법
공장	전기 전자	세면수, 목욕수, 세정수, 냉각수, 공정폐수, 폐수처리수, 생활오수	청소, 화장실세정수, 공정용수, 세정수, 냉각수, 세척용수, 연마용수	화학침전, S/F, A/C, R/O, M/F, EDR
	제지	폐수처리수, 공정폐수, 세면수, 목욕수, 세정수, 냉각수	화장실세정수, 공정용수, 세정수, 냉각수, 청소용수	미생물첨가방식, S/F, C/F, 화학침전, M/F
	섬유	세면수, 목욕수, 공정폐수, 세정수, 냉각수	세정수, 냉각수, 세척수	활성오니법
	자동차	오수처리수	공정용수	화학침전, A/C, RO, 가압부상
	철강, 항공	생활오수, 세정수, 냉각수	청소, 화장실세정수, 조경용수, 세정수, 냉각수, 살수용	U/F, C/F, 활성오니
	기타	세정수, 냉각수, 세면수, 목욕수, 폐수처리수	청소, 조경, 냉각수, 세륜, 세차수	화학침전, 이온교환
업무용빌딩 및 레저시설	백화점	오수처리수, 세면수, 청소수, 목욕수	청소수, 화장실세정수	S/F, A/C, U/F, C/F, 화학응집, 활성오니, 오존, 응집침전
	레저	목욕수, 세면수, 욕실수, 생활오수	청소수, 화장실세정수, 조경용수, 축사용수, 제설용, 화장실용수	S/F, A/C, C/F, 단계폭기법, 응집침전, 가압부상
	호텔	세면수, 욕실수, 생활오수	냉각수, 화장실세정수, 조경용수	RBC, 화학침전, S/F, A/C, 화학응집,
	공공	세면수, 청소수, 목욕수, 오수처리수, 주방배수	화장실세정수, 청소용수, 조경용수	활성슬러지법, S/F, A/C, U/F, A/F, C/F, Uni-F, 화학침전, 오존산화
	다세대	세면수, 목욕수, 생활오수	화장실세정수	접촉산화, S/F, A/C, 탈질, 탈인, 오존산화
	병원	오수처리수	청소용	화학응집, A/C
	기타	오수처리수, 생활오수	청소용, 화장실세정수	화학응집, S/F, C/F

주) S/F : Sand Filtration, A/C:Activated Carbon, U/F:Ultra Filtration, Uni-F:Uni-Filtration, A/F : 안트라싸이트 Filtration, M/F:Micro Filtration, R/O:Reverse Osmosis, B/R:Bio-Reactor

노상환 등에 의한 “중수도 이용확대를 위한 정책방안 연구”[23]에 의하면 중수도 시설을 운영중인 건축물에서의 중수처리시설은 대부분 전처리, 주처리, 후처리 공정으로 이루어져 있으나 중수 원수의 종류, 사용용도 등에 따라 중수처리 방법이 다양하며 이에 대한 내용은 다음과 같다.

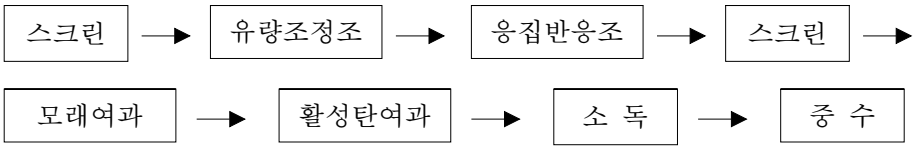
① 공장에서의 중수도 사용

원　수 : 세면수, 목욕수, 냉각수, 세정수, 공장폐수, 폐수처리수

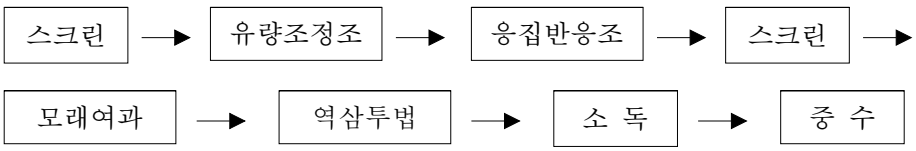
용　도 : 청소수, 화장실세정수, 공정용수, 냉각수, 세정수

모식도 :

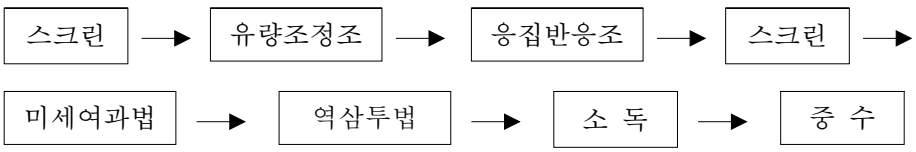
㉮



㉯



㉰



23) 중수도 이용확대를 위한 정책방안 연구 전게서[16]

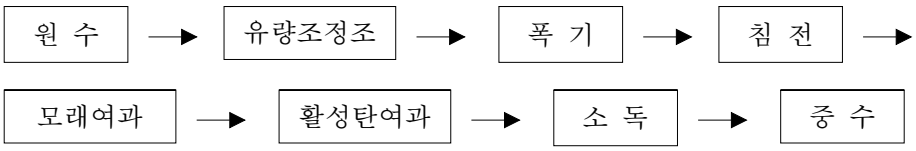
② 상업빌딩에서의 중수도 사용

원　수 : 세면수, 목욕수, 생활오수, 오수처리수

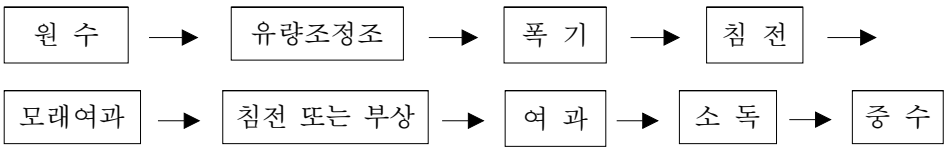
용　도 : 청소수, 화장실세정수, 조경용수

모식도 :

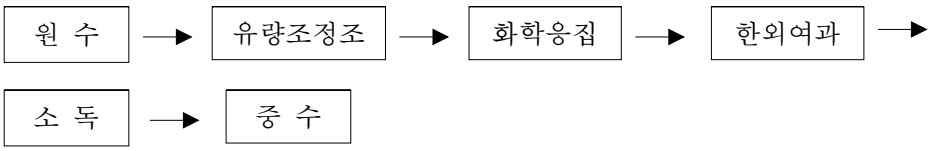
㉮



㉯



㉰



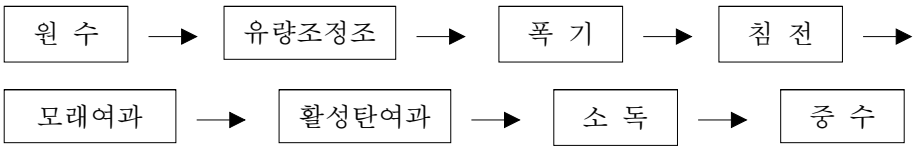
③ 공공빌딩에서의 중수도 사용

원　수 : 세면수, 청소수, 목욕수

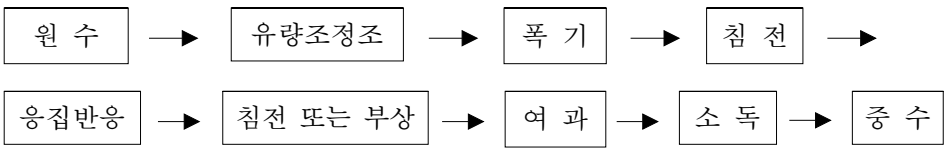
용　도 : 청소수, 화장실세정수

모식도 :

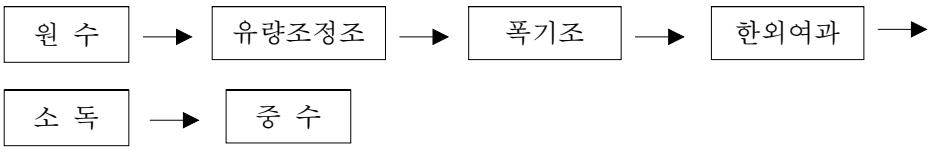
㉮



㉯



㉰



(5) 최소한의 설치기준

(4)장에서 살펴본 바와 같이 우리나라의 중수도 시설로 유입되는 원수의 종류로는 세면수, 목욕수, 청소수 등과 같은 생활잡배수와 화장실세정수와 같은 오수가 주를 이루고 있으며 이들 원수는 (1)장에서 살펴본 바와 같이 COD, BOD, SS, 탁도, 색도 등과 같은 유기계 성분 및 부유물질로 이루어져 있다.

이러한 성분을 함유한 중수의 원수를 처리하기 위해서는 물리적, 화학적, 생물학적 처리방법을 이용하는 전처리, 주처리, 후처리공정이 필요하나 중수처리시설은 유입원수의 종류 및 중수의 사용용도별로 처리방법이 다양하므로 유입되는 원수의 특성을 고려하여 설치기준을 설정하는 것이 타당할 것이다. 본 연

구에서는 이상에서 언급한 바와 같은 원수의 수질특성, 처리공정별 처리효율, 우리나라에서 적용되고 있는 중수처리방법 등을 종합하여 중수도시설 설치시의 최소한의 설치기준을 제시하고자 한다.

① 주처리공정으로 생물학적 처리방법을 사용하는 경우
- 전처리공정 : 스크린, 유량조정조
- 주처리공정 : 생물학적 처리공정(활성슬러지법 등)
- 후처리공정 : 침전조, 여과공정, 소독공정

② 주처리공정으로 물리화학적 처리방법을 사용하는 경우
- 전처리공정 : 스크린, 유량조정조
- 주처리공정 : 응집반응조
- 후처리공정 : 침전조, 여과공정, 소독공정

③ 주처리공정으로 막을 이용하는 경우
- 전처리공정 : 스크린, 유량조정조
- 주처리공정 : 막처리공법(MF, UF, RO 등)
- 후처리공정 : 소독공정

④ 오수처리수를 이용하는 경우
- 전처리공정 : 필요 없음
- 주처리공정 : 필요 없음
- 후처리공정 : 여과공정, 소독공정

이상에서는 중수도시설 설치시의 최소한의 설치기준을 제시하였으나 유입수의 수질 및 오염부하에 따라 처리공정중 일부가 생략될 수도 있음을 고려하여 비록 처리공정중 일부가 생략되더라도 당해 중수처리시설로부터 배출되는 처리수의 수질이 중수수질기준을 만족하는 경우에는 중수처리시설로 인정하는 것이 타당하다.

4.1.2 송배수시설

처리된 중수를 사용처로 공급하기 위해서는 적절한 송배수시설이 필요하다. 송배수시설이란 처리된 중수를 송수, 저류하고 급수구역으로 배분하는 시설로서 “중수도 시설기준 및 유지관리지침”(건설부, 1992)에는 송배수시설로 송수펌프, 송수관, 배수탱크, 고가탱크, 배수펌프, 배수관 등이 명시되어 있다. 이들을 이용한 일반적인 중수처리수의 공급방식은 다음과 같다.

① 중수처리시설→배수탱크→펌프→배수관→이용시설

② 중수처리시설→배수탱크→펌프→송수관→배수탱크→펌프→압력탱크
→배수관→이용시설

③ 중수처리시설→펌프→송수관→배수탱크 또는 고가탱크→배수관→이용시설

중수처리수를 이용시설로 이송하기 위해서는 처리장의 위치, 이용설비의 설치위치 등에 따라 다양한 시설이 사용되나 대체로 상기에 명시한 바와 같이 배수탱크, 고가탱크, 배수관, 송수관, 펌프 등으로 구성된다.

