

제 4 장 시설확충계획

- 1.0 확장용량계획
- 2.0 수원 및 취수시설
- 3.0 정수시설
- 4.0 송·배수시설

제 4 장 시설확충계획

1.0 확장용량계획

1.1 기본사항

단계별 용수 과부족량 산정은 장래 급수수요에 대한 적극적인 대처가 가능하고 적절한 시기에 안정된 용수공급계획을 수립하기 위한 기초자료로서 중요하다.

본 절에서는 대전광역시 상수도시설과 관련된 상위계획의 종합적인 검토를 통하여 장래 수요량과의 비교를 통해 단계별 용수 과부족량을 검토하였다.

또한, 시설용량은 실제 공급가능량으로 검토하여 적용하였고, 자체 수원의 무분별한 확장으로 수질오염의 위험도 및 수원의 효율적인 보전관리상 문제 등에 합리적인 대처 및 장래 신규개발을 적극 억제토록 계획하였으며, 기존시설도 과거 운영상황 및 주위여건에 따른 활용도를 고려하여 장래 사용여부를 계획하였다.

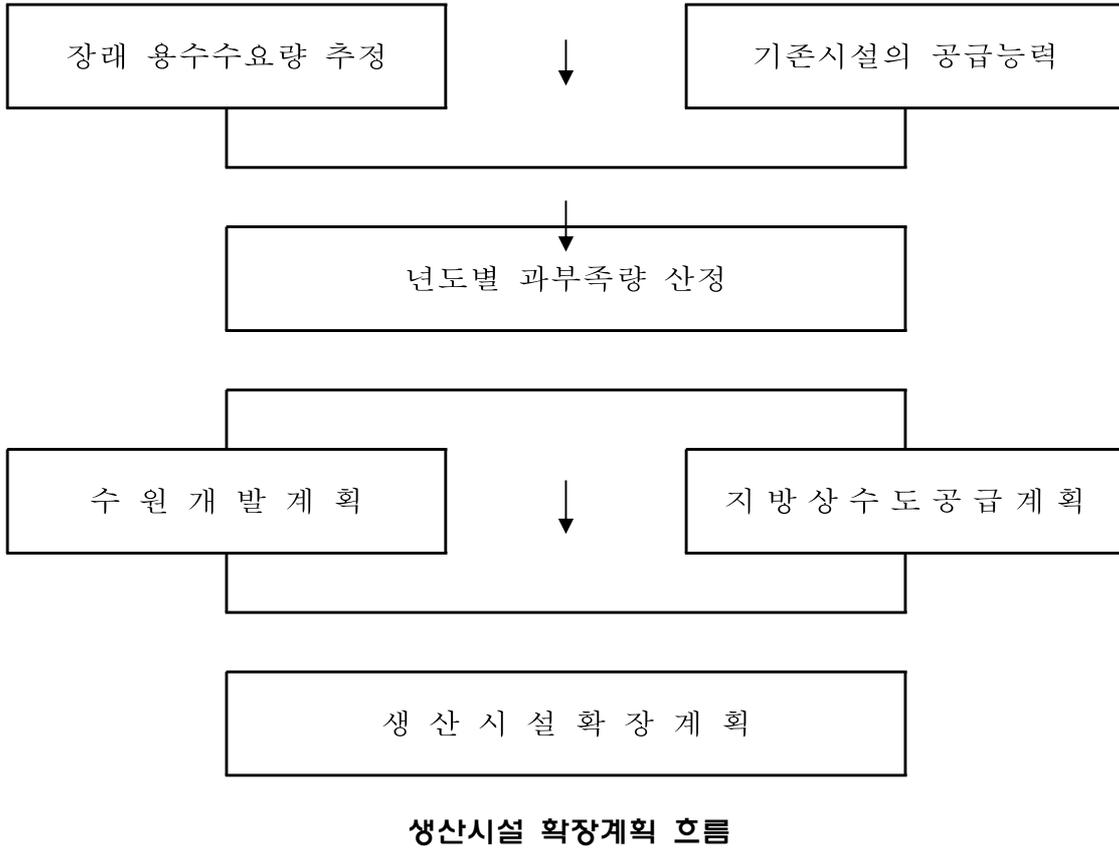
1.2 확장용량 검토

1.2.1 검토방법

현 대전광역시의 자체 생산시설은 총4개 정수장으로 시설용량은 1,350,000m³/일(생활1,260,000m³/일, 공업 90,000m³/일)으로 송촌정수장 300,000m³/일(생활), 회덕정수장 60,000m³/일(생활), 90,000m³/일(공업), 신탄진정수장 300,000m³/일 및 월평정수장 600,000m³/일로, 대전광역시 전역과 계룡시에 용수공급을 하고 있으며, 행정중심복합도시(세종시) 1단계에 75,000m³/일과 청원군 현도지구에 10,000m³/일의 용수공급이 확정되어 있고, 장래 행정중심복합도시(세종시) 2단계 용수공급계획을 가지고 있으며, 천안시 용수공급량도 예비수량으로 확보해 두고 있으나, 장래 수요량 추정 결과 확장은 필요 없을 것으로 판단된다.

“제3장 기본사항의 결정”에서 목표연도별 수요량 추정과 과부족량을 산출하고 이에 따른 단계별 확충계획을 수립하도록 한다.

생산시설 확장용량 검토를 위한 과업의 흐름은 다음 그림과 같다.



1.3.2 용수수요량 및 과부족량 산정

「제3장 기본사항의 결정」에서 추정된 행복도시 1,2단계, 계룡시, 청원군 현도 지구, 예비수량은 천안시 용수공급량을 포함한 대전광역시 장래 용수수요량 추정결과는 목표년도인 2025년에 총 1,122,160m³/일이 소요될 것으로 추정된다. 또한 「제3장 기본사항의 결정」에서 용수공급이 계획된 지역에 용수를 공급할 경우, 대전광역시 용수수급에는 문제가 없는 것으로 산정되었다.

용수과부족량 (일최대)

(단위 : m³/일)

구분		2007년 현재	2008년	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년	2025년	비고		
계획인구 (인)		1,487,836	1,502,007	1,516,182	1,536,980	1,546,350	1,560,650	1,586,440	1,612,230	1,629,790	1,647,462	1,653,074	1,658,686	1,664,298	1,657,850	1,673,236	1,676,562	1,679,888	1,683,214	1,674,480			
보급률 (%)		99.2	99.2	99.3	99.4	99.4	99.5	99.5	99.6	99.6	99.6	99.7	99.7	99.8	99.8	99.8	99.9	99.9	100.0	100.0			
계획급수인구 (인)		1,475,974	1,490,721	1,506,172	1,527,880	1,537,605	1,552,964	1,578,697	1,605,591	1,623,600	1,641,612	1,648,257	1,653,978	1,660,697	1,654,640	1,670,435	1,674,848	1,678,245	1,683,178	1,674,480			
사용량원단위 (ℓpcd)		274	275	276	277	277	277	278	279	280	280	280	281	281	282	283	283	284	284	284	285		
유수율 (%)		86.2	86.5	86.7	87.0	87.4	87.8	88.2	88.6	89.0	89.4	89.8	90.2	90.6	91.0	91.2	91.4	91.6	91.8	92.0			
일평균 급수량원단위 (ℓpcd)		318	318	318	318	318	316	316	315	315	314	313	312	311	311	311	310	311	310	310	310		
침투부하율		1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20		
일최대 급수량원단위 (ℓpcd)		382	382	382	382	381	380	380	378	378	377	376	375	374	373	374	373	373	373	372	373		
용수 수요 량	계	예비수량 포함	623,050	631,030	639,250	672,680	696,510	722,190	753,840	782,830	863,560	896,070	922,620	950,970	977,430	1,000,750	1,030,150	1,053,230	1,078,330	1,101,820	1,122,160		
		예비수량 제외	623,050	631,030	639,250	672,680	696,510	722,190	753,840	782,830	826,360	847,370	862,420	879,270	894,230	906,050	922,230	932,090	943,970	954,240	961,360		
	정수	소계	예비수량 포함	576,050	584,030	592,250	612,780	630,410	649,890	675,340	698,130	772,660	805,170	831,720	860,070	886,530	909,850	939,250	962,330	987,430	1,010,920	1,031,260	
			예비수량 제외	576,050	584,030	592,250	612,780	630,410	649,890	675,340	698,130	735,460	756,470	771,520	788,370	803,330	815,150	831,330	841,190	853,070	863,340	870,460	
		대전광역시		564,850	570,230	575,850	584,780	586,810	590,690	600,540	607,730	613,460	619,470	619,520	621,370	621,330	618,150	624,530	624,590	626,670	627,140	624,460	
		동구		83,210	83,940	84,250	84,800	85,280	85,530	87,080	87,930	87,360	90,230	90,340	90,640	90,450	88,270	91,270	91,260	91,700	91,700	89,600	
		중구		97,410	97,550	98,240	98,670	99,190	99,220	99,740	100,060	100,030	100,410	100,570	100,960	100,800	101,200	101,720	101,720	101,940	102,260	102,470	
		서구		185,900	187,350	188,350	189,840	192,420	194,500	196,940	197,940	199,960	201,170	200,900	201,600	201,920	202,180	203,080	203,050	204,050	204,090	204,600	
		유성구		110,840	113,670	116,540	123,000	120,940	122,390	127,020	131,720	135,490	136,630	136,770	136,870	136,720	135,220	136,460	136,780	137,020	137,050	135,370	
		대덕구		87,490	87,720	88,470	88,470	88,980	89,050	89,760	90,080	90,620	91,030	90,940	91,300	91,440	91,280	92,000	91,780	91,960	92,040	92,420	
		세종시		-	-	-	9,000	22,200	35,400	48,600	61,800	81,000	95,400	109,800	124,200	138,600	153,000	162,600	172,200	181,800	191,400	201,000	
		1단계		-	-	-	9,000	22,200	35,400	48,600	61,800	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	1단계
		2단계		-	-	-	-	-	-	-	-	6,000	20,400	34,800	49,200	63,600	78,000	87,600	97,200	106,800	116,400	126,000	2단계 (30년55천m³/일)
		계룡시		11,200	13,800	16,400	19,000	21,400	23,800	26,200	28,600	31,000	31,600	32,200	32,800	33,400	34,000	34,200	34,400	34,600	34,800	35,000	
		청원군		-	-	-	-	-	-	-	-	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	현도지구
		예비수량 천안시		-	-	-	-	-	-	-	-	37,200	48,700	60,200	71,700	83,200	94,700	107,920	121,140	134,360	147,580	160,800	
		침전수		47,000	47,000	47,000	59,900	66,100	72,300	78,500	84,700	90,900	90,900	90,900	90,900	90,900	90,900	90,900	90,900	90,900	90,900	90,900	90,900
시설 용량	계		1,350,000	1,290,000	1,290,000	1,290,000	1,290,000	1,290,000	1,290,000	1,290,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000		
	정수	소계	1,260,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,109,000	1,109,000	1,109,000	1,109,000	1,109,000	1,109,000	1,109,000	1,109,000	1,109,000	1,109,000	1,109,000	1,109,000	
		월평	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	휴지
		송촌	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	공업용수 전환
		신탄진	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	209,000	209,000	209,000	209,000	209,000	209,000	209,000	209,000	209,000	209,000	209,000	
		회덕	60,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	공업용수 전환
	침전수	소계	90,000	90,000	90,000	90,000	90,000	90,000	90,000	90,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	
		회덕	90,000	90,000	90,000	90,000	90,000	90,000	90,000	90,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	휴지
		송촌	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		신탄진	-	-	-	-	-	-	-	-	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	
과부 족량	예비수량 포함	계	726,950	658,970	650,750	617,320	593,490	567,810	536,160	507,170	336,440	303,930	277,380	249,030	222,570	199,250	169,850	146,770	121,670	98,180	77,840		
		정수	683,950	615,970	607,750	587,220	569,590	550,110	524,660	501,870	336,340	303,830	277,280	248,930	222,470	199,150	169,750	146,670	121,570	98,080	77,740		
		침전수	43,000	43,000	43,000	30,100	23,900	17,700	11,500	5,300	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		
	예비수량 제외	계	726,950	658,970	650,750	617,320	593,490	567,810	536,160	507,170	373,640	352,630	337,580	320,730	305,770	293,950	277,770	267,910	256,030	245,760	238,640		
		정수	683,950	615,970	607,750	587,220	569,590	550,110	524,660	501,870	373,540	352,530	337,480	320,630	305,670	293,850	277,670	267,810	255,930	245,660	238,540		
		침전수	43,000	43,000	43,000	30,100	23,900	17,700	11,500	5,300	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		

주) 휴지중이거나 휴지계획인 시설용량 제외 : 회덕정수장(생활용수) 60천톤/일 2008년 1월1일부터 휴지중임, 회덕정수장(공업용수) 90천톤/일 2015년 휴지계획임.

용수과부족량 (일평균)

(단위 : m³/일)

구분			2007년 현재	2008년	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년	2025년	비고			
용수 수요 량	계	예비수량 포함	526,320	532,960	539,520	568,960	589,510	611,140	638,110	663,240	730,240	756,570	777,670	800,610	821,920	840,800	864,650	883,330	903,830	922,580	939,450				
		예비수량 제외	526,320	532,960	539,520	568,960	589,510	611,140	638,110	663,240	699,940	716,930	728,690	742,290	754,260	763,800	776,890	784,810	794,550	802,540	808,650				
	정수	소계	예비수량 포함	479,320	485,960	492,520	509,060	523,410	538,840	559,610	578,540	639,340	665,670	686,770	709,710	731,020	749,900	773,750	792,430	812,930	831,680	848,550			
			예비수량 제외	479,320	485,960	492,520	509,060	523,410	538,840	559,610	578,540	609,040	626,030	637,790	651,390	663,360	672,900	685,990	693,910	703,650	711,640	717,750			
		대전광역시	계	470,320	474,960	479,520	486,860	488,650	491,520	499,730	506,100	511,240	516,110	515,750	517,230	517,080	514,500	519,710	519,750	521,610	521,720	519,950			
			동구	69,230	69,890	70,110	70,560	70,950	71,110	72,410	73,240	72,750	75,150	75,200	75,460	75,210	73,400	75,950	75,890	76,290	76,250	74,560			
			중구	81,030	81,310	81,850	82,160	82,650	82,560	82,990	83,220	83,370	83,700	83,790	84,080	83,860	84,200	84,670	84,650	84,820	85,060	85,290			
			서구	154,880	156,080	156,820	158,110	160,170	161,840	163,900	164,960	166,690	167,680	167,260	167,870	168,010	168,210	168,990	168,880	169,790	169,710	170,250			
			유성구	92,260	94,610	97,000	102,360	100,790	101,940	105,760	109,620	112,910	113,760	113,810	113,860	113,930	112,610	113,570	113,830	114,020	114,020	112,830			
			대덕구	72,920	73,070	73,740	73,670	74,090	74,070	74,670	75,060	75,520	75,820	75,690	75,960	76,070	76,080	76,530	76,500	76,690	76,680	77,020			
			세종시	-	-	-	7,200	17,760	28,320	38,880	49,440	64,800	76,320	87,840	99,360	110,880	122,400	130,080	137,760	145,440	153,120	160,800			
		1단계	-	-	-	7,200	17,760	28,320	38,880	49,440	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	1단계	
		2단계	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,800	16,320	27,840	39,360	50,880	62,400	70,080	77,760	85,440	93,120	100,800	2단계 (30년55천m³/일)		
		계룡시	9,000	11,000	13,000	15,000	17,000	19,000	21,000	23,000	25,000	25,600	26,200	26,800	27,400	28,000	28,200	28,400	28,600	28,800	29,000				
		청원군	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	현도지구	
		예비수량	천안시	-	-	-	-	-	-	-	-	30,300	39,640	48,980	58,320	67,660	77,000	87,760	98,520	109,280	120,040	130,800			
		침전수	소계	47,000	47,000	47,000	59,900	66,100	72,300	78,500	84,700	90,900	90,900	90,900	90,900	90,900	90,900	90,900	90,900	90,900	90,900	90,900	90,900		
시설 용량	계	소계	1,350,000	1,290,000	1,290,000	1,290,000	1,290,000	1,290,000	1,290,000	1,290,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000			
		월평	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	휴지	
		송촌	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	공업용수 전환
		신탄진	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	209,000	209,000	209,000	209,000	209,000	209,000	209,000	209,000	209,000	209,000	209,000	209,000	209,000	
		회덕	60,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	공업용수 전환
	침전수	소계	90,000	90,000	90,000	90,000	90,000	90,000	90,000	90,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000		
		회덕	90,000	90,000	90,000	90,000	90,000	90,000	90,000	90,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	휴지
		송촌	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		신탄진	-	-	-	-	-	-	-	-	-	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	
	과부 족량	예비수량 포함	계	823,680	757,040	750,480	721,040	700,490	678,860	651,890	626,760	469,760	443,430	422,330	399,390	378,080	359,200	335,350	316,670	296,170	277,420	260,550			
정수			780,680	714,040	707,480	690,940	676,590	661,160	640,390	621,460	469,660	443,330	422,230	399,290	377,980	359,100	335,250	316,570	296,070	277,320	260,450				
침전수			43,000	43,000	43,000	30,100	23,900	17,700	11,500	5,300	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		
예비수량 제외		계	823,680	757,040	750,480	721,040	700,490	678,860	651,890	626,760	500,060	483,070	471,310	457,710	445,740	436,200	423,110	415,190	405,450	397,460	391,350				
		정수	780,680	714,040	707,480	690,940	676,590	661,160	640,390	621,460	499,960	482,970	471,210	457,610	445,640	436,100	423,010	415,090	405,350	397,360	391,250				
		침전수	43,000	43,000	43,000	30,100	23,900	17,700	11,500	5,300	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		

주) 휴지중이거나 휴지계획인 시설용량 제외 : 회덕정수장(생활용수) 60천톤/일 2008년 1월1일부터 휴지중임, 회덕정수장(공업용수) 90천톤/일 2015년 휴지계획임.

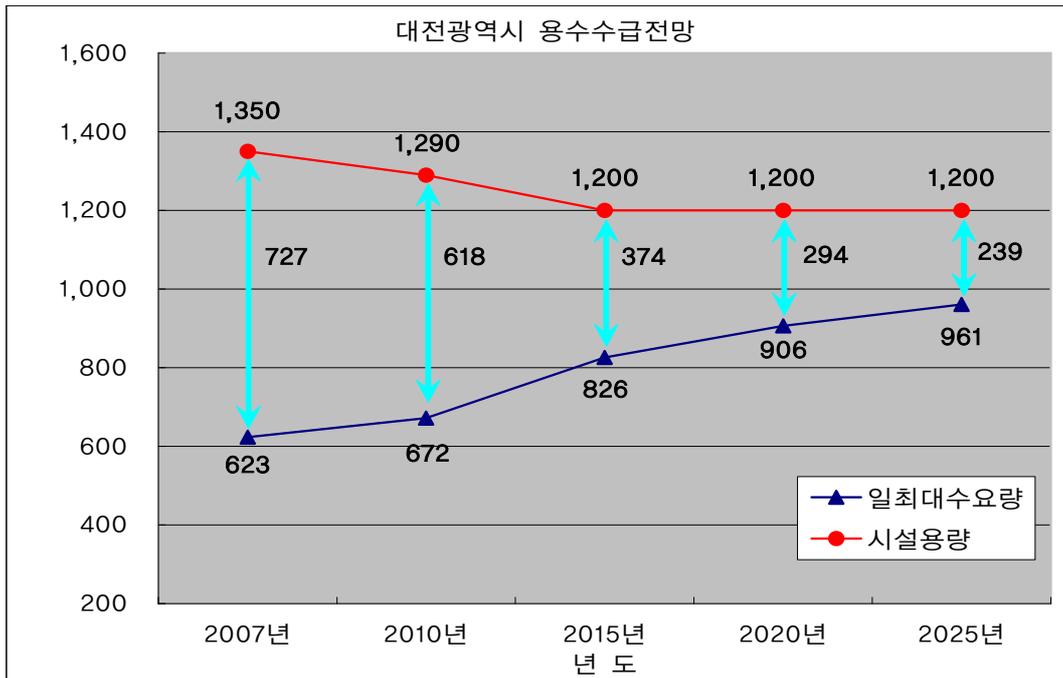
1.3.3 기존시설 공급능력 및 확장계획

대전광역시의 기존시설 공급능력은 생활용수 1,260천 m^3 /일, 공업용수 90천 m^3 /일로 총 1,350천 m^3 /일의 시설용량을 가지고 있으나, 회덕정수장 생활용수 90천 m^3 /일은 2008년1월1일부터 휴지중이고, 회덕정수장 공업용수 60천 m^3 /일은 2015년부터 휴지계획을 가지고 있다.

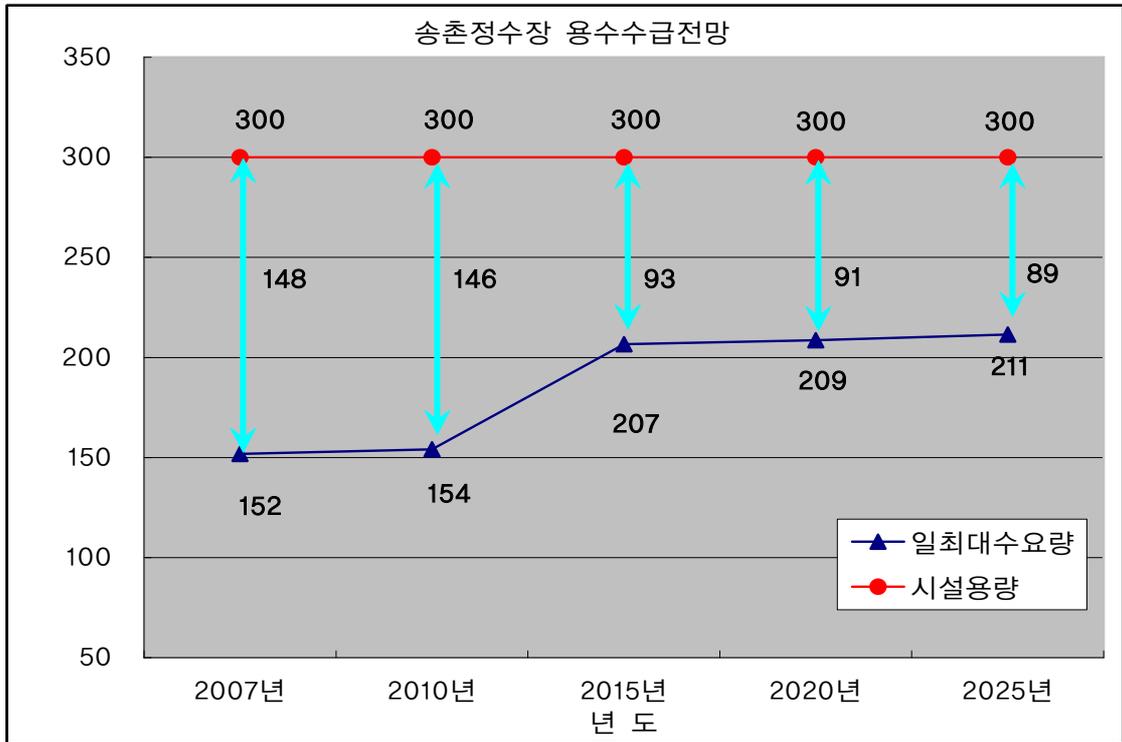
수요량 추정결과 2025년 목표년도까지 휴지계획을 포함하여 총 시설용량 1,200천 m^3 /일을 가지고도 취·정수시설 확충계획은 필요없을 것으로 판단된다.

다만, 공업용수 공급계획 중 장래 대덕연구개발특구 1,2단계 공업용수를 당초에 정수로 공급하는 것으로 계획하였으나, 대덕연구개발특구 1단계 실시계획승인시 침전수로 공급하는 것으로 협의되어 장래 신탄진정수장에서 침전수를 생산하여 신탄진정수장에 기부설되어 있는 공업용수 관로를 이용하여 공급하는 것으로 계획하였다..

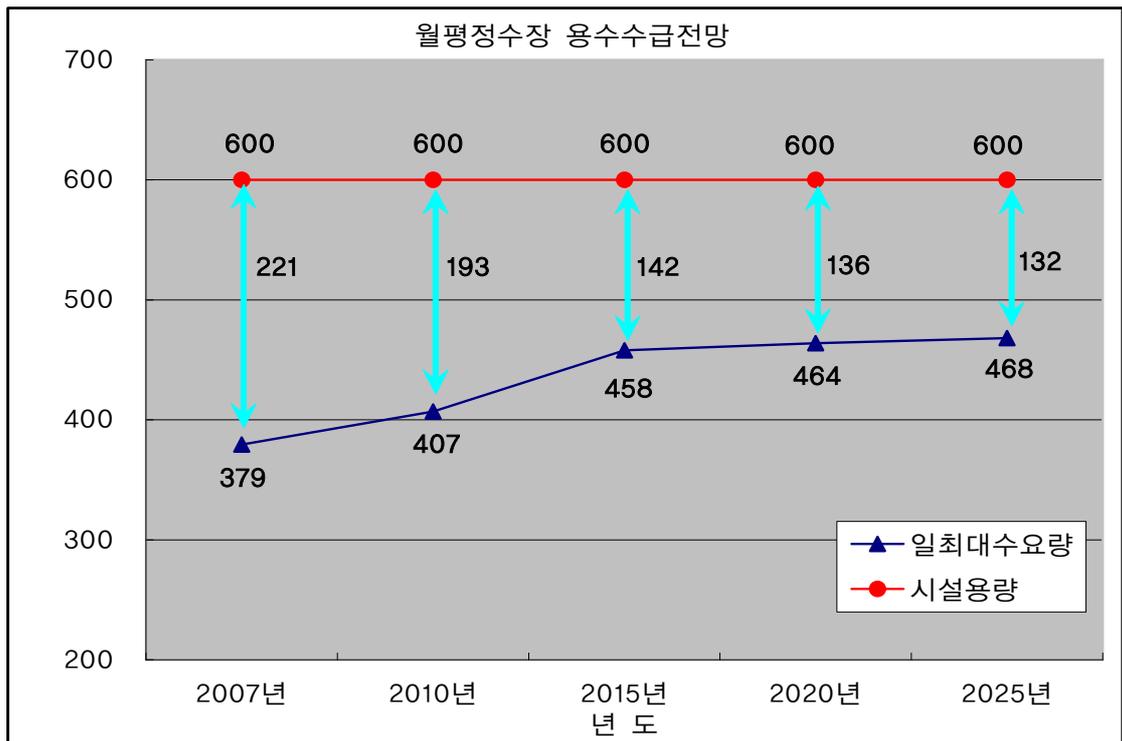
또한, 급수구역(계통)별 과부족이 발생하지 않도록 급수구역 분할 및 잉여수량에 대해서는 비상급수체계를 유지하는 것으로 계획하였다.



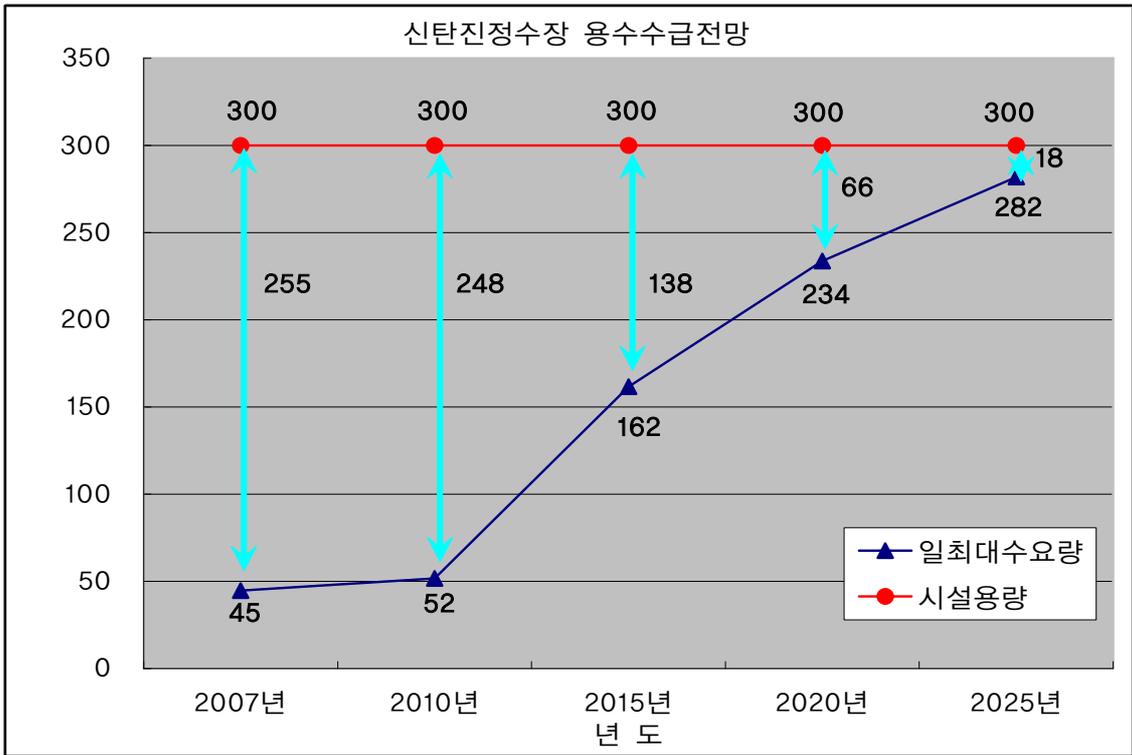
대전광역시 용수수급전망 (전체)



송촌정수장 용수수급전망



월평정수장 용수수급전망



신탄진정수장 용수수급전망

2.0 수원 및 취수시설

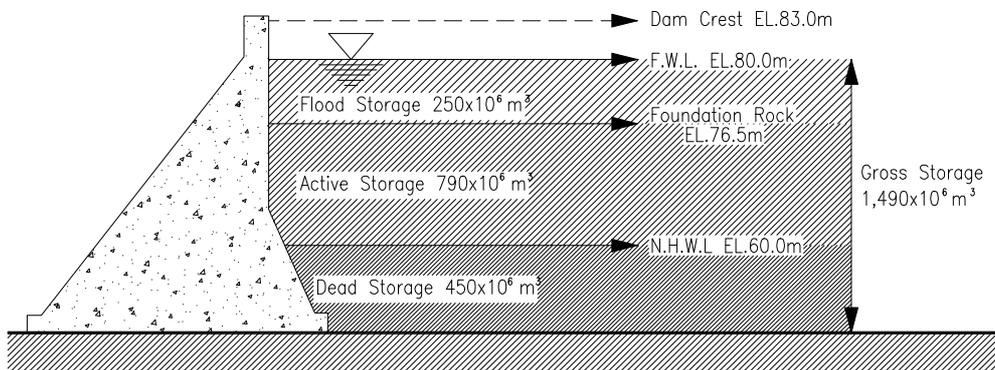
2.1 대청댐 현황

2.1.1 댐호의 특징

월평·송촌정수장의 취수지점은 대청호내 추동취수탑이며 대청댐 및 조정지의 제원은 다음과 같다. 대청댐은 총저수량이 14억9천만^{m³}이며 최대 수심은 56.5m, 평균 수심은 약 20m이다. 방류 위치는 만수위시에 수심 24.5m, 최저 수위시에 수심 8m이다.

대청댐의 주요 제원

유역면적	4,134km ²	최저수위	EL. 60.0m
총저수량	1,490×10 ⁶ m ³	저부위치	EL. 10m
유효저수량	1,240×10 ⁶ m ³	최대수심	56.5m
댐저수면적	72.8km ²	평균수심 (총저수량/저수면적)	20.5m
수로연장	86km	방류시설위치	EL. 52m (만수시에 수심 24.5m)
만수위	EL. 76.5m	조정지	1.5km, 410만 ^{m³}



대청댐 개요

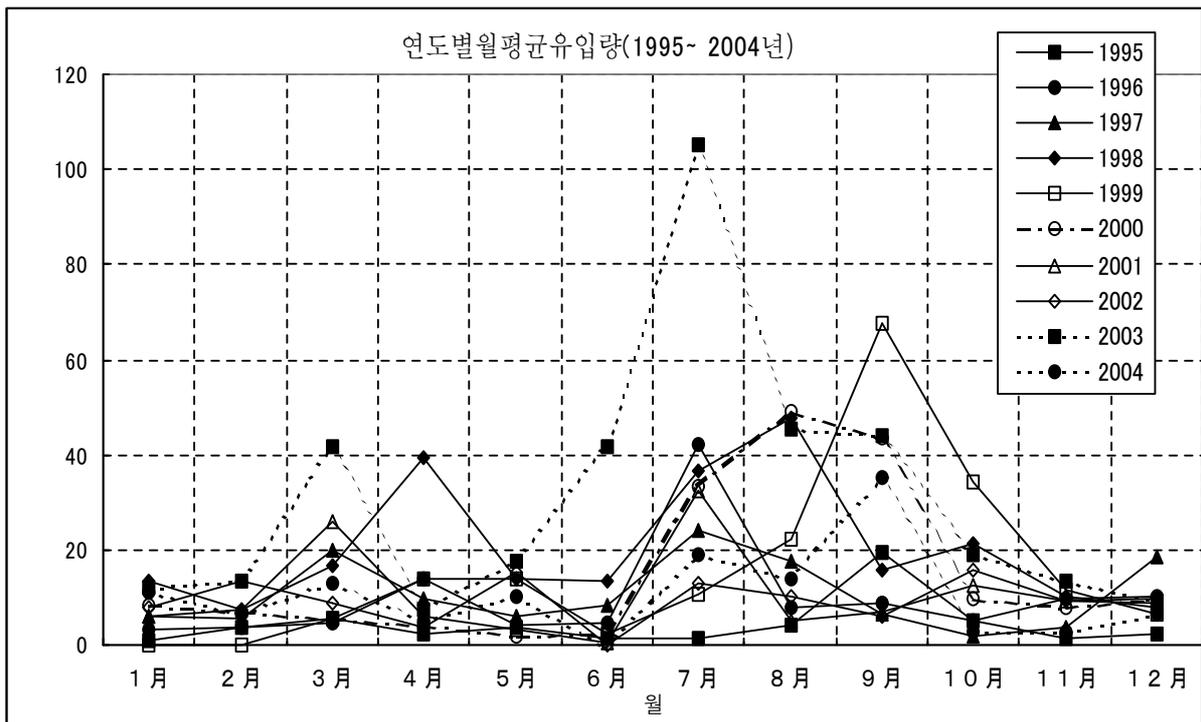
2.1.2 댐운영 상황

대청댐의 유입수량실적(1995~2004년)을 검토해 보면 7월~9월에 걸쳐 대량으로 유입하며 겨울철부터 봄까지는 감소추세를 나타내고 있다.

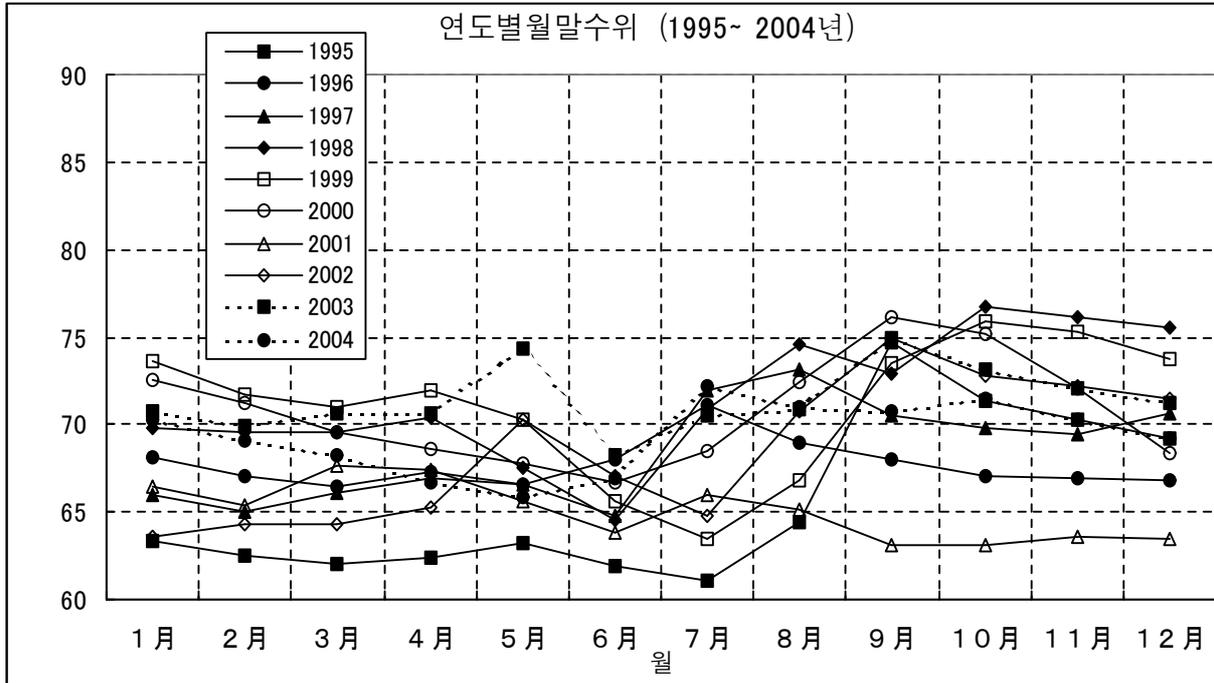
수위변동의 경우 6월에 최저수위를 나타내고 있으며 EL. 60m에 가깝게 저하하고 있다.

방류 위치는 EL. 52m이기 때문에, 방류수심은 최저수위에서도 8m 정도는 확보되어 있다. 표층수에서 이취미가 발생하여도 비교적 깊은 곳에서 취수하기 때문에, 이취미가 원수에 포함되는 정도는 표층수와 비교하면 적을 것으로 판단된다.

댐 유입 수량은 평균 $87\text{m}^3/\text{s}$ 이고 유효저수량으로 계산하면, 평균체류일수는 165일($1,240 \times 106 \div 87 \div 86,400$)이 된다. 그렇지만, 특히 수질이 악화되는 봄부터 여름에 있어서는 수위가 EL60~70m이기 때문에, 실제의 체류시간은 50% 이하가 되어 회전율이 비교적 큰 것을 알 수 있다.



대청댐 월평균 유입량(1995~2004년)



대청댐 수위변동실적(1995~ 2004년)

2.1.3 대청호 수질보전 특별대책지역 현황

가. 지정면적

시·군	면 적(km ²)			I 권역	II 권역
	계	I 권역	II 권역		
계 (3군1구11읍면)	700.70	386.8	313.9		
대전광역시 동구 (1구)	64.14	64.14	-	동구(추동, 비룡동, 주산동, 용계동, 마산동, 효평동, 직동, 신하동, 신상동, 사성동, 오동, 세천동, 내탑동, 주촌동, 단촌동)	
충북 청원군 (1면)	87.89	87.89	-	문의면(남계리, 등동리 일부(무심천수계)를 제외한 전역)	
보은군 (2면)	98.85	98.85	-	회남면, 회북면(갈치리를 제외한 전역)	
옥천군 (1읍7면)	449.82	135.92	313.9	안남면, 안내면(오덕리를 제외한 전역), 군북면(이백리, 자모리, 증약리를 제외한 전역)	옥천읍, 군서면, 이원면, 동이면, 청성면(능월리, 도장리를 제외한 전역), 군북면(이백리, 자모리, 증약리)

나. 토지이용 용도지역별 현황(2001년 말 현재)

(단위 : km²)

구 분	계	도시지역	준도시지역	농림지역	준농림지역	자연환경 보전지역
계	700.70	109.812	1.724	271.47	125.29	200.304
대전 동구	64.140	57.540				6.600
충북 청원군	87.890		0.27	37.85	10.37	39.4
보은군	98.85	2.192	0.084	49.340	12.880	34.354
옥천군	449.82	50.08	1.37	184.28	102.040	112.05

※ 2001년도 조정내역(청원·보은군, 2001.10.15)

- 청원군 문의면 등동리 0.43km²는 I 권역에서 권역외 지역으로 조정
- 옥천군 청성면 능월·도장리 7.15km², 안내면 오덕리 7.67km²는 I 권역에서 권역 외 지역으로 조정
- 옥천군 군북면 증약·자모·이백리는 I 권역에서 II 권역으로 완화 조정
- 옥천군 지적 전산화에 따라 오차 수정 0.03km² (2001.12.31)

2.1.4 대형댐계통 취수시설 현황

<2001.12.31 현재>

취 수 시 설				정 수 시 설		급수인구 (인)	급수지역
취수장	수 계	취수원	취수능력 (톤/일)	정수장	급수량 (톤/일)		
27개 취수장			2,481,650	28개 정수장	1,016,114	2,900,127	
대전 중리	대청호	호소수	1,050,000	월평	351,153	451,010	서구·유성구 전역, 중구일원
				송촌	183,047	865,210	동구 전역, 대덕, 중구 일원
				회덕 (공업)	47,409 (31,459)	39,303	대덕구 일부, 대화동 ·신탄진공업단지
청주 국전	대청호	호소수	114,000	지북	72,809	226,516	청주 상당구 11동, 청원군 남일면
대청광역 I	대청호	호소수	250,000	청주	310,000	1,168,440	청주, 천안 등 5시·군
대청광역 II	대청호	호소수	980,000				
청원 미천		지하수	1,000	문의	305	1,046	문의면
보은 교사	보청천	하천복류수	6,000	교사	4,770	12,037	보은읍
보은 원남	보청천	하천복류수	600	원남	242	975	삼승면
옥천	금 강	하천복류수	20,000	옥천	12,280	33,151	옥천읍, 동이면 등 4면
옥천 청산	보청천	하천복류수	1,000	청산	898	1,835	청산면
영동	금 강	하천복류수	9,000	영동	7,551	25,594	영동읍, 양강, 심천면
영동 용산		지하수	1,300	용산	540	2,330	용산면
영동 궁촌	궁촌계	호소수	4,500	궁촌	1,516	6,016	황간, 상촌 등 4면
영동 학산		지하수	1,350	학산	464	2,315	학산, 양산면
금산 1	봉향천	하천복류수	12,000	금산1	9,405	22,720	금산읍 외 2면
금산 2	금 강	하천복류수	6,500	금산2	1,842	3,248	추부 복수면
진암 삼락	금 강	하천복류수	600	삼락	3,800	9,131	진안읍
지안 수동	금 강	하천복류수	5,000	수동	130	408	안천면
무주	남대천	하천복류수	6,000	무주	2,800	8,579	무주읍
무주 무풍	백학천	하천복류수	600	무풍	147	752	무풍면
무주 설천	별한천	하천복류수	1,400	설천	494	2,338	설천면
무주 구천	구천천	복류수	2,000	구천	821	1,463	설천면
무주 안성	구량천	복류수	2,000	안성	591	2,219	안성면
장수	장수천	복류수	2,000	장수	885	4,014	장수읍
장수 장계	장계천	복류수	2,000	장계	875	3,786	장계면
상주 이동	반계천	복류수	1,400	모동	666	3,117	덕곡외25리
상주 이소	이소천	복류수	600	화동	447	1,443	이소외 9리
상주 신봉		지하수	800	상현	227	1,131	상현외11리

2.1.5 오염원 현황

가. 오·폐수 및 축산폐수 발생량(총괄)

연 도	생활오수		축산폐수		산업폐수	
	인 구 (인)	발생량 (m ³ /일)	소·돼지 (두)	발생량 (m ³ /일)	업소수 (개소)	발생량 (m ³ /일)
1990	81,410	16,281	22,062	553	43	2,796
1991	80,316	16,063	22,056	581	41	2,842
1992	78,608	15,682	21,709	599	45	2,950
1993	77,358	15,472	22,058	635	55	3,220
1994	75,194	15,037	23,762	642	60	3,328
1995	73,350	14,670	23,550	671	63	3,436
1996	72,878	14,575	23,327	696	82	3,919
1997	71,002	14,200	24,894	698	89	4,895
1998	70,839	14,166	21,426	629	116	3,378
1999	70,577	14,115	20,487	577	127	4,537
2000	69,233	13,840	18,922	395	147	3,645
2001	62,970	12,589	18,233	354	140	3,341

나. 인구 및 생활오수 발생량(시·군·별)

(단위 : 인, m³/일)

연도	권역	구 분	합 계	대전광역시	충청북도		
				동 구	보은군	옥천군	청원군
1990	I	인 구	26,367	4,778	4,741	11,321	5,527
		발생량	5,273	956	948	2,264	1,105
	II	인 구	55,043			55,043	
		발생량	11,008			11,008	
	계	인 구	81,410	4,778	4,741	66,364	5,527
		발생량	16,281	956	948	13,272	1,105

대전광역시 수도정비 기본계획(변경)

연도	권역	구 분	합 계	대전광역시	충청북도		
				동 구	보은군	옥천군	청원군
1992	I	인 구	26,531	4,748	5,147	10,444	6,192
		발생량	5,306	950	1,029	2,089	1,238
	II	인 구	53,785			53,785	
		발생량	10,757			10,757	
	계	인 구	80,316	4,748	5,147	64,229	6,192
		발생량	16,063	950	1,029	12,846	1,238
1992	I	인 구	26,569	4,676	4,829	11,101	5,963
		발생량	5,274	935	965	2,220	1,154
	II	인 구	52,039			52,039	
		발생량	10,408			10,408	
	계	인 구	78,608	4,676	4,829	63,140	5,963
		발생량	15,682	935	965	12,628	1,154
1993	I	인 구	25,455	4,469	4,641	10,576	5,769
		발생량	5,091	894	928	2,115	1,154
	II	인 구	51,903			51,903	
		발생량	10,381			10,381	
	계	인 구	77,358	4,469	4,641	62,479	5,769
		발생량	15,472	894	928	12,496	1,154
1994	I	인 구	24,157	4,210	4,374	10,056	5,517
		발생량	4,830	842	874	2,011	1,103
	II	인 구	51,037			51,037	
		발생량	10,207			10,207	
	계	인 구	75,194	4,210	4,374	61,093	5,517
		발생량	15,037	842	874	12,218	1,103
1995	I	인 구	23,412	4,111	4,222	9,651	5,428
		발생량	4,682	822	844	1,930	1,086
	II	인 구	49,938			49,938	
		발생량	9,988			9,988	
	계	인 구	73,350	4,111	4,222	59,589	5,428
		발생량	14,670	822	844	11,918	1,086
1996	I	인 구	23,173	3,976	4,195	9,322	5,680
		발생량	4,634	795	839	1,864	1,136
	II	인 구	49,705			49,705	
		발생량	9,941			9,941	
	계	인 구	72,878	3,976	4,195	59,027	5,680
		발생량	14,575	795	839	11,805	1,136

연도	권역	구분	합계	대전광역시	충청북도		
				중구	보은군	옥천군	청원군
1997	I	인구	22,169	3,915	3,954	8,893	5,407
		발생량	4,433	783	790	1,779	1,081
	II	인구	48,833			48,833	
		발생량	9,767			9,767	
	계	인구	71,002	3,915	3,954	57,726	5,407
		발생량	14,200	783	790	11,546	1,081
1998	I	인구	21,882	3,840	3,867	8,863	5,312
		발생량	4,375	768	773	1,772	1,062
	II	인구	48,957			48,957	
		발생량	9,791			9,791	
	계	인구	70,839	3,840	3,867	57,820	5,312
		발생량	14,166	768	773	11,563	1,062
1999	I	인구	21,522	3,781	3,865	8,642	5,234
		발생량	4,304	756	773	1,728	1,047
	II	인구	49,055			49,055	
		발생량	9,811			9,811	
	계	인구	70,577	3,781	3,865	57,697	5,234
		발생량	14,115	756	773	11,539	1,047
2000	I	인구	20,844	3,669	3,691	8,403	5,081
		발생량	4,165	733	736	1,680	1,016
	II	인구	48,379			48,379	
		발생량	9,675			9,675	
	계	인구	69,223	3,669	3,691	56,782	5,081
		발생량	13,840	733	736	11,355	1,016
2001	I	인구	16,139		3441	7,900	4798
		발생량	3,223		686	1,580	957
	II	인구	46,831			46,831	
		발생량	9,366			9,366	
	계	인구	62,970		3441	54,731	4798
		발생량	12,589		686	10,946	957