그러나 이 밖에도 원활한 중수공급을 위해서는 상수관을 배수탱크에 연결할 필요가 있다. 중수도의 원수인 생활잡배수는 계절별, 시간별 유량변동이 심하여 원수공급이 줄어드는 경우가 있는데, 이러한 경우 필요한 양만큼의 중수의 생산 및 공급이 어려워지므로 부족한 수량을 공급하기 위하여 상수도관의 연결이 필요하다.

이상의 내용을 종합할 때 송배수를 위해서는 배관시설, 탱크시설, 펌프 등이 반드시 필요하나 사용되는 배관 및 탱크시설의 종류는 건축물의 설계에 따라

변할 수 있다

- 송배수시설 -
  · 배관 : 배수관, 송수관, 상수도관
  · 탱크 : 배수탱크, 고가탱크,
  · 펌프 : 송수펌프, 배수펌프

송배수시설에 대한 최소한의 설치기준은 상기에 명시된 배관, 탱크, 펌프시설에 대하여 각각 하나 이상의 설비를 갖추어야 하며, 중수도의 사용수량에 대하여는 법적인 근거에 의거하여 사용량이 결정됨을 고려하여 중수의 사용수량을 검토하기 위한 유량계는 반드시 설치되어야 한다.

4.2 중수도 시설 관리기준

중수도 시설의 원활한 기능유지는 중수도 시설이 그 기능을 제대로 발휘하여 사용하고자 하는 용도에 적합한 중수를 안정적으로 공급할 수 있도록 하기 위하여 매우 중요하며, 중수도 시설의 기능유지를 위해서는 적절한 유지관리방안이 필요하다.

일반적으로 유지관리방안이라 하면 상기에 언급한 바와 같이 운영자가 시설의 기능유지를 위하여 준수하여야 할 사항을 의미하나 경우에 따라 감독관청에서 지도·감독시 필요한 관리기준도 포함이 된다. 그러나 중수도의 사용은 물절약 및 사용된 물의 방류로 인한 수질오염을 방지하기 위하여 실시하는 것으로 규제에 의하기 보다는 대중의 자발적인 참여에 의하여 더욱 확대될 수 있을 것으로 판단된다. 따라서 중수처리시설에 대한 감독관청의 지도 감독은 중수처리시설 설치업체가 느끼는 부담을 최소화하는 정도로 이루어져야 하며 이를 위해서는 지도 감독시 중수도 사용량에 대한 점검만을 실시하는 것이 바람직하

다. 중수도는 사용자의 필요에 의해 사용자가 직접 생산하는 것으로 시설관리 및 수질관리는 사용자가 알아서 하되 중수사용량은 법에 명시된 사항이므로 사용량에 대하여는 해당 관청에서 점검하는 것이 타당하다. 따라서 본 연구에서는 유지관리방안으로 중수도 시설의 운영자가 준수하여야 할 사항에 대하여 언급하기로 한다.

4.2.1 운전관리

(1) 처리시설

중수처리시설은 4.1절에서 살펴본 바와 같이 오·폐수처리시설과 유사하여 본 연구에서는 기존의 중수처리시설 관련 유지관리방안 이외에 오·폐수처리시설의 유지관리방안을 고찰하였으며, 이 밖에 현재 운영중인 중수처리시설에서 사용중인 관리방안(부록 3) 등을 토대로 중수처리시설의 관리방안을 제시하였다.

1) 유지관리방안 고찰

□ 폐수처리시설상의 유지관리방안[24)]

① 폐수관로

관로는 폐수가 원활히 유하되도록 정기적으로 청소하는 등 유지관리에 각별한 신경을 써야 하며, 유지관리시 점검사항은 다음과 같다.

- 침전물에 의한 관로의 폐색 및 그 깊이
- 맨홀 우수받이의 뚜껑, 연석의 도난, 파손 등
- 폐수관로에의 배수관 등의 무허가 연결과 용지 및 공작물의 불법사용
- 관로의 손상정도 및 위치

24) 환경부, 폐수종말처리시설의 설계, 1995

- 위험 가스발생

② 스크린

- 조목스크린 : 정기적으로 협잡물 제거
- 세목스크린 : 연속적 혹은 간헐적으로 협잡물을 제거

③ 침사지

- 침사지에서는 유입된 폐수 중 그리트 등 무기성 고형물이 제거되므로 다량의 그리트가 조 바닥에 쌓이게 되며 침적된 그리트를 간헐적 혹은 정기적으로 제거해야 한다.
- 일일점검사항 : 침사지 청소상태
- 정기점검사항 : 그리트 제거기 작동상태 등

④ 유량조정조

- 일일점검사항 : 브로워 및 산기관의 이상유무, 완전혼합여부 점검, 일수위 변화 기록

⑤ 유입펌프장

- 일일점검사항 : 펌프의 가동상태, 유량계의 작동여부 점검 및 유량기록
- 정기점검사항 : 밸브의 작동상태, 수로의 청소상태

⑥ 일차침전지

- 일일점검사항 : 슬러지 발생량 및 인출펌프 점검 및 기록, 슬러지 침강성 점검 및 기록, 스크래퍼 및 밸브 작동상태 등
- 정기정검사항 : 청소상태, 관련기계설비의 점검 등

⑦ 폭기조

- 일일점검사항 : pH, 수온 및 각종 운전인자의 측정 및 기록, 폭기조내 미생물활동 및 변화상태, 폭기조 내 사수부 형성 및 범위, 폭기조내 혼합정도 및 형태, 산기관의 손상정도 점검
- 이상 발생시 조치사항 : 체류시간, 폭기기 침수심 조절, 조내 침전슬러지의 제거 및 폭기조 청소, 폭기기의 점검, 이상 부분의 수리 등

⑧ 이차침전지

- 일일점검사항 : 슬러지 침강성 및 발생량, 인출 및 반송펌프의 점검·기록, 스크래퍼 및 밸브의 작동상태 등
- 정기점검사항 : 침전지 청소상태 등

⑨ 염소소독설비

- 운전점검사항 : 염소확보상태, 펌프의 가동상태
- 일일점검사항 : 이차처리수 및 최종방류수의 수량, 이차처리수와 염소와의 혼합상태, 최종방류수의 잔류염소량, 일일 염소사용량 및 잔류염소량 측정·기록 등
- 정기점검사항 : 청소상태 등

□ 중수도 실무지침서상의 유지관리방안[25)]

① 일 단위 유지관리사항

1일 또는 2일에 1회 정도 작업 실시

- 스크린 청소
- 활성슬러지법에서의 폭기상황, 반송 슬러지량 검사 및 수질시험

② 주 단위 유지관리사항

주 1회 작업 실시

- 조정조의 폭기 및 교반 상황의 점검

25) 중수도 실무지침서 전게서[18)]

- 응집침전의 약품 조정

③ 년 단위 유지관리사항

년 1회 작업 실시

- 여과장치의 여층점검

□ 중수도 시설기준 및 유지관리지침상의 유지관리방안[26)]

① 용수별 수질기준을 정확히 달성하고, 아울러 안전한 이용수량의 확보에 노력한다.

- 유지관리는 일 단위, 주 단위, 월 또는 년 단위로 행한다.
- 전처리시설의 관리로서 스크린 청소, 활성슬러지법에서의 폭기상황, 반송슬러지량의 검사, 수질시험 : 1일 또는 2일에 1회 정도 작업
- 조정조의 폭기 및 교반 상황의 점검, 응집침전의 약품 조정 : 주 1회 작업
- 여과장치의 여층 점검 : 년 1회 내지 수 회 정도 점검
- 유지관리를 용이하게 하기 위하여 관리실태를 일보, 월보용지에 정확히 기록하고 적절한 장소에 보관하여야 한다.
- 운전관리 요원의 배치는 규모, 처리공정의 내용 및 운전관리의 내용에 따라 적절히 배치한다.

② 각 시설의 운전관리는 정기적인 보수점검을 행하고 사고방지를 도모한다.

- 중수처리시설인 급속여과시설, 활성탄흡착시설, 오존처리시설, 염소처리시설, 펌프시설, 배수탱크, 배관시설 → 정기적인 보수점검
- 스크린의 막힘, 염소살균의 약품 부족, 활성탄층의 막힘 → 일반적으로 복구가 용이(정기점검 충실)
- 조정조의 산기관 막힘, 퇴적물의 발생, 영과층의 Mudball 발생, 활성슬러지법의 경우 폭기조 산기관의 막힘, 벌킹 → 복구에 전문기술을 요함(외관

26) 건설부, 중수도 시설기준 및 유지관리지침, 1992

점검과 수질검사로 판단)

2) 유지관리방안 설정

중수처리시설의 유지관리에 관한 기존의 문헌 고찰 결과 폐수처리시설의 유지관리지침은 주로 처리공정별 점검사항이 명시된 반면 중수처리시설의 유지관리지침에는 일 단위, 주 단위, 년 단위의 정기적인 점검사항이 나타나 있는 것을 알 수 있다.

중수처리시설은 여러 가지의 단위공정이 조합되어 이루어지며 각각의 공정은 나름대로의 역할을 수행하여 원수 중에 포함된 오염성분을 제거한다. 이러한 관점에서 볼 때 중수처리방법을 구성하고 있는 각각의 단위공정은 중수처리에 있어서 매우 중요한 의미를 가지고 있으며 중수의 안정적인 확보를 위해서는 단위공정별 유지관리방안이 수립될 필요가 있다.

그러나 중수처리시설의 경우 일반적인 오·폐수처리시설에 비하여 규모가 상대적으로 작으며 관리인원 또한 적다. 따라서 중수처리시설에 대한 유지관리방안으로 일반적인 오·폐수처리시설의 유지관리방안을 준수하되 점검빈도를 낮게 하여 시설을 관리하는 방안을 고려할 수 있다.

실제 운영중인 중수처리시설에 대한 유지관리지침의 내용은 주로 오·폐수처리시설에 대한 유지관리지침을 준용하고 있으나 대부분의 중수처리설비는 자동화시설을 갖추고 있으며 종사인원도 매우 한정적이어서 대규모 오·폐수처리시설에서 준용하고 있는 관리사항을 그대로 지키고 있지는 않다.

따라서 중수처리시설에 대한 관리는 오·폐수처리시설의 관리기준(수질환경보전법, 오수·분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률 등)을 준수하도록 하되 일일점검사항을 주 단위 점검사항으로 수정하여 주 1회 또는 2회 점검하고 처

리수질이 급격히 악화되거나 단위공정별 배관 및 펌프 등에 이상이 생기는 경우에는 일일점검하도록 하는 방안을 생각할 수 있다.

이상과 같은 내용을 종합하여 보면 중수도시설 운영자가 준수하여야 할 유지관리방안은 기존의 "중수도 시설기준 및 유지관리지침상의 유지관리방안"을 준용하되 중수도 설비가 다양함을 고려하여 동 유지관리방안에 명시되어 있지 않은 설비 등에 대한 유지관리는 일반적인 오·폐수처리시설의 유지관리방안을 따르도록 함이 타당하다.

중수도시설은 일반적인 오·폐수처리시설과는 다르게 처리수를 타 수계로 방류하는 것이 아니라 건축물내에서 재사용됨을 고려할 때 중수도시설 운영자는 건축물내 각종 시설물의 보호 및 중수 사용과 관련한 이미지 관리를 위하여도 중수처리시설에 대한 적절한 관리방안을 자체적으로 수립할 것으로 예상된다. 비록 중수도시설의 설치에 대한 의무화규정이 공포되더라도 중수도 이용에 대한 업계의 자발적인 참여에 의하여 중수도 이용이 보다 확대될 수 있으며 감독관청에 의한 지나친 지도·감독은 이러한 자발적인 참여를 저해하는 요소로 작용할 가능성이 크다.

따라서 중수처리시설에 대한 유지관리방안은 기존의 유지관리지침 등을 토대로 중수도 운영자에 의하여 자체적으로 수립되도록 하는 것이 바람직하며, 감독관청의 지도·감독시 준거하여야 할 사항은 법에 의거한 중수도 사용수량에 대한 점검과 중수수질기준상에 명시된 수질이 유지되는지의 여부를 검토하도록 하는 것이 바람직하다.

(2) 송배수시설

1) 유지관리방안 고찰

□ 상수도 시설기준상의 유지관리방안[27]

① 송·배수의 전체 계통을 통하여 일관성 있게 깨끗한 정수를 오염으로부터 보호하고 수질의 안전성을 유지해야 함.
② 송·배수펌프의 운전, 송·배수관의 제수밸브 조작 등에 의한 배수조정은 필요한 수량을 적당한 수압으로 안정적으로 급수할 수 있도록 합리적으로 실시.
③ 유량 및 수압측정에 의한 분석으로 누수발생을 사전에 예방.
④ 송·배수시설의 부식방지를 위하여 전식방지, 관의 갱생, 수질개선, 기타 조치를 강구.
⑤ 사고가 일어나지 않도록 평소에 수량관리 및 시설 점검·정비를 확실히 수행하고, 만일 사고가 발생해도 신속하게 발견, 복구할 수 있는 대책 강구.
⑥ 송·배수관은 일반적으로 공공도로에 매설되어 있으므로 상수도 분야 관계자 외 도로관리자, 경찰서, 소방서, 기타 매설물 관계기관 등의 관계자와 충분히 연락하고 협력체제 구축.

□ 중수도 시설기준 및 유지관리지침상의 유지관리방안

① 급수시설은 사용자 부담으로 설치되어 소유권이 사용자에게 있고, 관리책임자도 사용자이므로 유지관리는 매우 중요함
- 완벽한 준공도 구비 : 보수점검이나 개수 및 증설 대비
- 보수 및 증설을 한 후 준공도에 변경내용을 수정해서 기록 유지

② 배수펌프의 운전, 배수관의 제수밸브 조작, 배수지, 배수탑, 고가탱크, 배수관, 배수펌프 등 시설에 대한 점검 및 보수를 충실히 수행

27) 환경부, 상수도시설기준(유지관리편) 최종보고서, 1998

- 배수지 관리
  - 외부로부터의 오염방지, 누수방지, 청소, 수위계, 유량계, 밸브류 등의 점검과 정비 및 배수지의 수위, 배수유량의 측정이 필요
- 배수관 관리
  - 배수관 평면도, 상세도 및 필요에 따라 종단면도, 주요한 부대설비의 구조도 등을 정비해서 보존
  - 배수를 원활하게 하기 위해 적정한 수량 배분과 수압의 균등화를 도모하고, 시설을 합리적이고 경제적으로 운용할 수 있도록 배수조정
  - 사고예방을 위해 정기점검을 하고, 폭풍우 등의 재해 직후 관로 및 주요 시설을 점검
  - 배수관에 부착한 녹, 스케일 등으로 인해 통수능력이 감소한 경우 조건에 따라 관을 청소
- 배수펌프의 관리
  - 배수펌프의 운전, 조작, 점검, 정비, 수리 등의 기준 및 보안에 관한 규칙을 작성하여 담당자 전원이 어떠한 경우에도 적절한 조치를 취할 수 있게 함.
  - 펌프의 운전에 필요한 관로의 수압, 수량, 수위 등의 지시계는 감시원이 쉽게 볼 수 있는 장소에 설치
  - 펌프관리대장을 구비하여 점검기록이나 수리기록 등을 기입하여 고장을 미연에 방지

2) 유지관리방안 설정

처리된 중수를 용도별로 적절히 사용한다는 관점에서 중수도 시설 중의 송배수시설은 기존의 상수도시설기준상에 명시된 관리기준에 준하도록 하는 것이 타당할 것이다. 그러나 상수도시설기준에는 취수시설, 정수시설 등과 같이 건축물 외부의 각종 시설 등에 대하여도 상세히 언급하고 있어 전체적인 내용을 준

용하기는 어려우며 송배수시설의 관리와 관련된 배수지, 배수탑, 고가수조, 펌프장, 송배수관 등에 대한 유지관리방안을 준용하는 것이 바람직할 것이다.

4.2.2 수질관리

수질관리는 중수 사용상의 안정성 확보를 위하여 매우 중요한 요소로서 상시 유지관리가 되어야 한다. 현재 중수도를 사용하고 있는 각종 건축물에서는 수도법상에 명시된 중수도의 수질기준에 준하여 중수처리는 물론 수질관리를 실시하고 있다. 건축물에 따라 기존의 중수도 수질기준보다 더욱 처리가 강화된 용수를 사용하는 경우도 있으나 기본적으로 처리수의 수질이 중수수질기준 이내로 유지되는 경우에는 별다른 문제점이 없는 것으로 간주하고 있다.

수질관리를 위해서는 관리대상 수질항목을 설정하여야 하는데 이미 중수의 용도별 수질기준이 설정되어 있어 이에 대하여 수질관리를 하는 것을 원칙으로 한다. 수질관리를 하기 위한 검사시기 및 검사방법은 현행 중수도 시설기준 및 유지관리방안을 준용해도 무방할 것으로 판단되며 이와 관련된 내용은 다음과 같다.

① 수질검사는 원수의 현황, 용수 및 용수별 수질기준에 따라 동일한 검사항목, 검사회수 및 검사장소를 설정하여야 한다.

- 정기수질 검사
  - 정기적인 관측지점으로서 1개소 이상의 장소를 설치해서 수질목표에 언급된 수질항목 전체에 대하여 원칙적으로 1개월에 1회 검사
  - 정기관측지점 이외의 급수설비 말단부분에 대해서도 동일하게 검사
  - 목표수질항목 외에 수온, 염소이온농도, 부유물질량, 전기전도도 등에 대하여 병행해서 검사하고, 슬라임을 억제하기 위해 잔류염소에 대해서도 필요에 따라 실시
  - 색, 냄새, 탁도 등은 육안검사를 매일 실시

- 임시 수질검사
  - 원수의 수질이 현저하게 악화된 경우
  - 중수처리시설의 기능이 저하된 경우
  - 급수되는 중수가 수질목표에 적합하지 않은 경우
  - 상기의 검사는 수질이 악화될 것으로 예상되는 장소에서 채수한 시료에 대해 검사하고 검사항목은 상황에 따라 적절히 선정해서 실시

② 수질검사방법은 수질오염공정시험방법에 준하고 검사결과 기록 및 보존
- 수질검사결과는 일상의 유지관리, 시설의 개선 등에 활용될 수 있도록 3년 이상 보존하는 것이 바람직하다.

5. 중수도의 용도별 적정 수질기준 설정

본 장에서는 중수도 이용자의 위생측면을 고려하여 용도별 중수의 수질기준을 논의하고자 한다. 한번 사용한 물을 재사용하기 위해서는 적절한 처리가 필요하며 처리의 적정성 여부를 판단하기 위한 지표로서 중수의 수질기준 마련이 필요하다. 우리나라의 경우 용도별 중수의 수질기준이 수도법 시행규칙에 명시되어 있는데, 중수도 이용이 의무화되고 있는 현 시점에서는 기 설정된 중수수질기준에 대한 적합성 여부를 검토하고 필요시 이에 대한 개선이 필요하다고 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 우리나라의 중수수질기준설정 관련 사유 및 외국에서의 중수수질기준에 대한 고찰을 실시하고 이들의 비교 결과 및 중수처리시설의 처리효율 등을 토대로 하여 적절한 중수의 수질기준을 제시하고자 한다.

5.1 중수의 수질기준 및 수질항목 설정 배경

중수도는 한번 사용한 물을 처리하여 상수공급을 대체할 목적으로 사용하나 그 용도가 화장실세정수, 청소용수 등과 같은 잡용수이므로 상수와 같은 양질의 수질을 필요로 하지는 않으며 다만 용도별로 적정한 처리수질을 유지하는 것이 중요하다. 우리나라의 '중수도 시설기준 및 유지관리지침'(건설부, 1992)에서는 중수도이용을 추진하는 경우 가장 중요한 과제 중 하나로서 수질기준설정을 제시하고 있는데, 이는 수질기준의 설정 및 설정항목에 의해서 중수처리시설의 규모가 결정될 뿐만 아니라 시스템 전체의 경제성에 영향을 미치기 때문으로 명시하고 있다.

또한 이 지침에서는 중수를 수세식변소, 살수 및 조경용수로 이용할 때 안정된 중수의 수질을 유지하는 것 이외에 준수하여야 할 요건으로 인체에 대한 위생면에서 문제가 없을 것, 시설기계에 대한 부식, 막힘 등 기능상 장해가 생기

지 않을 것 또는 이용자에게 불쾌감을 주지 않고 물로서의 심미성을 유지할 것 등을 제시하고 있다. 이상과 같은 요건 중 인체에 대한 위생면의 문제는 타 문제보다 신중히 고려되어야 할 사항으로서 동 사항에 관계되는 항목이 수질항목으로 설정되었으며 이에 대하여 적정한 수질기준이 설정되었다. 우리나라의 '중수도 시설기준 및 유지관리지침'과 일본 하수도협회의 '하수처리수 순환이용 기술지침'에서는 수질항목과 수질기준의 설정 사유를 다음과 같이 제시하고 있다[28)29)].

(1) 대장균군수

대장균군수와 일반세균수는 위생적 관점에서 물의 안정성을 평가하는 데에 널리 쓰이는 지표이며, 소화기계 병원균에 의한 오염 가능성을 판단하거나, 분뇨에 의한 오염을 판단하는 데 매우 유효한 수단이므로 대장균군수를 지표로 선정하였다. 중수의 이용형태는 이용조건에 따라 다르지만, 크게 관로에 의해 공급되어 인체와의 접촉 정도가 적은 것과 옥외에 장치가 설치되어 인체와의 접촉에 유의하여야 할 필요가 있는 것으로 구분된다. 살수용수와 조경용수의 경우 불특정 다수인이 이용할 기회가 클 것으로 예상되므로 보다 엄격한 기준을 정하는 것이 바람직하다. 따라서 수세식 변소용수의 기준을「10개/㎖이하」로 상수용수와 조경용수에 대하여는「검출되지 않을 것」으로 정한다.

(2) 잔류염소

잔류염소는 중수처리시설에 있어서 염소처리효과의 정도를 가리킴과 동시에 중수가 위생적인지의 여부를 나타내는 지표이다. 인체에 접촉이 많을 것으로 예상되는 살수용수의 경우에는 대장균 및 일반세균의 번식을 억제하기 위하여 중수 중에 잔류염소의 농도가 일정 농도 이상 확보되어야 하며, 조경용수에 대하여는 식재에 영향을 줄 우려가 있으므로 잔류염소의 과다한 농도 유지는 필요치 않으며 다만 위생적 조치로서 염소처리에 오존처리를 병용하는 것이 바람

28) 건설부, 중수도 시설기준 및 유지관리지침, 1992
29) 일본 하수도협회, 하수처리수 순환이용 기술지침(안), 1982

직하다. 수세식 변소용의 경우에는 이용설비 내에 체류하는 시간이 그다지 길지 않으므로 잔류염소가 존재하는지 확인하는 정도면 충분하다. 이상과 같은 내용을 토대로 살수용수의 경우에는 잔류염소의 기준치는「0.2㎎/ℓ」이상이 되도록 하며 수세식변소용수의 경우에는「검출될 것」으로 정한다. 조경용수에 대하여는 잔류염소의 존재가 바람직하지 않아 기준을 설정하지 않았다.