다. 가축 및 축산폐수 발생량(시군별)

(단위 : 인, m³/일)

연도	권역	구 분	합 계	대전광역시	충청북도		
				동 구	보은군	옥천군	청원군
1990	I	가 축	8,031	730	2,139	3,472	1,690
		소	6,069	490	1,643	2,540	1,396
		돼지	1,962	240	496	932	294
		발생량	217		64	100	53
	II	가 축	14,031			14,031	
		소	7,315			7,315	
		돼지	6,716			6,716	
		발생량	336			336	
	계	가 축	22,062	730	2,139	17,503	1,690
		소	13,384	490	1,643	9,855	1,396
		돼지	8,678	240	496	7,648	294
		발생량	553		64	436	53
1991	I	가 축	8,579		2,250	3,655	2,674
		소	6,106		1,830	2,654	1,622
		돼지	2,473		420	1,001	1,052
		발생량	243		69	104	70
	II	가 축	13,477			13,477	
		소	7,672			7,672	
		돼지	5,805			5,805	
		발생량	338			338	
	계	가 축	22,056		2,250	17,132	2,674
		소	13,778		1,830	10,326	1,622
		돼지	8,278		420	6,806	1,052
		발생량	581		69	442	70
1992	I	가 축	8,079		1,955	3,705	2,419
		소	6,166		1,555	2,976	1,635
		돼지	1,913		400	729	784
		발생량	242		59	112	71
	II	가 축	13,630			13,630	
		소	8,371			8,371	
		돼지	5,259			5,259	
		발생량	357			357	
	계	가 축	21,709		1,955	17,335	2,419
		소	14,537		1,555	11,347	1,635
		돼지	7,172		400	5,988	784
		발생량	599		59	469	71

연도	권역	구분	합계	대전광역시	충청북도		
				동구	보은군	옥천군	청원군
1993	I	가 축	8,540		2,795	3,326	2,419
		소	5,879		2,045	2,199	1,635
		돼지	2,661		750	1,127	784
		발생량	271		81	124	66
	II	가 축	13,518			13,518	
		소	8,721			8,721	
		돼지	4,797			4,797	
		발생량	364			364	
	계	가 축	22,058		2,795	16,844	2,419
		소	14,600		2,045	10,920	1,635
		돼지	7,458		750	5,924	784
		발생량	635		81	488	66
1994	I	가 축	9,315	393	2,422	4,586	1,914
		소	6,605	358	1,793	3,238	1,216
		돼지	2,710	35	629	1,348	698
		발생량	251		71	129	51
	II	가 축	14,447			14,447	
		소	9,490			9,490	
		돼지	4,957			4,957	
		발생량	391			391	
	계	가 축	23,762	393	2,422	19,033	1,914
		소	16,095	358	1,793	12,728	1,216
		돼지	7,667	35	629	6,305	698
		발생량	642		71	520	51
1995	I	가 축	9,610		2,958	4,226	2,426
		소	7,545		2,571	3,319	1,655
		돼지	2,065		387	907	771
		발생량	286		93	126	67
	II	가 축	13,940			13,940	
		소	9,427			9,427	
		돼지	4,513			4,513	
		발생량	385			385	
	계	가 축	23,550		2,958	18,166	2,426
		소	16,972		2,571	12,746	1,655
		돼지	6,578		387	5,420	771
		발생량	671		93	511	67

대전광역시 수도정비 기본계획(변경)

연도	권역	구분	합계	대전광역시	충청북도		
				동구	보은군	옥천군	청원군
1996	I	가 축	10,072		3,211	4,793	2,068
		소	8,139		2,944	3,549	1,646
		돼지	1,933		267	1,244	422
		발생량	307		106	138	63
	II	가 축	13,255			13,255	
		소	9,969			9,969	
		돼지	3,286			3,286	
		발생량	389			389	
	계	가 축	23,327		3,211	18,048	2,068
		소	18,108		2,944	13,518	1,646
		돼지	5,219		267	4,530	422
		발생량	696		106	527	63
1997	I	가 축	10,840	456	3,617	4,831	1,936
		소	8,551	435	2,957	3,499	1,660
		돼지	2,289	21	660	1,332	276
		발생량	310		111	138	61
	II	가 축	14,054			14,054	
		소	9,500			9,500	
		돼지	4,554			4,554	
		발생량	388			388	
	계	가 축	24,894	456	3,617	18,885	1,936
		소	18,051	435	2,957	12,999	1,660
		돼지	6,843	21	660	5,886	276
		발생량	698		111	526	61
1998	I	가 축	9,354	322	3,637	4,057	1,338
		소	7,826	299	3,037	3,208	1,282
		돼지	1,528	23	600	849	56
		발생량	281		113	122	46
	II	가 축	12,072			12,072	
		소	8,885			8,885	
		돼지	3,187			3,187	
		발생량	348			348	
	계	가 축	21,426	322	3,637	16,129	1,338
		소	16,711	299	3,037	12,093	1,282
		돼지	4,715	23	600	4,036	56
		발생량	629		113	470	46

연도	권역	구분	합계	대전광역시	충청북도		
				동구	보은군	옥천군	청원군
1999	I	가축	8,145	246	3,059	3,438	1,402
		소	6,163	231	2,554	2,576	802
		돼지	1,982	15	505	862	600
		발생량	230		95	100	35
	II	가축	12,342			12,342	
		소	8,756			8,756	
		돼지	3,586			3,586	
		발생량	347			347	
	계	가축	20,487	246	3,059	15,780	1,402
		소	14,919	231	2,554	11,332	802
		돼지	5,568	15	505	4,448	600
		발생량	577		95	447	35
2000	I	가축	6,934	81	2,728	3,435	690
		소	5,070	81	2,125	2,225	639
		돼지	1,864		603	1,210	51
		발생량	127	4	40	73	10
	II	가축	11,988			11,988	
		소	8,607			8,607	
		돼지	3,381			3,381	
		발생량	268			268	
	계	가축	18,922	81	2,728	15,423	690
		소	13,677	81	2,125	10,832	639
		돼지	5,245		603	4,591	51
		발생량	395	4	40	341	10
2001	I	가축	6,164		2,360	3,184	620
		소	4,294		1,784	1,890	620
		돼지	1,870		576	1,294	
		발생량	106.3		33	64	9.3
	II	가축	12,069			12,069	
		소	7,537			7,537	
		돼지	4,532			4,532	
		발생량	248			248	
	계	가축	18,233		2,360	15,253	620
		소	11,831		1,784	9,427	620
		돼지	6,402		576	5,826	
		발생량	354.3		33	312	9.3

라. 폐수배출시설 및 산업폐수 발생량(시·군별)

(단위 : 인, m³/일)

연도	권역	구 분	합 계	대전광역시	충청북도		
				동 구	보은군	옥천군	청원군
1990	I	개 소	2	1		1	
		발생량	1	1			
	II	개 소	41			41	
		발생량	2,795			2,795	
	계	개 소	43	1		42	
		발생량	2,796	1		2,795	
1991	I	개 소	1			1	
		발생량					
	II	개 소	40			40	
		발생량	2,842			2,842	
	계	개 소	41			41	
		발생량	2,842			2,842	
1992	I	개 소	1			1	
		발생량					
	II	개 소	44			44	
		발생량	2,950			2,950	
	계	개 소	45			45	
		발생량	2,950			2,950	
1993	I	개 소	1			1	
		발생량					
	II	개 소	54			54	
		발생량	3,220			3,220	
	계	개 소	55			55	
		발생량	3,220			3,220	
1994	I	개 소	2	1		1	
		발생량					
	II	개 소	58			58	
		발생량	3,328			3,328	
	계	개 소	60	1		59	
		발생량	3,328			3,328	
1995	I	개 소	1			1	
		발생량					
	II	개 소	62			62	
		발생량	3,436			3,436	
	계	개 소	63			63	
		발생량	3,436			3,436	

연도	권역	구 분	합 계	대전광역시	충청북도		
				동 구	보은군	옥천군	청원군
1996	I	개 소	3			3	
		발생량	42			42	
	II	개 소	79			79	
		발생량	3,877			3,877	
	계	개 소	82			82	
발생량		3,919			3,919		
1997	I	개 소	6	3		3	
		발생량	42			42	
	II	개 소	83			83	
		발생량	4,853			4,853	
	계	개 소	89	3		86	
발생량		4,895			4,895		
1998	I	개 소	7	2	1	4	
		발생량	42			42	
	II	개 소	109			109	
		발생량	3,336			3,336	
	계	개 소	116	2	1	113	
발생량		3,378			3,378		
1999	I	개 소	5	1	1	3	
		발생량	42			42	
	II	개 소	122			122	
		발생량	4,495			4,495	
	계	개 소	127	1	1	125	
발생량		4,537			4,537		
2000	I	개 소	6	1	1	3	1
		발생량	62			42	20
	II	개 소	141			141	
		발생량	3,583			3,583	
	계	개 소	147	1	1	144	1
발생량		3,645			3,625	20	
2001	I	개 소	6		2	3	1
		발생량	76.6		14.6	42	20
	II	개 소	134			134	
		발생량	3,264			3,264	
	계	개 소	140		2	137	1
발생량		3,340.6		14.6	3,306	20	

마. 용도별 건축물 현황

1) 건축물현황(연도별, 시·군별)

연도	구분	합계	대전광역시	충청북도			
			동구	보은군	옥천군	청원군	
1990	주 택	8,159		1,457	5,294	1,408	
	호 텔	1			1		
	숙박업소	16		3	11	2	
	음 식 점	168		25	128	15	
	공 장	129			128	1	
	종교시설	51		8	43		
	농작물관련시설	10			10		
	기타건축물	846			846		
	축사	우사	932		174	151	607
		돈사	64			32	32
		기타	9			9	
소계		1,005	0	174	192	639	
합 계	10,385	0	1,667	6,653	2,065		
1991	주 택	8,483		1,469	5,519	1,495	
	호 텔	2			2		
	숙박업소	16		3	11	2	
	음 식 점	196		28	150	18	
	공 장	157			156	1	
	종교시설	55		8	47		
	농작물관련시설	13			13		
	기타건축물	930			930		
	축사	우사	1,450		624	194	632
		돈사	69		6	39	24
		기타	13			13	
소계		1,532	0	630	246	656	
합 계	11,384	0	2,138	7,074	2,172		
1992	주 택	8,727		1,461	5,761	1,505	
	호 텔	2			2		
	숙박업소	19		3	14	2	
	음 식 점	224		29	171	24	
	공 장	183			182	1	
	종교시설	59		8	51		
	농작물관련시설	19			19		
	기타건축물	1,017			1,017		
	축사	우사	1,483		600	229	654
		돈사	69		5	46	18
		기타	21			21	
소계		1,573	0	605	296	672	
합 계	11,823	0	2,106	7,513	2,204		

연도	구분	합계	대전광역시	충청북도			
			동구	보은군	옥천군	청원군	
1993	주 택	9,017		1,455	6,050	1,512	
	호 텔	2			2		
	숙박업소	19		3	14	2	
	음 식 점	250		29	193	28	
	공 장	208			207	1	
	종교시설	66		9	57		
	농작물관련시설	21			21		
	기타건축물	1,112			1,112		
	축사	우사	1,422		600	271	551
		돈사	72		6	53	13
기타		24			24		
소계		1,518	0	606	348	564	
합 계	12,213	0	2,102	8,004	2,107		
1994	주 택	9,379		1,467	6,394	1,518	
	호 텔	2			2		
	숙박업소	23		3	17	3	
	음 식 점	292		33	224	35	
	공 장	265			264	1	
	종교시설	75		9	66		
	농작물관련시설	31			31		
	기타건축물	1,252			1,252		
	축사	우사	1,482		579	318	585
		돈사	75		4	59	12
기타		29			29		
소계		1,586	0	583	406	597	
합 계	12,905	0	2,095	8,656	2,154		
1995	주 택	9,785		1,476	6,797	1,512	
	호 텔	2			2		
	숙박업소	27		3	20	4	
	음 식 점	354		39	277	38	
	공 장	317			316	1	
	종교시설	85		9	76		
	농작물관련시설	37			37		
	기타건축물	1,396			1,396		
	축사	우사	1,508		577	391	540
		돈사	76		2	66	8
기타		40			40		
소계		1,624	0	579	497	548	
합 계	13,627	0	2,106	9,418	2,103		

대전광역시 수도정비 기본계획(변경)

연도	구 분	합 계	대전광역시	충청북도			
			동구	보은군	옥천군	청원군	
1996	주 택	10,203		1,479	7,184	1,540	
	호 텔	2			2		
	숙박업소	33		4	25	4	
	음 식 점	408		46	319	43	
	공 장	372		1	370	1	
	종교시설	93		9	84		
	농작물관련시설	43			43		
	기타건축물	1,541			1,541		
	축사	우사	1,502		535	482	485
		돈사	82		2	78	2
기타		47			47		
소계		1,631	0	537	607	487	
합 계	14,326	0	2,076	10,175	2,075		
1997	주 택	10,424		1,486	7,388	1,550	
	호 텔	2			2		
	숙박업소	42		5	33	4	
	음 식 점	468		50	373	45	
	공 장	402		1	400	1	
	종교시설	99		9	90		
	농작물관련시설	52			51	1	
	기타건축물	1,651			1,635	16	
	축사	우사	1,535		534	519	482
		돈사	85		2	81	2
기타		55			55		
소계		1,675	0	536	655	484	
합 계	14,815	0	2,087	10,627	2,101		
1998	주 택	10,367		1,402	7,393	1,572	
	호 텔	2			2		
	숙박업소	44		5	35	4	
	음 식 점	474		46	378	50	
	공 장	408		3	404	1	
	종교시설	100		9	91		
	농작물관련시설	52		1	51		
	기타건축물	1,716		17	1,670	29	
	축사	우사	1,171		248	519	404
		돈사	96		11	81	4
기타		66		11	55		
소계		1,333	0	270	655	408	
합 계	14,496	0	1,753	10,679	2,064		

연도	구분	합계	대전광역시	충청북도			
			동구	보은군	옥천군	청원군	
1999	주 택	11,571	1,170	1,372	7,443	1,586	
	호 텔	2			2		
	숙박업소	45		4	37	4	
	음 식 점	530	46	46	386	52	
	공 장	421		2	418	1	
	종교시설	121	8	19	94		
	농작물관련시설	59		7	51	1	
	기타건축물	1,789	9		1,730	50	
	축사	우사	1,340	110	370	529	331
		돈사	92		2	88	2
기타		104	4	40	60		
소계		1,536	114	412	677	333	
합 계	16,074	1,347	1,862	10,838	2,027		
2000	주 택	12,458	1,170	1,418	8,187	1,683	
	호 텔	2			2		
	숙박업소	49		3	41	5	
	음 식 점	883	45	42	744	52	
	공 장	462		2	459	1	
	종교시설	127	8	19	94	6	
	농작물관련시설	94		15	59	20	
	기타건축물	1,804	9	8	1,735	52	
	축사	우사	1,222	110	342	517	253
		돈사	100		2	96	2
기타		270	4	199	67		
소계		1,592	114	543	680	255	
합 계	17,471	1,346	2,050	12,001	2,074		
2001	주 택	12,094		1,432	8,931	1,731	
	호 텔	2			2		
	숙박업소	52		3	44	5	
	음 식 점	857		45	759	53	
	공 장	475		2	472	1	
	종교시설	122		20	96	6	
	농작물관련시설	122		16	64	42	
	기타건축물	1,816		16	1,742	58	
	축사	우사	1,149		342	528	279
		돈사	101		3	98	
기타		269		202	67		
소계		1,519		547	693	279	
합 계	17,059		2,081	12,803	2,175		

2) 식품접객업소 현황(권역별)

연 도	권 역	합 계	대전광역시	충청북도		
			동구	청원군	보은군	옥천군
1990	I	83	6	15	30	32
	II	96				96
	합 계	179	6	15	30	128
1991	I	107	19	18	33	37
	II	113				113
	합 계	220	19	18	33	150
1992	I	124	24	24	34	42
	II	129				129
	합 계	253	24	24	34	171
1993	I	117	8	28	34	47
	II	146				146
	합 계	263	8	28	34	193
1994	I	163	35	35	38	55
	II	169				169
	합 계	332	35	35	38	224
1995	I	189	38	38	45	68
	II	209				209
	합 계	398	38	38	45	277
1996	I	216	43	43	52	78
	II	241				241
	합 계	457	43	43	52	319
1997	I	250	50	50	55	95
	II	278				278
	합 계	528	50	50	55	373
1998	I	221	30	50	46	95
	II	283				283
	합 계	504	30	50	46	378
1999	I	240	45	52	46	97
	II	289				289
	합 계	529	45	52	46	386
2000	I	245	45	52	42	106
	II	638				638
	합 계	883	45	52	42	744
2001	I	211		53	45	113
	II	646				646
	합 계	857		53	45	759

3) 숙박업소 현황(권역별)

연 도	권 역	합 계	대전광역시	충청북도		
			동구	청원군	보은군	옥천군
1990	I	5		2	3	
	II	11				11
	합 계	16		2	3	11
1991	I	5		2	3	
	II	11				11
	합 계	16		2	3	11
1992	I	5		2	3	
	II	14				14
	합 계	19		2	3	14
1993	I	5		2	3	
	II	14				14
	합 계	19		2	3	14
1994	I	7		3	3	1
	II	16				16
	합 계	23		3	3	17
1995	I	8		4	3	1
	II	19				19
	합 계	27		4	3	20
1996	I	9		4	4	1
	II	24				24
	합 계	33		4	4	25
1997	I	10		4	5	1
	II	32				32
	합 계	42		4	5	33
1998	I	10		4	5	1
	II	34				34
	합 계	44		4	5	35
1999	I	10		4	4	2
	II	35				35
	합 계	45		4	4	37
2000	I	18	-	5	3	10
	II	31				31
	합 계	49		5	3	41
2001	I	18		5	3	10
	II	34				34
	합 계	52		5	3	44

바. 골프장 현황

○ 운영 및 공사중인 골프장 없음

사. 내수면 어업 및 유도선 사업 등 현황

연 도	시군구	계	내수면 어업				유도선업			수상 레저 사업
			계	면허	허가	신고	계	유선업	도선업	
2000. 10.10 현재	계	161	160	-	140	20	1	-	1	-
	옥천군	89	88	-	79	9	1	-	1	-
	보은군	62	62	-	51	11	-	-	-	-
	청원군	10	10	-	10	-	-	-	-	-
2000. 12.31 현재	계	163	160	-	140	20	3	1	2	-
	옥천군	91	88	-	79	9	3	1	2	-
	보은군	62	62	-	51	11	-	-	-	-
	청원군	10	10	-	10	-	-	-	-	-
2001. 12.31 현재	계	212	209	-	155	54	3	1	2	-
	옥천군	91	88	-	79	9	3	1	2	-
	보은군	76	76	-	50	26	-	-	-	-
	청원군	45	45	-	26	19	-	-	-	-

2.1.6 환경기초시설 현황

가. 현황

계	계	하수처리장	마을하수도	분뇨처리장	축산폐수공공처리장
가동중	16	10	5	1	-

나. 하수처리장

구분	시군	명칭	소재지	용량 (m ³ /일)	사업비 (백만원)	사업기간 (가동일)	수계	비고
계			10 개소	21,430	33,591			
가동중	청원군	문의	문의면 미천리 336-1	500	1,986	'91. 7.19)	무심천 수계로 평평방류	연계 처리
		미천	문의면 미천리 147	500	300	('86.10.30)		
		품곡	문의면 품곡리	500	4,950	'99	대청호	
		노현	문의면 노현리 503	150	229	'91.12.23	대청호	
	보은군	회북	회북면 늘곡리300-3	330	495	'92	대청호	
	옥천군	옥천	군북면 이백리 45	18,000	18,750	'91-'94	대청호	
		동이	동이면 평산리 1021	210	351	'91. 5.13 ~'91.12.13	대청호	
		안남	안남면 연주리 460	160	333	'91.11.16 ~'92. 8.26	대청호	
		안내	안내면 현리 462-2	180	375	'91. 5.16 ~'92.12.17	대청호	
		이원	이원면 건진리	900	5,822	'00.12~'03.3	대청호	

다. 마을하수도

구분	시·군	명칭	소재지	용량 (m ³ /일)	사업비 (백만원)	사업기간 (가동일)	수계	비고
계		5개소		350	1,535			
가동중	보은군	늘곡	회북면 늘곡리	70	318	'00.12~'01.8	회인천	
		고석	회북면 고석리	50	100	'96.12~'97.5	회인천	
	옥천군	항곡	군북면 항곡리	30	413	'01.7~'01.12	대청호	
		장계	안내면 장사리	100	304	'01.9~'1.12	대청호	
		이원	이원면 장화리	100	400	'98.9~'98.12	이원천	

라. 분뇨처리장

구분	시·군	명칭	소재지	용량 (m ³ /일)	사업비 (백만원)	사업기간 (가동일)	수계	비고
계		1개소		30	819			
가동중	옥천군	옥천	군북면 이백리 45	30	819	'92.11.13 ~'93.12.30		하수연계

마. 축산폐수공공처리장

- 운영 및 공사중인 골프장 없음

2.2 대청댐 수질현황

정수처리공정 선정을 위한 취수원에 대한 수질변화예측은 환경부의 전국수질측정망 자료와 대전광역시에서 월 1회 시행하는 자료 결과를 분석하였다.

2.2.1 호수수질 환경기준

호수수질 환경기준

구분	등급	이용 목적별 적용대상	기준						
			수소 이온 농도 (pH)	화학적 산소요구량 (COD) (mg/l)	부 유 물질량 (SS) (mg/l)	용 존 산소량 (DO) (mg/l)	총대장균군 (MPN / 100ml)	총 인 (T-P) (mg/l)	총질소 (T-N) (mg/l)
생활 환경	I	상수원수1급 자연환경보전	6.5~8.5	1 이하	1 이하	7.5 이상	50 이하	0.01 이하	0.20 이하
	II	상수원수2급 수산용수1급 수영용수	6.5~8.5	3 이하	5 이하	5 이상	1,000 이하	0.03 이하	0.40 이하
	III	상수원수3급 수산용수2급 공업용수1급	6.5~8.5	6 이하	15 이하	5 이상	5,000 이하	0.05 이하	0.60 이하
	IV	공업용수2급 농업용수	6.0~8.5	8 이하	15 이하	2 이상	-	0.10 이하	1.0 이하
	V	공업용수3급 생활환경보전	6.0~8.5	10 이하	쓰레기등이 떠있지 아니할 것	2이상	-	0.15 이하	1.5 이하
사람의 건강 보호	전 수 역	카드뮴(Cd) : 0.01mg/l 이하 비소(As) : 0.05mg/l 이하 시안(CN) 수은(Hg) : 검출되어서는 안됨 유기인, 폴리크로리네이티드비페닐(PCB) : 검출되어서는 안됨 납(Pb) : 0.1mg/l 이하 6가크롬(Cr6+) : 0.05mg/l 이하 음이온계멸활성제(ABS) : 0.5mg/l 이하							

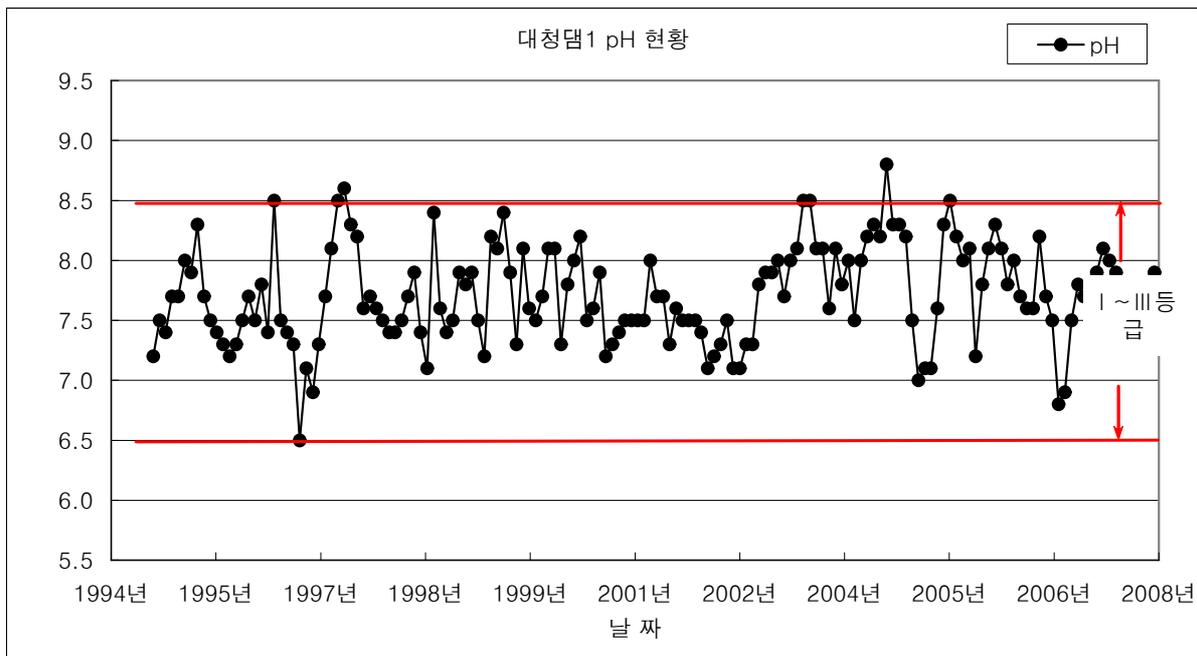
2.2.2 대청댐 수질현황

가. 원수수질 일반항목

대청호의 수질은 대전시 수도기술연구소, 한국수자원공사 수자원연구소 및 기타 각종 연구사업에서 측정하여 왔으나, 비교적 신뢰성이 있으며 오랜 기간 동안 일관성 있게 자료가 축적된 것은 환경부 금강물환경연구소의 수질자료이다. 금강수질검사소가 운영하는 수질자동측정망 중에서 추동취수탑과 가장 근접한 위치에 있는 대청댐 수질측정소(대청댐 1 : 대전광역시 동구 추동)의 자료를 활용하여 원수수질 일반항목의 수질변화를 검토하였다. 금강물환경연구소의 수질자료는 2008년 12월까지 정리하였다.

1) pH

pH 자료는 1995년부터 2008년까지의 자료를 아래에 표시하였다.



pH 측정 결과

지난 10년간 측정자료를 검토하여 보면 1995년에서 2008년 사이에 pH의 최소값은 6.8, 최대값은 8.8, 평균값은 7.7로 나타났다. 전체 자료를 자세히 분석하여

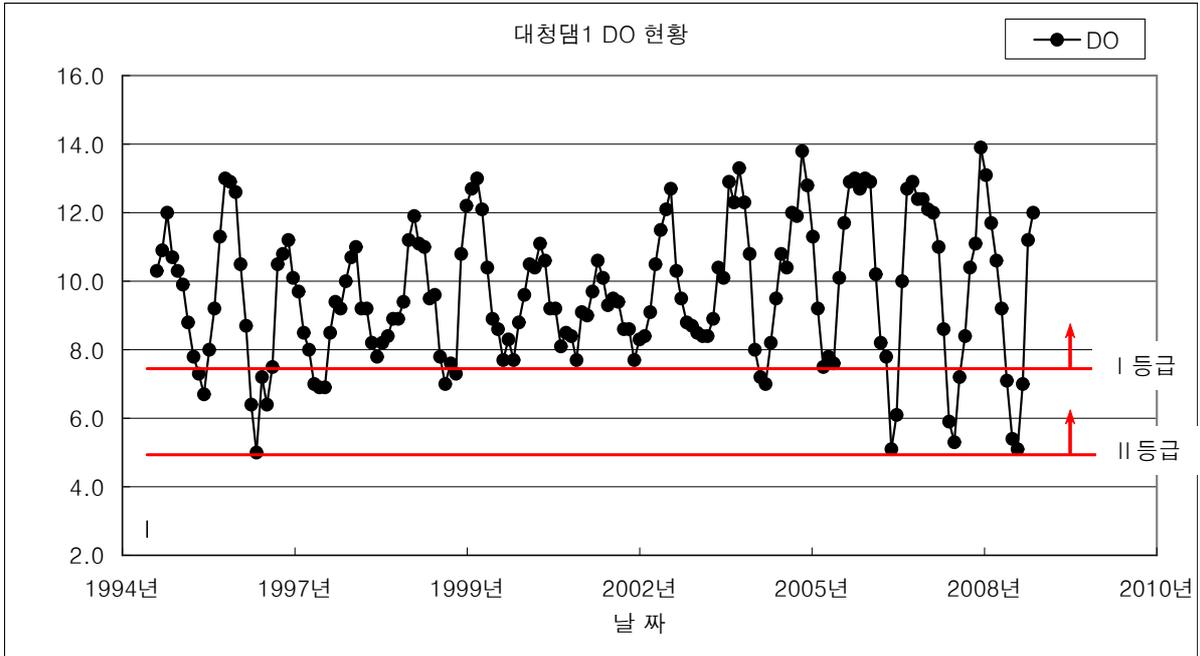
보면 pH는 2003년 이후 점차 알칼리성으로 변하는 시기가 자주 나타나는 것을 감지할 수 있다. 1995년에서 2002년까지에는 원수의 대부분이 pH 8 이하였으나 2003년이 지나서는 pH 8 이상의 원수 출현시기가 많은 것을 알 수 있다. 이것은 대청호의 부영양화가 상당히 진행되어 조류의 번식으로 인해 pH가 상승되었음을 나타낸다.

이러한 pH의 상승추세는 앞으로도 지속적으로 진행될 것이지만 조류에 의한 pH의 상승도 포화점이 있는 추이를 나타낼 것이므로 약 2010년 이후에는 pH 최저값 8.0~8.5, 최고값 약 10.0~10.5 사이에서 정착될 가능성이 있다. 원수의 pH가 상승되면 염소로 인한 소독효과가 매우 낮아지고, 응집제에 의한 적정응집 범위를 지나치게 되므로 착수정에서 황산 또는 이산화탄소 주입장치가 필요할 것으로 예측된다. 또한 pH가 상승된다는 것은 조류의 증식이 갈수록 왕성하여진다는 것을 의미하므로 조류로 인한 맛과 냄새의 문제도 갈수록 심대한 문제로 대두될 것을 의미한다. 또한 규조류의 번식도 더불어 증대될 것이므로 여과지의 폐색에 대한 고려도 해야 할 것으로 판단된다.

2) 용존산소(DO)

용존산소는 특성상 수온이 낮아지는 겨울철에 높은 농도가 되며 여름철에 농도가 낮아진다. 이것은 가스의 용해도가 압력에 비례하고 수온에 반비례하는 특성에서 연유한다.

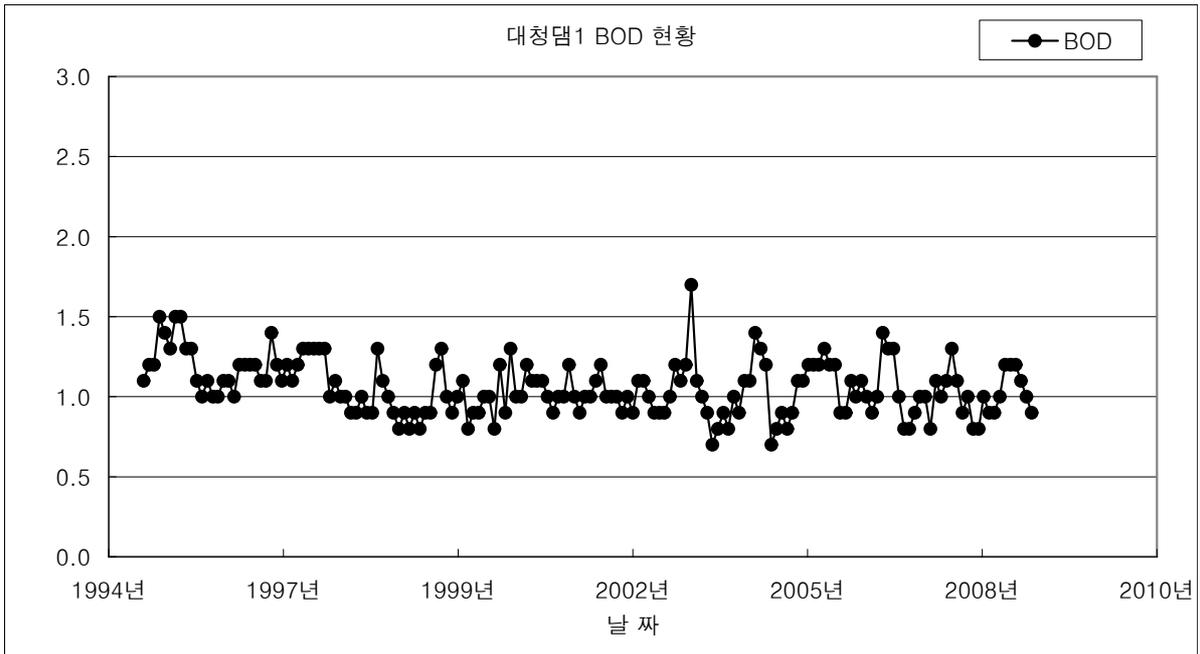
1995년부터 2008년 사이에서 최소값은 5.0mg/ℓ, 최대값은 13.9mg/ℓ, 평균값은 9.7 mg/ℓ 를 나타내었다.



DO 측정 결과

3) BOD

BOD의 최대값은 1.7mg/l, 최소값 0.7mg/l, 평균값 1.1mg/l로 나타나고 있다.

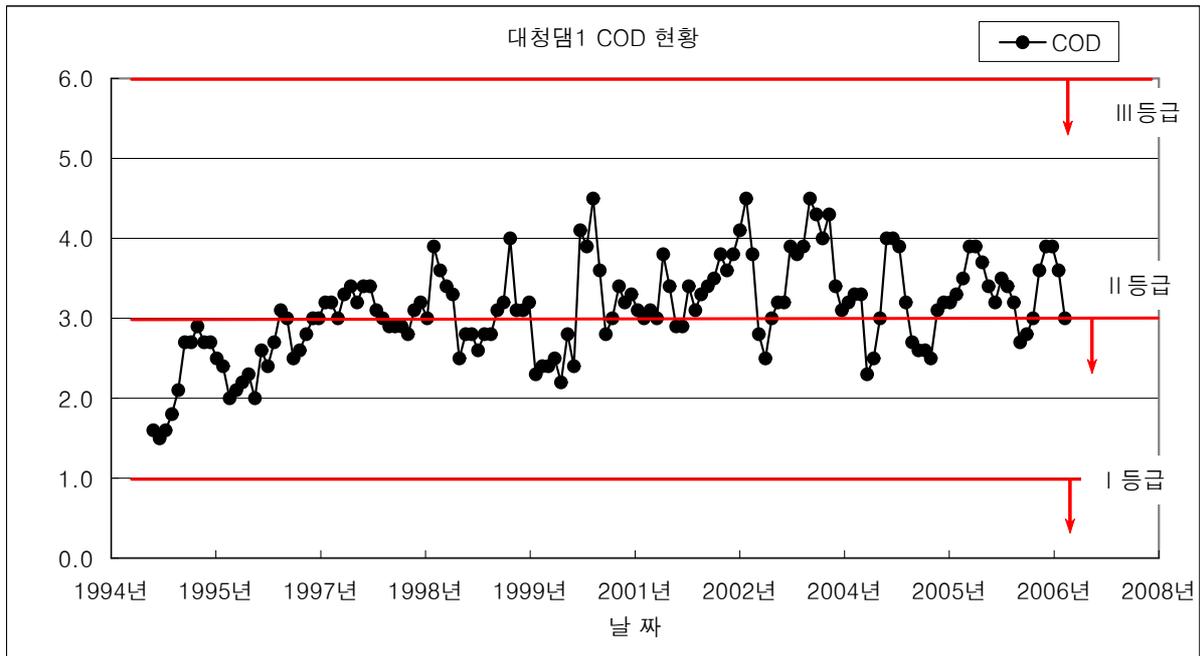


BOD 측정 결과

4) COD

BOD 농도가 비교적 안정적인 추세를 나타내는 데 반하여 COD 농도는 1995년 이후에는 계속 점점 증가하는 경향을 보이고 있다. 또한 년중 최대값도 점차 상승하는 추세를 보이고 있다.

2000년 이후 원수수질은 대부분이 Ⅲ등급을 유지하는 것으로 분석되었다.



COD 측정 결과

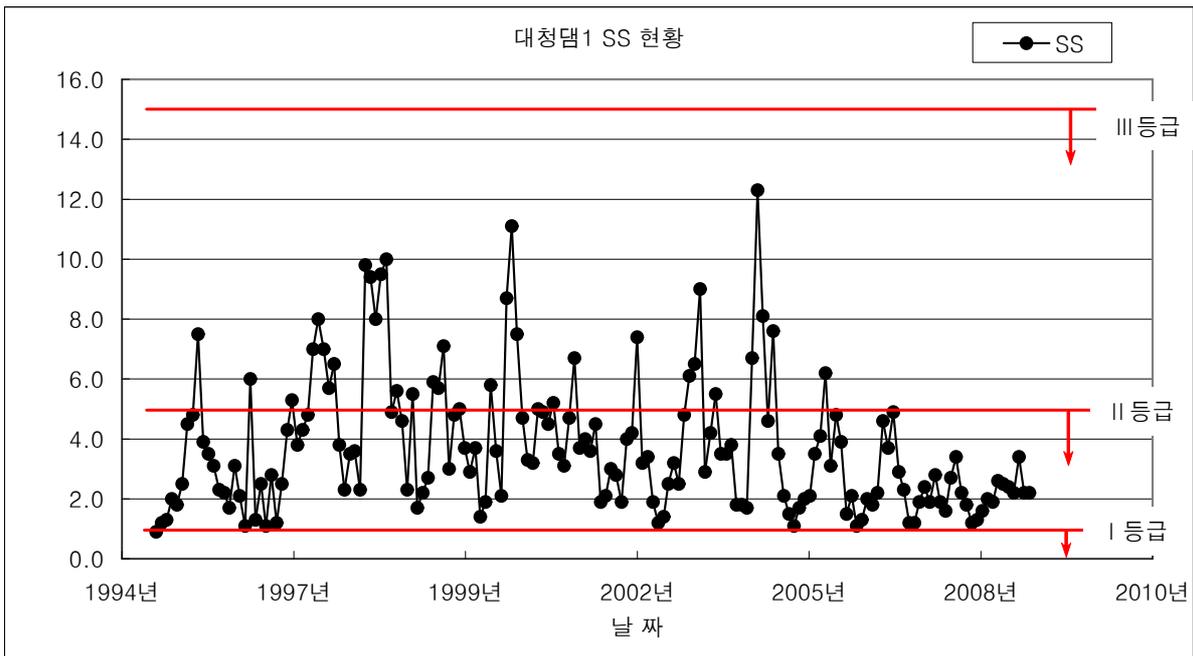
BOD 값이 안정적인 데 비하여 COD 값이 증가되는 이유는 대청호 뿐 아니라 전국적인 추세이며 일본도 유사한 현상을 보이고 있다. 이는 생분해가 어려운 유기물질의 축적을 의미하며 일부 연구진은 하수처리장에서 유출되는 유출수에 포함된 생분해가 어려운 유기물질들의 축적이 원인 중의 하나일 것으로 가정하며 조사하고 있다. 추후 COD의 농도는 미소하지만 점진적으로 증가되어 COD의 최대값이 5.0 mg/l를 상회할 수도 있을 것으로 추정된다. 생분해가 어려운 유기물질이므로 유기적 반응으로 인한 문제는 발생시키지 않겠지만 COD를 구성하는 물질에 따라서는 추후 염소와 반응(DBPs ; Disinfection By Products) 하

거나 또는 자체적으로도 문제(THMFP ; Trihalomethane Forming Potential)를 유발할 가능성도 있을 것으로 예상된다.

5) 부유성 고형물질(Suspended Solids)

부유성 고형물질은 계절별로 농도가 변하는 것으로 볼 수 있다. 이는 성층현상으로 인한 호소수 저질의 상승으로 인해 봄, 가을철에 증가하는 것으로 나타난다.

부유성 고형물질의 농도를 증가시킬 사회적 현상이나 자연적 원인을 판단하기 어려우므로 앞으로도 지금과 유사한 농도를 유지할 것으로 예상된다. 다만 부영양화의 진행과 이에 따른 규조류 등 조류와 방선균의 증가가 부유성 고형물질의 농도를 증가시킬 수 있다고 하나 지난 10년간 부영양화가 진행되었음에도 부유성고형물질의 농도가 뚜렷하게 증가추세를 보이지 않았으므로 추후에도 부영양화로 인한 부유성 고형물질 농도의 증가는 괄목할 만하지는 않을 것으로 예측된다.

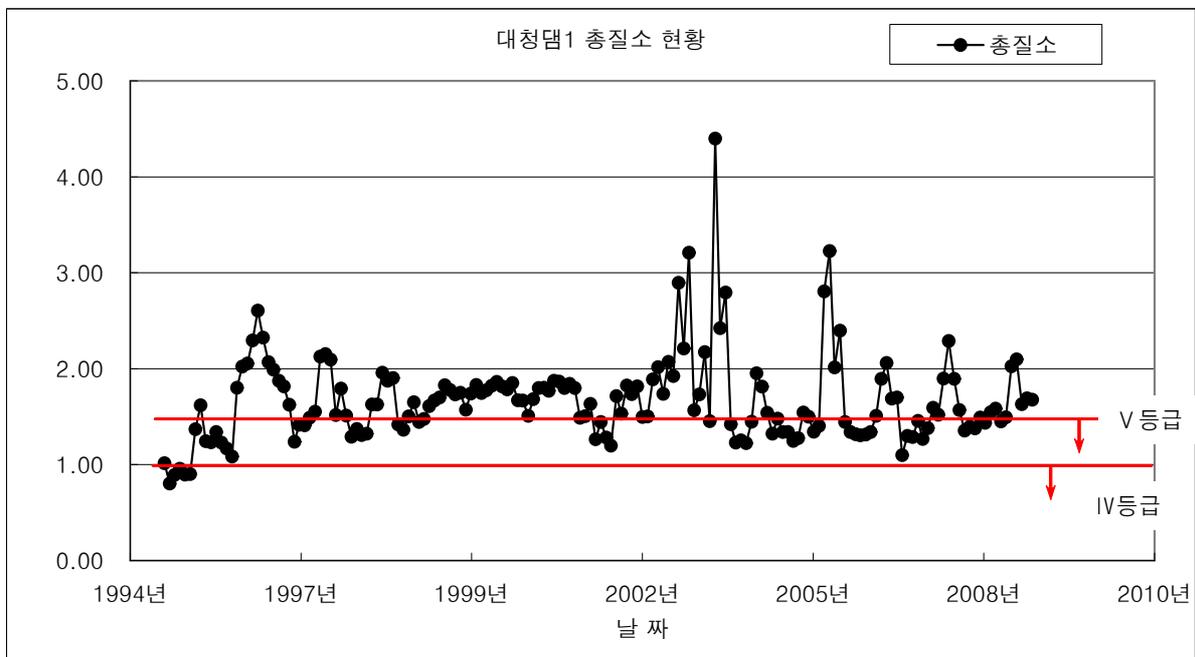


SS 측정 결과

6) 총질소, 암모니아성 질소, 질산성 질소

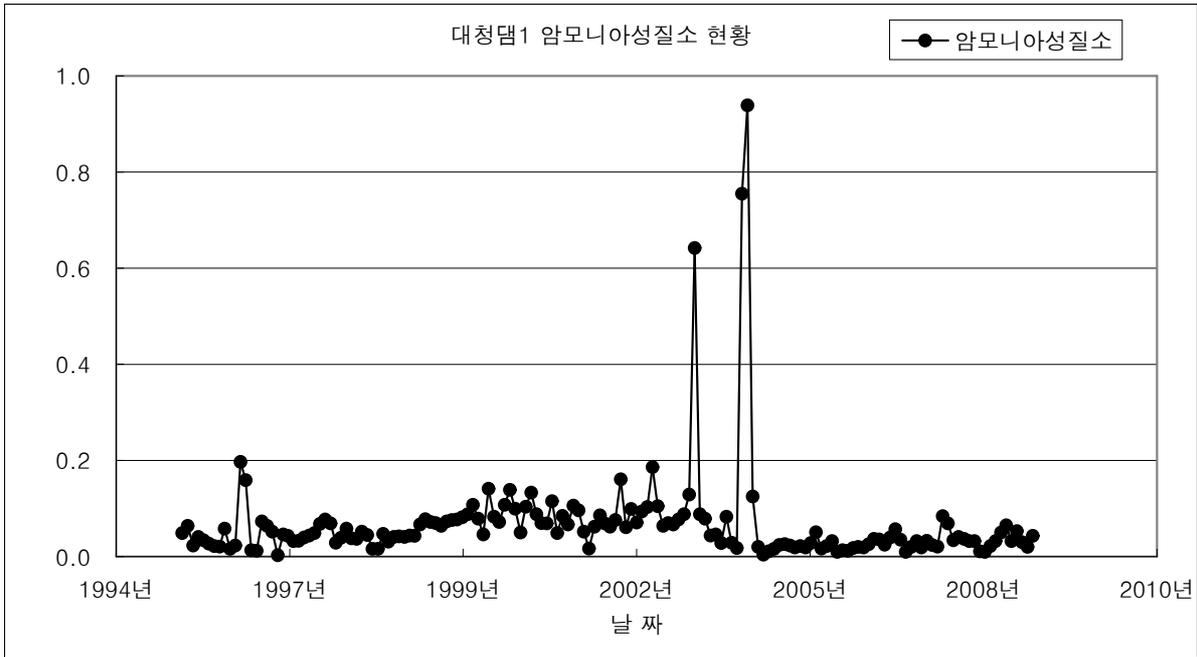
대청호의 총질소 농도는 아래에서 보는 바와 같이 지난 2002년 이후 급격히 증가하는 것을 알 수 있다. 최대값은 $4.4\text{mg}/\ell$, 최소값은 $0.8\text{mg}/\ell$, 평균값은 $1.7\text{mg}/\ell$ 를 나타내고 있다. 총질소의 유입은 2002년 이후 매우 빠르게 증가추세를 보이고 있으나 장래에는 댐상류 하수관거 정비사업이 진행되고, 유역에서 비점오염원이 관리됨에 따라서 차차 감소될 가능성도 있다.

다만 그 추세는 단기적인 장래에 감소현상이 괄목하게 나타나지는 않을 것으로 예상된다.