(3) 외관

외관은 이용자의 불쾌감을 반영하는 항목으로 외관을 좌우하는 요인으로서는 재생수의 색상, 혼탁, 거품 등이 있다. 그러나 색상이나 혼탁에 대한 이용자의 불쾌감이나 심미성에 관한 감각의 정도는 지역이나 연대 및 성별에 의해 다를 수도 있어 외관에 대하여 「쾌」 또는「불쾌」감에 대한 정량적인 기준치를 정하는 것은 곤란하다. 따라서 외관에 대한 기준은 정성적으로 설정하되 수세식변소용수, 상수용수, 조경용수 등에 대한 기준은「이용자가 불쾌함을 느끼지 아니할 것」으로 정한다.

(4) 탁도

탁도는 미생물의 파편 및 유기성 콜로이드에 의하여 중수의 심미성, 시설기계의 막힘 및 기능에 영향을 준다. 중수에 포함된 탁도 유발물질은 중수처리시설 중 오존처리시설에서의 에젝터나 수세식변기에서의 볼탭부의 막힘과 같은 기기의 폐쇄 등 기능장해를 일으킨다. 탁도는 모래여과 처리에 의하여 제거가 가능하며 용도별 수질기준은 수세식변소용수, 상수용수, 조경용수 등에 대하여 모두「5도를 넘지 않을 것」으로 규정하였다.

(5) BOD

BOD는 중수중의 유기성 성분에 관한 지표이며 하수처리에서의 처리효과를 나타내기 위해서는 범용성이 있는 항목이다. BOD가 적정하게 유지관리되고 있는 하수처리장의 처리수인 경우 2차처리수를 재이용하여도 시설기기에 대한 기

능상의 장해는 발생하지 않는다. 그러나 중수의 심미성 등을 고려하여 수질기준은 수세식변소용수, 상수용수, 조경용수 등에 대하여 모두「10㎎/ℓ를 넘지 아니할 것」으로 설정하였다.

(6) 냄새

악취는 이용자에게 불쾌감을 주는 지표이나, 물에서 발생하는 냄새의 측정법이 아직 확립되어 있지 않고 또 인간이 느끼는 냄새는 여러 가지 악취성분의 총체이기 때문에 정량적인 파악은 곤란하다. 따라서 냄새에 대한 기준은 수세식변소용수, 상수용수, 조경용수 등에 대하여 모두「불쾌하지 않을 것」으로 설정하였다.

(7) pH

pH는 배관, 펌프, 밸브 등에 대한 부식, 스케일 등의 발생에 의한 기능장해에 관계되는 지표이다. 중수의 pH가 낮아지는 경우 배관 내에 부식이 일어나며, 반대로 pH가 높아져 알칼리 상태가 되는 경우 배관 내에 스케일이 형성된다. 따라서 수질기준은 수세식변소용수, 상수용수, 조경용수 등에 대하여 모두「5.8이상～8.5이하일 것」으로 설정하였다.

5.2 국내외 중수도의 수질기준 고찰

본 장에서는 우리나라의 중수도 수질기준과 우리나라와 유사한 형태로 중수를 사용하고 있는 일본의 중수도 수질기준을 비교 분석하였으며 세부적인 내용은 다음과 같다.

5.2.1 우리나라의 중수도 수질기준

우리나라에서는 5.1절에서 살펴본 바와 같은 사유를 토대로 중수의 용도별 수질기준을 다음의 <표 5-1>과 같이 설정하였다[30].

<표 5-1> 중수도의 용도별 수질기준

구 분	수세식변소용수	살수용수	조경용수
대장균군수	1㎖당 10개를 넘지 않을 것	검출되지 아니할 것	검출되지 아니할 것
잔류염소 (결합)	검출될 것	0.2㎖/ℓ 이상일 것	-
외관	이용자가 불쾌감을 느끼지 아니할 것	이용자가 불쾌감을 느끼지 아니할 것	이용자가 불쾌감을 느끼지 아니할 것
탁도	5도를 넘지 않을 것	5도를 넘지 않을 것	5도를 넘지 않을 것
생물학적 산소요구량 (BOD)	10㎖/ℓ를 넘지 않을 것	10㎖/ℓ를 넘지 않을 것	10㎖/ℓ를 넘지 않을 것
냄새	불쾌한 냄새가 나지 않을 것	불쾌한 냄새가 나지 않을 것	불쾌한 냄새가 나지 않을 것
pH	5.8~8.5	5.8~8.5	5.8~8.5

비고: 1. "살수용수"는 도로청소작업, 건설공사 등을 하는 경우에 뿌리는 물로 이용되는 중수도를 말한다.
2. "조경용수"는 주택단지 등의 인공연못, 인공폭포, 인공하천 및 분수 등에 이용되는 중수도를 말한다.
3. 공업용으로 쓰는 중수도에 대해서는 수질기준을 적용하지 않는다.

5.2.2 일본의 중수도 수질기준

일본의 중수도 수질기준은 중수가 상대적으로 많이 사용되고 있는 수세식변소용수, 살수용수, 세차용수, 청소용수, 냉각수, 조경용수 등에 대하여 설정되어 있으며 건설성, 후생성, 동경도를 비롯한 정부, 지자체는 물론 일본공업용수협회, 일본하수도협회와 같은 민간단체에서도 중수도의 수질기준을 제시하고 있다.

본 연구에서는 우리나라의 용도별 중수의 수질기준과 해당 용도에 대한 일본의 중수 수질기준을 비교하였으며 추가로 세차 및 청소용수의 수질기준도 검토하였다.

30) 중수도 시설기준 및 유지관리지침 전게서[20)]

<표 5-2> 화장실 세정수의 중수수질기준

기준 / 항목	1. 우리나라	일 본								종 합
		2.제Ⅰ류 수질기준	3.제2차 잠정목표 수질	4.수질 목표	5.잡용수기준-건설성	6.잡용수기준-후생성	7.잡용수기준-동경도	8.	9.	
외관	이용자가 불쾌감을 느끼지 아니할 것	-	-	-	불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것	-	-	불쾌감을 주지 않을 것
탁도(도)	5이하	5이하	30이하	20이하	-	-	-	20이하	15이하	5~30이하
색도(도)	-	10이하	불쾌색 없음	30이하[1]	-	-	-	-	30이하	10~30 이하
경도 (㎎/ℓ)	-	-	-	-	-	-	-	-	500이하	500이하
냄새	불쾌한 냄새가 나지 않을 것	불쾌한 냄새가 나지 않음	불쾌취 없음	불쾌감을 주지 않음	불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것	특히, 냄새가 없을 것	불쾌한 냄새 없을 것	불쾌한 냄새 없을 것
pH	5.8~8.5	5.8~8.6	5.8~8.6	5.8~8.6	5.8~8.6	5.8~8.6	5.8~8.6	5.8~8.6	5.8~8.6	5.8~8.6
대장균군수(개/㎖)	10이하	검출되지 않을 것	-	-	10이하	10이하	10이하	300	1㎎/ℓ 이하	10~300 이하
일반 세균군 (개/㎖)	-	100이하	-	-	-	-	-	-	-	
증발 잔류물 (㎎/ℓ)	-	500이하	-	-	-	-	-	500[3]	1,000이하	500~1,000 이하
부유물 (㎎/ℓ)	-	5이하	30이하	-	-	-	-	거의 함유하지 않을 것	-	5~30 이하
결합잔류염소 (ppm)	검출될 것	0.2이상	0.4이상	-	유지할 수 있도록 소독	유지할 수 있도록 할 것	유지할 수 있도록 할 것	1.0	0.2이상	0~1.0 이상
염소이온 (ppm)	-	-	-	-	-	-	-	-	400이하	400이하
인산이온 (ppm)	-	0.5이하	-	-	-	-	-	-	-	0.5이하
암모니아성질소 (ppm)	-	-	-	-	-	-	-	20이하	-	20이하
철 (ppm)	-	-	-	-[2]	-	-	-	-	0.5이하	0.5이하
망간 (ppm)	-	-	-	-[2]	-	-	-	-	0.5이하	0.5이하
과망간산칼륨 소모량 (ppm)	-	-	-	60이하	-	-	-	-	40이하	40~60 이하
ABS (ppm)	-	1.0이하	장해를 발생하지 않을 정도의 발색	-	-	-	-	10이하	1.0이하	1.0~10 이하
MBAS (ppm)	-	-	-	1이하	-	-	-	-	-	1이하
COD (ppm)	-	20이하	-	-	30이하	-	-	-	-	20~30 이하
BOD (ppm)	10이하	10이하	-	-	20이하	-	-	-	-	10~20 이하

자료: 1. 건설부, 중수도 시설기준 및 유지관리지침서(안), 1992 (용도: 수세식변소용수)
2. 제 I 류 수질기준 (용도 : 화장실, 살수, 세차, 小川, 연못, 소화용수 등)
3. 재생수배수조에 있어서의 수질 (용도 : 수세화장실)
4. (용도 : 수세변소)
5. 日本, 建設省 住指發 제91호, 배수처리 성능기준, 1981 (용도 : 수세식 화장실 용수)
6. 재이용수를 원수로 하는 잡용수도에 대한 수세화장실용수의 잠정수질기준설정에 대해서, 환경위생국장, 1981 (용도: 수세식 화장실 세정용수)
7. 잡용수 이용시설의 구조유지관리 등에 관계된 지도요령, 1984 (용도: 수세식 화장실 세정용수)
8. 近畿地建, 주택단지에 관한 물 고도이용조사, 1972 (용도 : 수세식 화장실 세정용수로만 사용할 경우)
9. 중수도의 용도별 요구수질안, "중수도조사보고서", 일본하천협회, 1973 (화장실용수)

주) 1) 칼라변기 등의 고려에 의해 40도까지는 허용할 수 있다.
2) 철+망간 : 0.5ppm 이하
3) 다른 항목이 만족되면 2배까지 허용

<표 5-3> 조경용수의 중수수질기준

기준 / 항목	1. 우리나라	일 본			종 합
		2. 제 I 류 수질기준	3. 수질목표	4. 잡용수기준-건설성	
외관	이용자가 불쾌감을 느끼지 아니할 것	-	-	불쾌하지 않을 것	불쾌감을 주지 않을 것
탁도 (도)	5이하	5이하	20이하	10이하	5~20이하
색도 (도)	-	10이하	30이하	-	10~30이하
냄새	불쾌한 냄새가 나지 않을 것	불쾌한 냄새가 나지 않음	불쾌감을 주지 않음	불쾌하지 않을 것	불쾌한 냄새 없을 것
pH	5.8~8.5	5.8~8.6	5.8~8.6	5.8~8.6	5.8~8.6
대장균군수 (개/㎖)	검출되지 아니할 것	검출되지 않을 것	-	검출되지 않을 것	검출되지 않을 것
일반세균군 (개/㎖)	-	100이하	-	-	100이하
증발잔류물 (㎎/ℓ)	-	500이하	800이하	-	500~800이하
부유물 (㎎/ℓ)	-	5이하	-	-	5이하
결합잔류염소 (ppm)	-	0.2이상	-	-	0.2이상
인산이온 (ppm)	-	0.5이하	-	-	0.5이하
철 (ppm)	-	-	-[1)]	-	철+망간 : 0.5이하
망간 (ppm)	-	-	-[1)]	-	
과망간산칼륨 소모량 (ppm)	-	-	60이하	-	60이하
ABS (ppm)	-	1.0이하	-	-	1.0이하
MBAS (ppm)	-	-	1이하	-	1이하
COD (ppm)	-	20이하	-	-	20이하
BOD (ppm)	10이하	10이하	8이하[2)]	10이하	8~10이하

자료 : 1. 건설부, 중수도 시설기준 및 유지관리지침서(안), 1992 (용도 : 조경용수)
2. 제 I 류 수질기준 (용도 : 화장실, 살수, 세차, 小川, 연못, 소화용수 등)
3. (용도 : 연못·분수)
4. 하수처리수 순환이용 기술지침(안), 1981 (용도 : 조경용수)

주) 1) BOD는 상시 DO를 유지할 수 있는 조치가 강구되어 있다면 그 이상이라도 지장 없다.