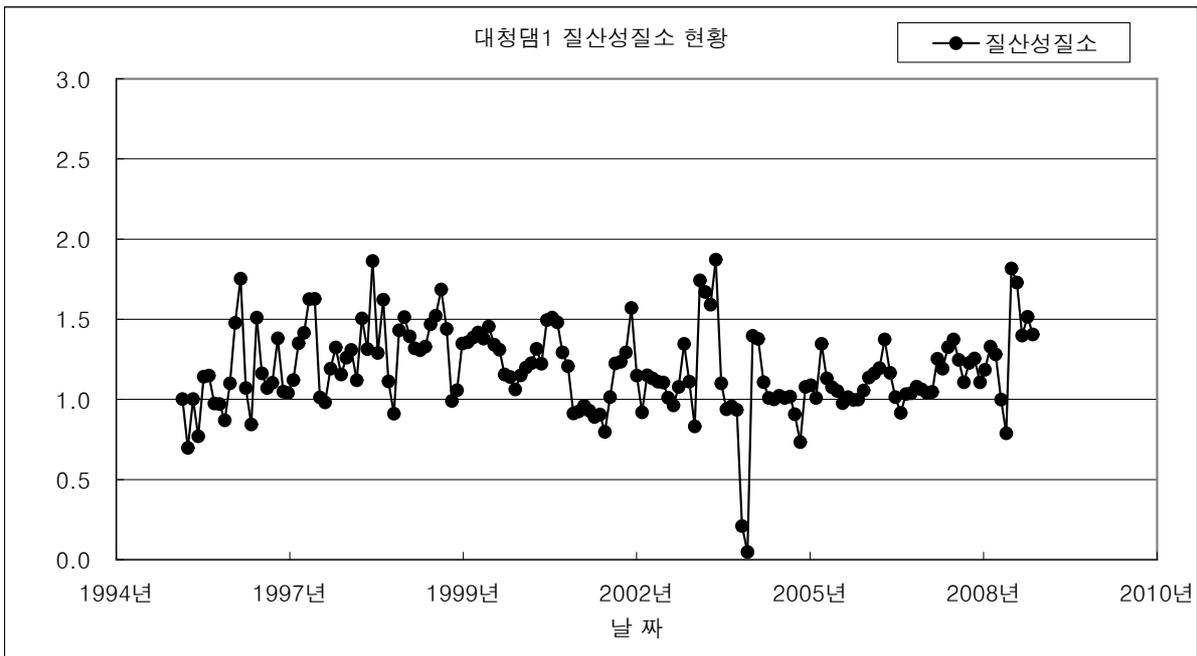
총질소 측정 결과

암모니아성 질소 농도의 변화 추이는 아래에 나타나 있다. 암모니아성 질소는 2002년까지는 뚜렷한 증가 또는 감소추세를 나타내지는 않았으나 2003년 이후 급격하게 최대값과 최소값의 비가 폭이 커서 전반적인 추세가 뚜렷하게 나타나지는 않는다. 최대값은 $0.94\text{mg}/\ell$, 최소값은 $0.01\text{mg}/\ell$, 평균값은 $0.07\text{mg}/\ell$ 로 분석되었다.



암모니아성 질소 측정 결과

질산성 질소의 농도는 아래에서 보는 바와 같이 지난 뚜렷한 증가 또는 감소추세를 나타내지는 않았다. 최대값은 1.87mg/l, 최소값 0.05mg/l, 평균값은 1.19 mg/l로 나타났다.



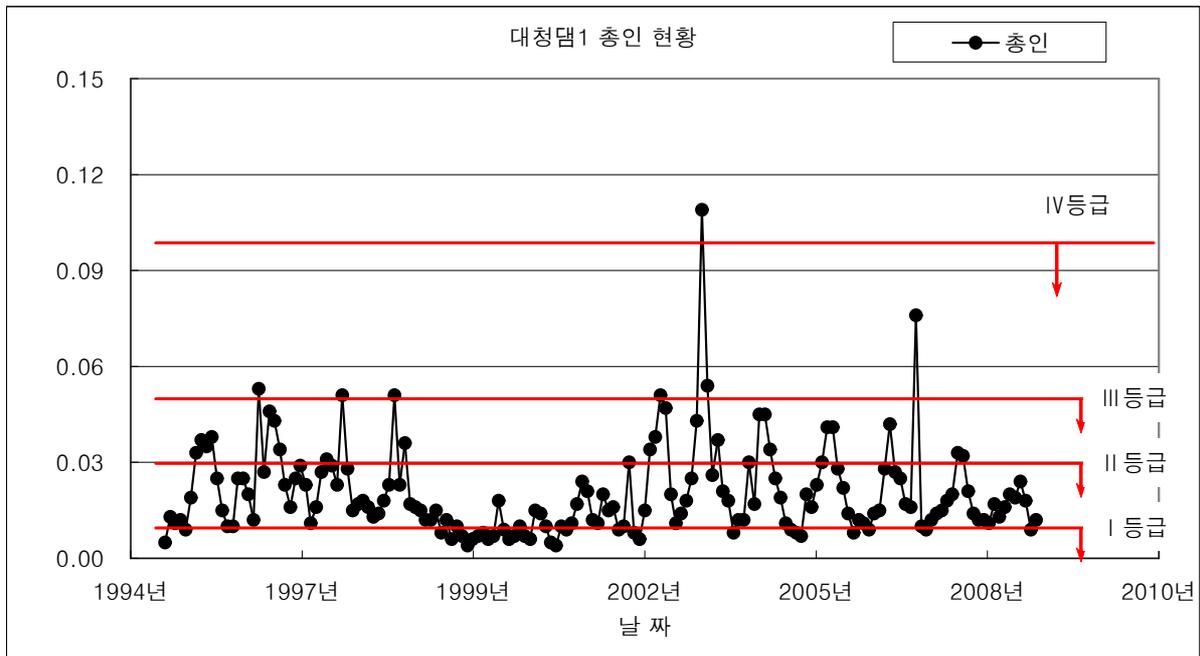
질산성 질소 측정 결과

7) 총인과 무기성 인(PO₄-P)

총인과 무기성인은 질소와 함께 호수의 부영양화를 나타내는 척도로서 매우 중요한 역할을 한다. 총인은 특성상 겨울철에는 조류에 의하여 사용되지 않으므로 농도가 높게 나타나다가 봄철이 지나면서 가을까지는 조류의 생장에 소모되어 낮게 나타난다. 미국 환경보호청(USEPA)에서는 총인 농도 약 0.02 mg/ℓ 이상을 부영양화의 기준으로 삼기도 한다.

총인의 최대값은 0.109mg/ℓ, 최소값은 0.004mg/ℓ, 평균값은 0.020mg/ℓ로 기록되어 있다.

지난 자료로 판단하건데 대청댐은 이미 평균농도가 부영양화의 기준을 초과하고 있어 부영양화가 진행되었음을 알 수 있다.

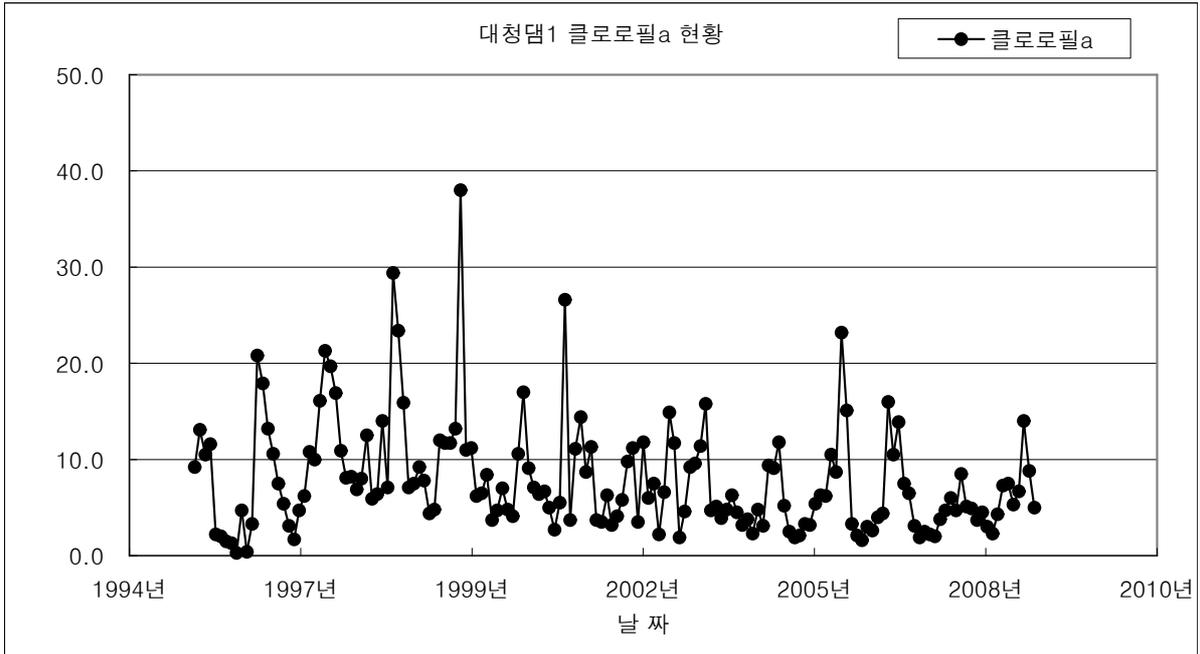


총인 측정 결과

8) Chlorophyll-a

클로로필 a(Chlorophyll-a)는 모든 조류가 공통으로 가지고 있는 엽록소이므로 이 농도로서 조류의 농도를 간접적으로 평가하기도 한다. 미국의 NAS와 NAE에서는 chlorophyll-a의 농도 0.01mg/ℓ (10mg/m³)를 부영양화의 기준으로 삼기

도 한다. 다음 그림에서 나타난 바와 같이 chlorophyll-a의 농도는 지난 1995년에도 이미 10mg/m³를 초과한 시기가 있었으며, 최대값 38.0mg/m³, 최소 0.30mg/m³, 평균값 7.6mg/m³를 기록하였다.

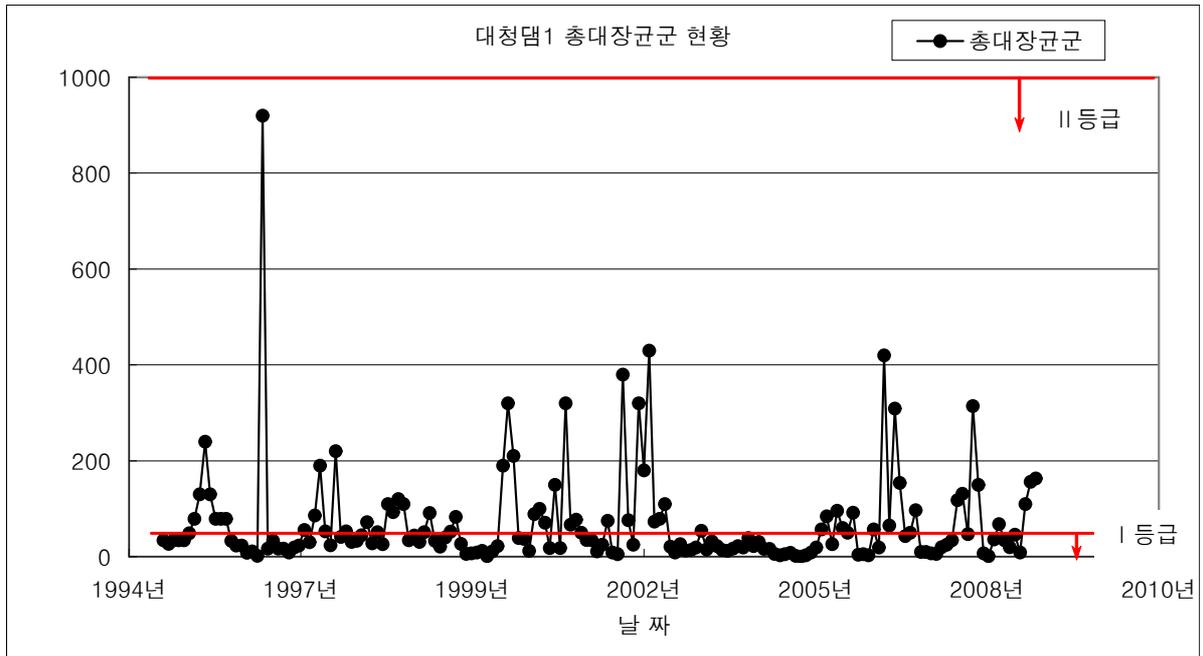


클로로필-a 측정 결과

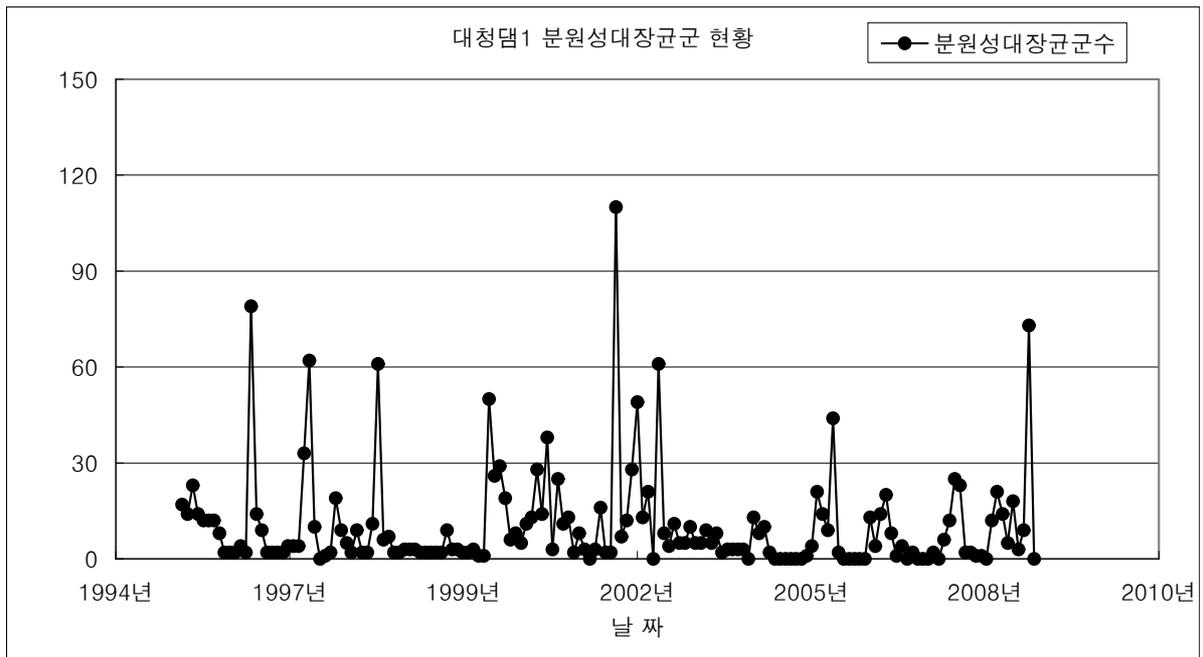
9) 분원성 대장균군과 총대장균군

분원성 대장균군과 총대장균군은 대부분 7~9월에 최대값이 나타나며 9-10월의 장마기에도 높게 나타나는 특성이 있었다. 이것은 장마나 강우로 인하여 수변 구역내의 생활폐수와 축산폐수가 유입되는 까닭으로 유추된다.

장래에도 분원성 대장균군과 총대장균군의 수가 현재보다 획기적으로 낮아질 것으로 예상되지 않으므로 현재와 유사한 경향을 유지할 것으로 보인다. 최대치로 유입될 때가 조류로 인한 pH가 높아질 때와 거의 일치하므로 소독공정에 특히 유의하여야 하며 CT 값이 준수되도록 하여야 한다. 또한 필요에 따라서는 전처리로서 황산이나 이산화탄소의 주입장치를 설계하여야 할 것으로 판단된다.



총대장군군 측정 결과



분원성대장군군 측정 결과

10) 유해 중금속 항목과 유기물질 항목

금강물환경연구소가 지난 1995년부터 2008년까지 측정한 자료에 의하면 대청댐에서 6가크롬, 시안, 수은, 카드뮴, 비소, 납 등의 중금속을 측정한 결과 어느 항목도 검출한계 이상 측정된 기록이 없다. 또한 PCB, 음이온계면활성제(ABS), TCE, PCE를 측정한 결과도 역시 유의할 농도가 전혀 나타나지 않고 있다.

또한 지난 10여년간 환경부의 G-7프로젝트에서 고도정수 연구를 수행한 한국건설기술연구소의 보고서와 최근 자료에서도 4,4-DDT, Aldrin, Dieldrin, Endosulfan sulfate, Endosulfan II, Endrin, Heptachlor, Heptachlor epoxide, β -BHC 등은 모두 검출되지 않은 것으로 나타났다.

장래에는 이러한 유해 중금속 및 유해유기용매와 농약 등의 규제가 강화될 것 이므로 이와 같은 물질들의 유입은 현재와 같이 검출되지 않을 것으로 예상된다.

2.3 대청호 조류발생현황

2.3.1 조류예보제

가. 도입배경

대청호의 경우 조류발생빈도가 정수처리에 매우 중요한 문제이기 때문에 여름철 남조류 대량발생에 따른 용수이용상의 장애 및 남조류 독소에 의한 건강상 피해 등에 대한 초기 대응책이 필요하여 도입하게 되었다.

나. 목 적

- 호수의 부영양화에 따른 조류증식 정도를 관계기관에 신속히 전파
- 조류 대량발생에 따른 피해의 최소화 및 수돗물의 안전성확보

다. 추진현황

- '96년 : 대청호 시범 실시
- '97년 : 대청호, 팔당호 확대 시범실시
- '99년 : 대청호, 팔당호, 충주호, 주암호, 운문호 등 5개 호수실시

라. 측정방법

- 측정주기 : 주1회 이상
- 채수수심 : 표층수
- 측정항목 : 수온, pH, DO, 클로로필-a, 남조류세포수
 - 남조류세포수 측정시 가능하면, 출현조류종을 남조류, 규조류, 녹조류, 기타조류로 구분하고, 우점종을 명시
- 시험방법 : 수질오염공정시험법에 의함

마. 발령기준

구 분	조류주의보	조류경보	조류대발생
chl-a 농도(mg/m ³)	15 이상	25 이상	100 이상
남조류세포수(세포/ml)	500 이상	5,000 이상	10 ⁶ 이상

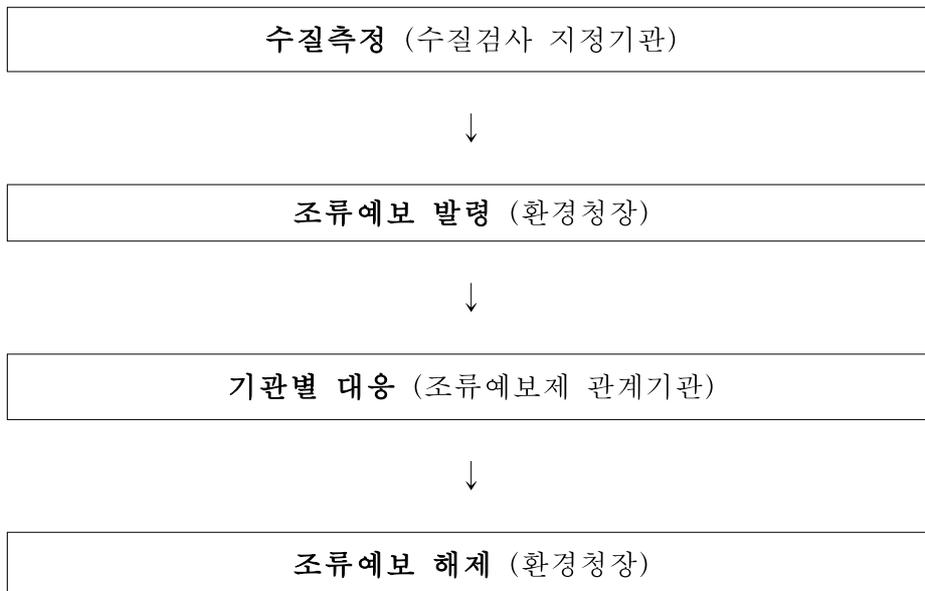
※ 2회 연속 측정하여 chl-a 농도와 남조류세포수 모두가 기준에 해당될 때 발령

바. 해제기준

- 2회 연속 측정하여 클로로필-a 농도 혹은 남조류세포수가 기준에 미달될 때

사. 대응체계

<조류예보 발령 및 대응 체계>



아. 자동측정망과 연계운영

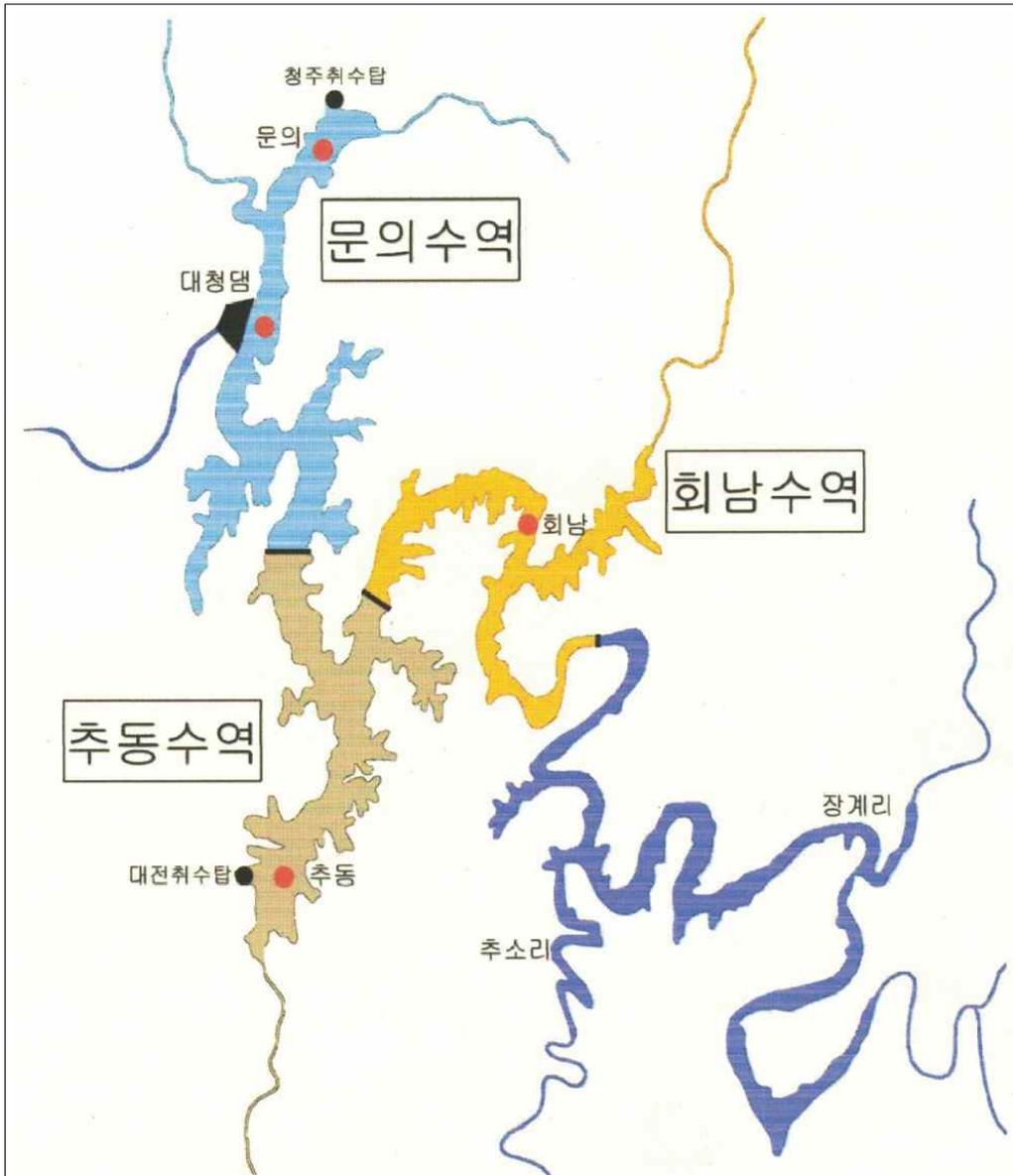
- 수질자동측정에 의한 클로로필-a 농도의 경보기준 초과시 즉시 채수하여 (수동)측정하고, 기준초과시 조류예보제 발령

자. 예보발령 단계별 관계기관 대응요령

단 계	관계기관	대 응 내 용
조 류 주의보	수질검사기관	<ul style="list-style-type: none"> • 주 1회 이상 시료채취 및 분석 • 시험분석결과를 관계기관에 신속히 통보
	수면관리자	<ul style="list-style-type: none"> • 취수구 및 조류우심지역에 펜스설치 등 조류제거 조치 ※ 수온상승 등으로 인한 조류발생 가능성이 증가할 경우 일정 기간 방류량 증가 및 조류로 인한 피해 최소화 방안을 사전에 마련·추진
	취·정수장	<ul style="list-style-type: none"> • 정수처리강화(활성탄처리, 오존처리)
	환경청, 지자체	<ul style="list-style-type: none"> • 주변오염원에 대한 단속 및 환경기초시설 운영·관리 철저
조 류 경 보	수질검사기관	<ul style="list-style-type: none"> • 대상호소에서 주 2회이상 시료채취 및 분석 • 시험분석결과를 관계기관에 신속히 통보
	수면관리자	<ul style="list-style-type: none"> • 취수구 및 조류우심지역에 펜스설치 등 조류제거 조치
	취·정수장	<ul style="list-style-type: none"> • 조류증식 수심이하로 취수구 이동 • 정수처리강화(활성탄처리, 오존처리) • 정수의 독소분석 실시
	환경청, 지자체	<ul style="list-style-type: none"> • 주변오염원에 대한 단속강화 • 수상스키, 수영, 낚시, 취사 등의 활동 자제 권고 • 어패류 어획 및 식용 자제, 가축방양 자제 권고
조 류 대발생	수질검사기관	<ul style="list-style-type: none"> • 주 2회 이상 수질검사 및 분석실시, 원수의 취기(관능검사) 및 독소분석 • 시험분석결과를 관계기관에 신속히 통보
	수면관리자	<ul style="list-style-type: none"> • 차광흡착제 살포, 조류제거선 및 마이크로스트레이너를 이용한 스킴제거 등 조류 제거 조치
	취·정수장	<ul style="list-style-type: none"> • 조류증식 수심이하로 취수구 이동 • 정수처리강화(활성탄처리, 오존) 강화 • 정수의 독소분석
	환경청, 지자체	<ul style="list-style-type: none"> • 주변오염원에 대한 지속적인 단속강화 • 수상스키, 수영, 낚시, 취사 등의 활동 금지, 어패류 어획 및 식용금지, 가축방양 금지

※ 대응내용은 상기 외에도 해당기관별로 현지실정에 맞게 탄력적으로 시행

차. 대청호 조류예보제 시행 대상 수역도



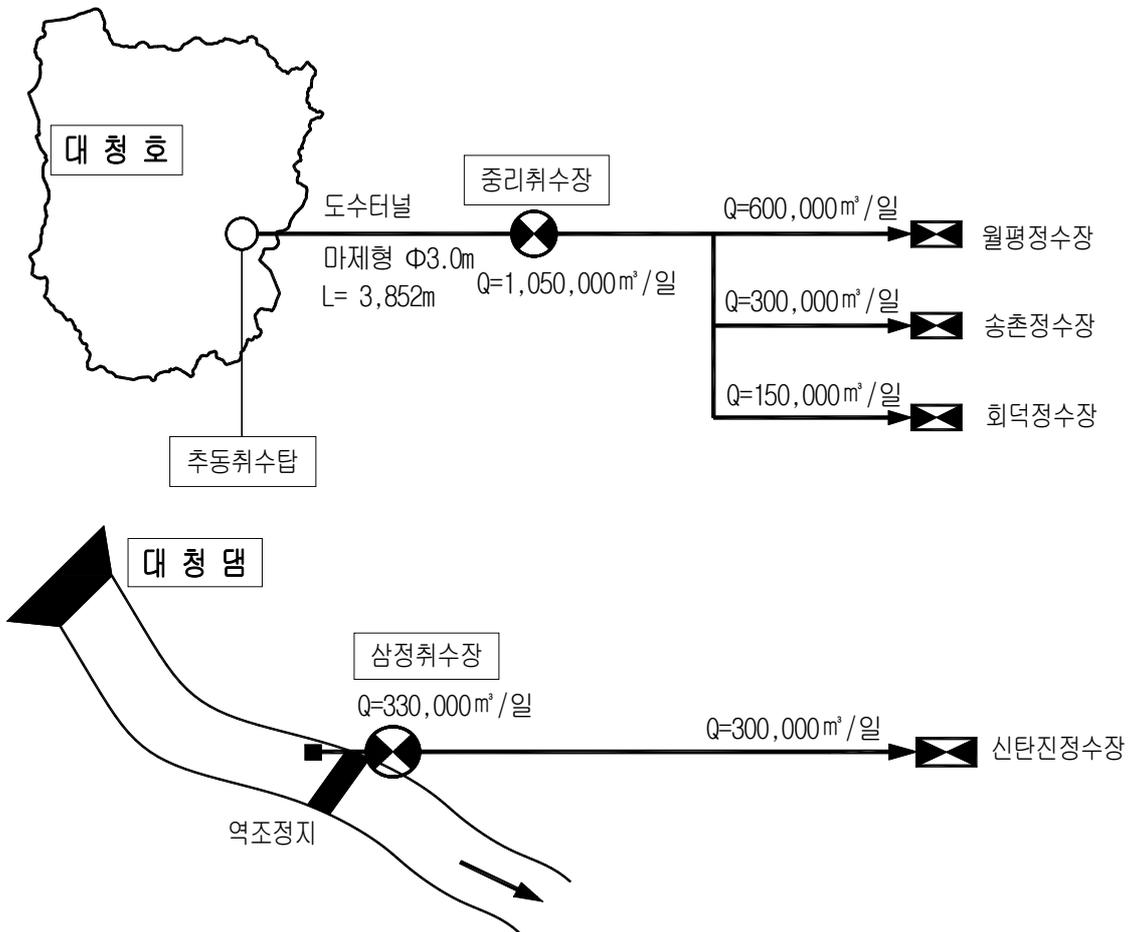
카. 호소별 조류예보발령 현황

구 분	조류주의보	조류경보	조류대발생	비고
1997년	8.26~11.29 (96일)	-	-	
1998년	9.9~10.9 (31일)	-	-	
1999년	-	-	-	
2000년	10.4~10.31 (28일)	8.10~8.27 (18일)	-	
2001년	9.1~10.5 (35일)	7.14~8.3 (21일) 8.11~8.31 (21일)	8.4~8.10 (7일)	회남수역
2002년	9.19~10.4 (16일)	-	-	문의수역
2003년	6.21~7.2 (12일) 8.30~10.17 (49일)	-	-	회남수역
	8.1~10.17 (78일)	-	-	추동수역
	8.1~8.6 (6일) 9.9~10.17 (39일)	8.7~9.8 (33일)	-	문의수역
2004년	9.3~9.16 (14일)	-	-	문의수역
2005년	8.2~10.7 (67일)	-	-	회남수역
	9.1~9.30(30일)	-	-	추동수역
	9.1~9.30(30일)	-	-	문의수역
2006년	8.4~10.4 (62일)	-	-	회남수역
	8.18~10.20 (64일)	-	-	추동수역
	9.7~10.20 (44일)	8.4~8.18 (15일)	-	문의수역
2007년	10.6~10.19 (14일)	-	-	회남수역
	10.6~10.19 (14일)	-	-	추동수역

2.4 대전광역시 취수시설 현황

대전광역시는 추동취수탑에서 1,050,000m³/일을 취수하여 3.9km의 도수터널을 통해 중리취수장으로 취수된 후 송촌정수장 300,000m³/일, 월평정수장 600,000m³/일, 회덕정수장 150,000m³/일로 원수를 공급하고 있으며, 대전광역시가 대청호의 취수탑에서만 원수를 공급하므로 이를 보완하여 취수원을 다변화하여 대청댐 역조정지의 삼정취수장에서 330,000m³/일을 취수하여 D2,200mm 도수관로를 통해 신탄진정수장에 2006년부터 공급하고 있다..

또한 한국수자원공사에 원수값으로 대청호 추동취수탑은 2031년 까지 6.6원/톤을 지불하며 2032년부터 무대로 공급받는 것으로 계약되어 있으며, 대청댐 역조정지의 삼정취수장은 47.9원/톤을 지불하고 있다.



중리취수장, 삼정취수장 현황

원수 비용

구 분	취 수 장		비 고
	중리취수장	삼정취수장	
1. 원수종류	대청댐 호소수	대청댐 역조정지	
2. 비용	6.6원/톤 (2032년부터 무대)	47.9원/톤	

취·도수시설 현황

구 분	취 수 시 설 현 황		비 고
	중리취수장	삼정취수장	
1. 취수펌프장			
· 토 목	Q=1,155,000m ³ /일	Q=660,000m ³ /일	
· 건 축	4,684m ²	2,856m ²	
· 펌프 및 모터	38.2m ³ /분 × 60mH, 3대(1) 45.8m ³ /분 × 60mH, 1대(0) 111.1m ³ /분 × 60mH, 2대(0) 76.4m ³ /분 × 66mH, 9대(3) 100.0m ³ /분 × 66mH, 1대(0)	91.7m ³ /분 × 92mH, 3대(1) 45.8m ³ /분 × 92mH, 2대(1)	()내는 예비
2. 도수관로	<ul style="list-style-type: none"> · 취수탑 ~ 중리취수장 <ul style="list-style-type: none"> - 터널 : 마제형 Φ3.0m, L=3,852m - 관로 : D=2,200mm, L=95m · 중리취수장 ~ 송촌정수장 <ul style="list-style-type: none"> - 관로 : D=1,000mm, 1,200mm L=1,800m · 중리취수장 ~ 회덕정수장 <ul style="list-style-type: none"> - 관로 : D=900mm, 1,000mm L=8,400m · 중리취수장 ~ 월평정수장 <ul style="list-style-type: none"> - 관로 : D=2,400mm, L=7,500m 	D=2,200mm, L=1,008m	

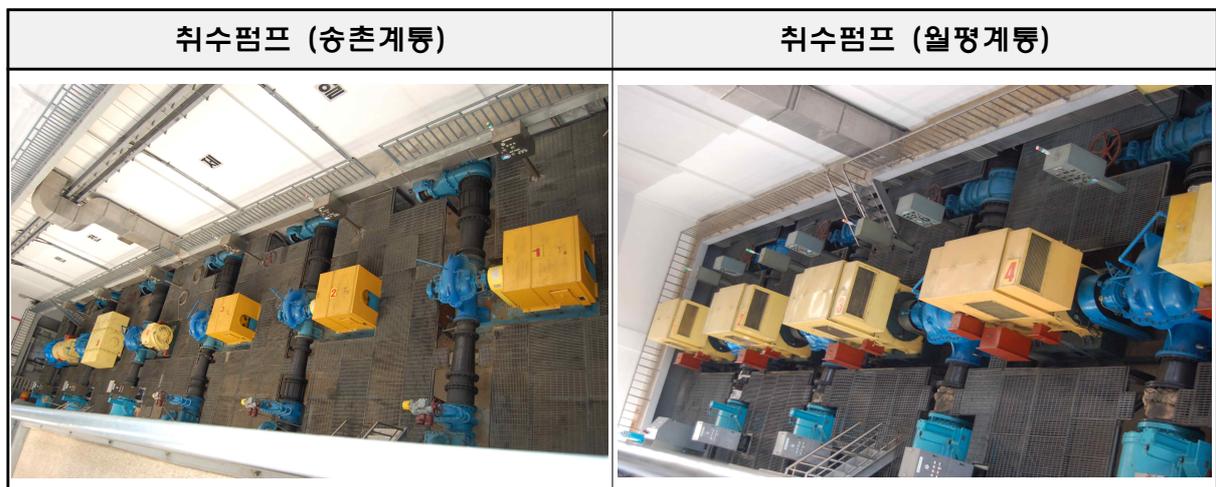
2.4.1 중리취수장 취수량

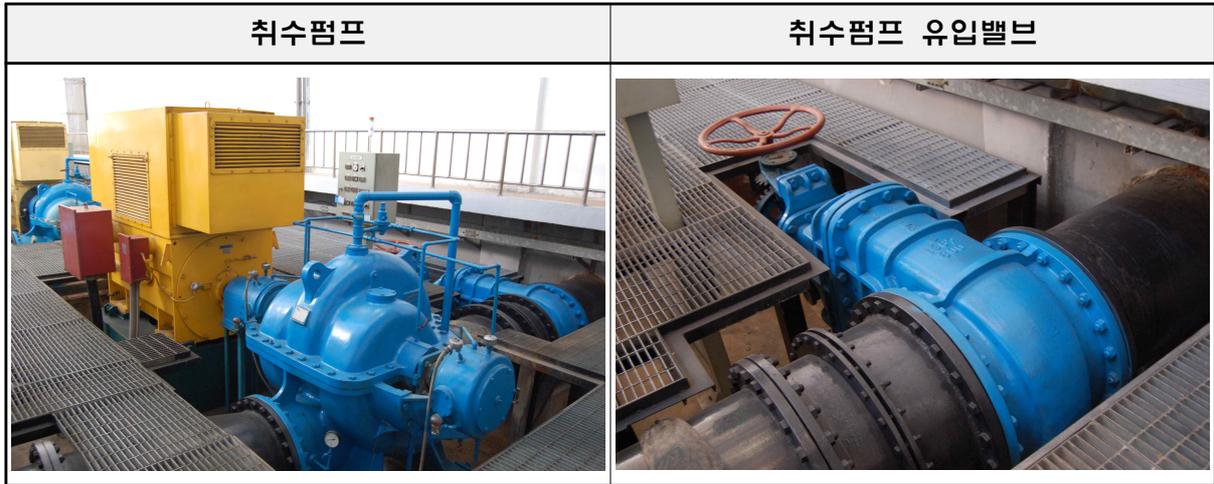
가. 중리취수장 펌프현황

- 취수펌프는 송촌계통 6기, 월평계통 10기로 총 16대가 설치되어 있으며, 펌프 형식은 양흡입블류트펌프임.

중리취수장 펌프설비 현황

구 분	형식 및 규격	제작년도	비고
송촌계통 (6대)	1호기	55,000m ³ /일 × 60mH	2003.9.
	2호기	55,000m ³ /일 × 60mH	2003.9.
	3호기	55,000m ³ /일 × 60mH	2003.9.
	4호기	66,000m ³ /일 × 60mH	1980.12.
	5호기	160,000m ³ /일 × 60mH	1986.11.
	6호기	160,000m ³ /일 × 60mH	1986.12.
월평계통 (10대)	1호기	110,000m ³ /일 × 66mH	1991.7.
	2호기	110,000m ³ /일 × 66mH	1991.7.
	3호기	110,000m ³ /일 × 66mH	1991.7.
	4호기	110,000m ³ /일 × 66mH	1994.6.
	5호기	110,000m ³ /일 × 66mH	1994.6.
	6호기	110,000m ³ /일 × 66mH	1994.6.
	7호기	110,000m ³ /일 × 66mH	1996.11.
	8호기	110,000m ³ /일 × 66mH	1996.11.
	9호기	110,000m ³ /일 × 66mH	1996.11.
	10호기	144,000m ³ /일 × 66mH	1998.6.





나. 중리취수장 취수량

2006년~2008년간 중리취수장의 일평균취수량은 481,721m³/일로 시설용량대비 45.9%를 사용하고 있으며, 일최대취수량은 548,820m³/일로 시설용량대비 52.3%만을 사용하고 있는 실정이다.

중리취수장 취수량

구 분		취수량(m ³ /일)	시설용량(m ³ /일)	시설용량대비 취수량(%)
일평균	2006년	484,091	1,050,000	46.1
	2007년	478,466	1,050,000	45.6
	2008년	482,607	1,050,000	46.0
	평 균	481,721	1,050,000	45.9
일최대	2006년	530,360	1,050,000	50.5
	2007년	556,170	1,050,000	53.0
	2008년	559,930	1,050,000	53.3
	평 균	548,820	1,050,000	52.3

2.4.2 삼정취수장 취수량

가. 삼정취수장 펌프현황

○ 취수펌프는 총 5대가 설치되어 있으며, 펌프형식은 양흡입볼류트펌프임.

삼정취수장 펌프설비 현황

구 분	형식 및 규격	제작년도	비고
신탄진계통 (5대)	1호기	2,748m ³ /시 × 90mH	2004.8.
	2호기	5,502m ³ /시 × 90mH	2004.8.
	4호기	5,502m ³ /시 × 90mH	2004.8.
	6호기	5,502m ³ /시 × 90mH	2004.8.
	8호기	2,748m ³ /시 × 90mH	2004.8.



나. 삼정취수장 취수량

2006년~2008년간 삼정취수장의 일평균취수량은 37,383m³/일로 시설용량대비 12.5%를 사용하고 있으며, 일최대취수량은 64,030m³/일로 시설용량대비 21.3%만을 사용하고 있는 실정이다.

삼정취수장 취수량

구 분		취수량(m ³ /일)	시설용량(m ³ /일)	시설용량대비 취수량(%)
일평균	2006년	41,532	300,000	13.8
	2007년	34,178	300,000	11.4
	2008년	36,440	300,000	12.1
	평 균	37,383	300,000	12.5
일최대	2006년	63,740	300,000	21.2
	2007년	64,610	300,000	21.5
	2008년	63,740	300,000	21.2
	평 균	64,030	300,000	21.3

2.5 중리취수장 도수터널 계획

2.5.1 검토목적

대청댐 추동취수탑과 도수터널은 1980년에 준공되어 현재까지 30년 가까이 사용하고 있으나, 점검구 등의 유지관리 시설이 없어 도수터널 내부 상황이나 시설안전진단 등의 진단이 불가능하여 도수터널의 상황을 알 수가 없다. 또한, 예비터널이 없어 대전광역시 원수공급의 78%를 담당하고 있는 도수터널의 문제발생시 대전광역시의 수돗물 공급은 신탄진정수장 300천³/일 밖에 되지 않아 절반이상의 시민들은 단수를 피할 수 없는 실정이다.

따라서, 노후화된 추동취수탑과 도수터널에 대한 시설계획을 검토하였다.

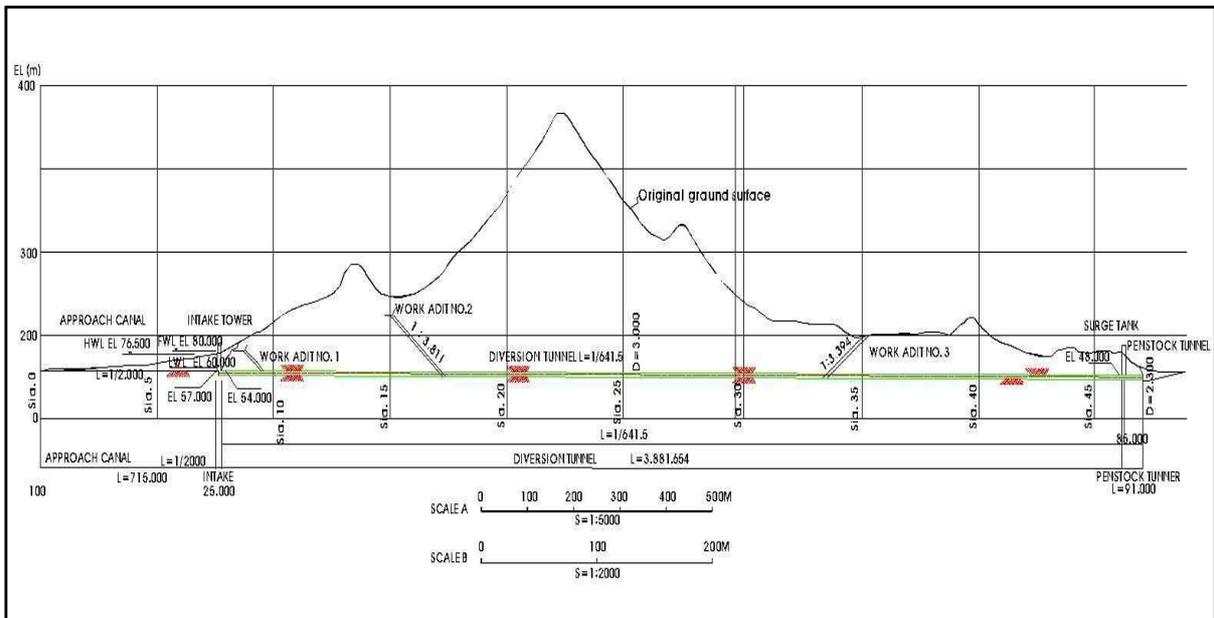
2.5.2 취·도수시설 현황

중리취수장 시설개요

구분	시설개요	비고
위치	대전광역시 대덕구 중리동	착공 1976년 준공 1980년 8월 1일
취수시설 (1단계)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 펌프실 400² ○ 배관실 320² ○ 펌프, 모터 <ul style="list-style-type: none"> Q= 38.2³/min, H=60m, 522kW 3대 Q= 45.8³/min, H=60m, 630kW 1대 Q=111.1³/min, H=60m, 1,570kW 2대 ○ 천장크레인 15TON 1대 ○ 초음파 유량계 D=2,300mm 1대 	송촌정수장(Q=165천 ³ /일) 회덕정수장(Q= 66천 ³ /일) 송촌정수장(Q=320천 ³ /일)
(2단계)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 펌프실 : W10.0×L65.6×H9.6 (A=656²) ○ 배관실 : W8.0×L65.6×H9.6 (A=524.8²) ○ 펌프, 모터 <ul style="list-style-type: none"> Q= 76.4³/min, H=66m, 1,310kW 3대 Q= 76.4³/min, H=66m, 1,150kW 3대 Q= 76.4³/min, H=66m, 1,150kW 3대 ○ 천장크레인 10TON 1대 	월평정수장

취·도수시설 시설개요

구분	시설개요
준공일	1980년 7월 31일
시설개요	<ul style="list-style-type: none"> ○ 시설용량 : Q=1,050,000m³/일 ○ 취수탑 : 13.5m × 6.5m × 26.0m <ul style="list-style-type: none"> - FWL 80.00m, LWL 60.00m - 취수구 표고 : EL 57.0m ○ 도수터널 : 마제형 D3.0m, L=3,973m



기존 도수터널 수리중단

2.5.3 취수시설 검토

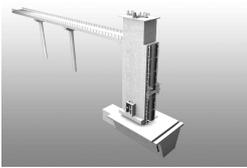
가. 개요

대청호에 설치·운영 중인 추동취수탑은 1980년에 준공되어 현재까지 30년 가까이 사용하고 있으며, 기존 취수탑이 대청호의 가장자리에 접해있고 취수지점도 오목한 곳이어서 원수가 정체되어 원수수질 저하가 우려된다. 따라서, 기존 취수시설을 대체할 수 있는 취수시설을 검토하여 안정적인 취수가 가능하도록 검토하였다.

나. 취수탑 형식 비교

취수탑은 크게 저수지 내에 독립탑을 설치하는 독립탑형, 산의 경사면을 따라 설치하는 지산설치형과 본댐 체체에 의해 지지되는 체체설치형이 있으며, 주요 특징은 다음과 같다.

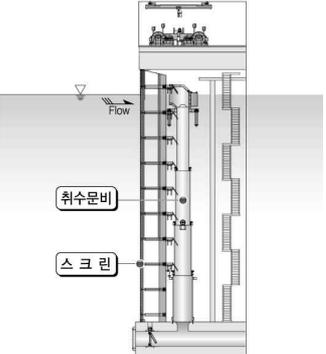
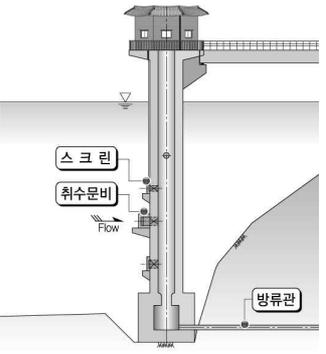
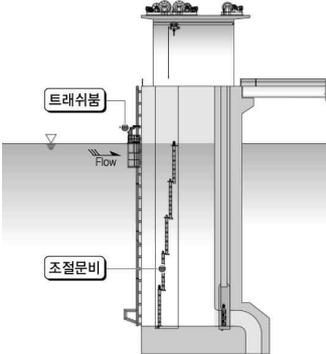
취수탑 형식 비교

형식별	주요특징	관련도면
독립탑형	<ul style="list-style-type: none"> - 체체와 지형에 따라 취수성능에 영향을 받을 우려 적음 - 체체공사와 독립 시공이 가능하며, 공정에 제약이 없음 - 체체설치형에 비해 취수탑의 구조와 기초공이 대규모 - 조작용이 필요 	
지산설치형	<ul style="list-style-type: none"> - 구조적으로 안정 - 독립탑형에 비해 공사비가 적음 - 설비의 길이가 경사형으로 길어짐 - 경사형 게이트로써 하강하기가 곤란하므로 신중한 검토가 필요 	
체체설치형	<ul style="list-style-type: none"> - 구조적으로 안정 - 독립탑형에 비해 공사비가 적음 - 체체와 지형에 따라 취수성능에 영향을 받음 - 체체공사와 함께 시공하여야 하며, 공정에 제약을 받음 	

또한, 게이트의 설치방식에 따라 원형다단실린더식과 다공식, 직선다단식 등이 있으며 설치방식에 따른 취수탑의 특징은 다음과 같다.

체체설치형	콘크리트취수탑	원형다단식, 다공식, 직선다단식, 반원형다단식, 다관식
독립탑형	강재취수탑	원형다단식
지산설치형		

게이트 설치방식에 따른 비교

구 분	원형다단식 Gate	다공식 Gate	직선다단식 Gate
1. 구조도			
2. 구 조	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 취수탑에 다른 직경의 원통게이트를 쌓아 배치 후 최상단 유입구로 취수 ◦ 안전게이트 불필요 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 취수탑 개구부 전면에 설치된 여러개의 게이트를 작동하여 댐수위 변동에 따라 취수 ◦ 안전게이트 불필요 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 취수탑의 전면에 롤러게이트를 배치하여 최상단 문비에 의하여 취수 ◦ 안전게이트 필요
3. 취수성능 및 수밀성능	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 연속취수 가능 ◦ 임의층 취수 우수 ◦ 완전 수밀 가능 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 연속취수 곤란 ◦ 임의층 취수는 한정된 위치만 가능 ◦ 완전 수밀 가능 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 연속취수 가능 ◦ 임의층 취수 가능 ◦ 완전 수밀 곤란
4. 취수범위	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 10.0~60.0m³/s 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 0.1~10.0m³/s 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 1.0~35.0m³/s
5. 경제성	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 강제 취수탑으로 경제성 불리 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 다른 형식에 비해 경제적 ◦ 소용량 취수설비에 적합 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 문비단수가 많아 경제성 불리

2.5.4 도수터널 검토

가. 개요

터널은 공사비가 일반적으로 많이 소요되나, 수로연장이 단축되고 수두손실이 적은 이점이 있다. 터널시공은 지질조건 및 터널 내에 작용하는 각종 수압조건에 적합하도록 각각의 경우마다 필요한 제반검토를 실시하며, 최소단면은 터널연장 및 시공상의 제약요소 등을 감안하여 결정하는 것이 바람직하다.

터널의 설계와 시공은 도로나 철도의 경우와 같으나, 수로로서 이용하기 때문에 누수가 없도록 수밀성에 유의해야 한다. 그러므로 터널지반은 암반이 이상적이지만 양질의 암반인 경우에도 유수면 이하는 반드시 콘크리트라이닝을 한다. 그 밖의 경우에는 그라우팅을 시공하는 것이 수밀성을 유지하는 면에서 구조물의 안전성에도 바람직하다.

터널은 지형, 지질조건 및 환경 등에 좌우되는 요소가 많기 때문에 조사, 계획, 설계 및 시공시에는 이를 충분히 고려하여야 한다.

터널의 단면형상은 계획도수량을 유입할 수 있는 크기를 지녀야 한다. 터널내의 최대통수량은 터널 단면형상과도 관계되나 수심이 터널높이의 약 80~90% 전후를 유지하는 것이 일반적이나 유수의 안정된 흐름을 유지하기 위하여 수심을 터널높이의 약 80% 이하로 결정하는 것이 안전하다.

콘크리트의 복공두께는 토피가 적은 곳, 중요한 도로, 하천의 횡단장소 및 지반이 나쁜 장소 등에 대해서는 필요에 따라 복공두께를 증가시키거나 철근을 추가 삽입하는 등의 보강이 필요하다. 콘크리트의 시공조인트에는 지수판을 삽입하여야 하며, 콘크리트라이닝과 지중과의 사이에는 공극이 생기기 때문에 수밀성 유지와 안전성 측면에서 공극에 모르타르나 그 외의 것으로 뒤채움을 한다.

나. 도수관로 관경결정

본 도수관로는 취수량 $Q=1,050$ 천 m^3 /일을 도수하기 위한 시설로 이를 위해 경제적이고 합리적인 관경을 결정할 수 있도록 계획하였으며, 유수의 안정된 흐름을 유지하기 위하여 수심을 터널높이의 약 80% 이하로 결정하였다.

도수관로의 연장은 4,700m이고, 유량은 $Q=1,050$ 천 m^3 /일($=12.153m^3/sec$), 시점과 종점의 관저고는 각각 54.0m, 48.0m이다.

$Q=A \cdot V$ 에서 $D=1.1284 \times \sqrt{\frac{Q}{V}}$ 이며, 적정유속인 $V=1.0 \sim 3.0m/sec$ 를 고려하면, $D=2,200 \sim 4,000mm$ 사이에서 결정된다.

도수관로 관경결정

구 분	관경 (mm)	통수능 (m^3/sec)	만관유속 (m^3/sec)	실유속 (m^3/sec)	수심비 (%)	비 고
도수관로	2,600	10.703	2.062	2.275	93.95%	
	2,700	11.836	2.115	2.411	82.28%	
	2,800	13.041	2.167	2.456	74.93%	적 용
	2,900	14.320	2.218	2.480	69.51%	
	3,000	15.675	2.269	2.495	65.09%	

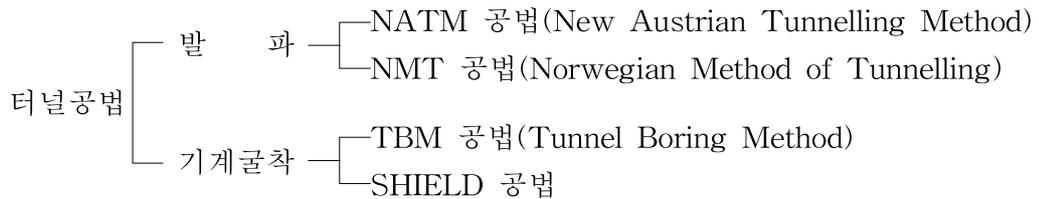
다. 터널 굴착공법 검토

1) 개 요

대전광역시의 도수터널은 해발 304m의 고봉산과 경부고속도로를 횡단하여 중리취수장으로 원수를 공급하는 역할을 한다. 이러한 지역에 관경 3.0m의 상수관로를 부설하기는 현실적으로 불가능하므로 본 계획에서는 도수터널을 이용한 도수관로 부설을 계획하였으며, 본 장에서는 적용 가능한 터널공법을 소개하고 그에 따른 개략사업비를 산정하였다.

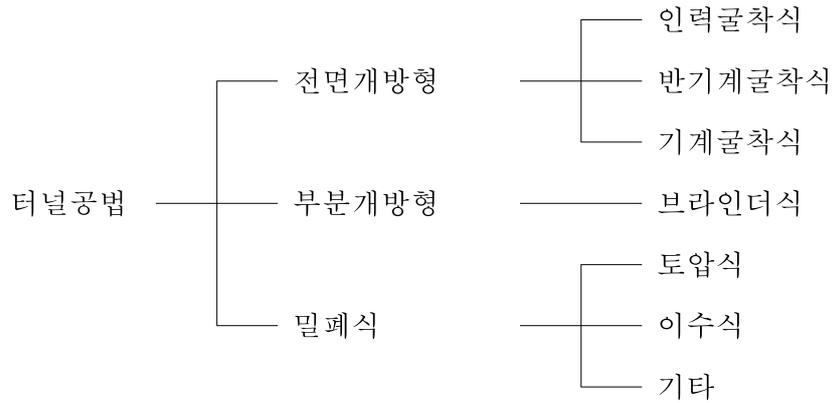
2) 터널공법 검토

- 터널 굴착공법에는 인력굴착, 발파굴착, 기계굴착 등이 있으며 대상지반의 지질조건, 터널의 크기와 단면형상, 사용목적 및 터널 주변환경 등을 고려하여 시공이 용이하고 경제적인 공법을 선정하여야 한다.



- 인력굴착은 피크햄머, 쇼벨 등의 기구를 사용하여 인력으로 굴착하는 공법을 말하며 지반이 연약한 경우에 적용된다.
- 화약을 이용한 발파굴착은 다양한 지질과 형상에 적용 가능하여 굴착공법의 주종을 이루며, 기계굴착은 전단면 굴착기를 사용하여 터널을 굴착하는 공법으로 연약지반에서는 쉴드 굴착공법이 사용되고, 암반 지반의 터널에서는 TBM(Tunnel Boring Machine) 굴착 공법이 사용되고 있다. 또한 최근에는 지반조건에 관계없이 기계굴착이 가능한 암반대응 쉴드(Shielded TBM)도 개발 사용되고 있다.
- NATM 공법은 2~4차로 단면 시공이 가능하고 기존 암반의 지지력을 최대한 활용하여 최소의 지보재(숏크리트, 록볼트, 강지보)로 안전성을 확보한다. 1984년 이후 터널공사에 적용된 이후 가장 보편화된 공법으로 시공경험이 풍부하고 축적된 기술 활용이 가능한 공법이다.
- TBM 공법은 완전기계식 굴착공법으로 기계본체(Cutter) 및 운반을 위한 부속설비로 구성되어 있고, 소구경의 수로터널, 통신구 및 도심지의 원형단면 굴착시 효과적이다. 주로 TBM 굴착 후 NATM 확공의 방법으로 2차로 이하일 경우 선별적으로 적용되며 시공경험 및 기술축적이 다소 미흡한 실정이다.
- SHIELD 공법은 원통형 강제의 스킨플레이트와 내장된 잭으로 구성된 쉴드

를 사용하는 굴착공법이다. 선단의 칼날부에서 굴착하고 내부에서 일차 복공의 세그먼트를 조립하고 후부의 잭을 세그먼트의 반력으로 추진한다. 스킨플레이트가 붕괴되지 않도록 지중을 지지하고 터널을 구축한다.



SHIELD 공법은 다른 추진공법에 대하여 대형 터널공법으로 추진연장 500~1,000m를 표준으로 하고, 방향수정을 쉽게 할 수 있으며 선형도 수평곡선 또는 연직방향으로는 어느 정도까지의 경사를 갖게 할 수 있다. 또한, 지중이 불안정하고 막장의 붕괴나 지표면의 함몰 또는 침하의 우려가 있을 경우에는 지중의 조건이나 환경 등을 고려하여 압축공기공법, 지하수위저하공법, 약액주입공법, 파일럿터널에 의한 지중안정공법, 동결공법 등의 보조공법으로 지중의 안정을 도모한다.

SHIELD 공법의 단면형상은 일반적으로 원형이 채택되고 있다. 그 이유는 외압에 대하여 견고하고 추진이나 제작조립이 편리하며 쉘드추진 중의 롤링에 대해서도 단면이용상 지장이 적기 때문이다.

대부분의 도수터널에는 도수관을 터널 내에 삽입시공하는 방식이 많이 사용되며 대표적인 방법은 다음과 같다.

(1) 콘크리트 충전방식

상수도관로의 구경보다 600~800mm 정도가 더 큰 내경의 일차복공을 전체 연장에 걸쳐 축조한 후, 상수도관을 순차적으로 삽입하여 터널과 동심원상에 배

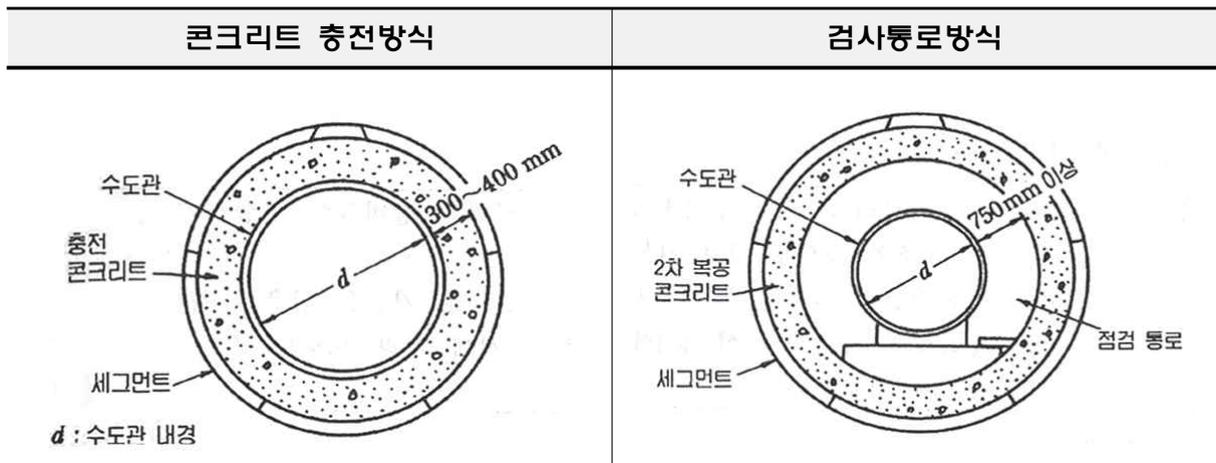
관을 접합하고 일차복공과 관과의 사이 간격을 콘크리트로 충전하는 방식으로 가장 많이 사용하는 방식이다. 이 방식에서 관의 접합작업은 내면에서 시공해야 하므로 강관에서는 내부용접하고 덕타일주철관에서는 내면이음관 등이 사용된다.

이 방식은 검사통로방식에 비하여 설드의 단면이 작고 공사비도 저렴하나 터널관의 검사와 보수시에 단수해야 하므로 유지관리상 다소 불편하다.

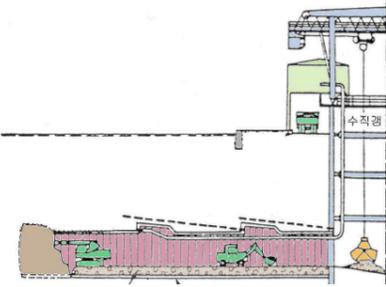
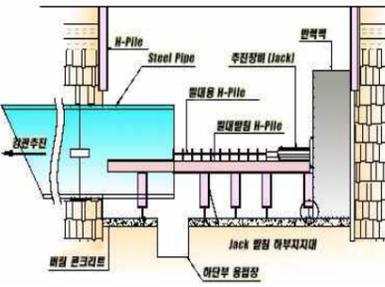
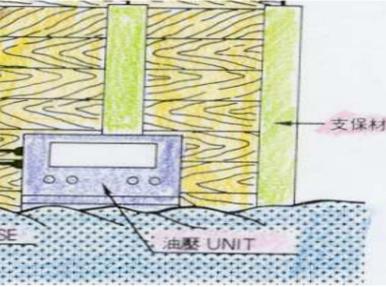
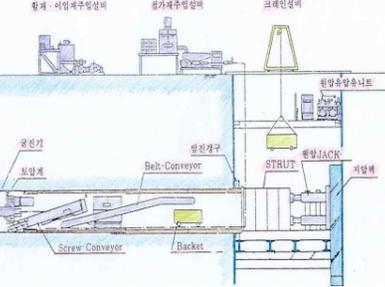
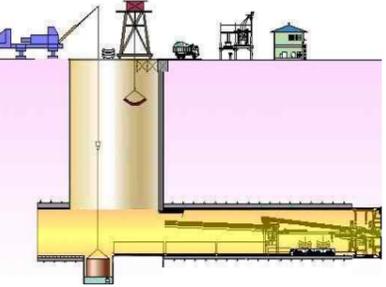
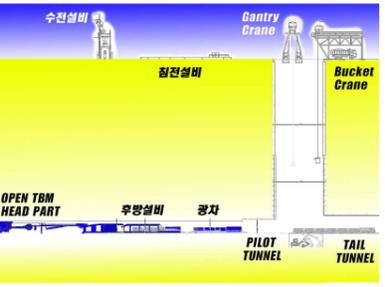
(2) 검사통로방식

상수도관로의 구경보다 1,500mm 이상의 큰 구경에서 이차복공 내공단면의 터널을 축조하고 그 속에 상수도관을 배관하는 방식으로 복공과 관과의 공간은 검사통로로 이용한다.

이 방식은 콘크리트 충전방식에 비하여 단면이 크고 공사비도 많이 들지만, 터널과 관을 검사하기 위하여 단수할 필요가 없으므로 유지관리상 유리하다. 이 방식에서는 일반적으로 시공오차에 대한 여유를 둘 필요가 없다.



3) 터널굴착 공법 비교

구분	발파		인력굴착		기계식굴착공법			
	NATM 공법		강관추진 공법		MESSER SHIELD	SEMI SHIELD	SHIELD TBM	OPEN TBM
공법개요도								
공법특징	원지반의 강도를 최대한 활용하여 락볼트, 슛크리트 등의 지보재를 이용, 굴착면을 안정화시켜 터널을 굴착		후방의 반력벽에 지지된 Jack을 이용하여 강관을 압입하고 강관 내부에서 인력굴착을 통하여 터널을 시공		강지보재 위에 Messer Plate를 병렬배열한 후 1매씩 Jack으로 관입, 막장을 굴진하고 후방에서 지보재를 설치	작업구내에 굴진기를 거치, 후방의 잭으로 굴진기를 압입한 후 추진관을 추진하는 일련의 반복작업으로 터널굴착	기계굴착으로 터널을 굴진함과 동시에 후방에서 미리 제작된 세그먼트를 조립하여 시공하는 과정으로 터널시공	기계굴착으로 터널을 굴진하고 후방에서 락볼트와 슛크리트 등의 지보재를 이용, 굴착면을 안정화시켜 터널을 굴착
시공성	다양한 지층(토사~경암)에 적용이 가능하고 회전반경에 구애받지 않으며 시공경험이 풍부함.		암반층 굴착의 경우 시공성은 크게 저하되며 곡선부 시공이 불가능함		곡선부 시공은 가능하나 인력굴착의 특성상 암반층 굴착시 많은 문제점을 내포하여 시공성 없음.	암반층에서의 터널 최소회전반경이 R=150~300m 정도에 불과하여 시공성이 떨어짐.	작업속도가 빠르고 암반층 굴진시 소요 터널회전반경을 만족시킬수 있으며 터널내부의 작업환경이 양호	연, 경암층을 대상으로 하는 공법으로 시공경험이 풍부하고 작업속도가 빠르며 소요의 터널회전반경을 만족
경제성	일반적인 경우 타공법에 비해 공사비가 저렴하나 보조공법이 필요한 경우 공사비는 증가		인력에 의한 암반굴착이 이루어지므로 공기가 증가하고 따라서 공사비도 증가함. 암반굴착을 위한 특수공법의 적용으로 공사비 증가		인력굴착에 의한 특성상 암반굴착시 시공속도 및 효율이 크게 저하되고 이로 인해 공사비는 크게 증가하며 버력처리를 위한 별도 공사비 예상	추진관을 압입하므로 시공속도도 빠른 편이고 장비자체의 단가도 크지 않아 공사비 저렴함.	굴진과 동시에 세그먼트를 조립, 설치하므로 시공속도는 빠르나 장비자체의 단가가 높아 공사비 증가	굴진 후 후방에서 지보공을 설치하므로 시공속도는 빠르나 장비 자체의 단가가 높으므로 공사비 증가
안정성	굴착이 발파에 의해 이루어지는 공법의 특성상 소음, 진동으로 인한 문제 유발가능성이 큼.		지반내에 관을 직접 압입하므로 높은 안정성의 확보가 가능함.		지반내에 고정된 Messer Plate 하부에서 작업이 진행되므로 안정성 측면에서 유리함.	추진관이 굴진기를 압입, 터널이 시공되므로 침하 및 변위발생과 같은 지반교란 가능성이 낮고 추진관이 지보의 역할을 수행하므로 안정성이 높음.	장비의 굴착과 동시에 세그먼트를 조립하여 지보시스템을 완성하므로 안정성이 높고 내부 작업자의 안전도 확보할 수 있음.	장비에 의한 굴진 후 후방에서 지반의 강도가 소실되기 이전에 지보시스템을 완성하므로 타공법에 비해 높은 안전성의 확보가 가능함.

(1) SEMI SHIELD 공법 비교

구분	EPB Shield (Earth Pressure Balance Shield) (이토압식 SEMI SHIELD)	SPB Shield (Slurry Pressure Balance Shield) (이수가압식 SEMI SHIELD)
개념도	<p>Diagram illustrating the EPB Shield (Earth Pressure Balance Shield) concept. It shows a cross-section of the tunneling process. Key components labeled include: 운형 크레인 (Cranes), 추진관 (Propulsion pipes), 운전 조작실 (Operator's cabin), 운전 조작반 (Control panel), 하우스 (House), 첨가제용 믹스 (Additive mixer), 첨가재료 (Additive material), 압송 배관 (Conveying pipe), 첨가제 압송펌프 (Additive conveying pump), 방향수정척 (Directional correction tool), 연호날개 (Scraper blade), 카타구동 모터 (Cutter motor), 벨트컨베이어 (Belt conveyor), 스트레이트 압륜 (Straight pressure roller), 카타 피트 (Cutter head), 스크류컨베이어 (Screw conveyor), 광차(Muck car) (Muck car), JACK, and JACK BASE.</p>	<p>Diagram illustrating the SPB Shield (Slurry Pressure Balance Shield) concept. It shows a cross-section of the tunneling process. Key components labeled include: 운형 크레인 (Cranes), 이수처리 PLANT (Water treatment plant), * 송니 PIPE (Slurry pipe), SLURRY FEED PUMP (Slurry feed pump), * 배니 PIPE (Bene pipe), HYD UNIT (Hydraulic unit), 토사 배출용 펌프 (Slurry discharge pump), 실드척 (Shield scraper), 갱구공 (Tunneling chamber), No. 1, No. 2, No. 3, No. 4, 카타 헤드 (Cutter head), * 송니 PIPE (Slurry pipe), JACK, and JACK BASE.</p>
사진	<p>Photograph of a large yellow EPB Shield cutterhead, showing its complex structure with multiple scrapers and scrapers.</p>	<p>Photograph of a large blue SPB Shield cutterhead, showing its complex structure with multiple scrapers and scrapers.</p>
특징	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 챔버내에 이수의 가압순환시 막정을 안정시키며, 버력처리 역시 이수의 유동에 의해 수행됨 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 막장토압을 제어하면서 토사의 유입과 추진을 병행해서 할 수 있기 때문에 막장을 유지하기가 쉽고 지반 변형을 적게함
적용가능 토질	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 전지반 적용 가능하나, 자갈, 호박돌층 적용시 주의 요망 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 전지반에 적용 가능하며 특히 모래, 자갈, 지하수 많은층에 유리
전면구조	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 면판내 커터(Cutter)배치, Chamber를 가지고 있음 ◦ 자주식 독립구동 실린더에 의한 굴착추진 방식 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 면판내 커터(Cutter)배치, Chamber를 가지고 있음 ◦ 비자주식 굴착추진 방식
배토방식	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Chamber → 스크류 컨베이어 → 벨트 컨베이어 → 작업대책 → 토사반출 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Chamber → 배니 Pipe(유체수송) → Desand Plant → 토사반출

구분	EPB Shield (Earth Pressure Balance Shield) (이토압식 SEMI SHIELD)	SPB Shield (Slurry Pressure Balance Shield) (이수가압식 SEMI SHIELD)
막장의 안정	<ul style="list-style-type: none"> 굴착토사를 Chamber내에 충전시켜 지반토압 및 수압에 대응(충진성, 유동성 향상) AIR LOCK 설치 또는 커팅헤드에 FLOOD DOOR 설치로 막장붕괴 방지 	<ul style="list-style-type: none"> 굴진면에 이수를 침투시켜 이수와 Soil의 안정작용 AIR LOCK 설치로 막장붕괴 방지
작업 조건	<ul style="list-style-type: none"> Conveyor와 작업대차 운용에 따른 작업공간협소로 측량, 주입 작업이 곤란해 소구경 적용시 불리. Desand Plant 불필요하므로 작업장 협소. 	<ul style="list-style-type: none"> Pump압송으로 인한 Pipe를 통하여 배토되므로 작업공간이 넓고 깨끗하다. Desand Plant 필요하므로 넓은 작업장 필요.
굴진 관리	<ul style="list-style-type: none"> 배토량 또는 Chamber내 토압을 기준으로 관리 관내부에서 측량작업 	<ul style="list-style-type: none"> 중앙감시조에서 자동관리 Laser Transit 사용 측량작업이 용이
장단점	<ul style="list-style-type: none"> 실드 본체에 자체의 추진 실린더가 있으므로 굴진선형 제어가 용이. 장거리 굴진이 가능하며 암반대응에 매우 유리. 적용토질이 광범위하고 보조공법이 별로 필요 없으며 플랜트 설치공간이 비교적 작게 소요 굴착토의 배토상태에 따라 지반의 상황을 판단하기가 용이. SPB Shield 보다 경제적이다. 	<ul style="list-style-type: none"> 지질적용범위가 넓고 단거리 굴진에 적합. 추진속도 빨라 공기 단축. 지반침하 영향 작음. 굴착토사가 배니관을 통하여 유체수송이 되기 때문에 터널내부가 깨끗하고 작업공간 넓음. 막장의 수압 및 토압보다 다소 높은 이수가압을 가하여 막장의 안정 확보 지하수압이 높고 함수비가 큰 대수층에 대응하여 안정하고 효율적이 시공이 가능 토사반출이 연속적으로 유체수송되기 때문에 배토가 용이
	<ul style="list-style-type: none"> 이수식에 비해 터널내부가 깨끗하지 못하고 복잡하여 작업공간 협소(소구경 적용 곤란). 광차를 크레인으로 들어 올려 덤프하는 관계로 이수식에 비해 버럭처리 시간이 많이 소요. 지하수 출현시 대처능력 저하 	<ul style="list-style-type: none"> PLANT 설비를 위한 넓은 작업장이 필요하며, 운전관리비가 소요. 지중에 나무, 전석 등이 많을 경우 굴착이 곤란.

(2) SHIELD TBM 공법비교

구분	형식	수 굴 식	반 기 계 굴 식	기 계 굴 식	Blind 식	토 압 계		이 수 식
						토 압 식	이 토 압 식	
전면구조	<ul style="list-style-type: none"> 개방형 	<ul style="list-style-type: none"> 개방형 	<ul style="list-style-type: none"> 개방형 면판이 있으며 면판에 Cutter 배치 	<ul style="list-style-type: none"> 개공부를 설치한 면판 배치 	<ul style="list-style-type: none"> 면판이 있으며 면판에 Cutter 배치 Chamber를 갖고 있음 	<ul style="list-style-type: none"> 면판이 있으며 면판에 Cutter 배치 Chamber를 갖고 있음 	<ul style="list-style-type: none"> 면판이 있으며 면판에 Cutter 배치 Chamber를 갖고 있음 	
적용토질	<ul style="list-style-type: none"> 막장의 자립이 가능한 토질 극히 연약한 점성토 이외의 토질에 적용 	<ul style="list-style-type: none"> 막장의 자립이 가능한 토질 극히 연약한 점성토 이외의 토질에 적용 	<ul style="list-style-type: none"> 막장의 자립이 가능한 토질 극히 연약한 점성토 이완된 사력층을 제외한 토질에 적용 	<ul style="list-style-type: none"> 사분 20%이하, 일축압축 강도 0.5 kg/cm² 이하의 연약한 지반에 적용 	<ul style="list-style-type: none"> Silt, 점토분이 20% 이상 함유된 토질에 적용 	<ul style="list-style-type: none"> 연약한 Silt 및 유수유입이 많은 곳에는 불리 	<ul style="list-style-type: none"> 전토질 적용가능 	
막장의 안정방법	<ul style="list-style-type: none"> Shield본체의 Movable Hood, 다단의 Deck, Face Jack 이용 지반개량공법, 압기공법 사용 막장확인 가능 	<ul style="list-style-type: none"> Shield본체의 Movable Hood, 다단의 Deck, Face Jack 이용 지반개량공법, 압기공법 사용 막장확인 가능 	<ul style="list-style-type: none"> Cutter Head로 막장의 안정을 도모 지반개량공법, 압기공법 사용 막장확인불가능 	<ul style="list-style-type: none"> 면판의 개구율을 조절하여 막장의 안정을 도모 	<ul style="list-style-type: none"> 면판 + 토사압 막장 확인 불가능 	<ul style="list-style-type: none"> 면판 + 첨가제를 주입한 토사압 막장의 확인 불가능 	<ul style="list-style-type: none"> 면판+이수압 막장의 확인 가능 	
굴착방법	<ul style="list-style-type: none"> 인력굴착 	<ul style="list-style-type: none"> Rotary Shovel등에 의한 기계굴착 	<ul style="list-style-type: none"> Cutter Head의 회전에 의한 기계굴착 	<ul style="list-style-type: none"> Shield기의 굴진과 동시에 개공부로 토사를 반출함 	<ul style="list-style-type: none"> Cutter Head의 회전에 의한 기계굴착 	<ul style="list-style-type: none"> Cutter Head의 회전에 의한 기계굴착 	<ul style="list-style-type: none"> Cutter Head의 회전에 의한 기계굴착 	
굴착토사 반출방법	<ul style="list-style-type: none"> Belt Conveyor 및 토사운반 대차 	<ul style="list-style-type: none"> Belt Conveyor 및 토사운반 대차 	<ul style="list-style-type: none"> Belt Conveyor 및 토사운반 대차 	<ul style="list-style-type: none"> Belt Conveyor 및 토사운반 대차 	<ul style="list-style-type: none"> Belt Conveyor 및 토사운반 대차 Pump압송 Belt Conveyor 및 Pump 압송 	<ul style="list-style-type: none"> Belt Conveyor 및 토사운반 대차 Pump압송 Belt Conveyor 및 Pump 압송 	<ul style="list-style-type: none"> Pump압송 	
갱내작업 환경 및 안정도	<ul style="list-style-type: none"> 인력굴착으로 작업 환경이 나쁘고 토사붕괴의 위험이 큼 압기시 비효율적 	<ul style="list-style-type: none"> 인력굴착으로 작업 환경이 나쁘고 토사붕괴의 위험이 큼 압기시 비효율적 	<ul style="list-style-type: none"> 인력굴착으로 작업 환경이 나쁘고 토사붕괴의 위험이 큼 압기시 비효율적 	<ul style="list-style-type: none"> 인력굴착으로 작업 환경이 나쁘고 토사붕괴의 위험이 큼 압기시 비효율적 	<ul style="list-style-type: none"> 폐쇄적이므로 작업 환경이 양호하고 안전 	<ul style="list-style-type: none"> 폐쇄적이므로 작업 환경이 양호하고 안전 	<ul style="list-style-type: none"> 폐쇄적이므로 작업 환경이 양호하고 안전 	
소음/진동	<ul style="list-style-type: none"> 압기설비에 방음, 방진설비가 필요 	<ul style="list-style-type: none"> 압기설비에 방음, 방진설비가 필요 	<ul style="list-style-type: none"> 압기설비에 방음, 방진설비가 필요 	<ul style="list-style-type: none"> 압기설비에 방음, 방진설비가 필요 	<ul style="list-style-type: none"> 소음, 진동이 적음 	<ul style="list-style-type: none"> 소음, 진동이 적음 	<ul style="list-style-type: none"> 이수처리시설에 방음, 방진설비가 필요 	
지반침하	<ul style="list-style-type: none"> 지반침하가 대단히 큼 	<ul style="list-style-type: none"> 지반침하가 대단히 큼 	<ul style="list-style-type: none"> 지반침하가 대단히 큼 	<ul style="list-style-type: none"> 지반침하가 대단히 큼 	<ul style="list-style-type: none"> 토압 + 지하수압과 Chamber내 토사압의 Balance로 지반침하억제 	<ul style="list-style-type: none"> 토압 + 지하수압과 첨가제를 주입 지반침하 극소화 	<ul style="list-style-type: none"> 토압 + 지하수압과 이수압의 Balance로 지반침하억제 	

Shield공법 국내시공사례

NO	공 사 명	발주처	공사 기간	시공자	터널연장 (m)	굴착외경 (mm)	기계 형식	비고
1	부산 광복동 전력구 공사	전력공사	87.12~ 90.04	두산중공업	1,033	3,280	E.P.B	
2	부산 토성동 통신구 공사	통신공사	88.12~ 90.04	두산중공업	416	3,280	E.P.B	
3	부산 구포 전력구 공사	전력공사	90.12~ 96.09	삼성물산	940	4,350	E.P.B	
					6,750	5,030	E.P.B	
4	부산 남부 하수관로 공사	부산시	91.12~ 97.03	대운,반석	5,903	3,550	E.P.B	
5	부산 사상 통신구 공사(1차)	통신공사	93.07~ 97.12	삼성물산	905	3,630	E.P.B	
6	남천안 통신구 공사	통신공사	94.05~ 96.08	범양건영	1,802	3,650	E.P.B	
7	안산 통신구 공사	통신공사	95.03~ 96.11	국제중·건	873	3,260	E.P.B	
8	마산 전력구 공사	전력공사	95.04~ 99.12	두산중공업	1,544	3,510	E.P.B	
					786	3,550	E.P.B	
9	신당~한남 전력구 공사	전력공사	94.09~ 98.02	S.K 건설	3,900	3,500	E.P.B	
10	마산 통신구 공사	통신공사	95.10~ 97.05	범양건영	560	3,250	E.P.B	
11	엄궁 전력구 공사	전력공사	96.07~ 98.12	국제중·건	706	4,410	E.P.B	
12	부산 남부 방류관로 공사	부산시	96.09~ 97.08	백일건설	490	3,550	E.P.B	
13	광주 지하철 공사	광주시	96.12~ 01.06	성원건설	1,800	7,500	E.P.B	
14	영서~영등포 전력구 공사	전력공사	96.12~ 99.12	대림건설	3,400	5,000	HARD TBM	OPEN MODE
15	부산 사상 통신구 공사(2차)	통신공사	97.05~ 02.02	남광토건	976	3,650	E.P.B	

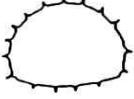
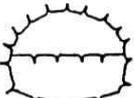
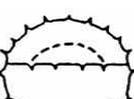
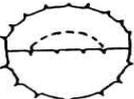
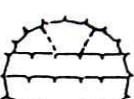
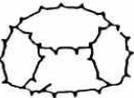
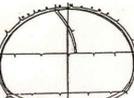
대전광역시 수도정비 기본계획(변경)

NO	공 사 명	발주처	공사 기간	시공자	터널연장 (m)	굴착외경 (mm)	기계 형식	비고
16	싱가폴 MRT C703 공사	LTA	97.06~ 02.04	삼성물산	2,583	7,270	E.P.B	
17	한남~원효 전력구 공사	전력공사	98.08~ 00.12	S.K 건설	2,500	3,500	HARD TBM	OPEN MODE
18	금강 횡단 가스관로 공사	가스공사	98.12~ 00.12	현대건설	1,140	3,500	SLURRY	
19	북수원 통신구 공사	통신공사	98.10~ 00.12	삼호건설	920	3,260	E.P.B	
20	서대전 통신구 공사	통신공사	99.06~ 01.12	J.R 건설	820	3,260	E.P.B	
21	녹산 방류관로 공사	부산시	99.12~ 02.08	쌍용건설	1,587	3,500	SLURRY	
22	부산 지하철 230 공구	부산 교통공단	99.12~ 01.10	두산건설	840	7,280	SLURRY	
23	구공~독산 전력구 공사	전력공사	01.03~ 03.10	S.K 건설	2,000	3,500	HARD TBM	
24	시흥~독산 전력구 공사	전력공사	01.03~ 03.10	S.K 건설	2,740	3,500	HARD TBM	
25	대림 분기 전력구 공사	전력공사	01.10~ 04.05	J.R 건설	2,645	3,500	HARD TBM	
26	한강 하저 통신구 공사	KT	01.10~ 04.09	극동건설	1,914	2,750	SLURRY	
27	신양산~동부산 3차 전력구 공사	전력공사	02.02~ 04.02	대림건설	970	5,000	HARD TBM	
28	신안산 분기 전력구 공사	전력공사	03.04~ 04.12	J.R 건설	853	3,500	E.P.B	
29	서울 지하철 909공구 공사	서울 메트로		두산, 현대	3,600	7,650	SLURRY	
30	분당선 Shield 공사	도시철도		대우, 두산, 쌍용	1,691	8,120	E.P.B	
31	인천 국제공항 철도 공사	민자 사업단		삼환기업	1,934	7,930	E.P.B	

3) 굴착방식

- 터널설계 및 시공시 굴착방식은 안정성, 경제성, 공기를 지배하는 절대적인 요소이므로 지질상태, 지하수상태, 단면형태, 굴착장비, 운반방법 등 제반조건을 충분히 검토하여 안전하고 경제적인 방법으로 결정한다.

(1) 굴착방식의 분류

굴착방식		횡단면도	적 용 조 건	주 의 사 항
	전단면 공 법		<ul style="list-style-type: none"> • 소단면에서 일반적 사용 • 지반조건이 양호한 경우 	<ul style="list-style-type: none"> • 터널 전체를 적용할 수는 없으므로 기타 방법으로의 전환도 검토해 놓을 필요가 있다.
분 할	Long Bench Cut		<ul style="list-style-type: none"> • 전단면으로는 막장이 자립하지 않는 경우 • 다만, 지반조건이 비교적 안정하고 있어 시공단계 도중에 Invert 폐합이 필요없는 경우 	<ul style="list-style-type: none"> • 지반 상황에 따라 시공단계 도중에서의 Invert 폐합도 있을 수 있다.
	Short Bench Cut		<ul style="list-style-type: none"> • 토사에서 팽창성 지반까지 가장 일반적인 공법 • 일반적으로 막장으로부터 30m 이내 또는 30일 이내에 Invert 폐합한다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 변형, 침하가 현저한 경우에는 폐합 시기를 빨리해야 할 필요가 있으므로 최단 Bench장을 검토해 놓는다.
착 공	Multi Bench Cut		<ul style="list-style-type: none"> • Short Bench Cut에서는 막장이 자립하지 않는 경우 • 지질에 따라 아치부를 지보하고 나서 상반을 굴착 	<ul style="list-style-type: none"> • Bench를 다단으로 함에 따라 폐합 시기가 늦어진다. 또 변형이 크게 된다.
	Mini Bench Cut		<ul style="list-style-type: none"> • 도시터널의 침하를 억제하는 경우 • 팽창성 지반에서 빠른 시기에 전주변에 걸쳐 지보를 시공하는 경우 • 전단면 공법에서 지질악화에 대한 대책으로 하는 경우 	<ul style="list-style-type: none"> • 막장의 안정성이 최대의 문제
측벽선진도갱공법 (Silot or Side Pilot)			<ul style="list-style-type: none"> • 도시터널의 침하를 억제하는 경우 • 비교적 대단면에서 지반의 지지력이 부족한 경우 	<ul style="list-style-type: none"> • Silot의 단면 및 간격을 확보하기 위해 어느 정도의 단면 필요 • 가축구조로 하기 어려우므로 팽창성이 큰 지반에서는 적용 곤란
중벽분할공법 (Center Diaphragm or Cross Diaphragm)			<ul style="list-style-type: none"> • 도시터널에서 침하를 극력 억제해야 하는 경우 • 비교적 대단면으로 막장이 자립하지 않는 경우 	<ul style="list-style-type: none"> • 중벽으로 분할하기 위해 어느 정도의 단면 필요 • 중벽의 위치, 형상, 강성을 검토해야 할 필요가 있다.

(2) 사용 장비에 따른 구분

- 천공장비에 따라 레그 드릴에 의한 굴착과 점보드릴에 의한 굴착방법이 있으며, 종래에는 레그 드릴에 의한 굴착이 주로 이용 되었으나, 근래에는 천공속도가 대단히 빠르고 소요작업 인원이 적으며 천공 정밀도와 작업반경이 월등하여, 1발과 굴진길이를 증대할 수 있는 유압식 점보드릴이 많이 적용되어, 경제적인 굴착공사가 이루어지고 있다.

구 분	Jumbo Drill	Leg Drill	Rock Bolt 전용장비
천공속도	0.6~1.1m/분	0.1~0.2m/분	0.6~1.1m/분
착암기마력	16kW/대	5kW/대	8~16kW/대
장 단 점	<ul style="list-style-type: none"> • 천공속도가 빨라 작업 효율성 증대 • 장공천공 및 수직천공 가능으로 시공 및 품질관리 용이 • 상·하분할 굴착시 작업공간의 제약으로 상부높이 조정 필요 (최소 H=5.8m 공간필요) • 작업시간 단축으로 경제적 • 중·대단면 시공에 적정 	<ul style="list-style-type: none"> • 천공속도가 늦어 작업효율 저하 • 장공천공과 수직천공이 어려워 지보효과 미흡 • 작업공간의 제약을 적게 받음 • 비경제적 • 소단면 시공에 적정 	<ul style="list-style-type: none"> • 시공속도가 가장 빠름 • 시공 및 품질관리 용이 • 상·하분할 굴착시 작업공간 제약으로 시공이 불가능 (H=6.3m필요) • 레진 삽입시 인력시공이 불가피하여 전용장비 효과 미흡 • 작업시간 단축으로 경제적 • 짧은 터널에서는 장비 투입기간이 짧아 시공성 불리 • 대단면 시공에 적정
국내시공 실적	<ul style="list-style-type: none"> • 지반이 양호하고 중·대단면인 도로, 고속도로 터널 등에 다수 시공 	<ul style="list-style-type: none"> • 지반이 불량하고 소단면인 지하철이나 도로터널 등에 다수 시공 	<ul style="list-style-type: none"> • 고속철도, 3차선 이상의 대단면 터널에 일부 시공

4) 대심도 공법

(1) 개요

- 심도 50m 이하에 건설되는 터널로 원수 및 정수의 저장과 이송수단으로 계획되는 수도시설 공법이다.
- 현재 선진국에서는 1900년부터 운영하고 있는 시스템이므로 실현가능한 시설이며 우리나라 또한 지하철공사 등으로 심도 50m까지 시공경험이 많은 편이다.
 - 선진국은 수도시설로 1900년도부터 운영되고 있다.