<표 5-4> 살수용수의 중수수질기준

기준 / 항목	1. 우리나라	일 본					종 합
		2. 제 I 류 수질기준	3. 제2차 잠정목표수질	4. 수질 목표	5. 잡용수기준-건설성	6.	
외관	이용자가 불쾌감을 느끼지 아니할 것	-	-	-	불쾌하지 않을 것	-	불쾌감을 주지 않을 것
탁도 (도)	5이하	5이하	30이하	10이하	-	15이하	5~30이하
색도 (도)	-	10이하	불쾌색 없음	30이하	-	30이하	10~30이하
경도 (㎎/ℓ)	-	-	-	-	-	500이하	500이하
냄새	불쾌한 냄새가 나지 않을 것	불쾌한 냄새가 나지 않음	불쾌취 없음	불쾌감을 주지 않음	불쾌하지 않을 것	불쾌한 냄새 없을 것	불쾌한 냄새 없을 것
pH	5.8~8.5	5.8~8.6	5.8~8.6	5.8~8.6	5.8~8.6	5.8~8.6	5.8~8.6
대장균군수 (개/㎖)	검출되지 아니할 것	검출되지 않을 것	-	-	검출되지 않을 것	1㎎/ℓ이하	1㎎/ℓ이하
일반세균군 (개/㎖)	-	100이하	-	-	-	-	100이하
증발잔류물 (㎎/ℓ)	-	500이하	-	-	-	1,000이하	500~1,000 이하
부유물(㎎/ℓ)	-	5이하	30이하	-	-	-	5~30이하
결합잔류염소 (ppm)	0.2이상	0.2이상	0.4이상	-	0.4이상	0.2이상	0.2~0.4이상
염소이온 (ppm)	-	-	-	-	-	400이하	400이하
인산이온 (ppm)	-	0.5이하	-	-	-	-	0.5이하
철 (ppm)	-	-	-	-[1)]	-	0.5이하	0.5이하
망간 (ppm)	-	-	-	-[1)]	-	0.5이하	0.5이하
과망간산칼륨 소모량 (ppm)	-	-	-	60이하	-	40이하	40~60이하
ABS (ppm)	-	1.0이하	장해를 발생하지 않을 정도의 발색	-	-	1.0이하	1.0이하
MBAS (ppm)	-	-	-	1이하	-	-	1이하
COD (ppm)	-	20이하	-	-	-	-	20이하
BOD (ppm)	10이하	10이하	-	-	-	-	10이하

자료 : 1. 건설부, 중수도 시설기준 및 유지관리지침서(안), 1992(용도 : 살수용수)
2. 제 I 류 수질기준 (용도 : 화장실, 살수, 세차, 小川, 연못, 소화용수 등)
3. 재생수배수조에 있어서의 수질(용도 : 살수)
4. (용도 : 살수)
5. 하수처리수 순환이용 기술지침(안), 1981(용도 : 살수용수)
6. 중수도의 용도별 요구수질안, "중수도조사보고서", 일본하천협회, 1973(살수용수)

주) 1) 철+망간 : 0.5ppm 이하

<표 5-5> 세차·청소용수의 중수수질기준

기준 / 항목	1. 우리나라	일 본			종 합
		2. 제2차잠정 목표수질	3. 수질목표	4.	
탁도 (도)	-	20이하	10이하	15이하	10～20이하
색도 (도)	-	20이하	30이하	20이하	20～30이하
경도 (㎎/ℓ)	-	-	-	300이하	300이하
냄새	-	불쾌취 없음	불쾌감을 주지 않음	불쾌한 냄새 없을 것	불쾌한 냄새 없을 것
pH	-	5.8～8.6	5.8～8.6	5.8～8.6	5.8—8.6
대장균군수 (개/㎖)	-	-	-	1이하	1이하
증발잔류물 (㎎/ℓ)	-	-	500이하	500이하	500이하
부유물 (㎎/ℓ)	-	20이하	-	-	20이하
용해성물질 (ppm)	-	500이하	-	-	500이하
결합잔류염소 (ppm)	-	0.4이상	-	0.2이상	0.2～0.4이상
염소이온 (ppm)	-	-	-	400이하	400이하
암모니아성질소 (ppm)	-	20이하	-	-	20이하
철 (ppm)	-	0.3이하	-[1)]	0.3이하	0.3이하
망간 (ppm)	-	0.3이하	-[1)]	0.3이하	0.3이하
과망간산칼륨소모량 (ppm)	-	-	60이하	40이하	40～60이하
ABS (ppm)	-	장해를 발생하지 않을 정도의 발색	-	1.0이하	1.0이하
MBAS (ppm)	-	-	1이하	-	1이하
BOD	-	20이하	-	-	20이하

자료 : 2. (용도 : 세차, 청소)
3. (용도 : 세차, 청소)
4. 중수도의 용도별 요구수질안, "중수도조사보고서", 일본하천협회, 1973
(용도 : 청소, 세차)

주) 1) 철+망간 : 0.5ppm 이하

우리나라와 일본의 중수도 수질기준을 비교한 결과는 다음과 같다.

1) 화장실 세정수

○ 일본의 건설성, 후생성, 동경도의 화장실용수에 대한 중수수질기준은 항목의 수 및 항목별 수질기준에 있어서 우리나라의 기준과 유사함

○ 그러나 일본 중수도연구회에서는 중수의 사용용도에 따라 중수도를 3가지로 분류하고 있으며 그중 화장실용수는 제1류로 구분하고 있음

○ 일본 중수도연구회의 화장실용수의 중수수질기준은 13가지 항목에 대하여 수질기준을 설정하고 있으며 몇몇 항목에 대한 수질기준은 우리나라의 기준에 비하여 강화된 상태임

○ 중수를 화장실용수로 사용하는 경우 냄새 및 색도에 대한 문제점이 발생하곤 하는데 이를 보완하기 위하여는 우리나라의 화장실용수에 대한 중수수질기준에 일본의 중수도연구회에서 제시하고 있는 것처럼 색도항목과 COD항목을 추가하는 것을 고려할 수 있음. 냄새 및 색도는 주로 오·폐수 중에 포함된 유기물질(용존성 포함)이 제대로 처리되지 않기 때문에 발생하는 경우가 많아 유기물 관련 항목인 COD, 색도 등의 항목에 대한 수질기준을 설정하는 것이 필요할 것으로 판단됨

○ 또한 대장균군수의 경우 검출되지 않도록 강화하는 방안도 고려하여야 함

2) 조경용수

○ 조경용수 또한 일본의 중수도연구회에서는 제1류로 구분하고 있음

○ 조경용수는 토양에 살포되는 점을 고려하여 우리나라의 중수수질기준에 결합잔류염소, 인산이온 등과 같은 항목을 추가하는 방안을 고려하여야 함

3) 살수용수

○ 우리나라의 기준과 일본의 기준에 차이점이 거의 없음

4) 세차・청소용수

○ 우리나라 중수도의 용도별 수질기준에 세차 및 청소용수에 대한 수질기준은 없음

○ 일본의 경우 세차・청소용수에 대한 중수수질기준이 있는데, 항목과 수질기준에 있어서 살수용수 및 조경용수의 기준과 유사함

○ 우리나라의 경우에도 기존의 화장실세정수, 살수용수, 조경용수 등에 대한 중수수질기준을 참고로 수질기준을 설정할 수 있음

이 밖에도 일본에는 냉각용수, 보일러 용수 등을 포함한 업종별, 용도별 공업용수 수질기준이 마련되어 있으나 동 수질기준은 중수도를 이용하는 경우에 대한 기준이라기보다는 공업용수로 사용이 가능토록 요구되는 수질기준의 성격을 띠고 있다. 일반적으로 공장이나 사업장에서 사용되는 보일러용수, 냉각용수, 세정용수 등과 같은 공업용수는 사용용도가 매우 다양하여 수질기준을 획일적으로 설정하는 것이 곤란하다. 따라서 우리나라의 “중수도 시설기준 및 유지관리지침”에 명시된 바와 같이 중수를 공업용수로 사용할 때에는 수질기준을 적용하지 아니하고 다만 이용자의 목적에 따라 용도별로 수질기준을 정하도록 하는 방안이 타당할 것이다.

5.3 중수의 수질기준 설정

5.3.1 수질기준 설정시 고려 사항

중수도를 사용할 때에는 사용 목적에 따라 적정한 수질기준을 설정할 필요가 있으며 수질기준 설정시에는 위생상의 문제점, 이용상의 지장 초래 여부, 이용상의 불쾌감 등과 같은 기본적인 사항에 대하여 검토를 수행하여야 하는데 이에 대한 사유는 다음과 같다.

- 수질기준 설정시 위생상의 문제점 : 주로 병원균에 대한 문제로서 병원균 처리시 사용되는 염소의 잔류농도에 대한 기준 설정시 고려하여야 할 사항이다.
- 이용상의 지장 초래 여부 : 사용기기에 대한 부식, 슬라임, 스케일, 폐색 등과 같은 기능상의 장해와 관련된 사항으로 pH, BOD, 잔류염소 등과 같은 항목에 대한 수질기준 설정시 고려하여야 할 사항이다.
- 이용상의 불쾌감 : 중수도 이용자에게 불쾌감을 주지 않고 중수가 물로서 심미감을 유지할 수 있도록 하기 위한 사항으로 탁도, 색도, 냄새 등과 같은 항목의 기준 설정시 고려하여야 할 사항이다.

이상과 같은 검토사항 이외에도 수질기준 설정시에는 중수도의 기능 및 요건에 대해서도 고려하여야 하는데, 일본의 “중수도편람”에서는 이에 대하여 다음의 <표 5-5>와 같이 명시하고 있다.