(2) 장·단점

- 장 점
 - 원거리 수송가능
 - 공급수량 및 수질의 안정성 확보
 - 지하 지장물의 불간섭
 - 이송 및 저류기능이 탁월함
- 단 점
 - 초기 투자비용 부담 큼
 - 포설된 대심도 관로의 재확장 곤란
 - 지하수 수위저하 및 수류차단문제 발생 → 지하수 사용 민원발생 야기

(3) 국외 적용사례

① 상수도 시설

- 런던의 대심도 환상 송수관로(1974년 건설 : 운영중)
 - D=2.1~2.8m, L=80km, 심도 H=75m
- 뉴욕시 수도터널(1842~1992년 건설 : 운영중)
 - D=3.3~7.2m, L=145.8km, 심도 H=60~240m
- 리비아 대수로 공사(1972~)

- D=4.0m, L=3,674km, 심도 H=50m

② 하수도시설

○ 시카고의 TARP(1972~)

- D=3.0~11.0m, L=176km, 심도 H=50~90m

○ 오슬로(노르웨이 : 운영중)

- D=3.0~3.5m, L=35km

○ 도쿄

- D=10~12.5m, 심도 H=40m

○ 싱가포르 광역하수처리 프로젝트(일부구간 현재 시공중)

- D=6.5m이하, 하수관로 L=80km, 연결용 소형터널 L=170km, 심도 H=50m

다. 도수터널 계획

중리취수장 도수터널 시설계획 개요

구 분	사업시기	시설용량	도수터널	취수탑 신설
도수터널	2025년 이후	Q=1,050천m ³ /일	1개소	1개소

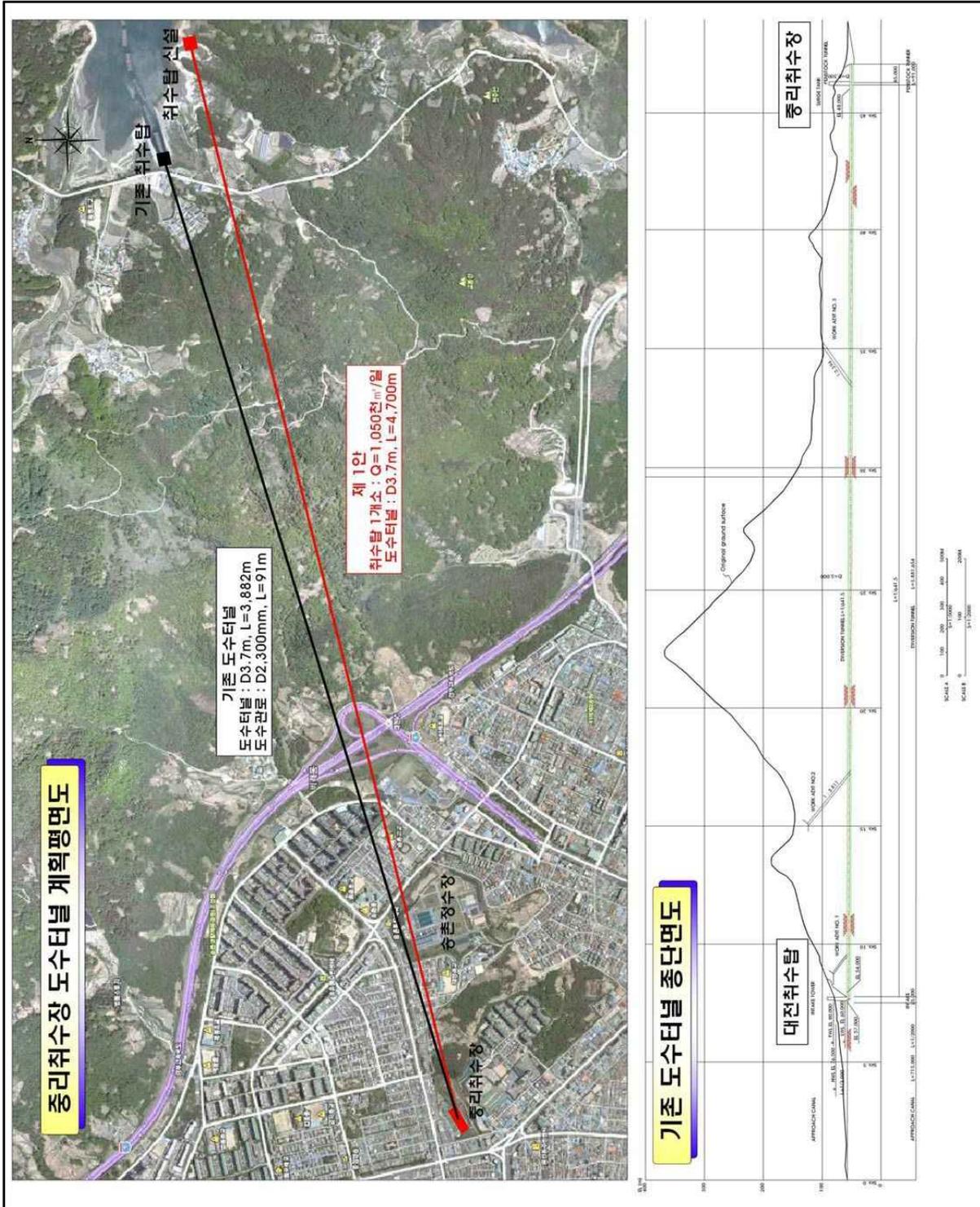
주) 차회 수도정비기본계획에서 재검토

도수터널 비교안

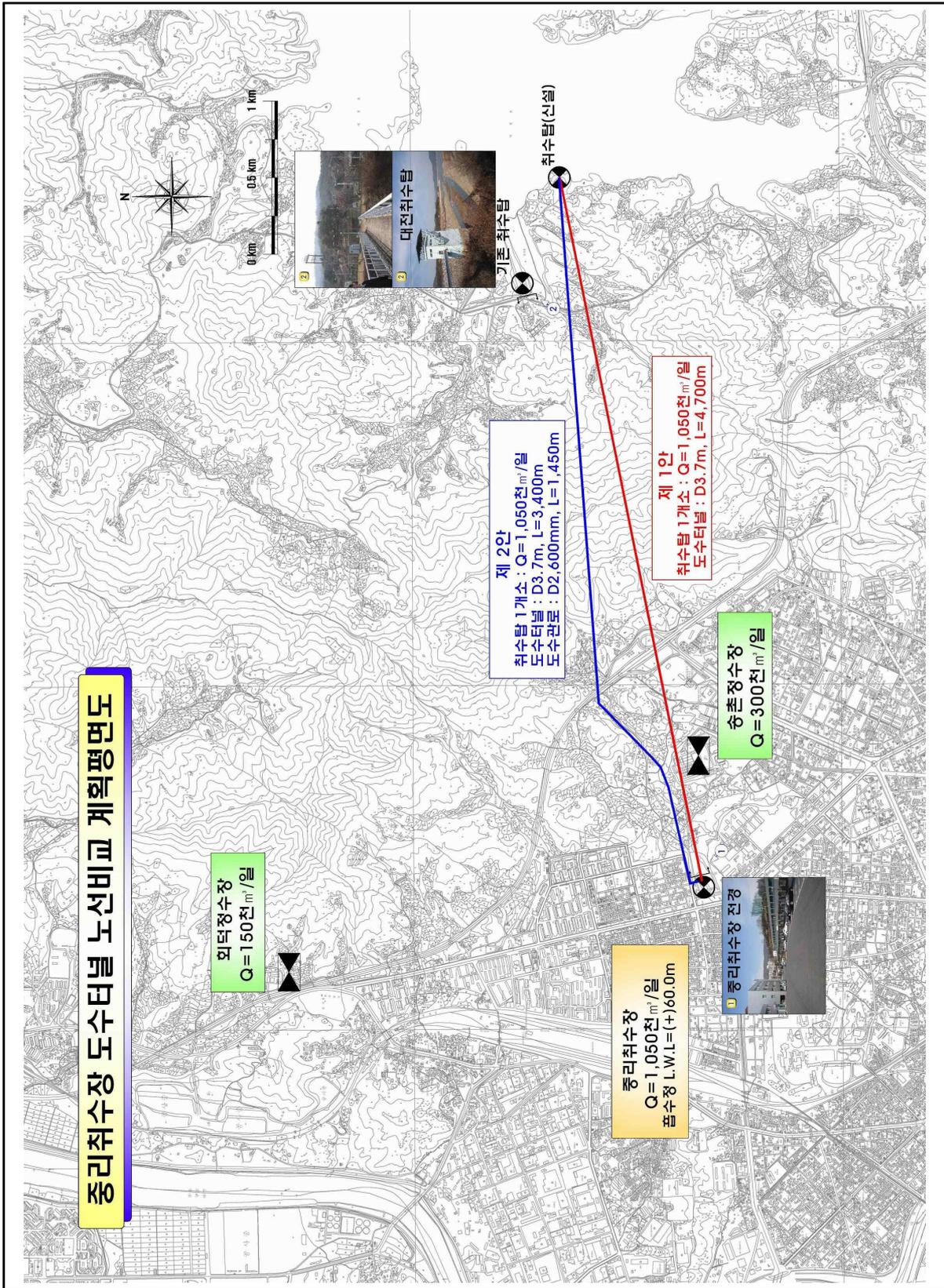
구분	제1안		제2안	
	제1-1안	제1-2안	제2-1안	제2-2안
1. 개요	취수탑 신설		기존 취수탑을 이용	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 계획취수탑에서 중리 취수장까지 터널계획 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 고봉산 통과구간은 터널로 계획하고, 그 이후부터 중리취수장까지는 관로 계획 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 추동취수탑에서 중리 취수장까지 터널계획 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 고봉산 통과구간은 터널로 계획하고, 그 이후부터 중리취수장까지는 관로 계획
2. 시설개요	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 취수탑 1개소 <ul style="list-style-type: none"> - Q=1,050천m³/일 ◦ 도수터널 <ul style="list-style-type: none"> - D3.0m, L=4,700m 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 취수탑 1개소 <ul style="list-style-type: none"> - Q=1,050천m³/일 ◦ 도수터널 <ul style="list-style-type: none"> - D3.0m, L=3,470m ◦ 도수관로 <ul style="list-style-type: none"> - D2,600mm, L=1,450m 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 도수터널 <ul style="list-style-type: none"> - D3.0m, L=3,980m 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 도수터널 <ul style="list-style-type: none"> - D3.0m, L=2,750m ◦ 도수관로 <ul style="list-style-type: none"> - D2,600mm, L=1,450m
3. 장점	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 기존 취수탑이 대청호의 가장자리에 접해있고 취수지점도 오목한 곳이어서 원수가 정체되어 원수수질 저하가 우려되므로, 신설 취수탑 건설시 원수수질의 향상을 기대할 수 있음. ◦ 전구간 터널구간이므로 시공성이 좋을 것으로 판단됨. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 기존 취수탑이 대청호의 가장자리에 접해있고 취수지점도 오목한 곳이어서 원수가 정체되어 원수수질 저하가 우려되므로, 신설 취수탑 건설시 원수수질의 향상을 기대할 수 있음. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 기존 취수탑을 이용하여 도수터널 연장이 최소화 되므로 경제적임 ◦ 전구간 터널구간이므로 시공성이 좋을 것으로 판단됨. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 기존 취수탑을 이용하여 도수터널 연장이 최소화 되므로 경제적임.

도수터널 비교안 (계속)

구분	제1안		제2안	
	제1-1안	제1-2안	제2-1안	제2-2안
4. 단점	<ul style="list-style-type: none"> 취수탑 신설과 도수터널 연장이 증가되므로 타안에 비해 사업비가 증가됨 	<ul style="list-style-type: none"> 취수탑 신설과 도수터널 연장이 증가되므로 제2안에 비해 사업비가 증가됨 제1-1안에 비해 사업비는 감소하나, 도수관로 부설구간이 기존 시가지지역이므로 D2,400mm 부설시 교통체증 및 민원발생이 빈번할 것으로 예상되므로 시공성이 떨어짐 	<ul style="list-style-type: none"> 기존 취수탑이 대청호의 가장자리에 접해있고 취수지점도 오목한 곳이어서 원수가 정체되어 원수수질 저하가 우려됨 	<ul style="list-style-type: none"> 기존 취수탑이 대청호의 가장자리에 접해있고 취수지점도 오목한 곳이어서 원수가 정체되어 원수수질 저하가 우려됨 도수관로 부설구간이 기존 시가지지역이므로 D2,400mm 부설시 교통체증 및 민원발생이 빈번할 것으로 예상되므로 시공성이 떨어짐
5. 개략사업비	114,043 백만원	95,267 백만원	90,744 백만원	71,968 백만원
- 취수탑	6,883 백만원	6,883 백만원	- 백만원	- 백만원
- 도수터널	107,160 백만원	79,116 백만원	90,744 백만원	62,700 백만원
- 도수관로	- 백만원	9,268 백만원	- 백만원	9,268 백만원
6. 경제성	158%	132%	126%	100%
7. 검토의견	<ul style="list-style-type: none"> 장기적인 계획으로 볼 때 경제성에서는 불리하지만 원수수질의 향상 가능성이 있는 제1안이 타당할 것으로 사료되며, 취수탑 및 도수터널 계획은 대전광역시 원수공급의 78%를 담당하고 있어 인체의 동맥역할을 하는 주요관로로 건설시 향후 40년 정도의 계획을 가지고 시행하여야 하므로 향후 수질조사 및 지질탐사를 통한 지층의 구조를 자세히 파악한 후 취수탑 형식, 도수터널 위치 및 터널공법 등을 면밀히 재검토하여 결정하여야 함. 			



중리취수장 도수터널 평면도(1)



종리취수장 도수터널 평면도(2)

라. 개략사업비 산정

1) 개략사업비 산정기준

취수탑 개략사업비

구 분		취수탑 개략사업비	
산정기준		부항다목적댐 건설공사 TK 보고서상의 취수·방류시설 사업비 적용	
개략사업비	토목	취수 및 방류설비	1,352 백만원
	기계	취수 및 방류설비	3,237 백만원
	제경비(50%)		2,294 백만원
	계		6,883 백만원

도수터널구간 m당 개략사업비

구 분	한강하저터널 개략사업비 (2003, 수자원공사)		본 계획 도수터널 개략사업비 (m당 공사비)		
산정기준	한강하류권 급수체계구축 1차사업 기본설계보고서(2003, 수자원공사) 상의 한강하저터널 사업비를 기준으로 터널연장, 관단면적 및 년도별 물가상승률 5%를 고려하여 산정				
터널개요	-segment 내경: Ø2,500 -segment 외경: Ø2,900 - 굴 착 외 경 : Ø3,200 (단면적A=8.04m ²) - L=1,371.2m		-segment 내경: Ø3,000 -segment 외경: Ø3,400 - 굴 착 외 경 : Ø3,700 (단면적 A=10.75m ²) - 적용 : 10.75/8.04(관단면적) ÷ 1,371.2(연장) × 1.056(물가상승율) = 0.0013067		
개략공사비	Shield 기계	1.Shield 기계	31.5억	1.Shield 기계	4.1백만원
		2.Backfill 그라우팅	5.8억	2.Backfill 그라우팅	0.8백만원
		3.Slurry Transport & Control 준비	16.2억	3.Slurry Transport & Control 준비	2.1백만원
		4.Slurry Treatment Plant	14.2억	4.Slurry Treatment Plant	1.9백만원
		5.Wear Parts / Spare Parts(1열)	5.7억	5.Wear Parts / Spare Parts(1열)	0.8백만원
	소계	73.4억원		9.7백만원	
	공사비	1. 세그먼트자재대	21.0억	1. 세그먼트자재대	2.8백만원
		2. 터널 시공비	15.2억	2. 터널 시공비	2.0백만원
		3. 공과잡비(10%)	10.9억	3. 공과잡비(10%)	0.5백만원
	수직구	H-Pile/M.S.G(발진/도달)	15.0억	H-Pile/M.S.G(발진/도달)	5.3백만원
관삽입	D2,200mm	17.6억	D2,600mm	2.5백만원	
총계	총공사비(수직구포함)		153.1억	총공사비(수직구포함)	22.8백만원

관로구간(포장구간) m당 개략사업비

명 칭	규 격	수량	단위	단가(원)	금액(원)	m당공사비 (천원)
Φ2,600mm m당 개략사업비						5,392
1. 관자재대	(Φ2,600×6.1m, T=24.0)				2,268,493,933	2,268
직관(B형, 에나멜)	(Φ2,600:3종-10kg/cm ²)	166	본	11,182,206	1,856,246,196	
제수변(BV:수동, 수직)	(수직형:Φ500,3종)	1	개	45,462,545	45,462,545	
제수변(G.V:수동)	(수직형:Φ200,3종)	1	개	3,262,372	3,262,372	
제수변(G.V:수동)	(Φ200:급속)	1	개	569,096	569,096	
공기변	(Φ2,600mm:B형,T=24)	1	EA	2,239,003	2,239,003	
강이형관(에나멜)		1	식	154,488,000	154,488,000	
소 계					2,062,267,212	
부가세		10	%	2,062,267,212	206,226,721	
2. 공사비	(km/m당 부설비+50%)				1,584,115,169	2,376
강관접합및부설(기계)	(Φ2,600mm)	182	개소	4,646,172	845,603,304	
강관용접부도장	(B:Φ2,600mm)	182	개소	671,899	122,285,618	
B.V제수변접합및부설	(기계:Φ2,600mm)	1	개소	4,713,492	4,713,492	
G.V제수변접합및부설	(기계:Φ500mm)	1	개소	498,066	498,066	
G.V제수변접합및부설	(인력:Φ200mm)	1	개소	161,702	161,702	
각종변실		3	개소	34,726,263	104,178,789	
터파기 : 토사	(B.H 0.7m ³ 80+인력20)	18,934	m ³	3,438	65,095,092	
터파기 : 암	(브레이커 80+인력20)	3,341	m ³	57,091	190,741,031	
사토 : 암	(L=10.0km)	3,341	m ³	12,142	40,566,422	
되메우기 : 관주위	(B.H 0.7m ³ +램머)	3,787	m ³	4,572	17,314,164	
되메우기 : 관상부	(B.H 0.7m ³ +콤팩터)	15,147	m ³	2,727	41,305,869	
관부사		275	m ³	27,786	7,641,150	
부대공	공사비의 10%	10	%	1,440,104,699	144,010,470	
km당 부설비					1,584,115,169	
m당 부설비	+50% (제경비)				1,584,115	2,376
포장복구	+50% (제경비)	7.1	m ³	70,227	498,612	748
관로 가시설(H-pile)		1	m			1,000

2) 개략사업비 산정

도수터널 개략사업비

구 분	제1안		제2안	
	제1-1안	제1-2안	제2-1안	제2-2안
개략사업비	114,043 백만원	95,267 백만원	97,627 백만원	78,851 백만원
- 취수탑	6,883 백만원	6,883 백만원	6,883 백만원	6,883 백만원
- 도수터널	Φ3.7m, L=4,700m 22.8백만원/m	Φ3.7m, L=3,470m 22.8백만원/m	Φ3.7m, L=3,980m 22.8백만원/m	Φ3.7m, L=2,750m 22.8백만원/m
	107,160백만원	79,116백만원	90,744백만원	62,700백만원
- 도수관로	-	D2,600mm, L=1,450m	-	D2,600mm, L=1,450
	-	9,268백만원	-	9,268백만원

2.6 중리취수장 ~ 삼정취수장 예비도수관로 검토

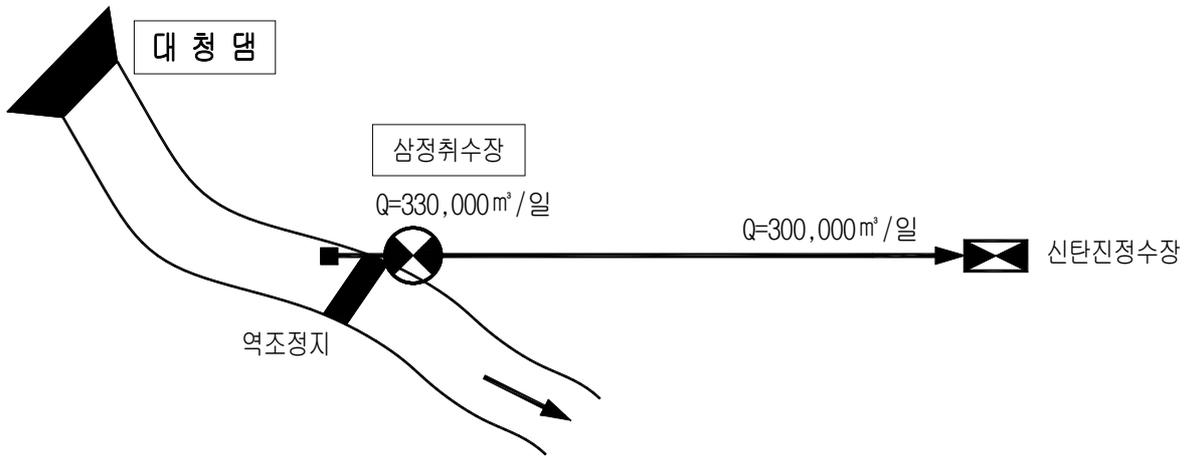
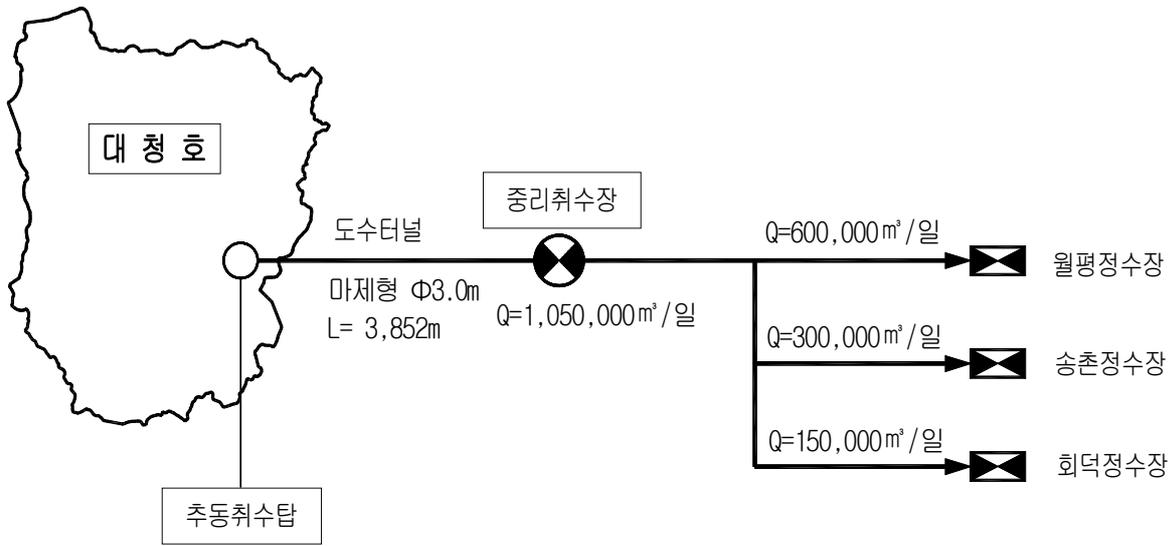
2.6.1 검토목적

- 신탄진정수장은 삼정취수장 원수를 취수하여 사용하고 있으나 삼정취수장의 원수가격은 47.93원/톤로 중리취수장의 6.31원/톤(2032년부터 2.71원/톤)에 비해 비싸므로,
- 중리취수장 원수를 신탄진정수장에 공급하는 도수관로를 부설하여, 평상시 신탄진정수장 원수를 중리취수장에서 공급하여 신탄진정수장 정수생산가격을 절감시키고자 함.
- 또한, 중리취수장의 수원을 기존 추동취수탑 뿐 만 아니라 삼정취수장까지 포함해 이원화할 수 있어, 도수터널 사고 및 수질악화로 추동취수탑 원수공급이 중단되는 등의 비상시에는 최소한의 원수량을 대전광역시 신탄진정수장, 송촌정수장, 월평정수장에 공급할 수 있으므로 비상시 대처가 가능함.

2.6.2 대전광역시 취·도수시설 현황

대전광역시는 추동취수탑에서 1,050,000m³/일을 취수하여 3.9km의 도수터널을 통해 중리취수장으로 취수된 후 송촌정수장 300,000m³/일, 월평정수장 600,000m³/일, 회덕정수장 150,000m³/일로 원수를 공급하고 있으며, 대전광역시가 대청호의 취수탑에서만 원수를 공급하므로 이를 보완하여 취수원을 다변화하여 대청댐 역조정지의 삼정취수장에서 330,000m³/일을 취수하여 신탄진정수장을 건설하여 2006년부터 통수를 시작하였다.

또한 한국수자원공사에 원수값으로 대청호 추동취수탑은 2031년 까지 6.31원/톤을 지불하며 2032년부터 2.71원/톤으로 공급받는 것으로 계약되어 있으며, 대청댐 역조정지의 삼정취수장은 47.93원/톤을 지불하고 있다.



중리취수장, 삼정취수장 현황

원수 비용

구 분	취 수 장		비 고
	중리취수장	삼정취수장	
1. 원수종류	대청댐 호소수	대청댐 역조정지	
2. 비용	6.31원/톤 (2032년부터 2.71원/톤)	47.93원/톤	

취·도수시설 현황

구 분	취 수 시 설 현 황		비 고
	중리취수장	삼정취수장	
1. 취수펌프장			
· 토 목	Q=1,155,000m ³ /일	Q=660,000m ³ /일	
· 건 축	4,684m ²	2,856m ²	
· 펌프 및 모터	38.2m ³ /분 × 60mH, 3대(1) 45.8m ³ /분 × 60mH, 1대(0) 111.1m ³ /분 × 60mH, 2대(0) 76.4m ³ /분 × 66mH, 9대(3) 100.0m ³ /분 × 66mH, 1대(0)	91.7m ³ /분 × 92mH, 3대(1) 45.8m ³ /분 × 92mH, 2대(1)	()내는 예비
2. 도수관로	· 취수탑 ~ 중리취수장 - 터널 : 마제형 Φ3.0m, L=3,852m - 관로 : D=2,200mm, L=95m · 중리취수장 ~ 송촌정수장 - 관로 : D=1,000mm, 1,200mm L=1,800m · 중리취수장 ~ 회덕정수장 - 관로 : D=900mm, 1,000mm L=8,400m · 중리취수장 ~ 월평정수장 - 관로 : D=2,400mm, L=7,500m	D=2,200mm, L=1,008m	

2.6.3 중리취수장 취수량

가. 중리취수장 펌프현황

- 취수펌프는 송촌계통 6기, 월평계통 10기로 총 16대가 설치되어 있으며, 펌프 형식은 양흡입블류트펌프임.

중리취수장 펌프설비 현황

구 분		형식 및 규격	제작년도	비고
송촌계통 (6대)	1호기	55,000m ³ /일 × 60mH	2003.9..	
	2호기	55,000m ³ /일 × 60mH	2003.9..	
	3호기	55,000m ³ /일 × 60mH	2003.9..	
	4호기	66,000m ³ /일 × 60mH	1980.12.	
	5호기	160,000m ³ /일 × 60mH	1986.11.	
	6호기	160,000m ³ /일 × 60mH	1986.12.	
월평계통 (10대)	1호기	110,000m ³ /일 × 66mH	1991.7.	
	2호기	110,000m ³ /일 × 66mH	1991.7.	
	3호기	110,000m ³ /일 × 66mH	1991.7.	
	4호기	110,000m ³ /일 × 66mH	1994.6.	
	5호기	110,000m ³ /일 × 66mH	1994.6.	
	6호기	110,000m ³ /일 × 66mH	1994.6.	
	7호기	110,000m ³ /일 × 66mH	1996.11.	
	8호기	110,000m ³ /일 × 66mH	1996.11.	
	9호기	110,000m ³ /일 × 66mH	1996.11.	
	10호기	144,000m ³ /일 × 66mH	1998.6.	

<p>취수펌프 (승촌계통)</p>	<p>취수펌프 (월평계통)</p>
	
<p>취수펌프</p>	<p>취수펌프 유입밸브</p>
	

나. 중리취수장 취수량

2006년~2008년간 중리취수장의 일평균취수량은 481,721m³/일로 시설용량대비 45.9%를 사용하고 있으며, 일최대취수량은 548,820m³/일로 시설용량대비 52.3%만을 사용하고 있는 실정이다.

중리취수장~신탄진정수장간 도수관로를 부설하여 평상시에 신탄진정수장의 원수를 중리취수장에서 공급할 경우 일평균공급량인 250천m³/일(시설용량 300천m³/일)은 중리취수장에서 공급할 수 있을 것으로 판단된다.

중리취수장 취수량

구 분		취수량(m ³ /일)	시설용량(m ³ /일)	시설용량대비 취수량(%)
일평균	2006년	484,091	1,050,000	46.1
	2007년	478,466	1,050,000	45.6
	2008년	482,607	1,050,000	46.0
	평 균	481,721	1,050,000	45.9
일최대	2006년	530,360	1,050,000	50.5
	2007년	556,170	1,050,000	53.0
	2008년	559,930	1,050,000	53.3
	평 균	548,820	1,050,000	52.3

2.6.4 신탄진정수장 공급량 산정

- 도수관로 용량은 250천m³/일로 산정.
- 삼정취수장 최소공급량은 삼정취수장의 유지관리가 가능한 용량으로 산정하고, 본 계획에서는 2008년 공급량인 25,000m³/일로 계획.
- 신탄진정수장에 일최대수요량을 공급할 경우 중리취수장에서 250천m³/일을 공급하고, 나머지는 삼정취수장에서 공급하는 것으로 계획.

신탄진정수장 원수공급 계획

구 분		취수량(m ³ /일)	비 고
일최대	삼정취수장	80,000	
	중리취수장	250,000	
일평균	삼정취수장	25,000	
	중리취수장	250,000	

2.6.5 용수공급관로 노선 선정

가. 노선 선정 기준

중리취수장에서 신탄진정수장으로 용수공급을 위한 최적노선 선정을 위해 다음의 사항을 고려하여 최적의 노선계획을 수립하였다.

- 관로 노선을 가능한 범위에서 직선화
- 수도관로 부지 확보 가능지로 선형을 유도
- 농지 및 농업용 수리구조물의 훼손을 최소화
- 지하매설물(송유관, 광케이블, 가스관 등)과 가능한 범위에서 병행부설 지양
- 최소의 용지매입 및 용지매입 용이성 고려
- 경제성, 시공성, 유지관리 및 기존시설과의 연계성 고려
- 관로노선이 하천을 횡단하는 경우 하천 상태, 조건들을 감안한 시공성 고려
- “수도부지 확보기준”에 의거 유지관리의 용이성 및 중차량 통과에 의한 지하매설물의 안전성 등 검토

나. 노선 검토

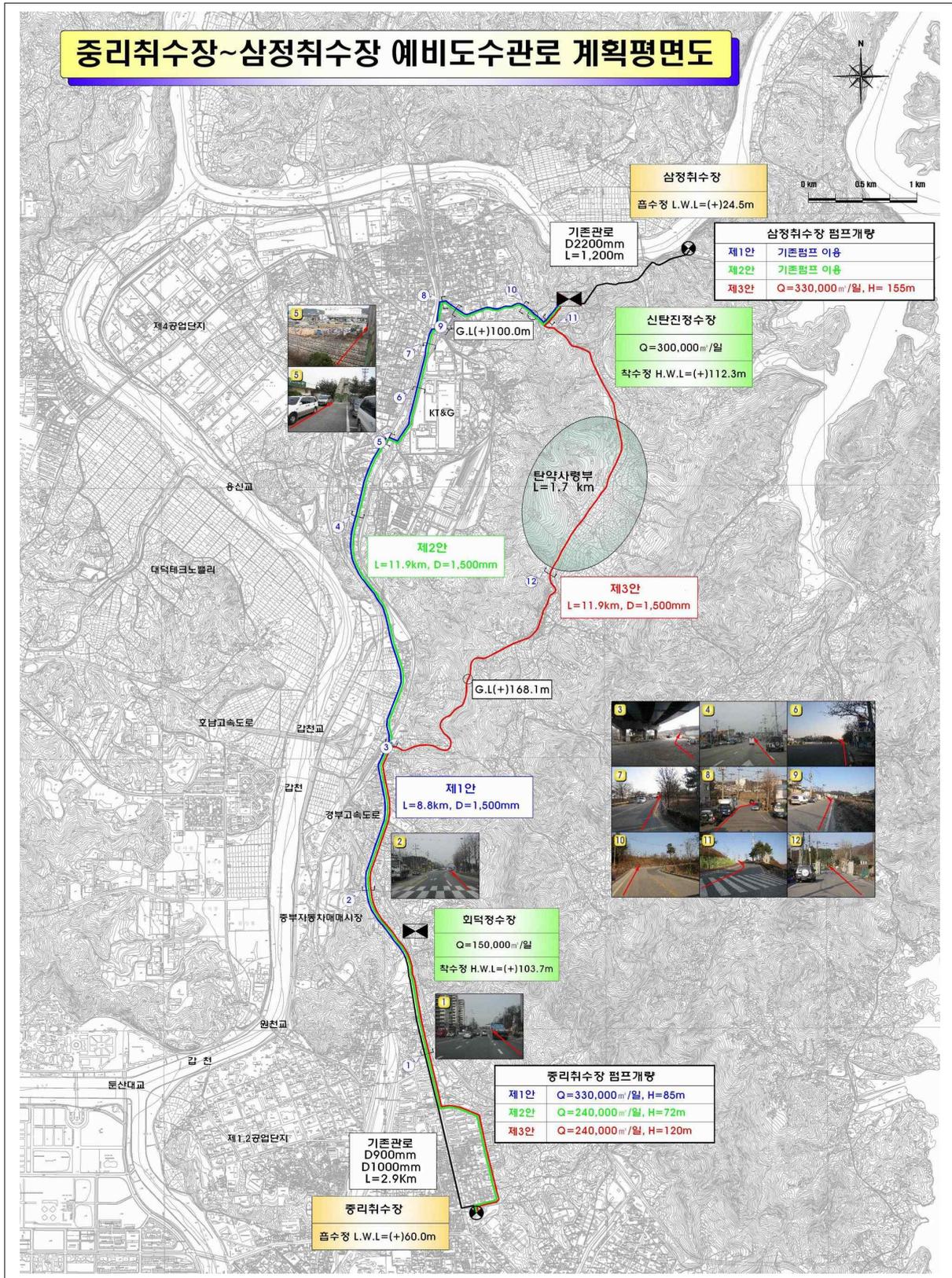
신탄진정수장 예비 도수관로 노선은 현장조사를 바탕으로 하여 국도17호선을 이용하는 방안과 정동길을 이용하는 방안에 대하여 다음 표와 같이 노선을 검토하였다.

중리취수장, 삼정취수장간 연계이용방안

중리취수장 → 신탄진정수장 (상시)	삼정취수장 → 중리취수장 (비상시)
<p>○ 상시 및 중리취수장 여유량이 있을 경우 신탄진정수장 착수정으로 공급</p>	<p>○ 추동취수탑 및 도수터널 사고시 ○ 비상시 삼정취수장에서 취수하여 중리취수장으로 공급</p>
<p>삼정취수장 L.W.L.(+)24.5m</p> <p>기존 도수관로 D=2,200mm Q=25,000 m³/일</p> <p>신탄진정수장 착수정 H.W.L.(+)112.3m</p> <p>Q=250,000 m³/일 D=1,600mm</p> <p>회덕정수장 H.W.L.(+)103.7m</p> <p>월평정수장 송촌정수장</p> <p>중리취수장 H.W.L.(+)164.0m L.W.L.(+)160.0m</p>	<p>삼정취수장 L.W.L.(+)24.5m</p> <p>기존 도수관로 D=2,200mm Q=330,000 m³/일</p> <p>신탄진정수장 착수정 H.W.L.(+)112.3m</p> <p>Q=82,000 m³/일</p> <p>Q=248,000 m³/일 D=1,600mm</p> <p>회덕정수장 H.W.L.(+)103.7m</p> <p>월평정수장 송촌정수장</p> <p>중리취수장 H.W.L.(+)164.0m L.W.L.(+)160.0m</p>

용수공급관로 노선비교

구 분	제 1 안	제 2 안	제 3 안
1. 공급방안	<ul style="list-style-type: none"> • 중리취수장에서 회덕정수장까지는 기존 회덕정수장 도수관로를 이용(회덕정수장에 공업용수 90천m³/일 공급)하고, 이후 노선은 17번국도를 이용하는 방안 	<ul style="list-style-type: none"> • 17번국도를 이용하여 신탄진정수장까지 도수관로를 부설하는 방안 	<ul style="list-style-type: none"> • 정동길을 이용하여 신탄진정수장까지 도수관로를 부설하는 방안
2. 평균원수 공급량	<ul style="list-style-type: none"> • Q=330천m³/일(중리~회덕) • Q=240천m³/일(회덕~신탄진) 	<ul style="list-style-type: none"> • Q = 240천m³/일 	<ul style="list-style-type: none"> • Q = 240천m³/일
3. 시설개요 • 도수관로신설 • 취수펌프장개량 - 중리P/S - 삼정P/S (비상시)	<ul style="list-style-type: none"> • D = 1,500mm • L = 8.8km • Q = 330,000m³/일 H = 85m 	<ul style="list-style-type: none"> • D = 1,500mm • L = 11.9km • Q = 240,000m³/일 H = 72m 	<ul style="list-style-type: none"> • D = 1,500mm • L = 11.9km • Q = 240,000m³/일 H = 120m • (Q = 330,000m³/일) (H = 155m)
3. 사업비 - 공사비 - 설계비 - 감리비	<p>45,024 백만원</p> <p>40,930 백만원</p> <p>2,047 백만원</p> <p>2,047 백만원</p>	<p>53,656 백만원</p> <p>48,778 백만원</p> <p>2,439 백만원</p> <p>2,439 백만원</p>	<p>54,744 백만원</p> <p>49,768 백만원</p> <p>2,488 백만원</p> <p>2,488 백만원</p>
5. 장·단점	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 회덕정수장 도수관로를 이용하므로 도수관로 연장이 감소하여 공사비면에서 유리하나, 회덕정수장 용수공급으로 인해 펌프교체 대수 및 펌프양정이 커지며 (H=85m), 17번 국도를 이용하므로 민원발생 우려가 큼. 	<ul style="list-style-type: none"> • 중리취수장에서 신탄진정수장까지 도수관로를 신설하므로 제1안에 비해 도수관로 연장이 길어져 공사비면에서는 불리하나, 중리취수장 펌프 교체 규모가 제1안에 비해 작고, 17번 국도를 이용하므로 민원발생 우려가 큼. 	<ul style="list-style-type: none"> • 장동길 고개(EL.168m)를 통과하기 위해 펌프양정이 과도하게 필요하며 (H=120m), 탄약사령부를 통과하는 구간에 대한 협의가 필요하며 불가능할 경우 수도용지를 매입하여 부설하여야 함.
6. 선택	◎		



중리취수장~신탄진정수장 용수공급방안 계획평면도

다. 대안검토

신탄진정수장에서 천안시에 160천 m^3 /일을 공급할 경우, 신탄진정수장은 140천 m^3 /일을 대전광역시 급수구역에 공급하게 되는데 급수구역은 대덕구 석봉동, 신탄진동, 회덕동 및 유성구 천민동, 구즉동 지역에 공급이 가능할 것으로 판단된다. 천안시 용수공급($Q=160$ 천 m^3 /일)과 신탄진정수장 급수구역이 결정되면 현재 공사 중인 신탄진정수장계통 송·배수시설 관로를 도수관로로 전환이 가능한 것인지에 대한 검토가 필요할 것으로 판단된다.

- 시설개요
 - 도수관로 : D1,600mm, L=5.0km (철도횡단, 하천횡단 포함)
 - 철도횡단(경부선) 1개소, L=50m
 - 하천횡단(갑천) 1개소, L=300m
- 개략사업비 : 21,266백만원

2.6.6 경제성 검토

가. 사업비

- 제1안 채택시 사업비를 산정
- 사업비는 설계비, 감리비를 포함하여 약 45,024백만원으로 산정됨.
 - 공사비 : 40,930백만원
 - 도수관로 : 32,911백만원 (관경D1,500mm, 연장L=8,800m, 기존관 갱생포함)
 - 중리취수장 펌프 개량 : 8,019백만원 (시설용량 Q=330천m³/일, 양정 85m)
 - 설계비 및 감리비 : 4,094백만원

구분	제 1 안	제 2 안	제 3 안
사업비	45,024 백만원	53,656 백만원	54,744 백만원
① 공사비	40,930 백만원	48,778 백만원	49,768 백만원
- 도수관로	D1,500mm, L=8,800m	D1,500mm, L=11,900m	D1,500mm, L=11,900m
	21,226 백만원	28,703 백만원	28,703 백만원
- 중리취수장	Q=330천m ³ /일, H=85m	Q=240천m ³ /일, H=72m	Q=240천m ³ /일, H=120m
	8,019 백만원	5,626 백만원	6,616 백만원
- 관갱생	1,000 백만원	-	-
- 가시설	조립식간이흙막이(40%), L=3,520m H-pile 항타 및 항발(30%), L=2,640m Sheet Pile(30%), L=2,640m	조립식간이흙막이(40%), L=4,760m H-pile 항타 및 항발(30%), L=3,570m Sheet Pile(30%), L=3,570m	조립식간이흙막이(40%), L=4,760m H-pile 항타 및 항발(30%), L=3,570m Sheet Pile(30%), L=3,570m
	10,685 백만원	14,449 백만원	14,449 백만원
② 설계비 (조사비 포함)	공사비의 5%	공사비의 5%	공사비의 5%
	2,047 백만원	2,439 백만원	2,488 백만원
③ 감리비	공사비의 5%	공사비의 5%	공사비의 5%
	2,047 백만원	2,439 백만원	2,488 백만원

주) 설계비 : 공사비 500억까지 2.84%(1,000억까지 2.79), 실시설계 동시수행 1.4배 적용 = 4.0%
조사비 1.0%를 적용하여 설계비는 5.0%로 산정

나. 현가분석

1) 산정기준

- 공급량 : 통수시점을 2013년으로 계획하여, 통수 후 일평균공급량(250천m³/일)을 공급하는 것으로 계획 (91,250천m³/년)
- 전력비 : 원수공급에 필요한 펌프사용에 따른 전력비만을 고려
- 현가계수 : 2008년말 국고채 금리 3.77% 적용
- 내용년수 : 토목40년, 기계15년(내용년수가 지난 후 재투자 계획)
- 공사완료 후 40년간 현가를 분석(상수도 관로 수명)
- 이자 : 사업완료 후 3년거치 10년 원금균등상환 조건.

신탄진정수장 용수공급계획

(단위 : 천톤/일)

구 분		2010	2015	2020	2025	
용수 수요량	계	666	982	1,002	1,016	
	대전광역시	소계	639	717	734	746
		생활용수	561	597	614	626
		공업용수	78	120	120	120
	행복도시	9	75	75	75	
	계 룡 시	18	30	33	35	
	천안시 용수공급	-	160	160	160	
용수공급	계	666	982	1,002	1,016	
	월 평정수장	300	450	460	465	
	송 촌정수장	130	225	230	235	
	회 덕정수장	70	70	70	70	
	신탄진정수장	166	237	242	246	

주) (1) 송촌정수장은 시설노후화로 현재 일최대 130천톤/일 생산능력을 보임 (2010년)
 (2) 월평정수장, 송촌정수장은 시설용량대비 75~78%를 생산하는 것으로 산정
 (3) 「천안시 수도정비기본계획(2008년 승인)」: 대전광역시에서 2015년 160천톤/일 수수계획

2) 현가분석

년도	년차	현가누계 (백만원)		
		삼정취수장 에서공급시 ①	제1안 현가 ②	이익 ① - ②
2010년		-	2,047	-2,047
2011년		-	22,762	-22,762
2012년		-	42,724	-42,724
2013년	1	5,304	44,646	-39,342
2014년	2	10,412	46,498	-36,086
2015년	3	15,337	48,283	-32,946
2016년	4	20,084	51,363	-31,279
2017년	5	24,659	54,201	-29,542
2018년	6	29,068	56,809	-27,741
2019년	7	33,317	59,201	-25,884
2020년	8	37,412	61,389	-23,977
2021년	9	41,359	63,385	-22,026
2022년	10	45,158	65,197	-20,039
2023년	11	48,820	66,839	-18,019
2024년	12	52,352	68,321	-15,969
2025년	13	55,754	69,652	-13,898
2026년	14	59,031	70,840	-11,809
2027년	15	62,190	71,985	-9,795
2028년	16	65,236	81,113	-15,877
2029년	17	68,169	82,176	-14,007
2030년	18	70,996	83,201	-12,205
2031년	19	73,722	84,189	-10,467
2032년	20	76,347	85,001	-8,654
2033년	21	78,877	85,783	-6,906
2034년	22	81,313	86,536	-5,223
2035년	23	83,660	87,261	-3,601
2036년	24	85,924	87,961	-2,037
2037년	25	88,105	88,635	-530
2038년	26	90,209	89,285	924
2039년	27	92,236	89,912	2,324
2040년	28	94,186	90,515	3,671
2041년	29	96,070	91,098	4,972
2042년	30	97,883	91,659	6,224
2043년	31	99,631	92,199	7,432
2044년	32	101,314	100,734	580
2045년	33	102,938	101,236	1,702
2046년	34	104,502	101,720	2,782
2047년	35	106,007	102,185	3,822
2048년	36	107,459	102,634	4,825
2049년	37	108,858	103,066	5,792
2050년	38	110,209	103,484	6,725
2051년	39	111,507	103,885	7,622
2052년	40	112,757	104,272	8,485

삼정취수장에서 신탄진정수장에 원수를 공급하는 경우 (기존)

년도	년차	현가계수	비용(백만원)				현가	현가누계
		3.77%	투자비	전력비	원수비	계	(백만원)	(백만원)
2010년	1	1.000	-	-	-	-	-	-
2011년	2	0.964	-	-	-	-	-	-
2012년	3	0.929	-	-	-	-	-	-
2013년	4	0.895	-	1,727	4,199	5,926	5,304	5,304
2014년	5	0.862	-	1,727	4,199	5,926	5,108	10,412
2015년	6	0.831	-	1,727	4,199	5,926	4,925	15,337
2016년	7	0.801	-	1,727	4,199	5,926	4,747	20,084
2017년	8	0.772	-	1,727	4,199	5,926	4,575	24,659
2018년	9	0.744	-	1,727	4,199	5,926	4,409	29,068
2019년	10	0.717	-	1,727	4,199	5,926	4,249	33,317
2020년	11	0.691	-	1,727	4,199	5,926	4,095	37,412
2021년	12	0.666	-	1,727	4,199	5,926	3,947	41,359
2022년	13	0.641	-	1,727	4,199	5,926	3,799	45,158
2023년	14	0.618	-	1,727	4,199	5,926	3,662	48,820
2024년	15	0.596	-	1,727	4,199	5,926	3,532	52,352
2025년	16	0.574	-	1,727	4,199	5,926	3,402	55,754
2026년	17	0.553	-	1,727	4,199	5,926	3,277	59,031
2027년	18	0.533	-	1,727	4,199	5,926	3,159	62,190
2028년	19	0.514	-	1,727	4,199	5,926	3,046	65,236
2029년	20	0.495	-	1,727	4,199	5,926	2,933	68,169
2030년	21	0.477	-	1,727	4,199	5,926	2,827	70,996
2031년	22	0.460	-	1,727	4,199	5,926	2,726	73,722
2032년	23	0.443	-	1,727	4,199	5,926	2,625	76,347
2033년	24	0.427	-	1,727	4,199	5,926	2,530	78,877
2034년	25	0.411	-	1,727	4,199	5,926	2,436	81,313
2035년	26	0.396	-	1,727	4,199	5,926	2,347	83,660
2036년	27	0.382	-	1,727	4,199	5,926	2,264	85,924
2037년	28	0.368	-	1,727	4,199	5,926	2,181	88,105
2038년	29	0.355	-	1,727	4,199	5,926	2,104	90,209
2039년	30	0.342	-	1,727	4,199	5,926	2,027	92,236
2040년	31	0.329	-	1,727	4,199	5,926	1,950	94,186
2041년	32	0.318	-	1,727	4,199	5,926	1,884	96,070
2042년	33	0.306	-	1,727	4,199	5,926	1,813	97,883
2043년	31	0.295	-	1,727	4,199	5,926	1,748	99,631
2044년	32	0.284	-	1,727	4,199	5,926	1,683	101,314
2045년	33	0.274	-	1,727	4,199	5,926	1,624	102,938
2046년	34	0.264	-	1,727	4,199	5,926	1,564	104,502
2047년	35	0.254	-	1,727	4,199	5,926	1,505	106,007
2048년	36	0.245	-	1,727	4,199	5,926	1,452	107,459
2049년	37	0.236	-	1,727	4,199	5,926	1,399	108,858
2050년	38	0.228	-	1,727	4,199	5,926	1,351	110,209
2051년	39	0.219	-	1,727	4,199	5,926	1,298	111,507
2052년	40	0.211	-	1,727	4,199	5,926	1,250	112,757

제1안 : 이자율을 2008년말 국고채금리 3.77% 적용

년도	년차	현재가계수 3.77%	비용(백만원)					현재가 (백만원)	현재가누계 (백만원)
			투자비	전력비	원수비	이자	계		
2010년	1	1.000	2,047	-	-	-	2,047	2,047	2,047
2011년	2	0.964	21,489	-	-	-	21,489	20,715	22,762
2012년	3	0.929	21,488	-	-	-	21,488	19,962	42,724
2013년	4	0.895	-	1,595	553	-	2,148	1,922	44,646
2014년	5	0.862	-	1,595	553	-	2,148	1,852	46,498
2015년	6	0.831	-	1,595	553	-	2,148	1,785	48,283
2016년	7	0.801	-	1,595	553	1,697	3,845	3,080	51,363
2017년	8	0.772	-	1,595	553	1,528	3,676	2,838	54,201
2018년	9	0.744	-	1,595	553	1,358	3,506	2,608	56,809
2019년	10	0.717	-	1,595	553	1,188	3,336	2,392	59,201
2020년	11	0.691	-	1,595	553	1,018	3,166	2,188	61,389
2021년	12	0.666	-	1,595	553	849	2,997	1,996	63,385
2022년	13	0.641	-	1,595	553	679	2,827	1,812	65,197
2023년	14	0.618	-	1,595	553	509	2,657	1,642	66,839
2024년	15	0.596	-	1,595	553	339	2,487	1,482	68,321
2025년	16	0.574	-	1,595	553	170	2,318	1,331	69,652
2026년	17	0.553	-	1,595	553	-	2,148	1,188	70,840
2027년	18	0.533	-	1,595	553	-	2,148	1,145	71,985
2028년	19	0.514	15,610	1,595	553	-	17,758	9,128	81,113
2029년	20	0.495	-	1,595	553	-	2,148	1,063	82,176
2030년	21	0.477	-	1,595	553	-	2,148	1,025	83,201
2031년	22	0.460	-	1,595	553	-	2,148	988	84,189
2032년	23	0.443	-	1,595	237	-	1,832	812	85,001
2033년	24	0.427	-	1,595	237	-	1,832	782	85,783
2034년	25	0.411	-	1,595	237	-	1,832	753	86,536
2035년	26	0.396	-	1,595	237	--	1,832	725	87,261
2036년	27	0.382	-	1,595	237	-	1,832	700	87,961
2037년	28	0.368	-	1,595	237	-	1,832	674	88,635
2038년	29	0.355	-	1,595	237	-	1,832	650	89,285
2039년	30	0.342	-	1,595	237	-	1,832	627	89,912
2040년	31	0.329	-	1,595	237	-	1,832	603	90,515
2041년	32	0.318	-	1,595	237	-	1,832	583	91,098
2042년	33	0.306	-	1,595	237	-	1,832	561	91,659
2043년	34	0.295	-	1,595	237	-	1,832	540	92,199
2044년	35	0.284	28,220	1,595	237	-	30,052	8,535	100,734
2045년	36	0.274	-	1,595	237	-	1,832	502	101,236
2046년	37	0.264	-	1,595	237	-	1,832	484	101,720
2047년	38	0.254	-	1,595	237	-	1,832	465	102,185
2048년	39	0.245	-	1,595	237	-	1,832	449	102,634
2049년	40	0.236	-	1,595	237	-	1,832	432	103,066
2050년	41	0.228	-	1,595	237	-	1,832	418	103,484
2051년	42	0.219	-	1,595	237	-	1,832	401	103,885
2052년	43	0.211	-	1,595	237	-	1,832	387	104,272

다. 사업시기

- 삼정취수장(대청댐 역조정지) 원수비용에 관해 대전광역시와 한국수자원공사 간 협의가 진행중이므로, 협의결과에 따라 사업시기를 결정해야하며, 본 계획의 재정계획에서는 제외하였음.