<표 5-5> 재생수의 용도별 기능과 기본적 조건[31)]

항목 / 용도		수질 수준	기 능	요건		
				기기, 설비 그 외 대상물에의 영향	공중위생 (인체, 환경)	인간참여
I 류	수세식 변소 용수	저질	· 오물 등을 운반, 배제하는 것	· 장해를 일으키지 않을 것	· 인체에 영향이 거의 없음 · 환경위생상의 배려를 요함	· 청결감(불쾌감, 불쾌한 냄새 등이 없을 것, 이하 동일)을 가질것
	공조 냉각수	저질	· 실내 온도를 냉방 또는 난방에 의해 쾌적한 환경으로 할 것	· 장해를 일으키지 않을 것(재료, 재질, 보수관리 등에서 상당한 정도를 커버하는 것이 가능)	· 특히 관계없음 (기기, 설비에서 커버하는 것이 가능)	· 특히 관계 없음
II 류	자동차 등의 세정 용수	중질	· 차체 등의 더러움을 털어내고 깨끗하게 하는 것	· 녹이 생기지 않도록 할 것 · 색의 광택을 잃지 않을 것 (염류를 다량으로 포함하지 않을것)	· 세차의 경우는 관계 없음 · 사람이 세정하는 경우에는 경피적 영향 및 오음에 특히 유의할 것	· 세차이면 관계 없음 · 사람이 세정하면 청결하면 좋음
	살수 용수	중질	· 청량감을 주는 것 · 화초, 수목에 청량감을 주는 것	· 장해를 일으키지 않을 것 (재료, 재질로 커버하는 것이 가능)	· 특히 주의할 필요가 있음 · 피부접촉, 호흡의 영향이 있음 · 노상살수, 화초, 수목 등 살수에 따라 수질 차이가 있음	· 청결하면 좋음
	청소 용수	중질	· 대상물을 청결하게 할 것	· 장해를 일으키지 않을 것 (자동기기의 경우와 사람이 직접 사용할 경우는 다름)	· 인체 및 그 주변환경에 대해 특히 배려가 필요함	· 자동기기의 경우에는 관계 없음 · 사람이 직접 사용할 경우에는 청결할 것
	연못, 분수	중질	· 레크리에이션 · 관상	· 장해를 일으키지 않을 것 (재료, 재질로 커버하는 것도 가능)	· 피부접촉, 호흡의 영향에 배려가 필요함 · 금붕어 등의 서식이 가능할 것 · 환경위생적 배려가 있어야 함	· 청결할 것

31) 중수도편람 전게서[15)]

5.3.2 수질기준 설정

본 장에서는 우리나라의 중수도 수질기준 설정배경, 국내외 중수도 수질기준 비교 결과, 중수도 수질기준 설정시 고려사항 등을 토대로 기존의 중수도 수질항목과 항목별 수질기준의 타당성에 대한 검토를 수행하였으며 이를 토대로 중수도의 수질기준을 수정하여 제시하였다.

(1) 화장실 세정수

① 색도 : 화장실 세정수의 경우 심미적인 요인이 수질기준 설정시 중요한 사항이며 이에 따라 현행의 중수도 수질기준에는 외관에 대하여 수질기준이 설정되어 있다. 그러나 외관 항목의 경우 정량적인 기준 설정이 어려워 "이용자가 불쾌감을 느끼지 아니할 것"과 같이 정성적으로 기준이 설정되어 있다. 그러나 이와 같은 수질기준은 이용자에 따라 느끼는 불쾌감이나 심미성에 대한 감각의 정도가 다양함을 고려할 때 수질기준에 대한 혼동을 유발시킬 수 있다. 따라서 외관 이외에 심미적인 요인과 관련이 있는 색도 항목을 추가하여 외관에 대한 수질기준을 정량화하는 방안을 고려할 수 있다. 색도 항목을 추가할 경우 색도의 수질기준은 일반적인 중수처리방법 중에 포함된 활성탄여과공정은 물론 응집·침전공정, 생물학적 처리공정 등에서 색도 유발물질이 제거됨을 고려할 때 20 정도로 유비하는 방안이 타당할 것으로 판단된다.

② COD : BOD와 마찬가지로 중수중의 유기물의 성분을 나타내는 지표이나, BOD항목에 비하여 중수중에 포함된 냄새 및 색도를 유발하는 유기물의 측정시 용이하게 사용할 수 있다. COD항목을 추가하는 경우 수질기준은 기존의 BOD항목에 대한 수질기준과의 상관성 및 처리시설의 단위공정 등을 고려할 때 20㎎/ℓ정도가 적당하다.

③ 대장균 군수 : 화장실 세정수의 경우 인체와의 접촉 가능성이 매우 적기는 하나 경우에 따라 이용 기기에서의 체류시간이 길어질 수도 있으며 플러싱 도중 인체에 접촉할 가능성도 배제할 수 없으므로 현행 기준을 “검출되지 아니할 것”으로 수정하는 것이 타당할 것으로 판단된다.

④ 잔류염소 : 대장균군수의 수질기준을 강화하는 경우 소독공정에서 보다 많은 염소가 사용될 것이며 중수 저류조내부에서의 미생물의 번식 등을 예방하기 위하여 염소의 수질기준을 0.2㎎/ℓ이상으로 수정하는 것이 타당하다.

(2) 살수용수

① COD : 살수용수는 사용특성상 인체와의 접촉이 가능하므로 수질기준 설정시 위생상의 문제점 및 이용상의 불쾌감과 관련된 사항을 고려하여야 한다. 현행 살수용수에 대한 중수수질기준에는 대장균군수, 탁도, 냄새 등에 대한 수질기준은 설정되어 있으나 색도에 대한 수질기준은 설정되어 있지 않다. 그러나 살수용수의 경우 심미적인 요인은 그다지 크게 고려할 사항이 아니므로 색도 항목보다는 색도를 비롯하여 냄새 등의 원인이 되는 유기물 성분을 측정할 수 있는 COD항목을 추가하는 것이 타당할 것이다. COD항목을 추가하는 경우 수질기준은 화장실용수와 마찬가지로 20㎎/ℓ이하로 유지하는 것이 바람직하다.

(3) 조경용수

① 인산이온 : 조경용수의 경우 토양으로 살포되기도 하며 경우에 따라 하천 등으로 유출되기도 하므로 인산이온을 수질항목으로 설정하는 방안을 고려할 수 있다. 그러나 인산이온의 경우 일반적인 중수처리공정인 응집·침전에 의해서도 제거가 가능하나 경우에 따라 보다 정교한 수처리방법이

요구되어 처리비용의 상승을 유발할 수도 있다. 따라서 수질기준에 인산이온을 추가하는 방안은 보다 심도 있는 검토가 필요하다. 일본의 경우 인산이온에 대한 수질기준은 상대적으로 수질기준이 엄격한 제1류 수질기준에만 명시되어 있으며 수질기준은 0.5㎎/ℓ이하로 설정되어 있다.

(4) 세차·청소용수

일본의 경우 중수도의 용도 중 세차 및 청소용수가 차지하는 비율이 수세식 변소용수와 살수용수 다음으로 많으며 우리나라의 경우에도 현재 중수가 청소용수로 많이 사용되고 있는 점을 고려할 때 세차 및 청소용수에 대한 수질기준 설정이 필요하다.

세차·청소용수에 대한 수질기준 설정은 5.3.1절에 명시된 중수도의 수질기준 설정시 고려사항 및 기존의 국내외 용도별 중수도 수질기준 등을 토대로 설정하였다.

이상에서는 기존의 용도별 수질기준에 대한 문제점과 개선되어야 할 사항을 비롯하여 세차·청소용수에 대한 수질기준 설정의 필요성 등에 대하여 논의하였으며 논의 내용에 대한 결과는 <표 5-6>과 같다.

<표 5-6> 중수도의 이용용도별 수질기준 설정(안)

구분	수세식변소용수	살수용수	조경용수	세차・청소용수※※
대장균군수	검출되지 아니할 것※	검출되지 아니할 것	검출되지 아니할 것	검출되지 아니할 것
잔류염소 (결합)	0.2㎎/ℓ이상※	0.2㎖/ℓ이상일 것	-	0.2㎎/ℓ이상
외관	이용자가 불쾌감을 느끼지 아니할 것	이용자가 불쾌감을 느끼지 아니할 것	이용자가 불쾌감을 느끼지 아니할 것	이용자가 불쾌감을 느끼지 아니할 것
탁도	5도를 넘지 않을 것	5도를 넘지 않을 것	5도를 넘지 않을 것	5도를 넘지 않을 것
생물학적 산소요구량 (BOD)	10㎖/ℓ를 넘지 않을 것	10㎖/ℓ를 넘지 않을 것	10㎖/ℓ를 넘지 않을 것	10㎖/ℓ를 넘지 않을 것
냄새	불쾌한 냄새가 나지 않을 것	불쾌한 냄새가 나지 않을 것	불쾌한 냄새가 나지 않을 것	불쾌한 냄새가 나지 않을 것
pH	5.8~8.5	5.8~8.5	5.8~8.5	5.8~8.5
색도	20 이하※※	-	-	20 이하
COD	20㎎/ℓ이하※※	20㎎/ℓ이하※※	20㎎/ℓ이하※※	20㎎/ℓ이하
인산이온	-	-	0.5㎎/ℓ이하※※※	-

참고 : ※ : 수정된 사항

※※ : 추가된 사항

※※※ : 추가되어야 하나 보다 심도있는 검토가 필요한 사항

III. 결 론

본 연구에서는 중수도시설의 설치가 의무화됨에 따라 의무화 대상 건축물 및 공장 등에 대하여 재활용하여야 할 중수량 산정을 위한 사용수량 산정방법, 폐수배출량 산정방법을 비롯하여 중수도시설의 설치기준 및 관리방안, 중수의 수질기준 등에 대한 사항을 살펴보았으며 세부적인 내용은 다음과 같다.

□ 사용수량의 산정은 각종 원단위를 참고로 설계자가 산정하되 설계시 중수의 이용을 고려하는 경우 이용되는 중수의 양은 사용수량에서 제외하도록 한다. 공업용수의 경우 제품생산공정 등에서 다량의 용수가 소요될 수 있음을 고려하여 재활용하여야 할 중수량 산정시에는 폐수발생량을 기준으로 중수량을 산정하도록 한다. 사용수량에 포함되는 용수원의 종류로서 생활용수의 경우에는 상수도와 지하수를, 공업용수의 경우에는 상수도, 하천수, 지하수를 포함한다.

□ 중수도시설 설치 의무화 대상 건축물의 판단여부는 건축허가서상의 건축연면적을 기준으로 한다.

□ 폐수배출량의 산정은 수질환경보전법 시행령 [별표1]에 명시된 폐수배출량 산정방법에 준하여 산정하는 것을 원칙으로 하되 위탁처리하는 폐수에 대하여는 폐수배출량 산정시 제외한다.

□ 중수도시설 설치자는 기존의 중수처리시설 및 오·폐수처리시설에서 사용하고 있는 바와 같이 전처리, 주처리, 후처리공정으로 구성되는 처리시설을 기본적으로 설치하여야 하나, 유입되는 원수의 수질 및 오염부하량을 토대로 이상과 같은 처리공정중 일부를 생략할 수도 있다. 그러나 어떠한 경우에도 중수처리시설은 중수수질기준에 만족할 수 있는 중수를 생산할

수 있어야 하며 이러한 경우에 한하여 중수도처리시설로 인정될 수 있다.

□ 중수도의 수질기준은 전반적으로 기존의 기준과 유사하나 수세식화장실용수의 경우 대장균군수와 잔류염소에 대한 기준을 보다 강화할 필요가 있으며 색도 및 COD항목을 추가할 필요가 있다. 조경용수의 경우 기존의 수질기준에 인산이온항목을 추가할 필요가 있으며, 세차·청소용수의 경우에는 기존의 기준과 외국의 중수수질 기준 등을 토대로 설정할 수 있다.

<참 고 문 헌>

건설부, 공업단지 개발편람, 1991

건설부, 공업용수도 중장기계획 수립에 관한 연구, 1994. 6.

건설부, 중수도 기술개발 방안 연구, 1994

건설부, 중수도 시설기준 및 유지관리지침, 1992

건설부, 중수도 실무지침서, 1994

건설교통부, 건축법

건설교통부, 건축법시행령

건축설계포켓북, 技多利

공기조화・냉동・위생공학편람, 사단법인 공기조화・냉동공학회, 1998. 10.

기문봉 등, 산업폐수처리, 동화기술, 1998

동화기술, 중수도편람, 1994

산업폐수처리 전게서 1)- 환경부, 상수도시설기준?

일본 하수도협회, 하수처리수 순환이용 기술지침(안), 1982

환경부, 공장폐수의 발생과 처리, 1998

환경부, 상수도시설기준(유지관리편) 최종보고서, 1998

환경부, 상수도시설기준, 1997. 12.