라. 사업효과

- 신탄진정수장의 원수를 중리취수장의 원수로 대체할 경우, 2031년까지 3,646백만원/년, 2032년부터 3,961백만원/년의 원수가격 절약 (1일 240천톤/일 사용시)
- 중리취수장의 수원을 기존 중리취수탑 뿐 만 아니라 삼정취수장까지 포함해 이원화할 수 있어, 도수터널 사고 및 수질악화로 중리취수탑 원수공급이 중단되는 등의 비상시에는 최소한의 원수량을 대전광역시 신탄진정수장, 송촌정수장, 월평정수장에 공급할 수 있으므로 비상시 대처가 가능함.

2.6.7 수리계산

중리취수장에서 신탄진정수장에 원수를 공급하는 도수관로의 수리계산을 일평균 및 일최대 공급량으로 관수로의 일반적인 유량공식인 Hazen-Williams공식을 적용하여 수리계산을 실시하였다.

중리취수장 → 신탄진정수장 예비도수관로 수리계산(일최대, 일평균)

구 분		유량 (m ³ /일)	연장 (m)	관경 (mm)	유속 계수	동수 경사 (%)	시점 수두 (m)	손실 수두 (m)	종점 수두 (m)	종점 지반고 (m)	잔류 수두 (m)	비 고
1안	중리취수장~신탄진정수장	250,000	11,900	1,600	120	1.0915	130.0	12.99	117.0	112.3	4.7	중리취수장 LWL 60.0m 펌프양정 70.0m 신탄진정수장 HWL 112.3m
2안	중리취수장~장동길고개	250,000	7,000	1,600	120	1.0915	178.0	7.64	170.4	168.1	2.3	중리취수장 LWL 60.0m 펌프양정 118.0m 장동길고개 EL 168.1m
	장동길고개~신탄진정수장	250,000	4,900	1,600	120	1.0915	170.4	5.35	165.0	112.3	52.7	신탄진정수장 HWL 112.3m
3안	중리취수장~회덕정수장 (기존관로 이용)	340,000	2,900	1,000 900	120 110	6.7015	145.0	19.43	125.6	103.7	21.9	중리취수장 LWL 60.0 펌프양정 85.0m 회덕정수장 HWL 103.7m
	회덕정수장~신탄진정수장	250,000	8,800	1,600	120	1.0915	125.6	9.61	116.0	112.3	3.7	신탄진정수장 HWL 112.3m

주) 제3안의 회덕정수장 용수공급은 농업용수 90,000m³/일을 공급하는 것으로 계획

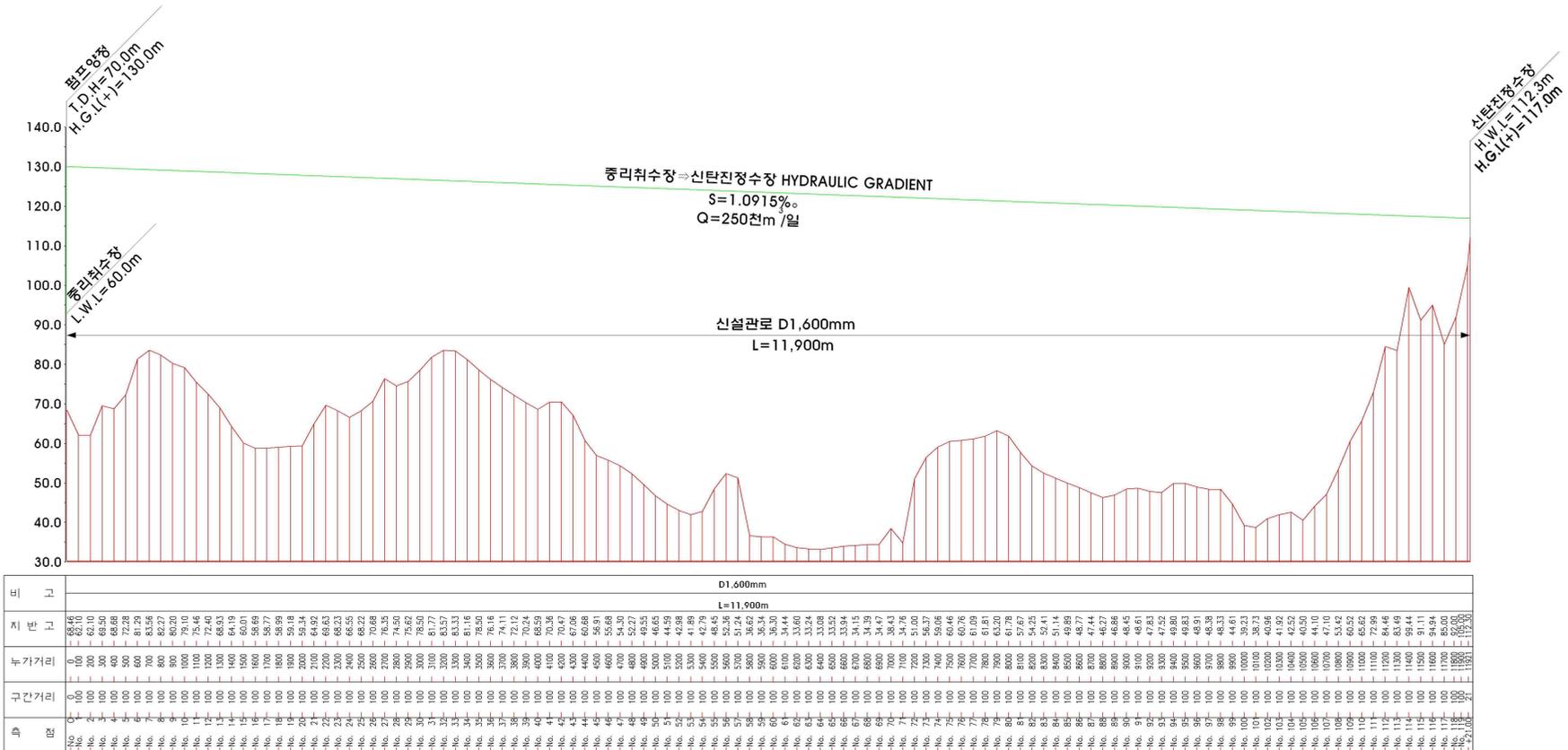
삼정취수장 → 중리취수장 예비도수관로 수리계산 (비상시)

구 분		유량 (m ³ /일)	연장 (m)	관경 (mm)	유속 계수	동수 경사 (%)	시점 수두 (m)	손실 수두 (m)	종점 수두 (m)	종점 지반고 (m)	잔류 수두 (m)	비 고
1안	삼정취수장~신탄진정수장	330,000	1,200	2,200	120	0.3870	116.5	0.46	116.0	112.3	3.7	삼정취수장 LWL 24.5m 펌프양정 92.0m 신탄진정수장 HWL 112.3m
	신탄진정수장~중리취수장	248,000	11,900	1,600	120	0.6060	116.0	7.21	108.8	64.0	44.8	중리취수장 HWL 64.0m
2안	삼정취수장~신탄진정수장	330,000	1,200	2,200	120	0.3870	174.5	0.46	174.0	112.3	61.7	삼정취수장 LWL 24.5m 펌프양정 150.0m 신탄진정수장 HWL 112.3m
	신탄진정수장~장동길고개	248,000	4,900	1,600	120	0.6060	174.0	2.97	171.1	168.1	3.0	장동길고개 EL 168.1m
	장동길고개~중리취수장	248,000	7,000	1,600	120	0.6060	171.1	4.24	166.8	64.0	102.8	중리취수장 HWL 64.0m
3안	삼정취수장~신탄진정수장	330,000	1,200	2,200	120	0.3870	116.5	0.46	116.0	112.3	3.7	삼정취수장 LWL 24.5m 펌프양정 92.0m 신탄진정수장 HWL 112.3m
	신탄진정수장~회덕정수장	248,000	8,800	1,600	120	0.6060	116.0	5.33	110.7	70.0	40.7	
	회덕정수장~중리취수장	248,000	3,100	1,000 900	120	3.7361	110.7	11.58	99.1	64.0	35.1	중리취수장 HWL 64.0m

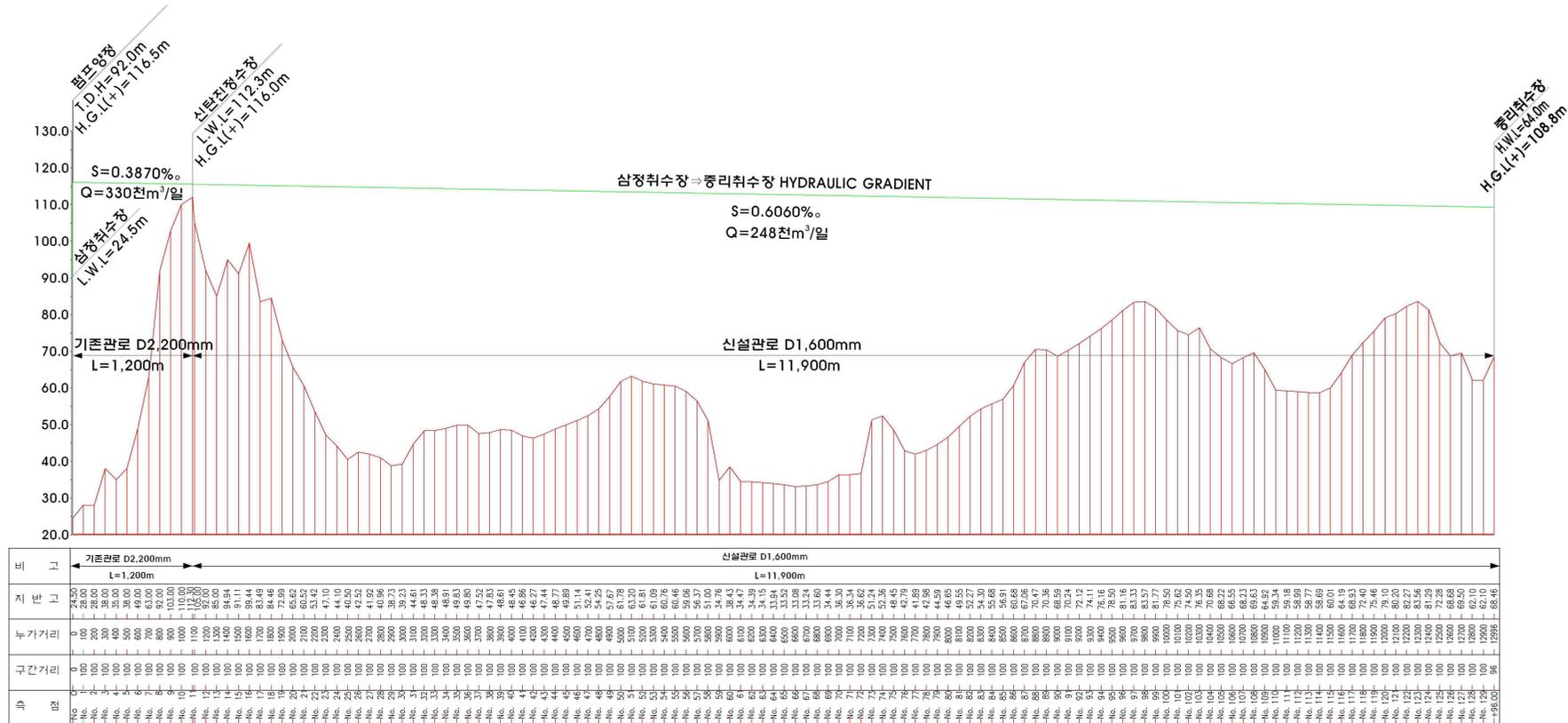
주) 신탄진정수장 공급량은 취수량 330,000m³/일의 25%로 계산 (정수장 시설용량 기준으로 배분)

1안

중리취수장 → (17번 국도) → 신탄진정수장

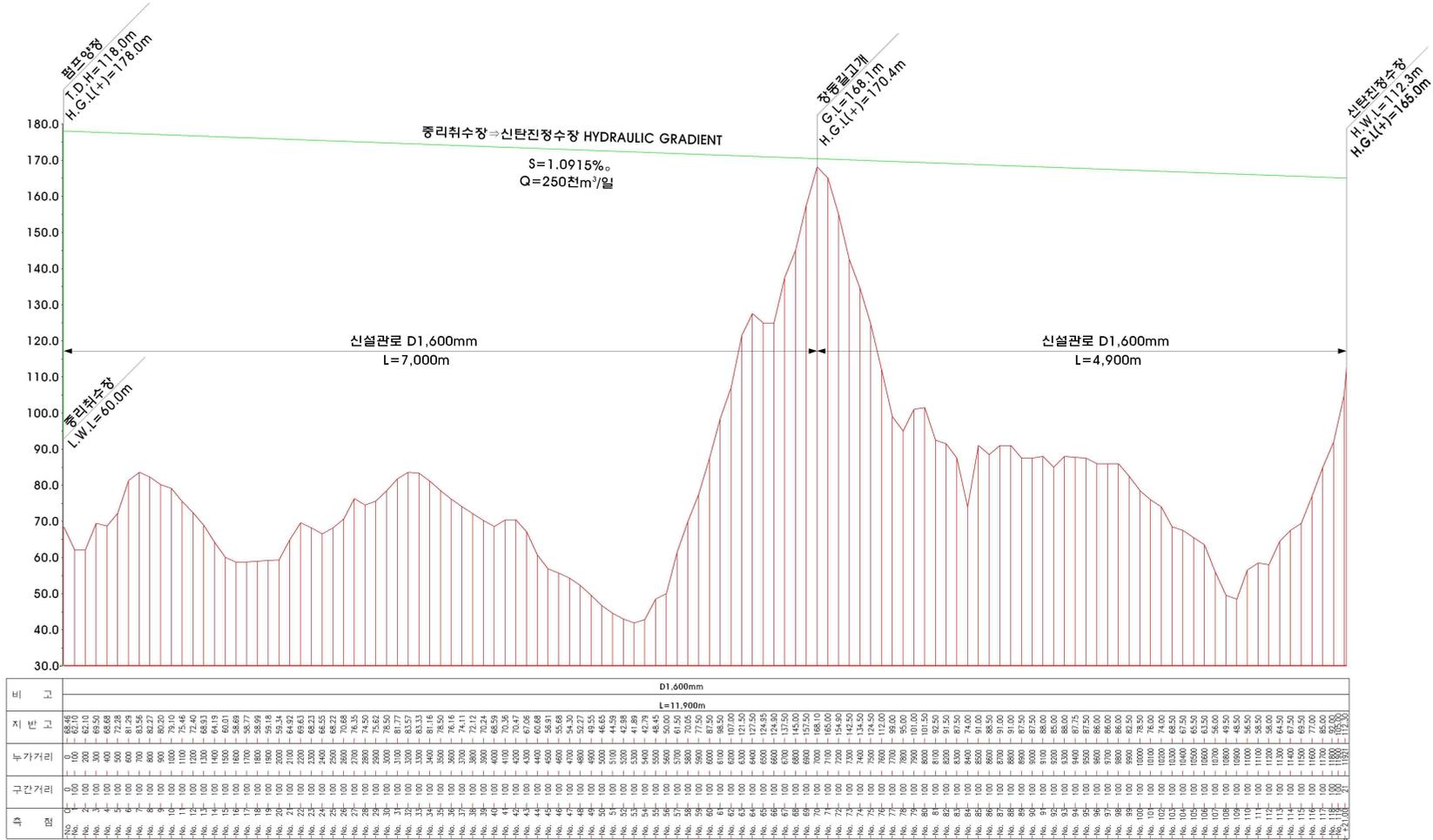


1안 삼정취수장 → (신탄진정수장) → (17번 국도) → 종리취수장



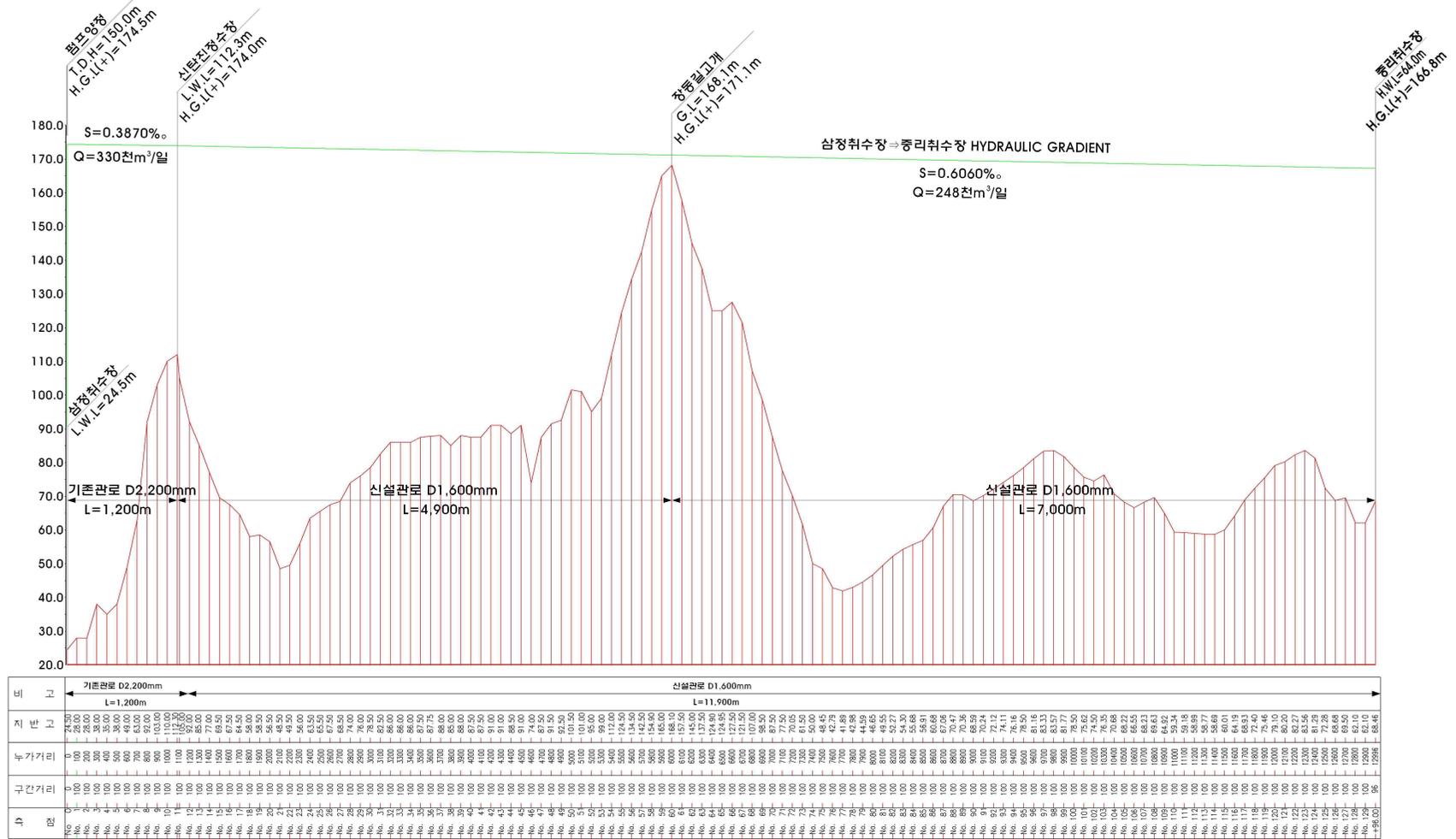
제1안 동수구배도 (삼정취수장 → 종리취수장)

2안 증리취수장 → (장동길) → 신탄진정수장



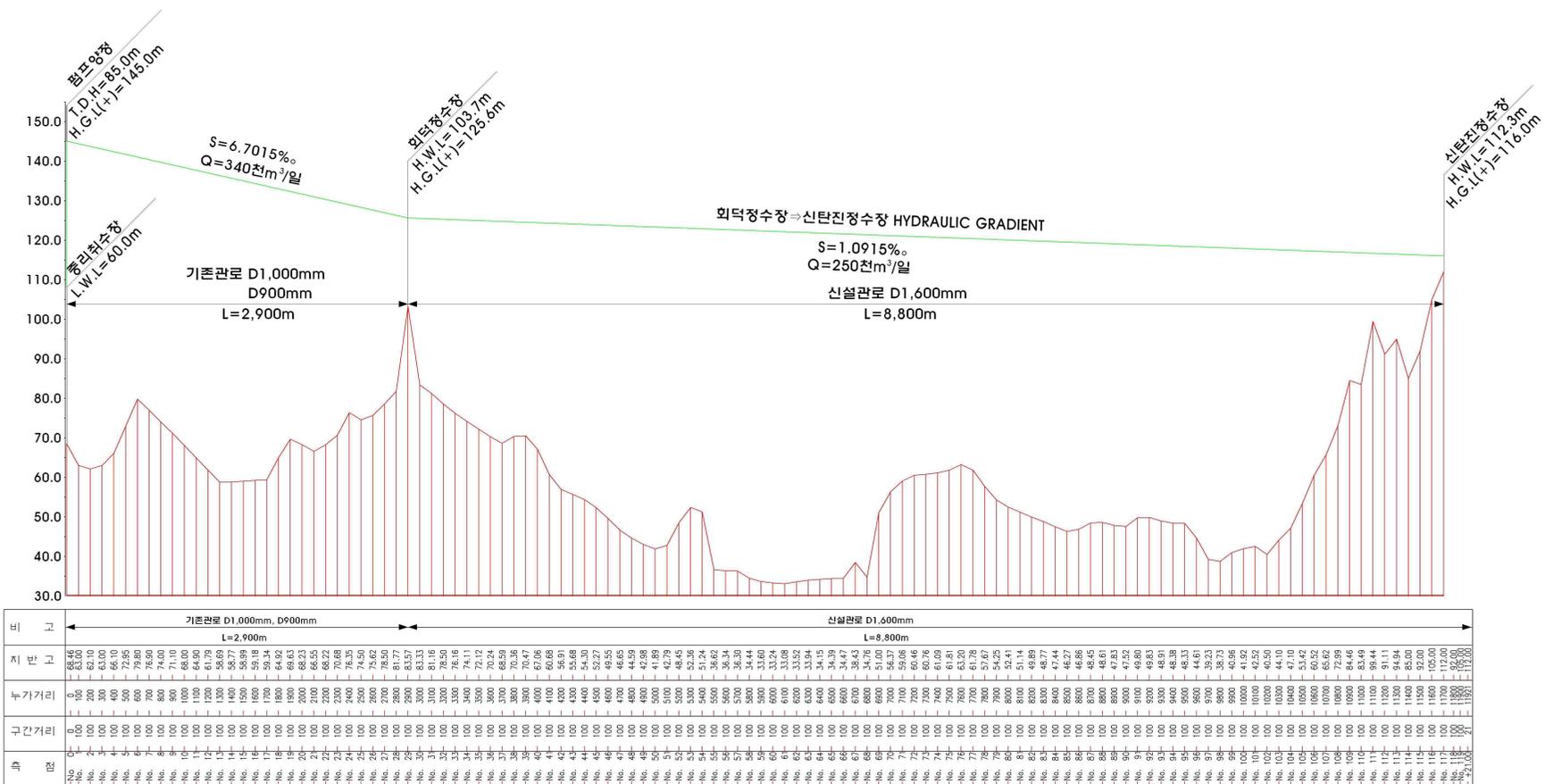
제2안 동수구배도 (증리취수장 → 신탄진정수장)

2안 삼정취수장 → (신탄진정수장) → (장동길) → 증리취수장



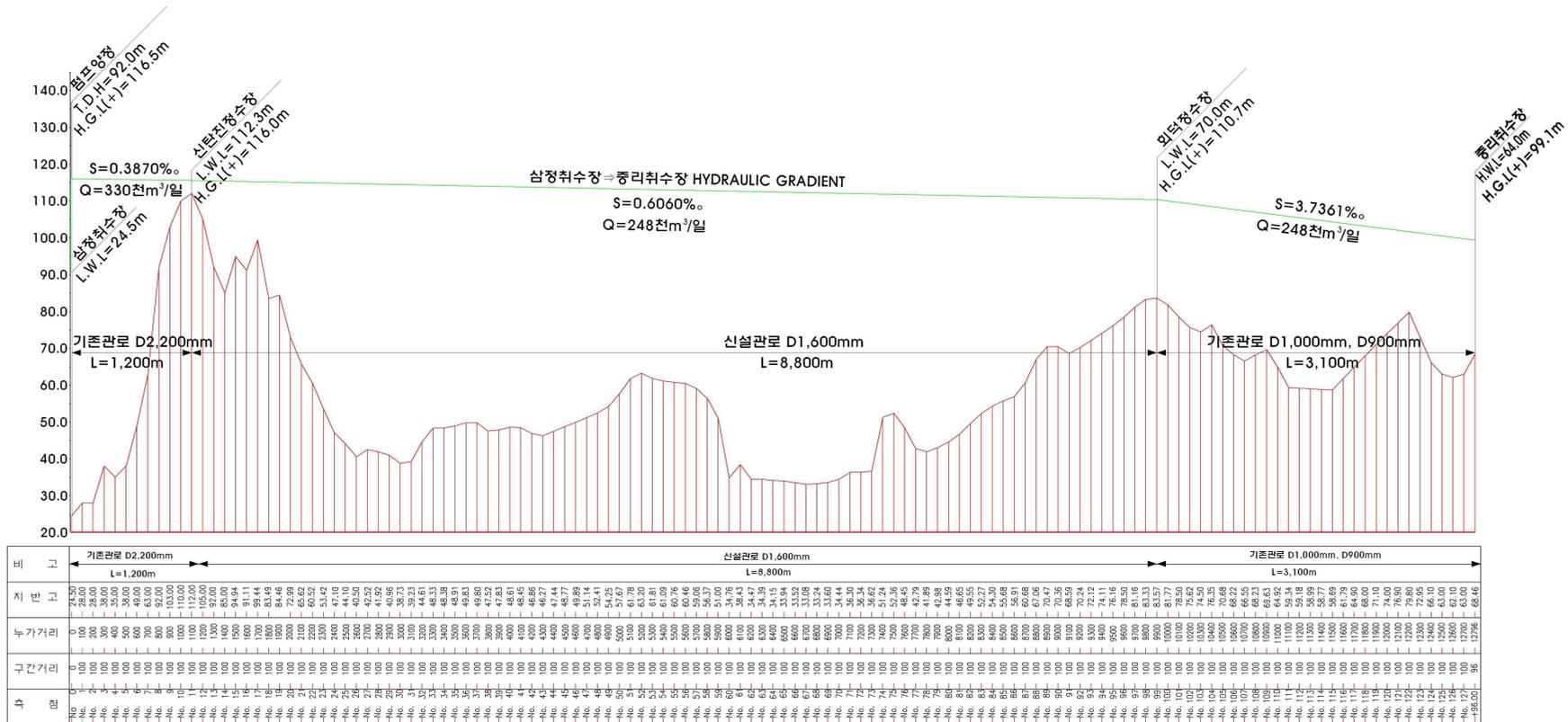
제2안 동수구배도 (삼정취수장 → 증리취수장)

3안 종리취수장 → (회덕정수장) → 신탄진정수장



제3안 동수구배도 (종리취수장 → 신탄진정수장)

3안 삼정취수장 → (신탄진정수장) → (17번국도) → (회덕정수장) → 증리취수장



제3안 동수구배도 (삼정취수장 → 증리취수장)

2.7 중리취수장 ~ 월평정수장, 송촌정수장 도수관로 계획

2.7.1 검토목적

- 기존 도수관로 매설년도가 20년 이상 경과(월평정수장 1990년, 송촌정수장 1984년 부설)되어 노후화 되었으므로, 예비 도수관로를 부설하여 기존 도수관로의 원활한 정비가 가능하게 하고자함.
- 중리취수장 원수를 월평정수장, 송촌정수장에 공급하는 도수관로를 부설하여, 기존 도수관로 사고 등에 대한 비상시 원수량을 공급할 수 있으므로 안정적인 용수공급이 가능함.

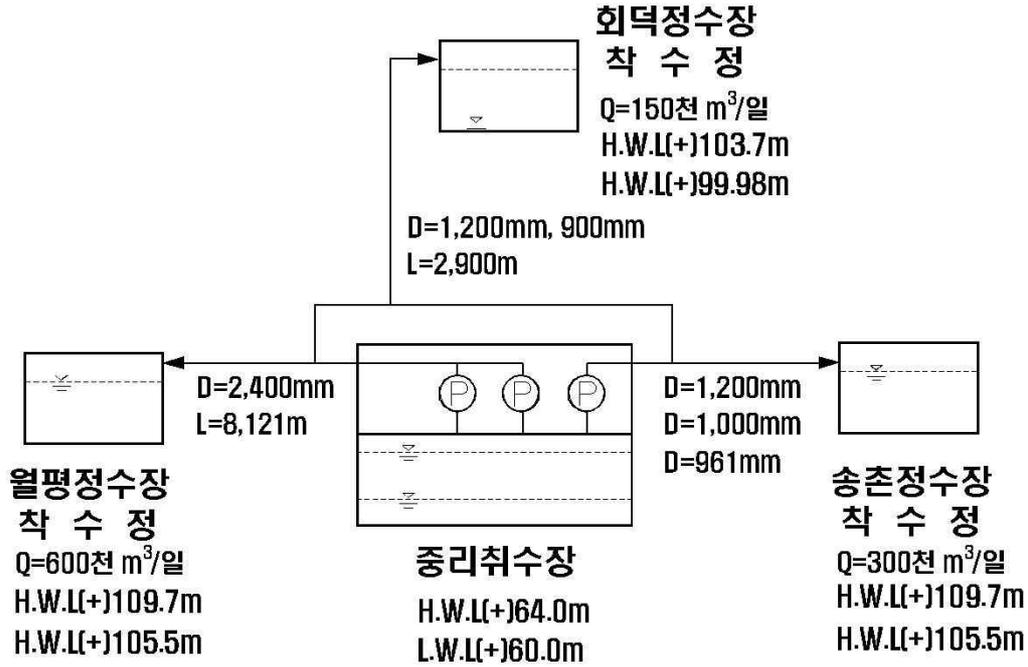
2.7.2 월평정수장, 송촌정수장 도수관로 현황

대전광역시는 추동취수탑에서 1,050,000m³/일을 취수하여 3.9km의 도수터널을 통해 중리취수장으로 취수된 후 송촌정수장 300,000m³/일, 월평정수장 600,000m³/일, 회덕정수장 150,000m³/일으로 원수를 공급하고 있으며, 중리취수장에서 월평정수장까지 도수관로는 D=2,400mm, L=8,121m이고, 중리취수장에서 송촌정수장까지 도수관로는 D=1,200mm, L=961m와 D1,000mm, L=955m의 2계열이 부설되어 있다.

월평정수장, 송촌정수장 도수관로 현황

구 분	송촌정수장		월평정수장
부설연도	1984년		1990년
관경(mm)	D1,200	D1,000	D2,400
연장(m)	961	955	8,121

가. 중리취수장(월평계통, 송촌계통) 현황



중리취수장 시설현황

구분	시설개요	구분	원수비용	비고
1. 취수펌프장		1. 원수종류	대청댐 호소수	
· 토목	Q=1,155,000m ³ /일	2. 비용	6.6원/톤	
· 건축	4,684m ²		(2032년부터 무대)	
· 펌프 및 모터	38.2m ³ /분 × 60mH, 3대(1) 45.8m ³ /분 × 60mH, 1대(0) 111.1m ³ /분 × 60mH, 2대(0) 76.4m ³ /분 × 66mH, 9대(3) 100.0m ³ /분 × 66mH, 1대(0)			()내는 예비

1) 중리취수장 펌프현황

- 취수펌프는 송촌계통 6기, 월평계통 10기로 총 16대가 설치되어 있으며, 펌프형식은 양흡입볼류트펌프임.

중리취수장 펌프설비 현황

구 분	형식 및 규격	제작년도	비고
송촌계통 (6대)	1호기	55,000m ³ /일 × 60mH	2003.9.
	2호기	55,000m ³ /일 × 60mH	2003.9.
	3호기	55,000m ³ /일 × 60mH	2003.9.
	4호기	66,000m ³ /일 × 60mH	1980.12.
	5호기	160,000m ³ /일 × 60mH	1986.11.
	6호기	160,000m ³ /일 × 60mH	1986.12.
월평계통 (10대)	1호기	110,000m ³ /일 × 66mH	1991.7.
	2호기	110,000m ³ /일 × 66mH	1991.7.
	3호기	110,000m ³ /일 × 66mH	1991.7.
	4호기	110,000m ³ /일 × 66mH	1994.6.
	5호기	110,000m ³ /일 × 66mH	1994.6.
	6호기	110,000m ³ /일 × 66mH	1994.6.
	7호기	110,000m ³ /일 × 66mH	1996.11.
	8호기	110,000m ³ /일 × 66mH	1996.11.
	9호기	110,000m ³ /일 × 66mH	1996.11.
	10호기	144,000m ³ /일 × 66mH	1998.6.



2) 월평정수장 원수수량

2006년~2008년간 월평정수장 일평균취수량은 317,457m³/일로 시설용량대비 52.9%를 사용하고 있으며, 일최대취수량은 460,950m³/일로 시설용량(600천m³/일)대비 76.8%를 사용하였다.

월평정수장 취수량

구 분		취수량(m ³ /일)	시설용량(m ³ /일)	시설용량대비 취수량(%)
일평균	2006년	298,924	600,000	49.8
	2007년	331,839	600,000	55.3
	2008년	321,596	600,000	53.6
	평 균	317,457	600,000	52.9
일최대	2006년	348,680	600,000	58.1
	2007년	460,950	600,000	76.8
	2008년	374,860	600,000	62.5
	평 균	460,950	600,000	76.8

3) 송촌정수장 원수수량

2006년~2008년간 월평정수장 일평균취수량은 137,784m³/일로 시설용량대비 45.9%를 사용하고 있으며, 일최대취수량은 176,330m³/일로 시설용량(300천m³/일)대비 58.8%만을 사용하고 있는 실정이다.

송촌정수장 취수량

구 분		취수량(m ³ /일)	시설용량(m ³ /일)	시설용량대비 취수량(%)
일평균	2006년	143,439	300,000	47.8
	2007년	136,027	300,000	45.3
	2008년	137,355	300,000	45.8
	평 균	137,784	300,000	45.9
일최대	2006년	175,940	300,000	58.6
	2007년	161,480	300,000	53.8
	2008년	176,330	300,000	58.8
	평 균	176,330	300,000	58.8

2.7.3 월평정수장, 송촌정수장 용수수요량 산정

월평정수장과 송촌정수장의 용수수요량은 다음 표와 같다.

월평정수장 용수수요량

구 분	월평정수장	송촌정수장	비 고
2007년 현재	379,480	151,810	
2010년	407,000	154,120	
2015년	434,260	199,840	
2020년	511,750	201,760	
2025년	504,370	263,910	

2.7.4 월평정수장, 송촌정수장 공급량 산정

가. 월평정수장 공급량 산정

1) case 1. 시설용량 600천 m^3 /일 공급시

- 도수관로 용량은 600천 m^3 /일로 산정.
- 월평정수장에 시설용량을 공급할 경우 중리취수장에서 600천 m^3 /일을 공급하는 것으로 계획.

2) case 2. 목표년도 2025년 일최대수요량 공급시

- 도수관로 용량은 470천 m^3 /일로 산정.
- 월평정수장에 일최대수요량을 공급할 경우 중리취수장에서 470천 m^3 /일을 공급하는 것으로 계획.

나. 송촌정수장 공급량 산정

1) case 1. 시설용량 300천 m^3 /일 공급시

- 도수관로 용량은 300천 m^3 /일로 산정.

2) case 2. 목표연도 2025년 일최대수요량 공급시

- 도수관로 용량은 220천 m^3 /일로 산정.

3) case 3. 기존관 (D1,200mm 또는 D1,000mm) 이용시

- 도수관로 용량은 300천 m^3 /일로 산정.
- 기존관로의 D1,200mm와 D1,000mm 중 하나의 관로를 이용하고 신설관로 D900mm를 이용하여 공급하는 방안
 - 기존관로 D1,200mm 및 신설관로 D900mm, 2line으로 공급하는 방안
 - 기존관로 D1,000mm 및 신설관로 D900mm, 2line으로 공급하는 방안

2.7.5 월평정수장, 송촌정수장 도수관로 관경결정

가. 월평정수장 도수관로 관경결정

1) case 1. 시설용량 600천 m^3 /일 공급시

- 월평정수장 공급량 600천 m^3 /일을 공급하기 위한 경제적 관경은 2,200mm로 선정.

2) case 2. 목표연도 2025년 일최대수요량 공급시

- 월평정수장 일최대수요량 470천 m^3 /일을 공급하기 위해서는 경제적인 관경이 2,000mm로, 중리취수장의 기존 펌프(양정 66m)를 이용하여 월평정수장에서 공급할 수 있음.

나. 송촌정수장 도수관로 관경결정

1) case 1. 시설용량 300천 m^3 /일 공급시

- 송촌정수장 공급량 300천 m^3 /일을 공급하기 위한 경제적 관경은 1,600mm이나, 중리취수장의 기존 펌프(양정 60m)를 이용하여 공급가능한 1,350mm를 선정.

2) case 2. 목표연도 2025년 일최대수요량 공급시

- 송촌정수장 일최대수요량 220천 m^3 /일을 공급하기 위한 경제적 관경은 1,500mm이나, 중리취수장의 기존 펌프(양정 60m)를 이용하여 공급가능한 1,200mm를 선정

3) case 3. 기존관로(D1,200mm, D1,000mm) 이용시

- 중리취수장의 송촌계통 펌프의 양정(H=60m)과 기존관로의 용량으로 송촌정수장에 300천 m^3 /일의 용수공급이 가능한 관경인 900mm로 선정

2.7.6 용수공급관로 노선 선정

가. 노선 선정 기준

중리취수장에서 월평, 송촌정수장으로 용수공급을 위한 최적노선 선정을 위해 다음의 사항을 고려하여 최적의 노선계획을 수립하였다.

- 관로 노선을 가능한 범위에서 직선화
- 수도관로부지 확보가능지로 선형을 유도
- 농지 및 농업용 수리구조물의 훼손을 최소화
- 지하매설물(송유관, 광케이블, 가스관 등)과 가능한 범위에서 병행부설 지양
- 최소의 용지매입 및 용지매입 용이성 고려
- 경제성, 시공성, 유지관리 및 기존시설과의 연계성 고려
- 관로노선이 하천을 횡단하는 경우 하천 상태, 조건들을 감안한 시공성 고려
- “수도부지 확보기준”에 의거 유지관리의 용이성 및 중차량 통과에 의한 지하매설물의 안전성 등 검토

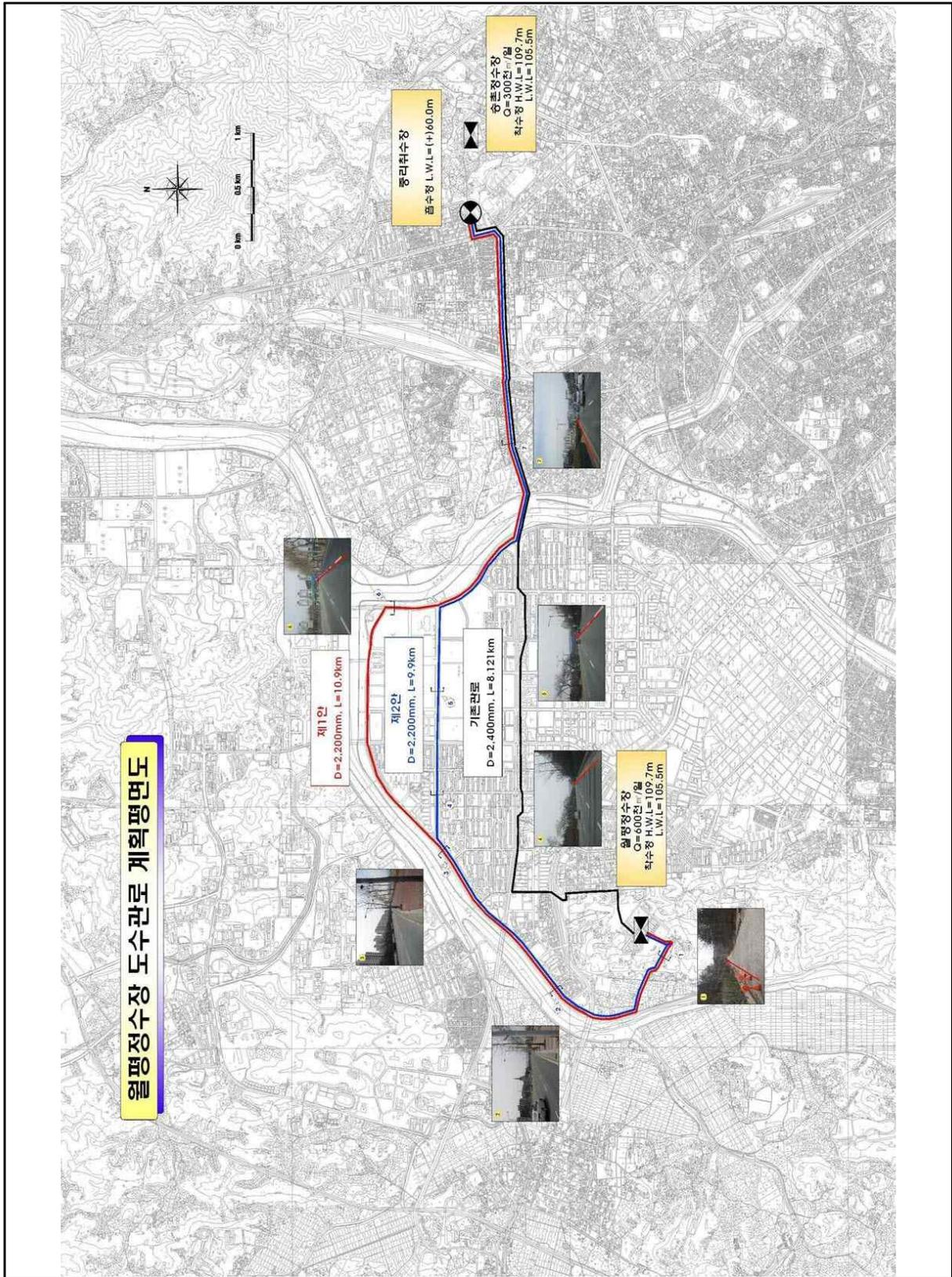
나. 노선 검토

1) 월평정수장 도수관로 노선검토

월평정수장 도수관로 노선은 현장조사를 바탕으로 하여 한밭수목원 앞 갑천을 이용하는 방안과 대전청사 앞 둔산대로를 이용하는 방안에 대하여 다음 표와 같이 노선을 검토하였다.

용수공급관로 노선비교

구분	제 1 안		제 2 안	
	1-1안	1-2안	2-1안	2-2안
1. 노선개요	• 중리취수장에서 한밭수목원 앞 갑천 도시 고속화도로를 이용하여 월평정수장까지 도수관로를 부설하는 방안.		• 중리취수장에서 대전청사 앞 둔산대로를 이용하여 월평정수장까지 도수관로를 부설하는 방안.	
2. 공급량	• 시설용량 공급 • Q = 600천m ³ /일	• 일최대량 공급 • Q = 470천m ³ /일	• 시설용량 공급 • Q = 600천m ³ /일	• 일최대량 공급 • Q = 470천m ³ /일
3. 시설개요	• D = 2,200mm • L = 10.9km	• D = 2,000mm • L = 10.9km	• D = 2,200mm • L = 9.9km	• D = 2,000mm • L = 9.9km
4. 사업비	67,015 백만원 (122%)	60,636 백만원 (110%)	60,868 백만원 (111%)	55,073 백만원 (100%)
• 공사비	60,923 백만원	55,124 백만원	55,334 백만원	50,067 백만원
-도수관로	47,688 백만원	41,889 백만원	43,313 백만원	38,046 백만원
-가시설	13,235 백만원	13,235 백만원	12,021 백만원	12,021 백만원
• 설계비	3,046 백만원	2,756 백만원	2,767 백만원	2,503 백만원
• 감리비	3,046 백만원	2,756 백만원	2,767 백만원	2,503 백만원
5. 장·단점	• 제2안에 비해 통행량이 적어 시공성이 좋을 것으로 판단됨. • 제2안에 비해 연장이 다소 길어져(제2안에 비해 1.0km 길어짐) 경제성에서는 불리함.	• 470천m ³ /일을 초과하는 물량에 대해서는 중리취수장의 펌프양정 조정으로 대처가 가능할 것으로 판단됨.	• 제1안에 비해 관로연장이 짧아 경제성이 좋음. • 둔산대로내 교통량이 많고 곳곳이 지하차도가 있어 시공성에서 불리할 것으로 판단됨.	• 470천m ³ /일을 초과하는 물량에 대해서는 중리취수장의 펌프양정 조정으로 대처가 가능할 것으로 판단됨.
6. 선택	◎			



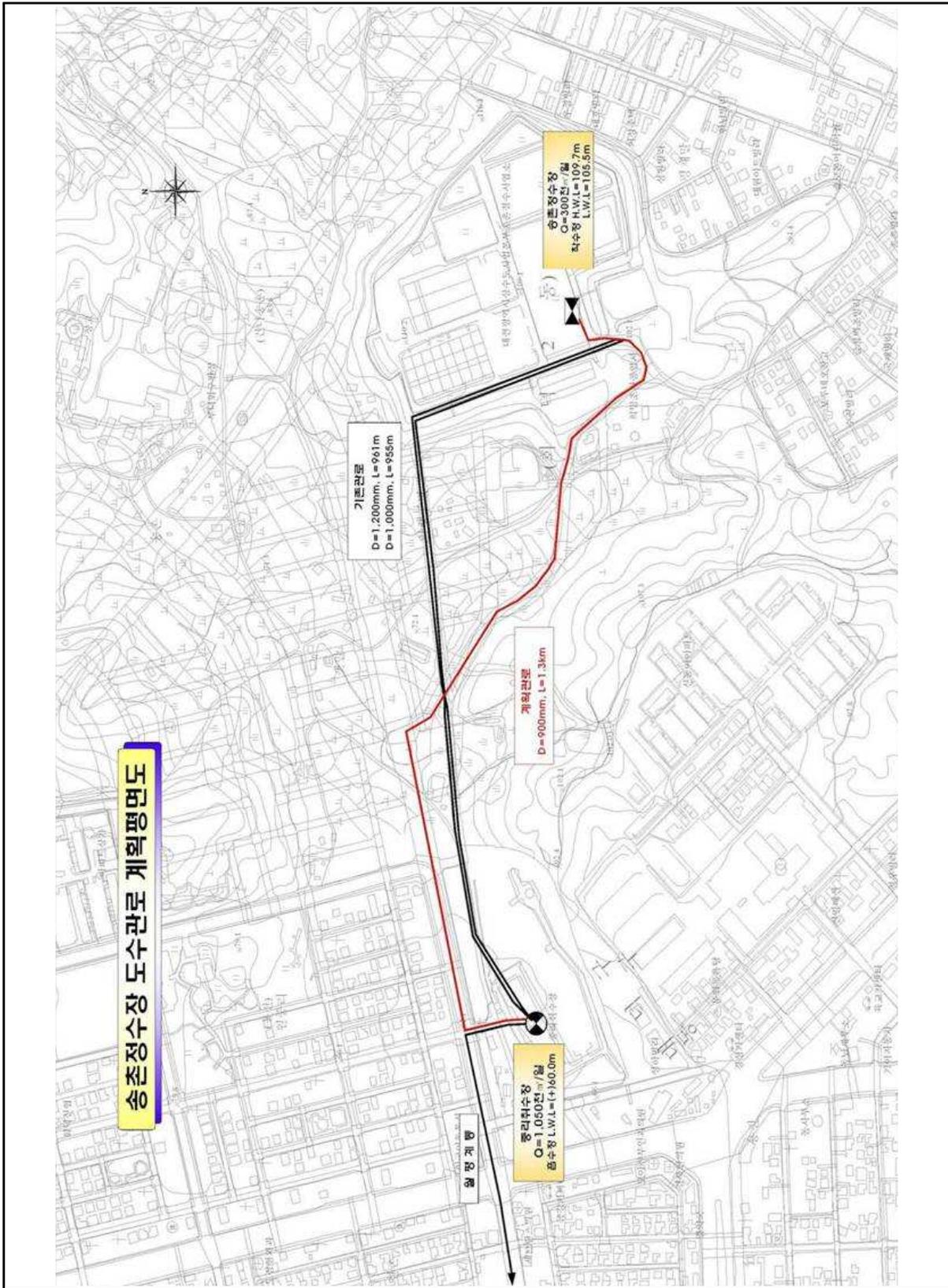
월평정수장 도수관로 노선비교도

2) 송촌정수장 도수관로 검토

송촌정수장 도수관로 노선은 현장조사를 바탕으로 하여 다음 표와 같이 노선을 검토하였다.

용수공급관로 노선비교

구 분	제1안	제2안	제3안
1. 공급방안	• 시설용량 300천m ³ /일 공급을 위한 관로를 신설하는 방안	• 일최대수요량 220천m ³ /일 공급을 위한 관로를 신설하는 방안	• 기존관로를 이용하여 최소관경의 관로를 신설하는 방안
2. 공급량	• Q = 300천m ³ /일	• Q = 220천m ³ /일	• Q = 300천m ³ /일
3. 시설개요	• D = 1,350mm • L = 1,370m	• D = 1,200mm • L = 1,370m	• D = 900mm • L = 1,370m
4. 사업비	5,037 백만원 (136%)	4,587 백만원 (124%)	3,695 백만원 (100%)
• 공사비	4,579 백만원	4,171 백만원	3,359 백만원
-도수관로	2,915 백만원	2,507 백만원	1,695 백만원
-가시설	1,664 백만원	1,664 백만원	1,664 백만원
• 설계비	229 백만원	208 백만원	168 백만원
• 감리비	229 백만원	208 백만원	168 백만원
5. 장·단점	<ul style="list-style-type: none"> • 300천m³/일을 공급하는 관로를 신설하므로 타안에 비해 경제적으로 불리함. • 체류시간 부족으로 송촌정수장 관련 배수지를 신설할 경우 기존 관로는 관갱생을 통해 배수관로로 사용할 수 있으므로, 배수지 신설 계획 확정시에는 타안에 비해 유리할 것으로 판단됨. 	<ul style="list-style-type: none"> • 220천m³/일을 초과하는 물량에 대해서는 중리취수장의 펌프양정 조정으로 공급 가능함. 	<ul style="list-style-type: none"> • 타안에 비해 관경이 작으므로 경제적일 뿐만 아니라 시공성에서도 우수함. • 기존 2-line으로 부설되어 있던 도수관로 중 1-line을 개량 및 보수하면서 기존 1-line과 신설되는 도수관로를 이용하여 300천m³/일 공급이 가능할 것으로 판단됨.
6. 선택			◎



송촌정수장 도수관로 노선비교도

2.7.7 사업시기

- 내구년수(토목시설) 40년을 기준으로 사업시기 적용
- 중리취수장 ~ 월평정수장 도수관로 : 2025년 이후
- 중리취수장 ~ 송촌정수장 도수관로 : 2023년~2025년

2.7.8 수리계산

중리취수장에서 월평정수장에 원수를 공급하는 도수관로와 중리취수장에서 송촌정수장에 원수를 공급하는 도수관로의 수리계산을 시설용량 및 일최대 공급량으로 관수로의 일반적인 유량공식인 Hazen-Williams공식을 적용하여 수리계산을 실시하였다.

중리취수장 → 월평정수장 도수관로 수리계산

구 분			유량 (m ³ /일)	연장 (m)	관경 (mm)	유속 계수	동수 경사 (%)	시점 수두 (m)	손실 수두 (m)	중점 수두 (m)	중점 지반고 (m)	잔류 수두 (m)	비 고
1안	1-1안	중리취수장 ~갑천 ~월평정수장	600,000	10,900	2,200	120	1.1710	126.0	12.76	113.2	109.7	3.5	중리취수장 LWL 60.0m 펌프양정 : 66.0m(기존양정) 월평정수장 HWL 109.7m
	1-2안		470,000	10,900	2,000	120	1.1851	126.0	12.92	113.1	109.7	3.4	
2안	2-1안	중리취수장 ~둔산대로 ~월평정수장	600,000	9,900	2,200	120	1.1710	126.0	11.59	114.4	109.7	4.7	
	2-2안		470,000	9,900	2,000	120	1.1851	126.0	11.73	114.3	109.7	4.6	

중리취수장 → 송촌정수장 도수관로 수리계산

구 분			유량 (m ³ /일)	연장 (m)	관경 (mm)	유속 계수	동수 경사 (%)	시점 수두 (m)	손실 수두 (m)	중점 수두 (m)	중점 지반고 (m)	잔류 수두 (m)	비 고
제1안			300,000	1,370	1,350	120	3.4997	120.0	4.79	115.2	109.7	5.5	중리취수장 LWL 60.0m 펌프양정 : 60.0m(기존양정) 송촌정수장 HWL 109.7m
제2안			220,000	1,370	1,200	120	3.4972	120.0	4.79	115.2	109.7	5.5	
제3안	기존 D1,200mm 이용		300,000	1,375	1,200 900	120	2.5471	120.0	3.50	116.5	109.7	6.8	
	기존 D1,000mm 이용		300,000	1,222	1,000 900	120	4.1745	120.0	5.10	114.9	109.7	5.2	

2.7.9 사업비 산정

가. 사업비 산정근거

1) 관로

D900mm 개략사업비 (강관)

명칭	규격	수량	단위	단가 (천원)	금액 (천원)	m당 공사비 (천원)
Φ900mm m당 개략사업비 (가시설제외)					1,019,454	포장 : 1,237
1. 관자재대					329,450	330
직관(B형, 에나멜)	(Φ900×6.1m, T=8.0)	166	본	1,600	265,600	
제수변(BV:수동, 수직)	(Φ900:3종-10kg/cm ²)	1	개	6,200	6,200	
제수변(G.V:수동)	(수직형:Φ300,3종)	1	개	1,000	1,000	
제수변(G.V:수동)	(수직형:Φ100,3종)	1	개	200	200	
공기변	(Φ100:급속)	1	EA	500	500	
강이형관(에나멜)	(Φ900mm:B형,T=8.0)	1	식	26,000	26,000	
소계					299,500	
부가세		10	%	299,500	29,950	
2. 공사비	(km/m당 부설비+50%)				690,004	907
강관접합및부설(기계)	(Φ900mm)	182	개소	700	127,400	
강관용접부도장	(B:Φ900mm)	182	개소	230	41,900	
B.V제수변접합및부설	(기계:Φ900mm)	1	개소	1,100	1,100	
G.V제수변접합및부설	(기계:Φ300mm)	1	개소	300	300	
G.V제수변접합및부설	(인력:Φ100mm)	1	개소	200	200	
각종변실		3	개소	12,000	36,000	
터파기 : 토사	(B.H 0.7m ³ 80+인력20)	4,700	m ³	5	23,500	
터파기 : 압	(브레이커 80+인력20)	830	m ³	60	49,800	
사토 : 압	(L=10.0km)	830	m ³	15	12,500	
되메우기 : 관주위	(B.H 0.7m ³ +램머)	940	m ³	5	4,700	
되메우기 : 관상부	(B.H 0.7m ³ +콤팩터)	3,800	m ³	3	11,400	
관부사		150	m ³	30	4,500	
부대공	공사비의 10%	10	%	313,300	31,400	
km당 부설비					344,700	
m당 부설비	+50% (제경비)				345	518
포장복구	+50% (제경비)	3.7	m ³	70	259	389

D1,200mm 개략사업비 (강관)

명칭	규격	수량	단위	단가 (천원)	금액 (천원)	m당 공사비 (천원)
Φ1,200mm m당 개략사업비 (가시설제외)					1,618,126	포장 : 1,830
1. 관자재대	(Φ1,200×6.1m, T=11.0)				530,860	531
직관(B형, 에나멜)	(Φ1,200:3중-10kg/cm ²)	166	본	2,600	431,600	
제수변(BV:수동, 수직)	(수직형:Φ300,3중)	1	개	13,500	13,500	
제수변(G.V:수동)	(수직형:Φ150,3중)	1	개	1,000	1,000	
제수변(G.V:수동)	(Φ150:급속)	1	개	400	400	
공기변	(Φ1,200mm:B형,T=11)	1	EA	1,100	1,100	
강이형관(에나멜)		1	식	35,000	35,000	
소계					482,600	
부가세		10	%	482,600	48,260	
2. 공사비	(km/m당 부설비+50%)				1,087,266	1,299
강관접합및부설(기계)	(Φ1,200mm)	182	개소	1,200	218,400	
강관용접부도장	(B:Φ1,200mm)	182	개소	330	60,100	
B.V제수변접합및부설	(기계:Φ1,200mm)	1	개소	1,600	1,600	
G.V제수변접합및부설	(기계:Φ300mm)	1	개소	300	300	
G.V제수변접합및부설	(인력:Φ150mm)	1	개소	200	200	
각종변실		3	개소	14,500	43,500	
터파기 : 토사	(B.H 0.7m ³ 80+인력20)	7,500	m ³	5	37,500	
터파기 : 암	(브레이커 80+인력20)	1,350	m ³	60	81,000	
사토 : 암	(L=10.0km)	1,350	m ³	15	20,300	
되메우기 : 관주위	(B.H 0.7m ³ +램머)	1,500	m ³	5	7,500	
되메우기 : 관상부	(B.H 0.7m ³ +콤팩터)	6,000	m ³	3	18,000	
관부사		180	m ³	30	5,400	
부대공	공사비의 10%	10	%	493,800	49,400	
km당 부설비					543,200	
m당 부설비	+50% (제경비)				544	816
포장복구	+50% (제경비)	4.6	m ³	70	322	483

D1,350mm 개략사업비 (강관)

명 칭	규 격	수량	단위	단가 (천원)	금액 (천원)	m당 공사비 (천원)
Φ1,350mm m당 개략사업비 (가시설제외)					1,953,706	포장 : 2,128
1. 관자재대					633,710	634
직관(B형, 에나멜)	(Φ1,350×6.1m, T=12.0)	166	본	3,100	514,600	
제수변(BV:수동, 수직)	(Φ1,350:3종-10kg/cm ²)	1	개	16,000	16,000	
제수변(G.V:수동)	(수직형:Φ350,3종)	1	개	1,500	1,500	
제수변(G.V:수동)	(수직형:Φ150,3종)	1	개	400	400	
공기변	(Φ150:급속)	1	EA	1,100	1,100	
강이형관(에나멜)	(Φ1,350mm:B형,T=12)	1	식	42,500	42,500	
소 계					576,100	
부가세		10	%	576,100	57,610	
2. 공사비	(km/m당 부설비+50%)				1,319,996	1,494
강관접합및부설(기계)	(Φ1,350mm)	182	개소	1,600	291,200	
강관용접부도장	(B:Φ1,350mm)	182	개소	350	63,700	
B.V제수변접합및부설	(기계:Φ1,350mm)	1	개소	2,000	2,000	
G.V제수변접합및부설	(기계:Φ350mm)	1	개소	300	300	
G.V제수변접합및부설	(인력:Φ150mm)	1	개소	150	200	
각종변실		3	개소	17,500	52,500	
터파기 : 토사	(B.H 0.7m ³ 80+인력20)	8,500	m ³	5	42,500	
터파기 : 암	(브레이커 80+인력20)	1,500	m ³	60	90,000	
사토 : 암	(L=10.0km)	1,500	m ³	15	22,500	
되메우기 : 관주위	(B.H 0.7m ³ +램머)	1,700	m ³	5	8,500	
되메우기 : 관상부	(B.H 0.7m ³ +콤팩터)	6,700	m ³	3	20,100	
관부사		200	m ³	30	6,000	
부대공	공사비의 10%	10	%	599,500	60,000	
km당 부설비					659,500	
m당 부설비	+50% (제경비)				660	990
포장복구	+50% (제경비)	4.8	m ³	70	336	504

D1,900mm 개략사업비 (강관)

명칭	규격	수량	단위	단가 (천원)	금액 (천원)	m당 공사비 (천원)
Φ1,900mm m당 개략사업비 (가시설제외)					3,321,856	포장 : 3,447
1. 관자재대					1,171,940	1,172
직관(B형, 에나멜)	(Φ1,900×6.1m, T=18.0)	166	본	5,700	946,200	
제수변(BV:수동, 수직)	(Φ1,900:3종-10kg/cm ²)	1	개	30,000	30,000	
제수변(G.V:수동)	(수직형:Φ500,3종)	1	개	3,300	3,300	
제수변(G.V:수동)	(수직형:Φ200,3종)	1	개	600	600	
공기변	(Φ200:급속)	1	EA	2,300	2,300	
강이형관(에나멜)	(Φ1,900mm:B형,T=18)	1	식	83,000	83,000	
소계					1,065,400	
부가세		10	%	1,065,400	106,540	
2. 공사비	(km/m당 부설비+50%)				2,149,916	2,275
강관접합및부설(기계)	(Φ1,900mm)	182	개소	2,700	491,400	
강관용접부도장	(B:Φ1,900mm)	182	개소	500	91,000	
B.V제수변접합및부설	(기계:Φ1,900mm)	1	개소	2,900	2,900	
G.V제수변접합및부설	(기계:Φ500mm)	1	개소	500	500	
G.V제수변접합및부설	(인력:Φ200mm)	1	개소	200	200	
각종변실		3	개소	24,700	74,100	
터파기 : 토사	(B.H 0.7m ³ 80+인력20)	14,500	m ³	5	72,500	
터파기 : 암	(브레이커 80+인력20)	2,500	m ³	60	150,000	
사토 : 암	(L=10.0km)	2,500	m ³	15	37,500	
되메우기 : 관주위	(B.H 0.7m ³ +램머)	2,900	m ³	5	14,500	
되메우기 : 관상부	(B.H 0.7m ³ +콤팩터)	11,500	m ³	3	34,500	
관부사		245	m ³	30	7,400	
부대공	공사비의 10%	10	%	976,500	97,700	
km당 부설비					1,074,200	
m당 부설비	+50% (제경비)				1,075	1,613
포장복구	+50% (제경비)	6.3	m ³	70	441	662

D2,000mm 개략사업비 (강관)

명 칭	규 격	수량	단위	단가 (천원)	금액 (천원)	m당공사비 (천원)
Φ2,000mm m당 개략사업비 (가시설제외)					3,781,797	포장 : 3,843
1. 관자재대					1,296,900	1,297
직관(B형, 에나멜)	(Φ2,000×6.1m, T=18.0)	166	본	6,300	1,045,800	
제수변(BV:수동, 수직)	(Φ2,000:3종-10kg/cm ²)	1	개	33,000	33,000	
제수변(G.V:수동)	(수직형:Φ500,3종)	1	개	3,300	3,300	
제수변(G.V:수동)	(수직형:Φ200,3종)	1	개	600	600	
공기변	(Φ200:급속)	1	EA	2,300	2,300	
강이형관(에나멜)	(Φ2,000mm:B형,T=18)	1	식	94,000	94,000	
소 계					1,179,000	
부가세		10	%	1,179,000	117,900	
2. 공사비	(km/m당 부설비+50%)				2,484,897	2,546
강관접합및부설(기계)	(Φ2,000mm)	182	개소	3,100	564,200	
강관용접부도장	(B:Φ2,000mm)	182	개소	630	114,700	
B.V제수변접합및부설	(기계:Φ2,000mm)	1	개소	3,100	3,100	
G.V제수변접합및부설	(기계:Φ500mm)	1	개소	500	500	
G.V제수변접합및부설	(인력:Φ200mm)	1	개소	200	200	
각종변실		3	개소	25,500	76,500	
터파기 : 토사	(B.H 0.7m ³ 80+인력20)	16,000	m ³	5	80,000	
터파기 : 암	(브레이커 80+인력20)	3,000	m ³	60	180,000	
사토 : 암	(L=10.0km)	3,000	m ³	15	45,000	
되메우기 : 관주위	(B.H 0.7m ³ +램머)	3,300	m ³	5	16,500	
되메우기 : 관상부	(B.H 0.7m ³ +콤팩터)	13,000	m ³	3	39,000	
관부사		300	m ³	30	9,000	
부대공	공사비의 10%	10	%	1,128,700	112,900	
km당 부설비					1,241,600	
m당 부설비	+50% (제경비)				1,242	1,863
포장복구	+50% (제경비)	6.5	m ³	70	455	683

D2,200mm 개략사업비 (강관)

명 칭	규 격	수량	단위	단가 (천원)	금액 (천원)	m당 공사비 (천원)
Φ2,200mm m당 개략사업비 (가시설제외)					4,332,513	포장 : 4,375
1. 관자재대					1,519,210	1,520
직관(B형, 에나멜)	(Φ2,200×6.1m, T=20.0)	166	본	7,400	1,228,400	
제수변(BV:수동, 수직)	(Φ2,200:3종-10kg/cm ²)	1	개	36,000	36,000	
제수변(G.V:수동)	(수직형:Φ500,3종)	1	개	3,300	3,300	
제수변(G.V:수동)	(수직형:Φ200,3종)	1	개	600	600	
공기변	(Φ200:급속)	1	EA	2,300	2,300	
강이형관(에나멜)	(Φ2,200mm:B형,T=20)	1	식	110,500	110,500	
소 계					1,381,100	
부가세		10	%	1,381,100	138,110	
2. 공사비	(km/m당 부설비+50%)				2,813,303	2,855
강관접합및부설(기계)	(Φ2,200mm)	182	개소	3,500	637,000	
강관용접부도장	(B:Φ2,200mm)	182	개소	650	118,300	
B.V제수변접합및부설	(기계:Φ2,200mm)	1	개소	4,000	4,000	
G.V제수변접합및부설	(기계:Φ500mm)	1	개소	500	500	
G.V제수변접합및부설	(인력:Φ200mm)	1	개소	200	200	
각종변실		3	개소	28,500	85,500	
터파기 : 토사	(B.H 0.7m ³ 80+인력20)	19,000	m ³	5	95,000	
터파기 : 암	(브레이커 80+인력20)	3,500	m ³	60	210,000	
사토 : 암	(L=10.0km)	3,500	m ³	15	52,500	
되메우기 : 관주위	(B.H 0.7m ³ +램머)	4,000	m ³	5	20,000	
되메우기 : 관상부	(B.H 0.7m ³ +콤팩터)	15,500	m ³	3	46,500	
관부사		280	m ³	30	8,400	
부대공	공사비의 10%	10	%	1,277,900	127,800	
km당 부설비					1,405,700	
m당 부설비	+50% (제경비)				1,406	2,109
포장복구	+50% (제경비)	7.1	m ³	70	497	746

2) 가시설

(단위 : 천원)

구 분		단 가		비 고	
조립식간이흙막이	400형	H=4.0m, W=2.5m	399		체경비포함
		H=4.0m, W=3.5m	419		"
		H=4.0m, W=4.5m	455		"
		적 용	424		평균
H-pile 항타 및 항발	H=7.0m, W=2.6m	1,032		체경비포함	
	H=9.0m, W=2.6m	1,089		"	
	H=10.0m, W=2.6m	1,556		"	
	H=10.0m, W=3.1m	1,559		"	
	적 용	1,309		평균	
Sheet Pile	N치	N=15	N=30		
	1단 : B=2.6m, H=5.0m	1,713	1,805	체경비포함	
	1단 : B=2.6m, H=6.0m	1,910	2,024	"	
	1단 : B=2.6m, H=7.0m	2,106	2,240	"	
	1단 : B=2.6m, H=8.0m	2,301	2,456	"	
	1단 : B=2.6m, H=9.0m	2,498	2,673	"	
	적 용	2,173		평균	

나. 개략사업비 산정

1) 월평정수장 도수관로 개략사업비

중리취수장 ~ 월평정수장 도수관로 개략사업비

구 분	제 1 안		제 2 안	
	1-1안 (600천 m ³ /일)	1-2안 (450천 m ³ /일)	2-1안 (600천 m ³ /일)	2-2안 (450천 m ³ /일)
개략사업비	67,015 백만원	60,636 백만원	60,868 백만원	55,073 백만원
공 사 비	60,923 백만원	55,124 백만원	55,334 백만원	50,067 백만원
- 도수관로	D2,200mm, L=10,900m	D2,000mm, L=10,900m	D2,200mm, L=9,900m	D2,000mm, L=9,900m
	47,688 백만원	41,889 백만원	43,313 백만원	38,046 백만원
- 가시설	조립식간이흙막이(40%), L=4,360m H-pile 항타 및 항발(30%), L=3,270m Sheet Pile(30%), L=3,270m		조립식간이흙막이(40%), L=3,960m H-pile 항타 및 항발(30%), L=2,970m Sheet Pile(30%), L=2,970m	
	13,235 백만원		12,021 백만원	
설 계 비 (조사비포함)	공사비의 5%	공사비의 5%	공사비의 5%	공사비의 5%
	3,046 백만원	2,756 백만원	2,767 백만원	2,503 백만원
감 리 비	공사비의 5%	공사비의 5%	공사비의 5%	공사비의 5%
	3,046 백만원	2,756 백만원	2,767 백만원	2,503 백만원

2) 송촌정수장 도수관로 개략사업비

중리취수장 ~ 송촌정수장 도수관로 개략사업비

구 분	제 1 안 (300천 m ³ /일)	제 2 안 (225천 m ³ /일)	제 3 안 (300천 m ³ /일)
개략사업비	5,037 백만원	4,587 백만원	3,695 백만원
1. 공 사 비	4,579 백만원	4,171 백만원	3,359 백만원
- 도수관로	D1,350mm, L=1,370m 2,915 백만원	D1,100mm, L=1,370m 2,507 백만원	D900mm, L=1,370m 1,695 백만원
- 가시설	조립식간이흙막이(40%), L=548m H-pile 항타 및 항발(30%), L=411m Sheet Pile(30%), L=411m 1,664 백만원	조립식간이흙막이(40%), L=548m H-pile 항타 및 항발(30%), L=411m Sheet Pile(30%), L=411m 1,664 백만원	조립식간이흙막이(40%), L=548m H-pile 항타 및 항발(30%), L=411m Sheet Pile(30%), L=411m 1,664 백만원
2. 설 계 비 (조사비포함)	공사비의 5% 229 백만원	공사비의 5% 208 백만원	공사비의 5% 168 백만원
3. 감 리 비	공사비의 5% 229 백만원	공사비의 5% 208 백만원	공사비의 5% 168 백만원

3.0 정수시설

3.1 개 요

장래 급수수요에 대처하고 급수구역간 공급의 불균형을 해소하기 위해서는 기존 및 계획 급수량을 기준으로 각 단계별 수요량 증가에 대비하여, 급수공급 계획이 적절하고 안정되게 수립되어야 한다.

대전광역시는 목표연도 2025년을 기준으로 계룡시와 용수공급이 확정된 청원군 현도지구, 행복도시 1단계 및 용수공급 계획을 가지고 있는 행복도시 2단계, 예비수량으로 천안시 용수공급량을 포함할 경우에도 정수장 용량은 부족하지 않을 것으로 산정되어 정수시설의 확장계획은 수립하지 않았다.

용수 과부족량 산정

(단위 : m³/일)

구 분			2007년 현재	2010년	2015년	2020년	2025년	비고	
용수 수요 량	계	예비수량 포함	623,050	672,680	863,560	1,000,750	1,122,160		
		예비수량 제외	623,050	672,680	826,360	906,050	961,360		
	정수	소계	예비수량 포함	576,050	612,780	772,660	909,850	1,031,260	
			예비수량 제외	576,050	612,780	735,460	815,150	870,460	
		대전광역시		564,850	584,780	613,460	618,150	624,460	
		동구		83,210	84,800	87,360	88,270	89,600	
		중구		97,410	98,670	100,030	101,200	102,470	
		서구		185,900	189,840	199,960	202,180	204,600	
		유성구		110,840	123,000	135,490	135,220	135,370	
		대덕구		87,490	88,470	90,620	91,280	92,420	
		세종시		-	9,000	81,000	153,000	201,000	
		1단계		-	9,000	75,000	75,000	75,000	1단계
		2단계		-	-	6,000	78,000	126,000	2단계 (30년15천m ³ /일)
		계룡시		11,200	19,000	31,000	34,000	35,000	
		청원군		-	-	10,000	10,000	10,000	현도지구
		예비수량	천안시	-	-	37,200	94,700	160,800	
		침전수	소계	47,000	59,900	90,900	90,900	90,900	
시 설 용 량	계		1,350,000	1,290,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000		
	정수	소계	1,260,000	1,200,000	1,109,000	1,109,000	1,109,000		
		월평	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	휴지	
		송촌	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	공업용수 전환	
		신탄진	300,000	300,000	209,000	209,000	209,000		
		회덕	60,000	-	-	-	-	공업용수 전환	
	침전수	소계	90,000	90,000	91,000	91,000	91,000		
		회덕	90,000	90,000	-	-	-	휴지	
		송촌	-	-	-	-	-		
		신탄진	-	-	91,000	91,000	91,000		
과부 족량	예비수량 포함	계	726,950	617,320	336,440	199,250	77,840		
		정수	683,950	587,220	336,340	199,150	77,740		
		침전수	43,000	30,100	100	100	100		
	예비수량 제외	계	726,950	617,320	373,640	293,950	238,640		
		정수	683,950	587,220	373,540	293,850	238,540		
		침전수	43,000	30,100	100	100	100		

주) 휴지중이거나 휴지계획인 시설용량 제외 : 회덕정수장(생활용수) 60천톤/일 2008년 1월1일부터 휴지중임, 회덕정수장(공업용수) 90천톤/일 2015년 휴지계획임

3.2 정수장 시설현황

3.2.1 송촌정수장

가. 시설개요

송촌정수장은 1980년 시설용량 100,000m³/일로 급속여과시설을 준공하여 용수 공급을 시작하였으며, 1987년에 200,000m³/일을 증설하여 현재 시설용량 300,000m³/일을 확보하고 있으며, 1, 2단계 정수시설을 가동하여 대덕구와 동구지역에 용수를 공급하고 있다. 시설물 개요는 다음과 같다.

송촌정수장 시설물 개요

구 분	현 황
정수장 위치	대전광역시 대덕구 송촌동
수 원	대청댐
정수처리방식	급속여과방식
시설용량	<ul style="list-style-type: none"> • 300,000m³/일 -1단계 : 100,000m³/일 -2단계 : 200,000m³/일
준공년도	<ul style="list-style-type: none"> • 1단계 : 1980년 • 2단계 : 1987년

나. 시설현황

정수시설은 착수정, 혼화지, 응집지, 침전지, 급속여과지 및 정(배)수지 등으로 구성되어 있으며, 배출수 처리시설은 회수조로 구성되어 있다. 시설현황 및 정수처리 계통도는 다음과 같다.

송촌정수장 시설현황

구 분		현 황
착수정	1단계	W7.7m×L8.3m×H3.0m×1지, 용량(V)=191.7m ³
	2단계	W6.8m×L7.4m×H4.6m×2지, 용량(V)=462.9m ³
혼화지	1단계	W3.65m×L3.0m×H3.0m×2지, 용량(V)=65.7m ³
	2단계	W4.2m×L4.2m×H4.4m×4지, 용량(V)=310.5m ³
응집지	1단계	W18.0m×L13.0m×H4.0m×3지, 수평패들형(4열 3단), 용량(V)=2,808m ³
	2단계	W10.3m×L10.6m×H3.5m×8지, 수직패들형(3열 3단), 용량(V)=3,057m ³
약품 침전지	1단계	W18.0m×L65.0m×H4.0m×3지, 침전면적(A)=3,510m ²
	2단계	W12.0m×L37.0m×H4.0m×8지, 침전면적(A)=14,273m ²
급속 여과지	1단계	W5.45m×L11.0m×12지, 여과면적(A)=719.4m ² (60.0m ² /지)
	2단계	W5.4m×L11.0m×24지, 여과면적(A)=1,425.6m ² (59.4m ² /지)
정(배)수지	1단계	W64.6m×L49.6m×H4.0m×1지, W74.6m×L49.6m×H4.0m×1지, 용량(V)=27,617m ³
	2단계	W49.2m×L65.6m×H5.0m×3지, 용량(V)=48,413m ³
회수조		규격 : W11.0m×L68.0m×H4.0m×2지, 용량(V)=5,984m ³

3.2.2 월평정수장

가. 시설개요

월평정수장은 1992년 시설용량 200,000m³/일로 급속여과시설을 준공하여 용수 공급을 시작하였으며, 1995년과 1998년에 각각 200,000m³/일을 증설하여 현재 시설용량 600,000m³/일을 확보하고 있으며, 1, 2, 3단계 정수시설을 가동하여 서구와 중구, 유성구지역에 용수를 공급하고 있다. 시설물 개요는 다음과 같다.

월평정수장 시설물 개요

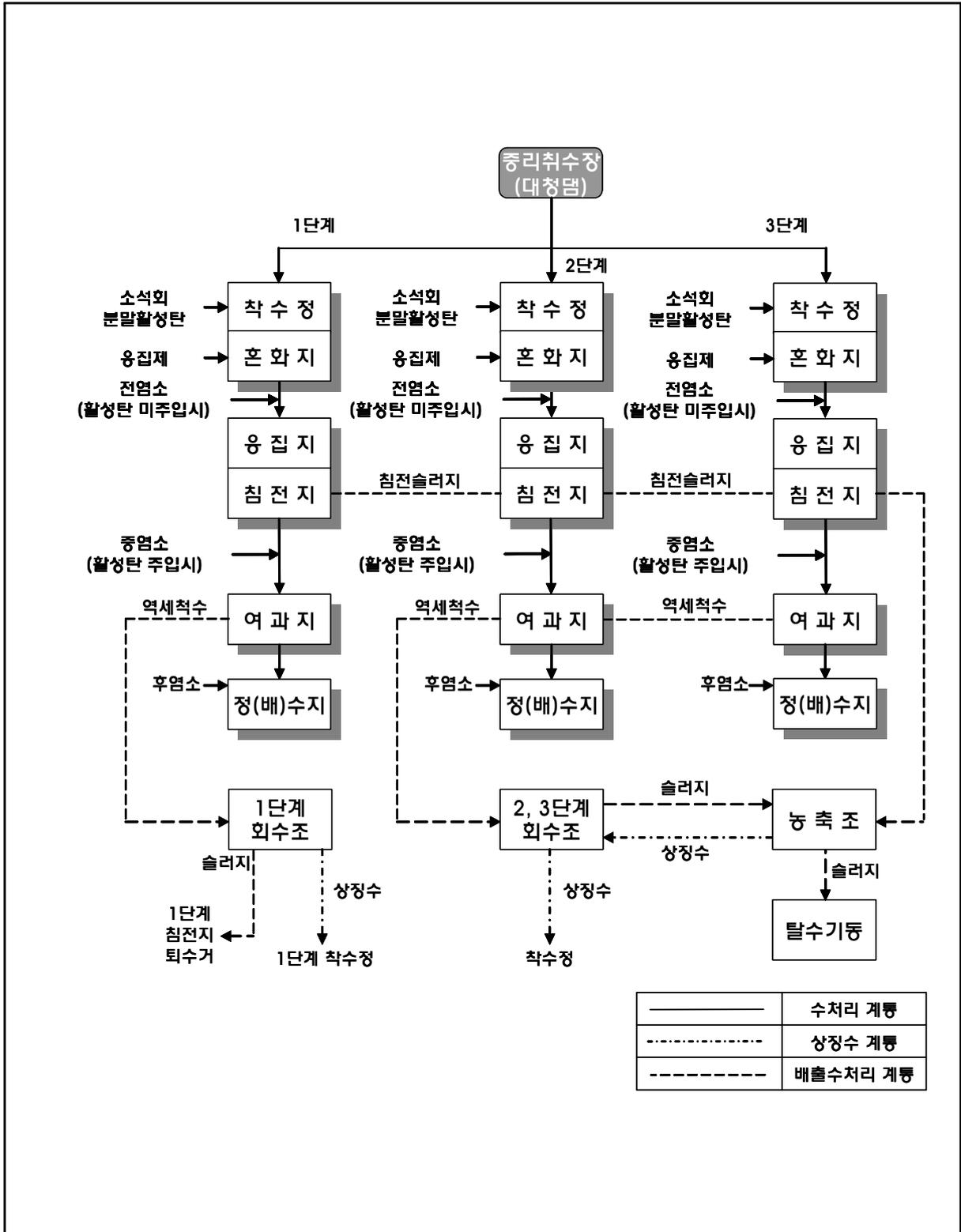
구 분	현 황
정수장 위치	대전광역시 서구 월평동
수원	대청댐
정수처리방식	급속여과방식
시설용량	<ul style="list-style-type: none"> • 600,000m³/일 -1단계 : 200,000m³/일 -2단계 : 200,000m³/일 -2단계 : 200,000m³/일
준공년도	<ul style="list-style-type: none"> • 1단계 : 1992년 • 2단계 : 1995년 • 3단계 : 1998년

나. 시설현황

정수시설은 착수정, 혼화지, 응집지, 침전지, 급속여과지 및 정(배)수지 등으로 구성되어 있으며, 배출수 처리시설은 회수조, 농축조 및 탈수기로 구성되어 있다. 시설현황 및 정수처리 계통도는 다음과 같다.

월평정수장 시설현황

구 분		현 황
착수정	1단계	W8.3m×L9.4m×H3.5m×2지, 용량(V)=546.1m ³
	2단계	W8.3m×L9.4m×H3.5m×2지, 용량(V)=546.1m ³
	3단계	W8.3m×L9.4m×H3.5m×2지, 용량(V)=546.1m ³
혼화지	1단계	W4.0m×L4.0m×H3.5m×4지, 용량(V)=224.0m ³
	2단계	W4.0m×L4.0m×H3.5m×4지, 용량(V)=224.0m ³
	3단계	W4.0m×L4.0m×H3.5m×4지, 용량(V)=224.0m ³
응집지	1단계	W16.35m×L12.5m×H3.5m×6지, 수평패들형(3열 3단), 용량(V)=4,292m ³
	2단계	W16.35m×L12.5m×H3.5m×6지, 수평패들형(3열 3단), 용량(V)=4,292m ³
	3단계	W14.1m×L12.5m×H4.0m×6지, 수평패들형(3열 3단), 용량(V)=4,230m ³
약품 침전지	1단계	W18.0m×L65.0m×H4.0m×6지, 침전면적(A)=7,020m ²
	2단계	W18.0m×L65.0m×H4.0m×6지, 침전면적(A)=7,020m ²
	3단계	W16.0m×L60.0m×H5.0m×6지, 침전면적(A)=5,760m ²
급속 여과지	1단계	W8.0m×L13.0m×16지, 여과면적(A)=1,664m ² (104.0m ² /지)
	2단계	W8.0m×L13.0m×16지, 여과면적(A)=1,664m ² (104.0m ² /지)
	3단계	W8.0m×L13.0m×16지, 여과면적(A)=1,664m ² (104.0m ² /지)
정(배)수지	1단계	W36.0m×L45.0m×H4.2m×6지, 용량(V)=40,824m ³
	2단계	W44.7m×L94.2m×H4.2m×2지, W40.2m×L94.2m×H4.2m×1지, 용량(V)=51,275m ³
	3단계	W44.7m×L89.7m×H4.2m×5지, 용량(V)=82,676m ³
회수조	W20.0m×L51.0m×H5.0m×2지, 용량(V)=8,000m ³	
농축조	D22.0m×H3.0m×2지, 용량(V)=2,280m ³	
탈수기	300kg/h × 6대	



월평정수장 정수처리 계통도

3.2.3 신탄진정수장

가. 시설개요

신탄진정수장은 2005년 시설용량 300,000m³/일로 급속여과시설을 준공하여 용수 공급을 시작하였으며, 대덕구와 유성구지역에 용수를 공급하고 있다. 시설물 개요는 다음과 같다.

신탄진정수장 시설물 개요

구 분	현 황
정수장 위치	대전광역시 대덕구 용호동
수원	대청댐 역조정지
정수처리방식	급속여과방식
시설용량	300,000m ³ /일
준공년도	2005년

나. 시설현황

정수시설은 착수정 및 분말활성탄 접촉지, 혼화지, 응집지, 침전지, 급속여과지 및 정(배)수지 등으로 구성되어 있으며, 배출수 처리시설은 배출수지, 배슬러지 지, 농축조 및 탈수기로 구성되어 있다. 시설현황 및 정수처리 계통도는 다음과 같다.

3.2.4 회덕정수장

가. 시설개요

회덕정수장(공업용수)은 1992년 시설용량 90,000m³/일로 응집침전시설을 준공하여 공업용수 공급을 시작하였으며, 대전 1, 2, 3, 4 산업단지, 대덕테크노밸리에 공업용수를 공급하고 있다. 회덕정수장(생활용수)은 1969년 시설용량 60,000m³/일로 급속여과시설을 준공하여 용수 공급을 시작하였으나, 2008년 이후 운휴 중에 있다

회덕정수장(공업용수) 시설물 개요

구분	현황
정수장 위치	대전광역시 대덕구 연축동
수원	대청댐
정수처리방식	응집침전방식
시설용량	90,000m ³ /일
준공년도	1992년

회덕정수장(생활용수) 시설물 개요

구분	현황
정수장 위치	대전광역시 대덕구 연축동
수원	대청댐
정수처리방식	급속여과방식
시설용량	60,000m ³ /일
준공년도	1969년

나. 시설현황

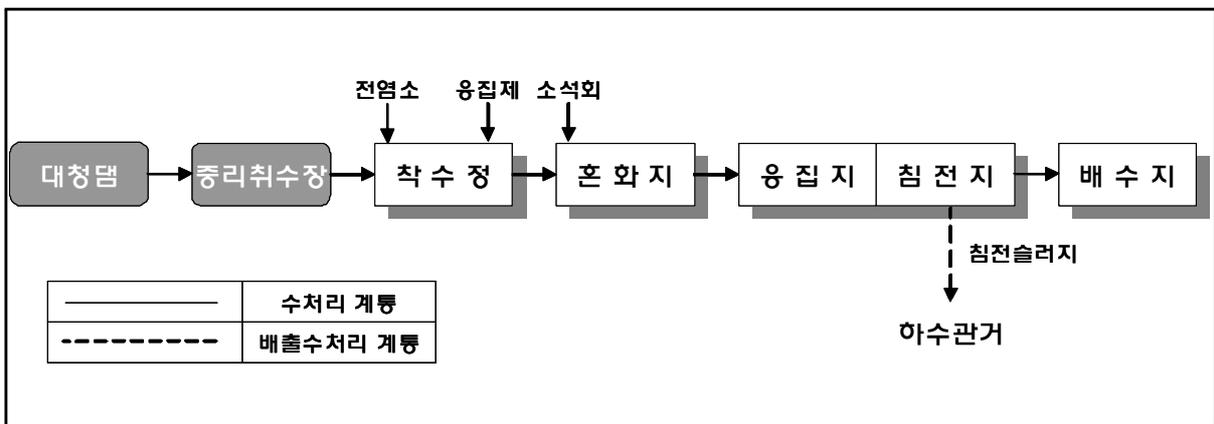
공업용수 정수시설은 착수정 및 혼화지, 응집지, 침전지 및 정(배)수지 등으로 구성되어 있으며, 시설현황 및 정수처리 계통도는 다음과 같다.

생활용수 정수시설은 착수정 및 혼화지, 응집지, 침전지, 급속여과지 및 정(배)수지 등으로 구성되어 있으며, 배출수 처리시설은 회수조로 구성되어 있다. 시설현황 및 정수처리 계통도는 다음과 같다.

회덕정수장(공업용수) 시설현황

구분	현황
착수정	W5.5m×L15.6m×H3.0m×1지, 용량(V)=257.4m ³
혼화지	W4.0m×L4.0m×H4.25m×2지, 용량(V)=136.0m ³
응집지	W14.0m×L14.0m×H4.0m×2지, 수평패들형(3열 3단), 용량(V)=1,568m ³
약품침전지	W18.0m×L56.0m×H4.0m×2지, 침전면적(A)=6,691m ²
정(배)수지	W26.7m×L31.2m×H4.7m×2지, W27.0m×L45.0m×H4.2m×2지* 용량(V)=18,037m ³

* 생활용수 운휴이후 공업용수 정(배)수지로 전환되어 사용 중

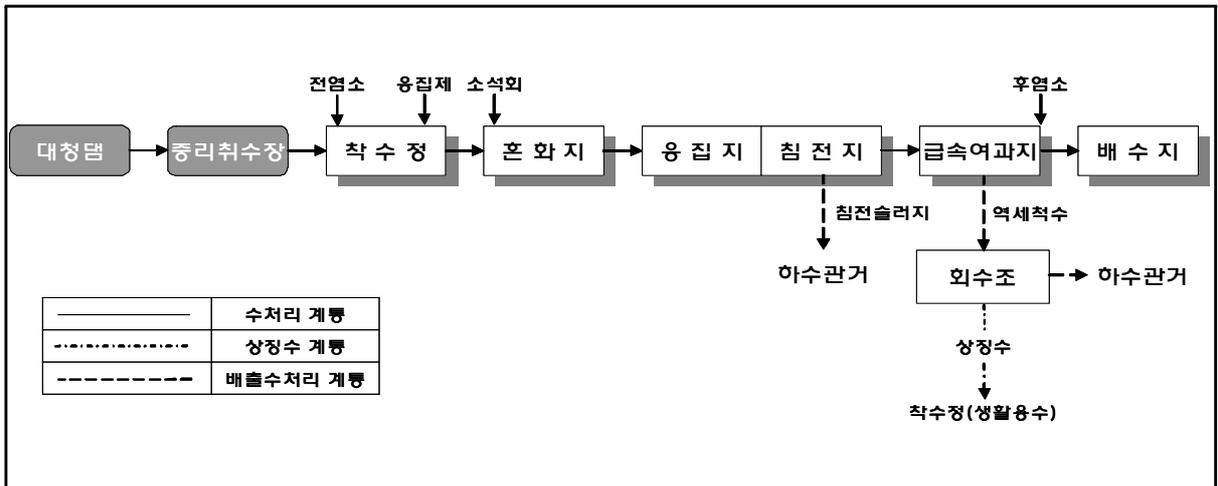


회덕정수장(공업용수) 처리계통도

회덕정수장(생활용수) 시설현황

구분	현황
착수정	W4.0m×L15.6m×H3.0m×1지, 용량(V)=187.2m ³
혼화지	W3.5m×L3.5m×H4.25m×1지, 용량(V)=52.1m ³
응집지	W8.2m×L17.0m×H4.05m×2지, 수직패들형(1열 2단), 용량(V)=1,129m ³
약품침전지	W14.0m×L56.0m×H4.05m×2지, 침전면적(A)=1,568m ²
급속여과지	W5.55m×L5.55m×16지, 여과면적(A)=492.8m ² (30.8m ² /지)
정(배)수지	W26.4m×L21.06m×H3.8m×2지, 용량(V)=4,225m ³ W27.0m×L45.0m×H4.2m×2지*
회수조	W8.0m×L32.0m×H4.0m×2지, 용량(V)=2,048m ³

* 생활용수 운휴이후 공업용수 정(배)수지로 전환되어 사용 중



회덕정수장(생활용수) 처리계통도

3.3 정수처리방법

3.3.1 개요

송촌정수장, 월평정수장, 신탄진정수장의 정수처리방법은 급속모래여과공정을 최종으로 하고 있으며, 고도처리시설은 아직 도입하지 않고 있다.

회덕정수장은 생활용수 생산시설과 공업용수 생산시설이 있으나, 생활용수 생산시설은 노후되어 2008년부터 생산중지 상태이며 공업용수(침전수)만을 생산만 하고 있다.

3.3.2 정수처리방법

가. 정수처리 공정선정

정수처리는 원수의 수질이 최악의 경우에도 충분히 그 기능을 발휘하여야 하고, 처리된 정수는 수질기준의 전 항목에 적합하여야 하므로 정수방법 선정은 신중을 기하여야 한다. 또한 정수처리방법에도 원수의 수질, 정수량, 용지의 취득, 건설비, 유지관리의 난이도, 관리요원의 수준 등을 고려하여 선정하여야 한다.

우리나라의 정수처리시설은 주로 탁도 처리를 위한 시설과 살균처리를 위한 시설로 구성되어 있어 다양한 오염물질의 처리에 미흡, 과다 염소 투입에 따른 THM 발생의 위험성 등 원수의 수질악화에 적절히 대처하지 못한 채 용수의 질보다 양적인 보급에 치중하고 있으나, 정수처리과정에서의 수질개선에 크게 관심을 기울여야 할 것이다.

정수처리방법을 대별하면 염소소독만의 방식, 완속여과법, 급속여과방식과 특수처리를 포함한 경우가 있으며, 주로 유입원수의 수질에 따라 정수처리방법이 결정된다.

나. 정수처리 형식

1) 침전 설비

(1) 침전지의 기능

원수 중의 탁질을 이루는 미세한 콜로이드 입자는 자연상태로 침전되지 않을 뿐더러 급속여과지에서는 포착되지 않는다. 그러므로 급속여과방식에서는 이와 같은 탁질을 효과적으로 제거하기 위하여 전처리로서 응집조작에 의한 콜로이드상의 탁질을 Floc화하여 약품침전이나 급속여과지에서 포착되도록 탁질의 상태를 변화시키는 것이 필요하고, 또한 급속여과지의 부담을 경감시키기 위하여 크고 무거운 Floc입자를 대부분 제거할 필요가 있다. 이와 같은 여과 전처리 시설인 약품침전지의 3대 기능은 다음과 같다.

- 침전기능 : 미세한 콜로이드입자를 응집제를 이용하여 크고 무거운 플록을 형성시켜, 침전시키는 역할로서 그 지표는 침전효율로서 유입된 탁질의 제거율로 표시한다.
- 완충기능 : 원수수량과 수질의 변화에 의한 탁질량의 요동을 흡수하여 여과지의 부담을 일정하게 유지시키는 역할로서 이를 침전지의 안정성 또는 여유라고 한다.
- 슬러지 배제 : 침전기능을 언제나 충분히 확보하기 위하여 구조에 알맞는 슬러지 배제설비를 갖추어 슬러지를 배제하는 역할로서 이는 침전의 고도화를 도모하고 체류시간을 단축시켜서 완충기능을 강화시키는 요인이 된다.

(2) 침전지 종류

침전지로는 일반적 횡류식 침전지, 경사판 침전지, 고속응집침전지가 있다.