환경부, 중수도 이용확대를 위한 정책방안 연구, 1999

환경부, 폐수종말처리시설의 설계, 1995

환경부, 폐수배출시설의 분류 및 배출허용기준 적용 체계에 관한 연구, 2000

<부록 1>

건축법시행규칙 [별표2] 〈개정 99·5·11〉

건축허가신청에 필요한 기본설계도서(제6조제1항관련)

도서의 종류	도서의 축척	표시하여야 할 사항
건축계획서	임 의	1. 개요(위치·대지면적등) 2. 지역·지구 및 도시계획사항 3. 건축물의 규모(건축면적·연면적·높이·층수등) 4. 건축물의 용도별 면적 5. 주차장규모 6. 에너지절약계획서(해당건축물에 한한다.)
배 치 도	임 의	1. 축척 및 방위 2, 대지에 접한 도로의 길이 및 너비 3. 대지의 종·횡단면도 4. 건축선 및 대지경계선으로부터 건축물까지의 거리 5. 주차동선 및 옥외주차계획 6. 공개공지 및 조경계획
평 면 도	임 의	1. 1층 및 기준층 평면도 2. 기둥·벽·창문등의 위치 3. 방화구획 및 방화문의 위치 4. 복도 및 계단의 위치 5. 승강기의 위치
입 면 도	임 의	1. 2면이상의 입면계획 2. 외부마감재로
단 면 도	임 의	1. 종·횡 단면도 2. 건축물의 높이, 각층의 높이 및 반자높이

<부록 2>

건축법시행규칙 [별지 제1호서식] 〈개정 2000·7·4〉 (5면중 제1면)

건축허가신청서						허가번호(연도-구분-허가일련번호) □□□□-□□□□-□□□□□
건축구분	※ 해당항목에 ∨를 기재하시기 바랍니다. □신축 □증축 □개축 □재축 □이전 □가설건축물건축 □허가사항변경					
① 건축주	성 명		주민(등록)번호			
	주 소	(전화번호 :)				
② 설계자	성 명	서명 또는 인	면 허 번 호			
	사 무 소 명		등 록 번 호			
	사무소주소	(전화번호 :)				
③ 대지조건	대 지 위 치					
	지 번		관 련 지 번			
	지 목		지 역	/		
	지 구	/	구 역	/		

Ⅰ. 전 체 개 요		건축구분에 관계없이 전체건축물에 대한 개요를 기재합니다.			
대지면적(㎡)		건축면적(㎡)			
건 폐 율(%)		연 면 적(㎡)			
용적률산전용 연 면 적(㎡)		용 적 률(%)			
④건축물명칭		주건축물수	동	부속건축물	동 ㎡
⑤주 용 도		호(가구)수	□ 호 □ 가구	총주차대수	대
주택을 포함하는 경우 호(가구)당 평균전용면적(㎡)					
⑥오수정화시설		형 식		용 량	(인용)

주 차 장	구 분	옥 내	옥 외	인 근	면 제
	자 주 식	대 ㎡	대 ㎡	대 ㎡	대
	기 계 식	대 ㎡	대 ㎡	대 ㎡	

일괄처리 사 항	□공사용가설건축물축조신고	□공작물축조신고	□토지형질변경허가
	□도시계획사업실시계획인가등	□산림형질변경허가등	□사도개설허가
	□농지전용허가등	□도로점용허가	□접도구역내혀가등
	□하천점용허가	□배수설비설치신고	□정화조설치신고등
	□상수도공급신청		
존치기간	년 월 일까지(가설건축물건축허가인 경우에만 기재합니다)		

30304-24561민 210㎜×297㎜
98.12.28 제정승인 (보존용지(2종) 70g/㎡)

건축법 제8조·제10조·제15조제1항 및 건축법시행규칙 제6조의 규정에 의하여 위와 같이 허가를 신청합니다.

년 월 일

건축주 서명 또는 인

특별시장·광역시장·시장·군수·구청장 귀하

구 비 서 류	
신축, 증축, 개축, 재축, 이전, 가설 건축물	1. 건축할 대지의 범위와 그 대지의 소유 또는 그 사용에 관한 권리를 증명하는 서류(분양을 목적으로 하는 공동주택을 건축하는 경우에는 건축할 대지의 범위와 그 대지의 소유에 관한 권리를 증명하는 서류) 1부 2. 별표 2의 기본설계도서(건축계획서, 배치도, 평면도, 입면도, 단면도) 1부 3. 건축법 제8조제5항 각호의 규정에 의한 허가등을 받거나 신고하기 위하여 당해 법령에서 제출하도록 의무화하고 있는 신청서 및 구비서류 각 1부
허가사항변경	변경하고자 하는 부분에 대한 변경전/후 설계도서 1부

허 가 안 내			
제 출 하 는 곳		처 리 부 서	
수 수 료		처 리 기 간	

근 거 법 규	
건축법 제8조제1항	○건축허가를 받아야 하는 사항 • 국토이용관리법에 의하여 지정된 도시지역 및 준도시지역안에서의 건축물의 신축 • 도시지역 및 준도시지역외의 지역에서의 연면적 200제곱미터이상이거나 3층이상인 건축물(증축의 경우 그 증축으로 인하여 당해 건축물의 연면적이 200제곱미터이상이 되거나 3층이상이 되는 경우를 포함한다)의 건축 • 고속국도법에 의한 고속국도의 경계선 및 철도법에 의한 철도의 경계선으로부터 각각 양측100미터이내의 구역 또는 도로법에 의한 일반국도의 경계선으로부터 양측 50미터이내의 구역에서의 건축물의 건축(다만, 고속구도·철도 또는 일반국도로부터 눈에 보이지 아니하는 곳으로서 허가권자가 지정·공고한 구역은 제외) • 지역의 균형적 발전 또는 지역계획등을 위하여 허가권자가 필요하다고 인정하여 지정·공고한 지역에서의 건축물의 건축 ○층수가 21층이상이거나 연면적의 합계가 10만제곱미터이상인 건축물(연면적의 10분의 3이상의 증축으로 인하여 층수가 21층이상으로 되거나 연면적의 합계가 10만제곱미터이상으로 되는 경우의 증축을 포함하되, 공장을 제외함)을 특별시 또는 광역시에 건축하고자 하는 경우에는 특별시장 또는 광역시자의 허가를 받아야 합니다.
건축법 제10조제1항	• 허가받은 사항을 변경하고자 하는 행위
건축법 제15조제1항	• 도시계획시설 또는 그 예정지에 가설건축물을 건축하고자 하는 행위

30304-24652민
98.12.28 제정승인

210㎜×297㎜
(보존용지(2종) 70g/㎡)

Ⅱ. 동 별 개 요			※는 증축의 경우 증가부분만 기재합니다.				
기존건축물 동별개요			구 분		허가신청 동별개요		
□주건축물 □부속건축물			주/부 속 구 분		□주건축물 □부속건축물		
			⑦동명칭및번호				
			주 요 도				
		□ 호 □ 가구	※호수 / 가구수				□ 호 □ 가구
			주 구 조				
			지 붕				
			※건축면적(㎡)				
			※연 면 적(㎡)				
			※용적률산정용 연 면 적 (㎡)				
지하 : 층, 지상 : 층			층 수		지하 : 층, 지상 : 층		
			높 이(m)				
			승 용 승 강 기				
			비 상 용 승 강 기				
Ⅲ-1. 층 별 개 요							
기존건축물 층별개요			구 분		허가신청 층별개요		
⑧구 조	⑨용 도	⑩면적(㎡)	층구분	건축구분	⑪구 조	⑫용 도	⑬면적(㎡)
~~	~~~~~	~~~~~	~~~~	~~~~~	~~~~~	~~~~~	~~~~~

30304-24653민
98.12.28 제정승인

210㎜×297㎜
(보존용지(2종) 70g/㎡)

Ⅲ-1. 층 별 개 요							
동명칭 및 번호 (⑦과 동일하게 기재)							
기존건축물 층별개요			구 분		허가신청 층별개요		
⑧구 조	⑨용 도	⑩면적(㎡)	층구분	건축구분	⑪구 조	⑫용 도	⑬면적(㎡)
~~	~~~~~	~~~~~	~~~~	~~~~	~~~~~	~~~~~	~~~~~

30304-24653민
98.12.28 제정승인

210㎜×297㎜
(보존용지(2종) 70g/㎡)

유 의 사 항	
건 축 법 제79조/제83조	○ 도시계획구역안에서 허가를 받지 아니하고 건축물을 건축하는 경우에는 3년이하의 징역 또는 5천만원이하의 벌금에 처하게 되며, 위반건축물은 위반사항이 시정될 때까지 매년2회씩 이행강제금이 부과됩니다. ○ 도시계획구역 밖에서 허가를 받지 아니하고 건축물을 건축하는 경우에는 2년이하의 징역 또는 1천만원이하의 벌금에 처하게 되며, 위반건축물은 위반사항이 시정될 때까지 매년 2회씩 이행강제금이 부과됩니다.

작 성 방 법

①② : 다수인인 경우에는 ○○○외 ○인으로 기재하며, "외 ○인"의 현황도 제출합니다.
③ : 여러 필지인 경우 지번란에 대표지번을 기재하며, 관련지번란에 대표지번 외의 지번을 기재합니다.
④ : 건축물을 총칭할 수 있는 명칭을 반드시 기재합니다(예 : 쌍둥이빌딩, ○○아파트).
⑤ : 복합용도인 경우에는 주용도 하나만 기재합니다("주상복합"등으로 기재 금지).
⑥ : 여러 형식이 혼용되는 경우 대표형식을 기재(그외의 형식도 제출)하며, 오수정화시설의 용량은 대표형식과 그외의 형식을 합한 용량을 기재합니다.
⑦ : 동명칭 및 번호는 다른 동과 중복되지 아니하도록 명확히 기재합니다 (예:101동, A동등).
⑧~⑬

신축 예) 지하1층에 바닥면적 50㎡의 단독주택(보일러실)과 50㎡의 단독주택(다가구주택)을 철근콘크리트조로, 지상 1층에 바닥면적 100㎡의 단독주택(다가구주택)을 조적조로 신축하고자 하는 경우

기존건축물 층별개요			구 분		허가신청 층별개요		
구 조	용 도	면 적	층구분	건축구분	구 조	용 도	면적
			-1	신 축	철근콘크리트조	단독주택(보일러실)	50
			-1	신 축	철근콘크리트조	단독주택(다가구)	50
			1	신 축	조 적 조	단독주택(다가구)	100

증축 예) 기존건축물(5층)의 각층 바닥면적이 300㎡이고, 철근콘크리트조인 업무시설(사무소)의 1층에 제1종 근린생활시설(잡화점) 100㎡를, 6층에 업무시설(사무소) 150㎡를 조적조로 증축하는 경우

기존건축물 층별개요			구 분		허가신청 층별개요		
구 조	용 도	면 적	층구분	건축구분	구 조	용 도	면적
			1	증 축	철근콘크리트조	제1종 근린생활시설	100
			6	증 축	조 적 조	업무시설	150

30304-24655민
98.12.28 제정승인
210㎜×297㎜
(보존용지(2종) 70g/㎡)

<부록 3> 중수처리시설 운전관리지침 사례

1. LG 강남타워

(1) 침사 스크린조
- 침사조 상부에 부상하여 정체하고 있는 유분 등 부유물을 제거해 준다.
- 침전된 모래 등은 정기적인 청소시 반출한다.
- 협잡물 제거가 제대로 이루어지지 않을 경우 다음 처리공정에서 문제가 발생할 우려가 높고 악취 및 해충발생의 근원지가 되므로 항상 청결하여야 한다.
- 상부에 부상 정체하는 스컴층은 정기적으로 폭기하여 분쇄시켜 준다.

(2) 유량조정조
- 유량조정조에 저장된 원수의 색상과 냄새가 평상시와 유사한지 확인한다.
- 폭기는 정상적으로 이루어지는지 확인한다.
- 유량조정조 펌프의 유량과 압력게이지가 정상상태를 나타내는지 확인한다.
- 유량조정은 1일 유입량을 1/12로 조정 유입운전한다.
- 펌프가 소손되어 작동하지는 않는지 확인하고(과부하 경보) 이상이 발생되었을 경우 점검 및 보수를 요청한다.
- 유량조정조의 센서에는 협잡물이 부착될 우려가 높으므로 2회/월마다 센서를 인양하여 청소하여 준다.

(3) 생물막 여과조(BAF) 및 활성탄여과조(ACF)
- 역세가 자동으로 정상적으로 실시되는지 확인한다.
- 역과조내의 여재가 역세시 역세수와 함께 배출되지 않는지 확인한다.
- 여과조의 수위가 정상인지 확인한다.
- 폭기상태가 정상인지 확인한다.

- 자동역세로 역세효과가 미흡하다고 판단될 경우, 역세수 침전조의 유효용량을 확인하여 수동으로 역세를 실시하며, 역세 AIR는 약 5분 미만으로 하고 역세 펌프의 가동시간은 늘려준다.
- 사이폰관을 통하여 유입수가 배출되는 상태에서도 역세가 이루어지지 않을 경우 레벨 센서의 위치를 확인하여 하향조정한다.
- 자동 역세시 전동밸브가 정확하게 작동되는지 확인한다.
- 자동밸브가 정확히 작동되지 않을 경우는 대부분 전기장치의 릴레이부분에 이상이 있는 경우이므로 예비품을 확보하고 있어야 한다.
- 여과조 내의 여재는 장시간 사용에 따라 그 양이 감소하므로 충진량이 현격하게 감소된 경우 보충 또는 교체하여야 한다.

(4) 역세수조

- 역세수조는 오수의 정체가 될 우려가 많아 역세조 하부에 미세한 슬러지들이 정체하여 침전될 수 있다.
- 역세수조는 최종처리된 오수가 여과탱크의 역세를 위하여 저장되는 곳으로 이곳의 수질이 불량할 경우에는 유량조정조로 처리수를 반송하여 재처리한다.
- 여과탱크 및 역세수조의 상태를 점검하고 흡착조에서 월류되는 처리수의 수질 상태를 투명한 용기에 담아 체크하며, 유량조의 원수상태 및 유입되는 유입수의 상태를 점검하여 원인을 규명하여 조치한다.

(5) 방류조

- 처리수의 수질은 수시로 점검하고 수질이 불량한 경우에는 그 원인을 조사하고 조치한다.
- 평상시에는 육안으로 처리수질 상태를 확인하며 처리수를 투명한 용기에 담아 부유 찌꺼기의 양과 색도와 탁도 등을 육안으로 확인하여 평상시와 상이한지 판단한다.

- 수질이 불량할 경우에는 원인조사를 실시하여야 하며 방법은 처리계통을 거꾸로 추적 점검하는 것이 용이하다.
- 펌프가 자동으로 가동되지 않는 경우 제어반의 선택스위치가 자동상태인지 확인하고 자동상태에서 펌프가 가동되지 않을 경우 방류조의 수위가 작동레벨까지 상승되어 있는지를 확인하며 수위가 작동레벨임에도 불구하고 자동 작동하지 않을 경우에는 레벨 센서를 인양하여 이물질을 제거한다.
- 펌프가 소손되어 작동하지는 않는지 확인하고(과부하 경보) 이상이 발생되었을 경우 점검을 한다.
- 처리수조의 레벨센서 작동상태를 확인한다.

(6) 송풍기(BLOWER)
- 송풍기의 압력게이지를 오전, 오후 2회씩 점검하여 압력이 0.4kg/㎠ 이상으로 가동되는지 확인한다.
- 0.4kg/㎠ 이상으로 가동시 해당부분의 밸브의 개폐상태를 확인하고 폭기상태를 점검한다.
- 밸브의 개폐상태가 정상임에도 불구하고 압력이 0.4kg/㎠ 이하로 낮아지지 않는 경우에는 가동을 중지시키고 정밀점검을 의뢰한다.
- 송풍기의 전격전류를 전기 제어반에 설치된 전류계를 이용하여 확인하고 그 이상으로 가동시에는 가동을 중지시키고 정밀점검을 실시한다.
- 소음이 심하거나 진동이 발생될 경우에는 가동을 중지시키고 정밀점검을 한다.
- 흡입망은 매월 1회 분해하여 청소한다.

(7) 수중펌프(SUB PUMP)
- 양수량이 정상인지 확인하고, 수량이 평소보다 적은 경우에는 밸브 상태를 확인하고, 밸브가 정상일 경우에는 펌프가동시 이상 소음이나 진동이 발생되는지 점검한다.

- 정기적으로 각종 수중 펌프의 절연저항 상태를 점검하여 고장 발생을 미연에 방지한다.
- 펌프 배관에 부착된 압력게이지를 매일 확인하여 압력이 정상인지 확인한다.

2. 대전시청사

(1) 펌프

○ 정기점검항목

매주 점검 항목	매월 점검 항목	년 1회 점검 사항
① 진동 발생 여부 ② 이상소음 발생 여부 ③ 패킹부 누수량 정도 ④ 베어링 온도 ⑤ 장기보관시 주1회 시운전	① 패킹 상태 ② 베어링 구리스(윤활유) 상태 ③ 축심일치 상태 점검 ④ 계기류의 정확도 확인	① 분해 검사 ② 마모 부품 교체 ③ 운전자 교육

○ 윤활

- 윤활유는 규정된 것만 사용할 것.
- 윤활유 교체시마다 베어링을 세척해 줄 것.
- 최초 200시간 운전 후, 그리고 그 후 2000시간 운전시마다 윤활유를 교체할 것.
- 구리스 윤활인 경우 구리스를 수시로 주입하여 온도상승 및 베어링이 소손되지 않도록 유의하고, 오일윤활의 경우 주 1회 유면 높이를 확인해 줄 것.

○ 기록유지/예비품

- 부품 교체시 정확한 사양 및 부품 구입을 위해 펌프사양서(제작시방), 필요조작 지침 설명서, 정기운전 점검표를 비치할 것.

(2) 감속기(교반기)

○ 정기점검항목

매주 점검 항목	매월 점검 항목	년 1회 점검 사항
① 진동 발생 여부 ② 이상소음 발생 여부 ③ 패킹부 누수량 정도 ④ 베어링 온도 ⑤ 장기보관시 주1회 시운전	① 패킹 상태 ② 베어링 구리스(윤활유) 상태 ③ 축심일치 상태 점검	① 분해 검사 ② 마모 부품 교체 ③ 운전자 교육

○ 윤활

- 윤활유는 규정된 것만 사용할 것
- 최초 300시간 운전 후, 그리고 그 후 2,000시간 운전시마다 윤활유를 교체할 것
- 1개월 또는 그 이상 운전하지 않은 경우 다시 시동하려면 2~3분간 무부하로 FLUSHING한 후 OIL을 교환한다.

○ 일상점검

- OIL LEVEL GAUGE의 지시눈금을 확인한다.
- RING GEAR HOUSING의 표면온도가 약 60℃에서 온도변화가 적으면 안정상태. 그러나, 온도가 급격히 상승하면 베어링 등에 윤활 부족이므로 GREASE나 OIL을 즉시 보충한다.
- 감속기 내부에 이상음이 들릴 때는 운전을 정지하고, 분해 및 점검을 한다.
- 윤활유 누유시 손상되거나 마모된 부위를 새것으로 바꾼다.

(3) 주입펌프(FEED PUMP)

- Chemical Feeder Pump는 운전 중에 항상 청결을 유지해야 하고 표면의 도장(Painting)에 Chemical액이 묻지 않도록 한다.

- Chemical Tank에 용액을 다시 채울 때는 탱크밸브(흡입, 토출) 호스에 Chemical 침전물이 남아있지 않도록 완전히 청소한다.
- 물에 용해된 약염산(약 1%)이 Chemical 용액에 혼합되지 않도록 탱크의 청결을 유지한다.

(4) FILTER PRESS

- 펌프내에 슬러지가 달라붙어 BALL의 작동상태가 불량인 경우가 있으니 주기적으로 청소한다.
- 여과포를 필히 세정한다.
- 연결호스에 슬러지가 막히는 경우가 있으므로 정기적으로 연결호스를 세정한다.
- 펌프의 가속기에 GEAR OIL을 점검하고 부족시 보충한다.
- 탈수기를 가동하였을 때, 탈수가 되지 않거나 압력이 형성되지 않으면 BALL에 고형물질이 끼었으니 주의하여 점검한다.
- 펌프의 DIAPHRAGM이 손상된 경우는 탈수기에 펌핑이 되지 않으며 펌프 뒤 케이싱으로 슬러지가 새어나오므로 점검하여야 한다.
- HYD, 실린더의 필요이상의 조작으로 펌프 및 레바, SOLENOID VALVE, CHECK, HOSE UNIT이 손상될 수 있으므로 사용자 이외의 조작을 금하여야 한다.
- 여과판이 파손된 경우 슬러지가 새어나오므로 점검하여 교체해 주어야 한다.

(5) PHIC

○ 유지관리시 주의사항

- 화기나 습기를 피할 것
- 전원 결선시 본 계기의 사양과 맞게 결선되었는지 확인 후 전원을 넣을 것
- 전극을 건조시키지 말 것

○ 보수 점검시 NOIZE에 의한 오차가 발생할 수 있으니 다음 사항에 주의할 것

- 전극을 깨끗이 사용할 것
- 진동 및 충격을 가하지 않도록 유의할 것
- 접촉부의 부식 및 나사의 풀림이 없는지 확인할 것

(6) BLOWER

○ 정기점검 항목

매주 점검항목	매월 점검항목	년 1회 점검사항
① 전류계, 압력계 눈금이상 여부 ② OIL량, 누유 이상 여부 ③ 이상 소음 발생 여부 ④ 각부의 BOLT체결 이상 유무 ⑤ 실내의 공기(온도) 이상 유무	① 흡입 FILTER 상태점검 ② BOLT, OIL COCK 상태점검 ③ BELT의 장력 상태점검 ④ 이상 소음 상태 점검 확인	① 분해 검사 ② 마모부품 교체 ③ 운전자 교육

○ 윤활

- 윤활유는 규정된 것만 사용할 것
- 최초 1개월 운전 후, 그리고 그 후 3개월 운전시마다 윤활유를 교체할 것
- OIL은 OIL GAUGE의 지표대로 적당한 양을 급유하고 OIL LEVEL을 항상 확인하여 부족하면 즉시 보급해 줄 것

3. 인천국제공항 (계획)

○ CMMS(Computerized Maintenance Management System)에 의한 예측, 예방, 보수의 3단계 기법을 사용할 계획

○ 인원계획

- 24시간 가동에 따라 운전원은 3조 1일 3교대로 근무, 시험·운전조작 및 감시담당자는 종일 관리업무에 종사

○ 유지보수계획을 위한 계획점검 관리사항

- 일상점검 (업무일지 및 기기리스트 체크)
- 정기점검 (주간 및 월간 점검 및 보수계획)
- 기타 조사점검 사항 (안전관리 및 주요점검 사항일지)

○ 점검항목

- 배관상태
- 중수의 상태(수질)
- 수위상태
- 유입수문 작동상태
- 냉해 및 홍수에 대한 대책수립
- 각종 기기류 및 계측기류 작동상태