침전형식 비교

구 분	횡류식 침전지	경사판 침전지	고속응집침전지
개 요	약품투입→혼화→플럭 형성→침전의 물흐름을 갖춘 가장 일반적인 표준식 침전방식	횡류식침전지내를 경사진 다수의 층으로 분할함으로써 부유물질의 침전거리를 단축하여 침강분리를 빨리 종료시키는 원리를 이용한 침전지	한 개의 수조내에서 교반, 응집, 침전, 상징수분리 및 슬러지의 제거가 동시에 이루어지게 하는 침전방식
체류시간	3~5시간	1.5~2.0시간	1.5~2.0시간
약품침전지	유	유	유
응 집 지	유	유	유
물의 흐름	수평 (60cm/min 이하)	수평 (40cm/min 이하)	상향류 (40~50cm/min 이하)
원수수질 및 수량변동에 따른 침전효율 영향	◦ 영향이 적다	◦ 영향이 다소 있음	◦ 원수탁도 10도 이하 및 1000도 이상시 침전효율 저하 및 수량 감소
계절에 따른 침전효율영향	◦ 영향이 적다	◦ 경사판의 상부동결로 인한 판의 손실	◦ 동계 저탁도시 효율 저하
슬러지제거	◦ 비교적 용이 ◦ Rope&Chain Type ◦ 물 흐름 역방식 제거	◦ 슬러지량이 많다 ◦ 경사판 청소가 어렵다. ◦ Rope&Chain Type ◦ 물흐름의 직각방향 제거	◦ 슬러지 블랑키드에 의한 자연이동 배출 ◦ 손실물량이 대단히 큼
시 설 비	고	고	약간고
소요부지	100%	60~70%	60~70%
유지관리	◦ 시설이 간단 ◦ 운전조작이 용이 ◦ 유지관리비가 저렴 ◦ 내부시설이 없으므로 거의 영구적	◦ 시설이 약간 복잡 ◦ 유지관리비가 고가 ◦ 경사판의 정기적인 보수 및 청소요	◦ 시설이 복잡 ◦ 운전조작이 복잡 ◦ 관리조작이 요구 ◦ 고탁도 및 저탁도시 문제 예측됨 ◦ 충격에 약함

2) 여과방식

(1) 개요

급속여과시설은 정수시설에서 가장 중요한 시설이며, 약품침전에 의한 전처리 방식의 경우 더욱 여과설비의 비중은 커진다.

즉, 보통 침전 후 완속여과를 조합하는 처리방식에 있어서는 전처리 시설의 효율증대가 보다 중요한 요소가 되겠으나, 본 계획과 같이 약품 침전 후 급속여과를 조합하는 경우에 있어서는 전처리 효율도 중요하지만 여과효율의 증대가 정수처리의 성패를 좌우하는 중요한 요소가 된다.

(2) 여과방식

① 정속여과

정속여과에서는 유입·유출부에 제어설비를 설치하여 유입부를 제어하는 방식과 유출부를 제어를 하는 2가지 방식이 있으나, 유입 및 유출부의 제어 없이 여과층의 폐쇄에 따라 유입수량이 증감하지 않고 여과지 자체의 사면상의 수심이 서서히 높아짐에 따라 일정하게 여과유량을 유지하는 방법이 이용되고 있다. 이 방법은 별도의 조절장치 없이 유출부의 여과조절과 정속여과가 가능하고, 사층내 부압의 발생 위험이 적은 장점이 있는 반면 여과지 구조물이 깊어지는 단점이 있다.

② 감쇄여과

감쇄여과는 유출부에 고정된 단면 조절부를 설치하고 여과속도의 상한 제어만을 실시하여 전 여과지가 일정한 수위의 여과수면을 유지하는 방법으로, 복잡한 조절장치가 필요하지 않고 여과에 필요한 수두가 작으며 여층의 폐쇄에 따라 자연적으로 유량이 감소되므로 유출속도의 급격한 변동으로 인한 탁질의 유출이 방지된다.

시설면에서는 전자의 여과지 심도가 후자보다 더 깊은 대신에 유량관리가 간편한 것이 특징이다.

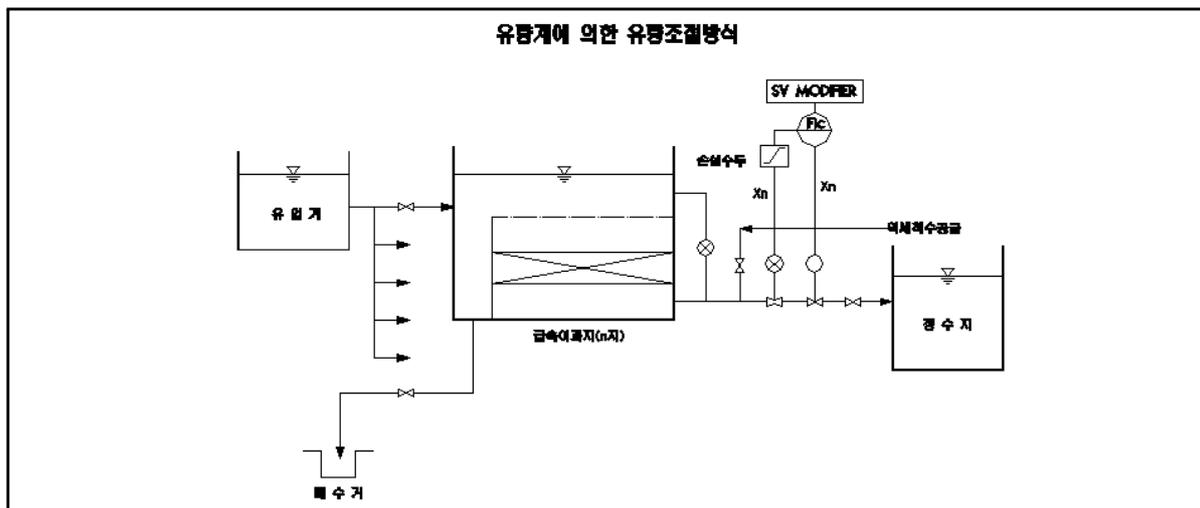
(3) 여과유량조절방식

여과 유량조절방식은 대별하여 유량계에 의한 유량조절방식, 지내 일정수위 수평조절방식, 자연평형형 유량조절방식으로 분류할 수 있으며 다음과 같다.

① 유량계에 의한 유량조절방식

본 방식의 여과유량 조절은 유량 신호의 발신에 따라 조절밸브의 조작 등에 의하여 이루어지며, 그 밸브의 동작은 전기식이나 공기압식의 보조 에너지원을 이용하는 것으로서 유량 발신부, 수신부, 조절부 및 제어부로 구성되어 있으며, 다음 그림과 같다.

조절기의 유량 설정은 인위적으로 직접 설정하는 정치식과 전체 여과지의 유량 설정치를 원격적으로 일제히 임의로 설정하는 MASTER CONTROL 식 및 여과개시에 있어서 여과유량을 “0”으로부터 서서히 증가시킬 수 있는 Program Control식 등이 있다. 이와 같은 여과유량 조절 시스템은 지금까지 가장 많이 채택되었으나 유량계의 정밀도 및 여과유량 조절변의 24시간 연속 조절 등으로 유지관리에 많은 문제점을 갖고 있다. 또한 대용량으로 지수가 많을 때에는 이에 비례하여 유량계, 조절변 손실수두계, 조절 및 제어부 등의 부속설비가 많아지므로 초기 건설비의 증가는 물론 유지관리비의 상승요인이 되기도 한다.

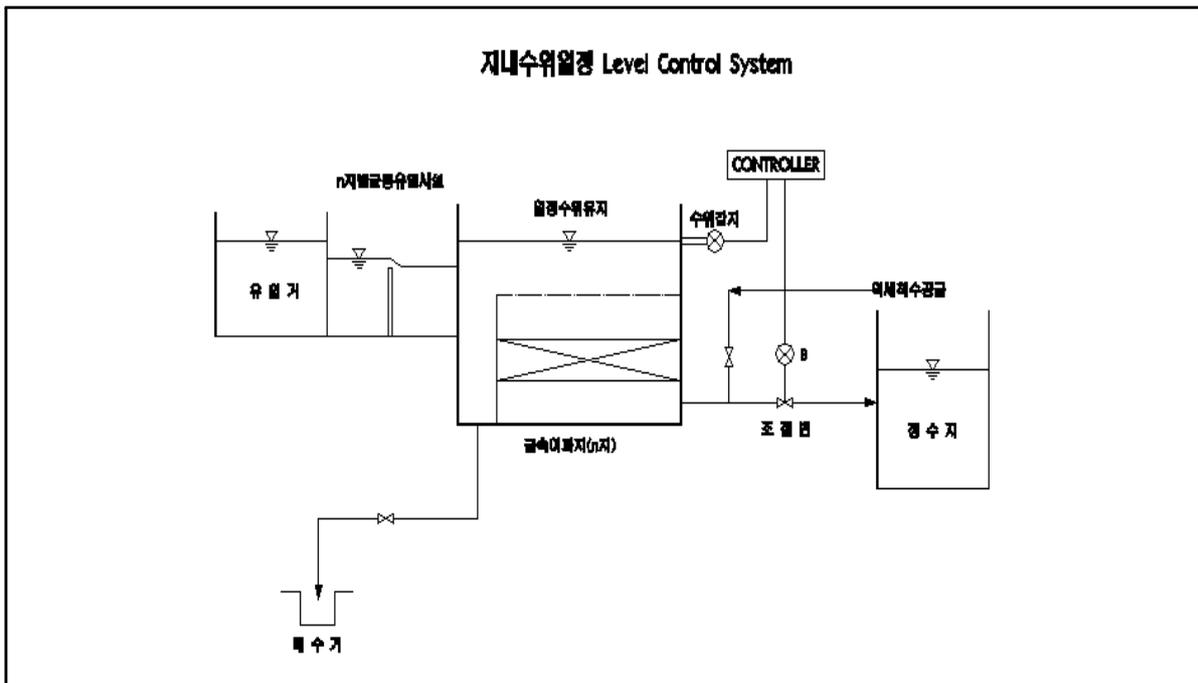


유량계에 의한 유량조절방식

② 지내 수위 일정수평 조절 방식

본 시스템의 여과유량 조절은 여과지내의 수위를 일정하게 유지하면서 지내 수위의 상승시 및 하강시는 수위 감지에 의하여 여과유량 조절밸브가 개폐되면서 유량조절이 되는 시스템으로서 수위 감지부, 신호수신 및 제어부와 조절부로 구성되어 있으며 다음 그림과 같다.

본 시스템의 장점은 여과지의 지별 유입 유량의 조절 없이 각 지별로 균등하게 유입됨으로서 지별 수압 분포가 일정하여지는 것이며, 여과유량 조절역시 지별로 지내 수위에 의함으로서 비교적 간단하고 유량조절이 용이하다. 다만 유량조절부의 조절시스템이 24시간 연속하여 조절하여야 하는 단점이 있으며 조절부의 기능에 이상이 발생할 시 유의하여야 한다.



지내수위일정 수평조절방식

③ 자연 평형형 유량조절방식

본 시스템의 여과유량 조절은 조절장치 및 기능이 전혀 없으며 병행 운전되는 각 여과지가 균등하게 자연 평형에 의하여 여과유량이 조절되는 여과

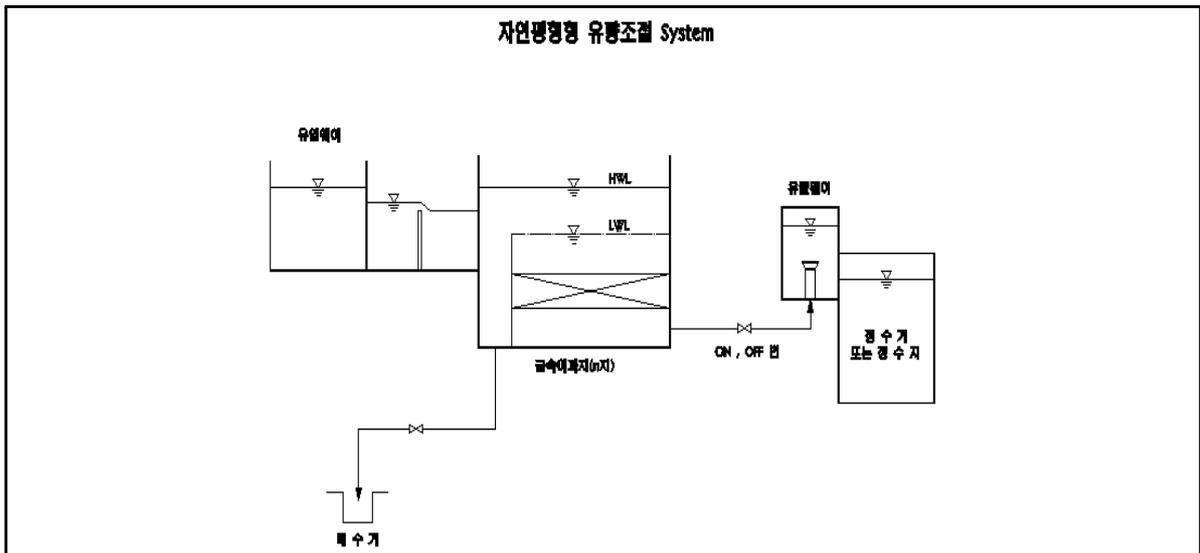
유량 무조절시스템으로 다음 그림과 같으며, 다음과 같은 특징이 있다.

◦ 유입수 균등 배분

여과지를 병행 운전할 때 각지의 유입량이 불균등할 경우 지별 여과 속도가 불균등해지므로, 역세척 조건 및 여과지속시간이 각 지마다 상이하게 되어 종합 유량 관리의 어려움과 여과효율 및 여과수질 저하의 요인이 될 수도 있으므로, 별도의 유입수의 조절기능이 없이도 각 여과지에 균등하게 유입수를 배분 될 수 있도록 유입웨어를 설치하는 것이 중요하다.

◦ 여과유량 무조절

어떠한 조건 하에서도 여과사가 대기에 노출이 되지 않고 지내 수위가 안정되어 여과에 지장이 없는 수위에 맞추어서 유출웨어의 수위를 결정한다. 각 지내에 유입되는 침전수는 여과층을 통하여 유출하게 되며, 여층 내 탁질 억류에 의하여 여과저항이 상승하면 여과지내 수위가 상승하면서 여과속도를 일정하게 유지하게 되므로, 지내 유입수는 일체의 조절기능 없이 유입수위와 유출수위가 물의 자연 평형에 의하여 이루어지므로 일명 여과유량 무조절시스템이라고도 한다.

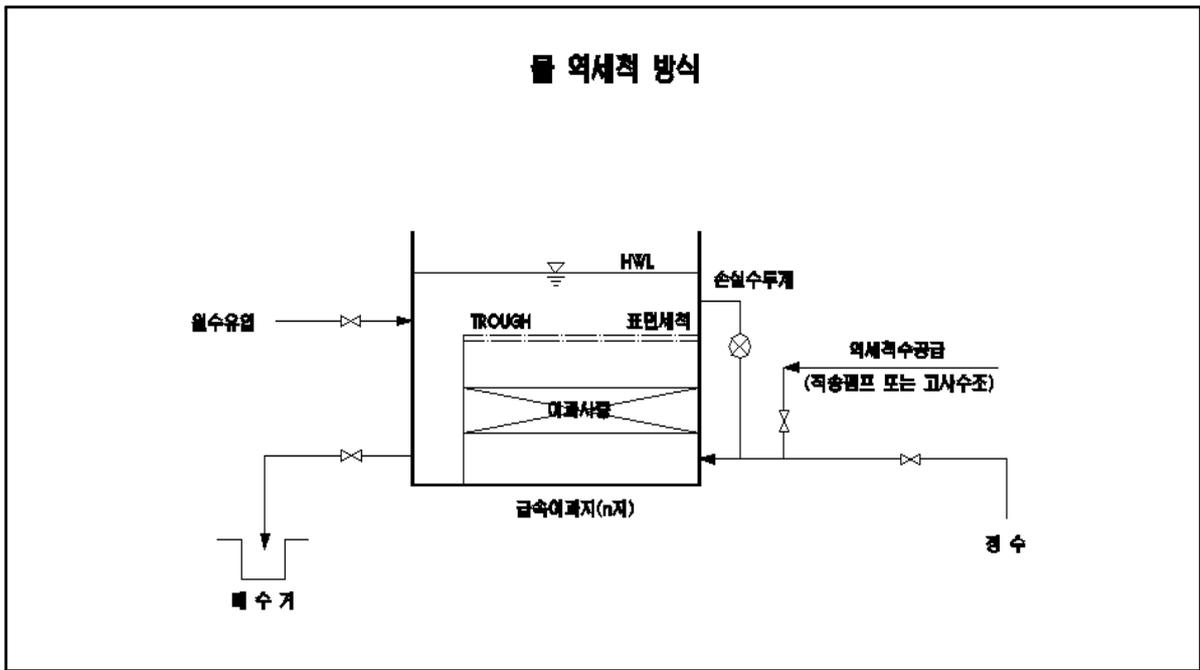


자연평형형 유량조절방식

3) 역세척 방식

(1) 물 역세척 방식

물 역세척 방식에는 표준방식 또는 그라니프방식 등 다양하나 여기에서는 일반적인 표준방식에 대하여 검토하며, 이 방식에서 역세척의 시기는 Level switch 또는 손실수두계에 의하여 시행된다. 이방식의 시스템은 다음 그림과 같고, 역세척 수량 및 수압의 기준은 다음 표와 같다.



물 역세척 방식

역세척 수량 및 수압의 기준

항 목	표면세척과 병용하는 경우		역세척만의 경우	
	고 정 식	회 전 식		
표면세척	수압(m)	15~20	30~40	-
	수량(m ³)	0.15~0.2	0.05~0.10	-
역 세 척	수압(m)	1.6~3.0	1.6~3.0	1.6~3.0
	수량(m ³)	0.6~0.9	0.6~0.9	0.6~0.9

자료: 상수도시설기준(2004, 환경부)

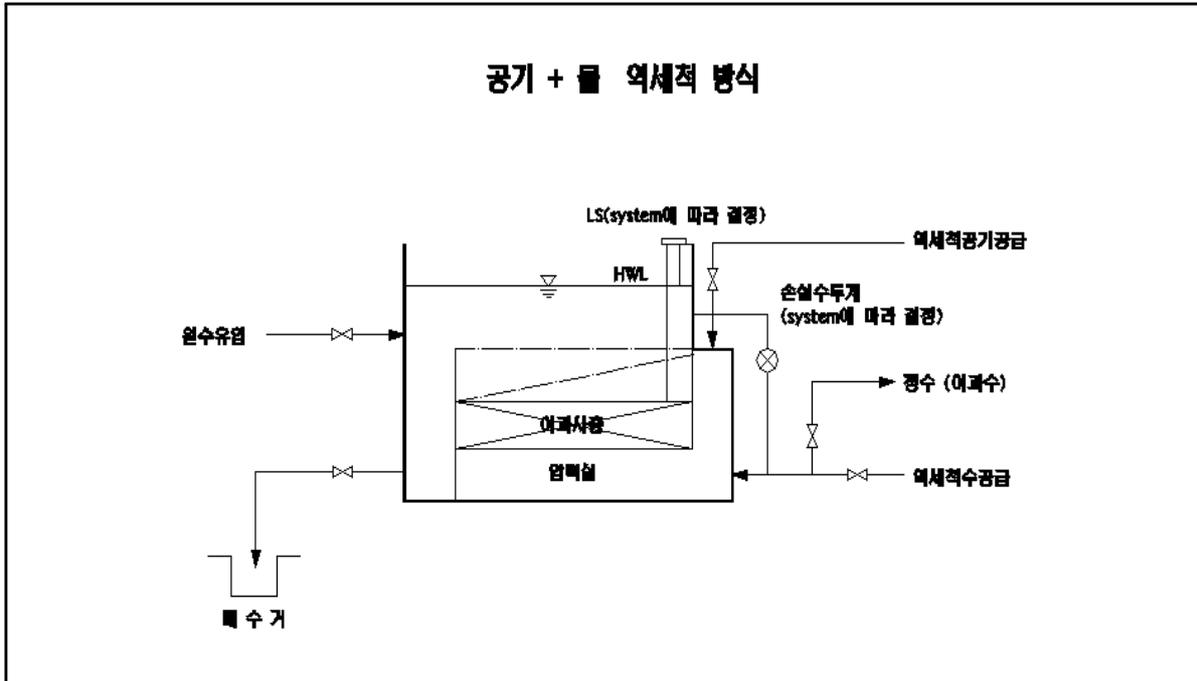
역세척 수량은 여과면적 1m^2 당 $0.6\sim 0.9\text{m}^3/\text{min}$ 로서 여과면적이 지당 100m^2 일 경우 역세척 수량이 $60\sim 90\text{m}^3/\text{min}$ 의 많은 물이 필요하며 역세수량을 공급하기 위해서는 역세척 수조 또는 역세척 전용 (직송)펌프를 설치하여야 한다. 또한 가능한 한 표면세척 장치를 설치하여야만 역세척 효과를 증대시킬 수 있으며 이를 위해서는 별도의 표면세척 전용펌프를 설치하여야 한다. 역세척 배수량이 많으므로 배출수 처리설비의 시설이 커지며 보수대상 설비가 많으므로 유지관리가 비싸다.

(2) 공기 + 물 역세척 방식

공기와 물을 포함하여 역세척을 시행하면 상승기포의 미진동에 의하여 부착탁질은 떨어지며, 그 탁질은 비교적 저속도의 역세수와 함께 상승하여 여층으로부터 배출되며 형상은 다음 그림과 같다.

역세척의 시기는 손실수두계 또는 LEVEL Switch에 의하여 결정되어 그 선택은 시스템에 따라 다르나 LEVEL Switch 사용 시스템보다 정밀도가 높은 것으로 사료된다. 역세척은 수량이 여과면적 1m^2 당 $0.24\text{m}^3/\text{min}$ 이므로 물 역세척 방식에 비하여 역세척수 공급설비가 적어지며 그 대신에 공기공급설비가 필요하게 되나 배수량이 적으므로 배출수 처리시설이 작아지는 효과가 있게 된다. 여층표면 전역 및 전여층 깊이에 걸쳐서 균등하게 효과적으로 역세척이 시행되므로 여과 지속시간이 비교적 길어지나 역세척 효과 증진으로 여과층의 보호가 완벽하게 유지되므로 수질악화 등의 염려가 없다.

공기와 물을 동시에 공급하므로 시공에 유의하여야 하며 특히 하부시설에 대하여는 수평유지 및 수밀성 유지가 이루어져야 한다. 수평유지는 $\pm 5\text{mm}$ 이내가 바람직하나 경우에 따라서는 $\pm 10\text{mm}$ 까지도 가능하며 수평유지의 범위는 스트레이너나 또는 여과블럭 등과 연관시켜 판단해야 한다.



공기 + 물 역세척 방식

4) 여층두께 및 여재 규격

- 여층의 필요 두께는 플럭의 여층으로서의 침입심도를 계산하여 결정
- 플럭의 여층 침입심도는 플럭의 성질, 여재의 입경, 여과속도 등 많은 요소의 영향을 받는데 플럭의 성질이 일정하다고 할 때 침입심도는 다음과 같다.

$$L = k \cdot d(1.5 \sim 2.5) \cdot v(0.7 \sim 1.5)$$

k : 상수 d : 여재경, v : 여과속도

- 그러나 실제로는 여재의 플럭의 저류정도는 플럭의 성질이나 온도의 영향을 크게 받는 것으로 알려져 있어 해당 원수에 대한 실험을 통하여 두께를 결정하는 것이 가장 합리적일 것이다.

복층 여과지의 여재별 두께 및 규격

구 분	단 위	여 과 사	안트라사이트
층 두께	cm	20~40	20~50
여재규격			
- 입경	mm	0.3~2	0.6~2.5
- 유효경	mm	0.45~1.0	0.8~1.2
- 균등계수		1.7 이하(1.3~1.6)	1.5 이하
- 세척탁도	도	30 이하	100 이하
- 감열감량	%	0.7 이하	-
- 염산가용율	%	3.5 이하	5% 이하
- 비중		2.55~2.65	1.4~1.6
- 마모율	%	3 이하	-

자료 : 상수도시설기준(2004, 환경부)

복층 여과지의 여재별 두께 및 규격

구 분	단 위	여 과 사	안트라사이트
층 두께	cm	30~50	20~50
여재규격			
- 입경	mm	0.3~2	0.5~2.8
- 유효경	mm	0.45~1.0	0.7~1.5
- 균등계수		1.7 이하(1.3~1.6)	1.5 이하
- 세척탁도	도	30 이하	-
- 감열감량	%	0.7 이하	-
- 염산가용율	%	3.5 이하	6% 이하
- 비중		2.55~2.67	1.4~1.6
- 마모율	%	3 이하	-
- 공극율	%	-	50 이상

자료 : 수도시설의 설계지침 해설, 일본수도협회

복층 여과지의 여재별 두께 및 규격

구 분	단 위	여 과 사	안트라사이트
층 두께	cm	15~30	50~70
여재규격			
- 유효경(D10)	mm	0.4~0.55	0.8~1.1
- 균등계수(D60)		1.49	1.6
- 비중		2.55~2.65	1.5~1.75
- D90 Coal			4.05
- D10 Sand			

자료 : Water Treatment Plant Design, ASCE

3.3.3 고도정수처리시설 도입 검토

가. 개요

현재 대전광역시에서는 정수장에 고도정수처리시설 도입을 위해 Pilot Plant를 운영하여 「고도정수처리시설 타당성 조사 및 기본계획(2010.4)」을 수립하였으며, 사업을 추진중에 있다.

본 계획에서는 「고도정수처리시설 타당성 조사 및 기본계획(2010.4)」을 참조하여 고도정수처리시설 도입계획을 수립하였다.

나. 고도정수처리시설 정의 및 필요성

1) 고도정수처리의 정의

우리나라에서는 고도정수처리시설의 개념에 대해 특별히 정의된 바가 없으며, 일본의 경우 후생성의 고도정수시설 도입지침서에서 고도정수처리 시설을 명확히 “통상의 정수방법으로는 충분히 대응할 수 없는 취기물질, 트리할로메탄 전구물질, 색도, 암모니아성 질소 및 음이온 계면활성제 등의 처리를 목적으로 도입하는 활성탄 처리시설, 오존처리시설 및 생물처리시설을 지칭한다.”라고 정의하고 있다.

미국에서도 고도정수처리라고 하여 명확히 지침이 되는 것은 없으나, 1991년 EPA가 제정한 National Primary Drinking Water Regulations를 통하여 미생물, 무기물질, 휘발성 유기화합물질(VOCs), 살충제 등의 합성유기화합물질(SOCs), 기타 유기 화합물질 및 방사성 등의 효과적인 처리를 위해 최적처리방법(Best Available Technology : BAT)을 정하여 적용시켜가고 있다.

따라서, 상수처리에서 고도처리란 “통상의 상수처리방법으로는 목표수질을 달성하지 못할 경우에 도입하여 수질목표 달성이 불가능한 여러 가지 유해물질을 적절하게 처리하기 위해 도입하는 새로운 수처리방법”이라 정의할 수 있으며, 구미나 일본 등지에서 이용하고 있는 오존산화공정, 입상활성탄 여과공정, 생물

처리 공정 등이 있다.

2) 고도정수처리의 필요성

상수도의 양적인 문제가 해결되고 생활수준이 높아지면서 수돗물의 질에 대한 요구는 보다 고급화되는 반면 상수원을 오염시키는 요인도 증가하게 되어 종래의 정수방법에 의해 양질의 수돗물을 생산하기가 어려운 경우가 많아지게 되었다. 원수의 수질악화에 대비하고 음용수의 안전성을 높임으로써 고급화된 수돗물에 대한 욕구를 충족시키기 위해서는 음용수 수질기준의 강화가 불가피할 것이며, 이에 따라 고도정수처리시설 도입이 불가피할 것으로 판단된다.

현재의 먹는물 수질기준의 항목들은 통상의 정수처리 방법과 가장 널리 사용되는 소독방법인 전·후염소 주입 등에 의하여 대부분 충분히 제거가 가능하나, 이외에 통상의 정수처리방법으로는 처리가 불가능한 미량의 유기물질, ABS, 살충제, 색도 등과 현재 정수처리공정의 소독방법으로 가장 널리 사용되는 염소소독에 의해 생성되는 THM 전구물질, VOCs, SOCs등이 새롭게 문제가 되고 있다.

따라서 통상의 정수처리방법으로 제거하기 어려운 물질들의 제거가 이들 물질들이 초래할 잠재적인 불안에 대처하고 안전하고 깨끗한 물을 공급하기 위하여 고도정수처리의 도입이 필요하게 되었다.

다. 고도정수처리방법

1) 오존처리

오존처리는 자체의 강력한 산화력을 이용하여 원수중에 존재하는 난분해성 유기물질의 결합력이 약한 곳을 공격·분해하여 성상을 변화시켜 제거하는 공정으로서 THM 전구물질과 악취물질의 제거에 효과적이다.

또한 오존은 소량의 접촉에 의해서도 대부분의 세균을 사멸시키며, THM 등이 미량 염소유기화합물을 생성하지 않아 대체 살균제로도 사용되고 있다. 오존처

리 효과는 살균, 바이러스의 불활성화, 철 및 망간의 제거, 맛·냄새제거, 응집보조효과 등이 있다.

2) 입상활성탄(GAC, Granular Activated Carbon)

활성탄은 다공질 구조가 발달한 탄소재료로서 물속에 녹아 있는 미량 오염물질을 흡착에 의하여 세공으로 끌어들여서 제거하는 능력이 있어 이·취미 원인물질, THM 등의 유기염소화합물 및 그 전구물질, 농약 등의 미량유해물질 및 수원유역에서의 사고 등으로 일시 유입되는 화학물질 등을 제거할 수 있다. 일반적으로 입경이 100mesh 이상인 경우는 입상활성탄, 이하인 경우는 분말활성탄으로 구별된다.

3) 생물활성탄(BAC, Biological Activated Carbon)

원수에 서식하는 호기성 미생물이 활성탄 표면의 Macropore 내에 서식하며, 활성탄에서 흡착되거나, 탈착되는 용존 유기물질들을 이산화탄소와 물로 분해한다. 미생물 증식은 수중의 용존산소량과 용존유기물질의 성분에 좌우되므로, 물에 풍부한 용존산소를 공급하고 생분해가 어려운 비극성물질을 생분해가 가능한 극성물질로 변환시키기 위하여 오존처리를 앞에 설치하는 경우가 많다.

BAC 처리의 가장 큰 장점은 처리효율의 향상이라는 측면도 있으나 무엇보다도 GAC 처리시 요구하는 활성탄의 재생회수를 크게 줄일 수 있어 재생에 필요한 경비를 크게 절감할 수 있다는 점이다.

4) 생물처리법

생물처리법은 미생물을 이용하여 수중유기물질을 분해, 제거하는 방법으로 하수 및 폐수처리공정에서 주로 사용되어 활성슬러지법, 살수여상법 등이 실용화되어 이용되고 있으나, 이러한 처리법들을 상수처리공정에 적용하기에는 처리

원수중의 유기물 농도가 하·폐수에 비해 현저히 낮기 때문에 적용이 불가능하여 산소를 공급해주는 호기성 조건하에서 충진재를 설치하여 그 표면에 미생물을 부착하는 부착 생물막법을 많이 적용하게 되었으며, 부착 생물막에 의한 호기성 산화분해를 이용해 원수를 전염소, 응집침전을 하기 전에 처리하는 방법을 상수의 생물처리법이라 한다.

5) 막 처 리

막처리공정은 반투과성 경계막을 이용하여 여과 및 확산에 의하여 대상물질 제거하며, 종류로는 역삼투, Microfiltration(MF), Ultrafiltration(UF), Nanofiltration(NF), 전기투석법이 있다. 저압 RO와 NF가 UF나 MF보다는 THM의 제거에 유용하며, 조작압이 10기압정도 되는 역삼투나 NF보다는 조작압이 1기압 정도인 UF나 MF를 이용하는 편이 경제적으로 유리할 것으로 생각된다.

6) 고급산화법

오존만으로는 유기물 제거속도가 느리거나 전혀 반응하지 않는 경우는 오존의 분해 부산물인 OH Radical이 오존 자체보다 높은 전위차(3.08V)를 가지며, 거의 모든 유기물과 매우 빠른 속도로 골고루 반응하므로, OH Radical의 생성을 증가시켜 유기물 분해를 촉진하는 방법을 고급산화법이라 하며, 종류로는 O₃/H₂O₂, O₃/UV, H₂O₂/UV, (TiO₂/UV)가 있다.

7) Air Stripping

탈기법은 휘발성 유기화합물로 오염된 물을 공기와 접촉시켜 오염물질을 액상에서 기상으로 전달하여 공기와 함께 배출하는 처리법으로서, Aeration Tanks, Cascade Aerators, Spray Basins, Packed Towers 및 Coke Tray Aerators가

있다.

8) Dissolved Air Flotation

가압탱크에서 공기를 과용해 시킨 후 이것을 대기압상태로 방출시켜 압력감소에 따라 과포화상태인 용존공기가 미세기포를 형성하여 입자에 부착된 후 입자의 부력을 증가하여 부상하면 스키머를 이용하여 제거하는 처리법으로서 침전과는 달리 입자의 표면특성 및 밀도에 크게 영향을 받지 않는다.

9) 이온교환수지

처리대상이온이 그보다 선택도가 낮은 이온교환수지상의 이온과 위치를 바꾸어 흡착 제거되는 처리법으로서, 이온의 선택도는 일반적으로 산화수가 많을수록 높아진다.

라. 국내·외 기술개발현황

1) 국내 고도정수시설 도입현황

90년대부터 수돗물의 수질문제가 사회적문제로 대두되면서 안심하고 마실 수 있는 맑은물에 대한 국민들의 관심은 국내에 고도정수시설을 도입하는 촉진제 역할을 하게 되었고, 이를 계기로 각 정수장들은 고도정수시설을 갖추었거나 계획하고 있다.

국내 활성탄 처리시설을 최초로 도입한 정수장은 '86년 인천광역시 산하 부평정수장으로서 가양취수장의 수질문제에 따른 맛·냄새 유발물질 등이 직접적인 도입배경으로 알려져 있으며, 부산의 화명정수장은 '88년 오존처리시설을 도입하고 '94년 4월부터 BAC공정을 설치하여 가동중에 있다.

그러나 대전광역시에는 고도정수처리시설이 아직 운영되고 있지 않다.

국내에 도입되어 운전중인 고도정수공정은 대부분 오존공정과 활성탄공정이 핵

심단위 공정을 이루고 있으며, 대체로 원수 → 전오존 → 응집·침전 → 모래여과 → 후오존 → 활성탄 → 소독의 과정을 거치는 시스템을 채택하고 있다. 활성탄의 경우 분말활성탄시설 보다는 입상활성탄시설을 도입한 곳이 많았으며, 대부분의 정수장에서 야자계 활성탄을 사용하고 있었다. 또한, 후오존 공정의 도입을 전제로 한 생물활성탄(BAC)의 공정의 도입을 추진하고 있는 정수장도 상당수였다.

오존시설의 경우 모든 사업소에서 외국 업체의 기술 및 장치를 도입하고 있었으며, 국내 시장보호 및 자체기술력 확보라는 차원에서 이에 대한 대책마련이 필요하였다.

국내 고도정수시설 도입시 문제점을 살펴보면 다음과 같다.

- 고도정수시설 운전능력의 부족
- 국내 기술수준 빈약
- 사전 도입계획 기간 부족

국내가동중인 고도정수처리시설 도입현황(2007년 환경부자료)

시도	정수장명	시설규모 (m ³ /일)	배 경	고도정수처리 공정적용	도입년도
합 계	21 개소	5,446,500			
한 강 수 계	3 개소	241,000			
경기도 동두천시	동 두 천	60,000	미량유기물 ABS등	활성탄	'99. 4가동
경기도 파주시	문 산	96,000		오존, 활성탄	'99. 4가동
강원도 원주시	제2정수장	85,000	원수수질악화	활성탄	'00. 3완공
금 강 수 계	2 개소	66,000			
충남 공주시	옥 룡	28,000	상수원 수질오염 색도, 망간, 미량유기물질	오존, 활성탄	'99. 6가동
전북 군산시	제2정수장	38,000	원수수질악화	활성탄	'99. 11가동
낙동강수계	16 개소	5,139,500			
부산광역시	덕 산	1,555,000	미량유기물질 ABS등에 의한 상수원 수질오염	오존, 활성탄	'02. 12 가동
	화 명	600,000	미량유기물질 ABS등에 의한 상수원 수질오염	오존, 활성탄	'00. 6완공
	명 장	277,000	미량유기물질 ABS등에 의한 상수원 수질오염	오존, 활성탄	'99. 12완공
대구광역시	두 류	310,000	페놀에 의한 낙동강 수질오염	오존, 활성탄	'97.4가동
	매 곡	800,000	페놀에 의한 낙동강 수질오염	오존, 활성탄	'98. 7가동
	문 산	200,000	페놀에 의한 낙동강 수질오염	오존, 활성탄	'02. 8공사제개
울산광역시	회 야	270,000	회야댐 수질악화	오존, 활성탄	'99. 11가동
	천 상	60,000	낙동강 하류	오존, 활성탄	'02. 2완공
경북 경산시	하 양	10,000	냄새(비린내)문제	활성탄	'96. 2가동
경남 진해시	석 동	70,000	낙동강 하류	오존, 활성탄	'99. 3가동
경남 김해시	삼 계	165,000	낙동강 하류	오존, 활성탄	'01. 4가동
	명 동	210,000	낙동강 하류	오존, 활성탄	'03. 2가동
경남 양산시	범 어	37,500	낙동강 하류	오존, 활성탄	'99. 12가동
	웅 상	55,000	낙동강 하류	오존, 활성탄	'02. 12가동
경남 마산시	칠 서	400,000	낙동강 하류	오존, 활성탄	'98. 10가동
경남 창원시	반 송	120,000	낙동강 하류	활성탄	공사중

2) 국외 기술개발 현황

독일의 Döhne 정수장 등에서는 BAC 공정의 개발을 위한 연구가 이루어져 왔다. BAC 공정의 개발은 프랑스와 독일이 보급되어 있던 오존시설에 활성탄을 부가시킴으로써 오존과 생물활성탄 처리기법을 상용화하는데 쉽게 접근하였고, 실용화 이후에도 지속적인 연구를 진행하여 현재 상당한 know-how를 보유하고 있으며, 또한 최근에는 고도산화기술(AOT, Advanced Oxidation Technology)에도 큰 관심을 보이고 있다.

미국의 경우도 유기물질의 제거를 위해 활성탄시설을 최적처리기술(BAT, Best Available Technology)로 설정하고 현장에 적용하고 있으며, 1980년도 초부터 BAC에 대한 관심을 보이기 시작한 후 이에 대한 많은 연구를 수행하고 있다. 최근에는 Cryptosporidium, Giardia의 살균이 어려울 뿐 아니라, THM 발생의 문제를 가진 염소소독의 대체를 위한 오존의 활용과 산화효율을 증대시키는 방법인 고도산화기술에 관한 연구가 이루어지고 있으며, 살균으로 인한 부산물질(DBPs : Disinfection By Products)의 제어를 위해 이들의 분석 및 처리기법에 대한 연구가 심도 있게 진행되고 있다.

일본에서는 수도수원으로 지정된 호소, 댐호에서는 부영양화에 따른 이취미, 유기염소화합물, 잔류농약 등의 문제가 대두되어 1970년대부터 정수의 고도정수 처리에 대한 검토가 이루어졌다. 고도정수처리는 이미 1977년에 Kralingen 정수장에서 종래 처리법인 응집침전·급속여과에 오존처리와 입상활성탄 처리 등이 새롭게 부가되는 형태로 시작되었다. 십수년 전 부터 자치단체별로 오존처리 및 활성탄 처리 등을 이용하여 Pilot Plant와 Demo-Plant 규모로 고도정수 처리시설을 운전해왔다. 1992년 수도법을 개정하면서 수질기준의 대폭적인 수정으로 곰팡이 냄새물질, 유기물질에 대한 규제를 강화하였고, 일본의 대부분 지자체에서 이의 대응을 위한 고도정수기술의 연구가 활발히 진행되고 있기 때문에 실용화 속도가 빠른 특징을 나타내고 있다.

이와 같이 선진외국에서는 원수의 수질에 포함된 미량의 유기물질과 소독 등 살균부산물질(D & DBP)의 제어를 위한 연구가 본격적으로 진행되어 왔으며, 일부 지역에서는 현장에 적용되고 있는 실정이다. 다음 표는 선진 외국의 고도정수시설 적용사례로서 각 나라와 지역적 특성이 다름에도 오존처리와 활성탄 처리를 단독 또는 병행한 시설들이 대부분이며, 운전조건에는 변화폭이 커서 설계조건과 운전조건 등을 선정하기 위해서는 실증플랜의 단계까지 실험연구가 필요한 것을 알 수 있다. 이외에 다른 고도처리 기술들은 개발 중이거나 실용화를 위한 전 단계에 있다고 할 수 있다. 선진외국에서 적용되고 있거나 개발 중인 기술들 중에서 국내에서 개발 가능한 공정들을 활성탄과 오존을 이용한 기술 외에도 AOP, 막이용기술, 생물처리기술, 이온교환기술 등 다양하게 나타났다. 특히, 일본은 인구 10만 이상의 정수장 178개소 중에서 63개소 (35.3 %)가 고도정수시설을 갖추고 있다. 오존처리시설은 1990년에 선진외국의 1,000 여개소 정수장에 도입되었고, 미국의 경우도 1995년 106개소의 정수장에서 가동 중이며, 계속 증가 추세에 있다.

그 다음 표에서는 외국의 각 정수장에서 고도정수시설을 도입한 배경과 주요공정 그리고 고도정수를 설치한 후의 효과들을 정리한 것으로 대부분의 경우 고도정수가 도입된 배경은 원수의 수질악화, 맛·냄새문제, 조류번식 등으로 비슷한 것을 알 수가 있다.

외국의 고도정수처리의 도입

항 목	미 국	일 본	유 럽
처리대상물질	THM 전구물질, 합성유기물질	맛·냄새, 조류, 암모니아성 질소, THM 전구물질	철·망간, THM 전구물질, 맛·냄새, 유기물질
수 원	지표수, 지하수	댐, 저수지, 지표수	지표수(프랑스 등), 지하수(독일 등)
고도정수시설	오존, 입상활성탄	생물처리법, 오존, 입상활성탄	오존, 입상활성탄
운 전 조 건	<ul style="list-style-type: none"> • 오존접촉시간 : 10분 • 오존주입농도 : 최대 3.0mg/ℓ • 활성탄 접촉시간 : 30분 	<ul style="list-style-type: none"> • 오존접촉시간 : 10~20분 • 오존주입농도 : 1.5~2.0mg/ℓ • 활성탄 접촉시간 : 10분 • 활성탄 여과속도 : 10~15m/시간 	<ul style="list-style-type: none"> • 오존접촉시간 : 5~7분 • 오존주입농도 : 1.5~3.0mg/ℓ • 활성탄 접촉시간 : 8~15분 • 활성탄 여과속도 : 10~15m/시간 • 생물활성탄인 경우 : 15~25분

외국의 고도정수처리시설 적용사례

국명	정수장명	고도정수처리시설 도입배경	주요공정	효 과
일본	한신 수도기업단	조류번식, THM발생	오존+유동상 흡착탄 흡착	맛·냄새유발물질제거 THM농도 반감
	찌바시 가시와이 정수장	냄새발생 원수의 수질악화 PAC 처리 미흡	오존+상향류 유동상 활성탄	2-MIB 100% 제거
	오오사카현 무라노정수장	THM발생 원수의 수질악화 냄새발생	2단계 오존+GAC	TOC 70% THMFP 89% 암모니아성질소 100%
	오오사카시 구니 지마 정수장	원수의 수질악화 맛, 냄새문제 PAC 처리 미흡	오존+GAC	THMFP 74% KMnO ₄ 소비량 80%
	도쿄 가니마찌 정수장	원수의 수질악화 맛, 냄새문제 PAC 처리 미흡	오존+GAC	2-MIB 100% NH ₃ -N 90% THMFP 60%
미국	벨르글레이드 정수장	THM 발생	2단계 오존처리	TOC 80% THM 90%
	몬로정수장	맛, 냄새 문제 THM 발생	오존+GAC	맛, 냄새 문제해결 THMFP 감소
	LA Aqueduct 정수장	맛, 냄새, 탁도	오존처리	응집제, 염소 감소 맛, 냄새 문제해결
	신시내티 정수장	미량 유기물질	GAC 처리	THM, TOC 문제해결
	남가주 Metropolitan수도국	맛, 냄새, 미생물 THM	O ₃ /H ₂ O ₂ AOP	맛, 냄새물질 90% 미생물, THM 문제해결
독일	암스타드 정수장	맛, 냄새, THM	오존+BAC	정수수질 개선 활성탄 수명연장
	도네 정수장	적조발생	오존+활성탄(BAC)	유기물질 80% NH ₃ -N 100%
	스타이럼 정수장	적조발생	오존+활성탄 (GAC,BAC)	유기물질 80% NH ₃ -N 100%
프랑스	Mery-Sur-Oise 정수장	암모니아성질소 및 미량 유기물질 증가	오존+활성탄	유기물질 80% 유기물제거 65~80%
	Rouen 정수장	암모니아성질소 및 미량 유기물질 증가	2단계 오존처리+ 활성탄(BAC)	철, 망간 NH ₃ -N 100% 미량유기오염물질 50% THM 전구물질
네덜 란드	로테르담 정수장	조류발생	오존처리+활성탄	용존유기탄소 60% MBAS 부분적 제거
	Andijk 정수장	페놀류 검출 조류발생	Microstrainer +활성탄	조류제거 DOC 제거

주) 1. 원수의 수질악화 : 암모니아성 질소, 유기물질의 증가 등으로 인한 전반적인 상수원 오염

2. PAC 처리 : 분말활성탄에 의한 처리

자료) 고도정수처리 시스템 개발(건설기술연구원, 1994)

마. 고도정수처리시설 도입계획

대전광역시는 고도정수처리시설 도입을 위해 「고도정수처리시설 타당성 조사 및 기본계획」을 수립하여 고도정수처리시설을 도입할 계획으로 사업을 추진중에 있으며, 「고도정수처리시설 타당성 조사 및 기본계획」을 참조하여 고도정수처리시설 도입계획을 수립하였다.

1) 개요

(1) 목적

- 송촌정수장(Q=300천m³/일)과 월평정수장(Q=600천m³/일)은 댐호소수(대청댐)을 취수원으로 표준정수처리하여 용수를 공급하고 있으나 여름철 조류 발생에 따른 맛·냄새 유발물질 등의 발생 빈도가 증가하고 있으나 기존의 정수처리 기법으로는 완전히 제거되지 않아 장래 강화될 것으로 예상되는 음용수의 수질목표 달성에 어려움 있음.
- 이러한 맛·냄새 유발물질 및 여러 가지 미량유해물질들을 처리하기 위한 새로운 수처리 기법인 고도정수처리시설의 도입 필요성이 대두되고 있으므로, 경제적·기술적·사회 및 환경적 타당성을 종합적으로 검토하고 사업 시행의 타당성을 판단하고자 함.

(2) 대상시설

대상시설	주요 과업내용	비 고
송촌정수장	○ 시설용량 : Q=300,000m ³ /일 - 일반정수처리시설 : Q=300,000m ³ /일 (혼화→응집·침전→급속여과→정수지 및 배수지→수용가)	
월평정수장	○ 시설용량 : Q=600,000m ³ /일 - 일반정수처리시설 : Q=600,000m ³ /일 (혼화→응집·침전→급속여과→정수지 및 배수지→수용가)	

2) 대전광역시 원수수질

(1) 고도정수처리시설 도입을 위한 수질조사(2006.6.7~2007.9.5)

① 개요

- 대상 : 송촌정수장, 월평정수장 원수, 침전수, 여과수, 처리수
- 기간 : 2006. 6. 7 ~ 2007. 9. 5 (15개월)
- 분석주기 : 주1회 (바이러스, 지아디아포낭은 격월로 1회 실시)

송촌·월평정수장 수질검사 항목

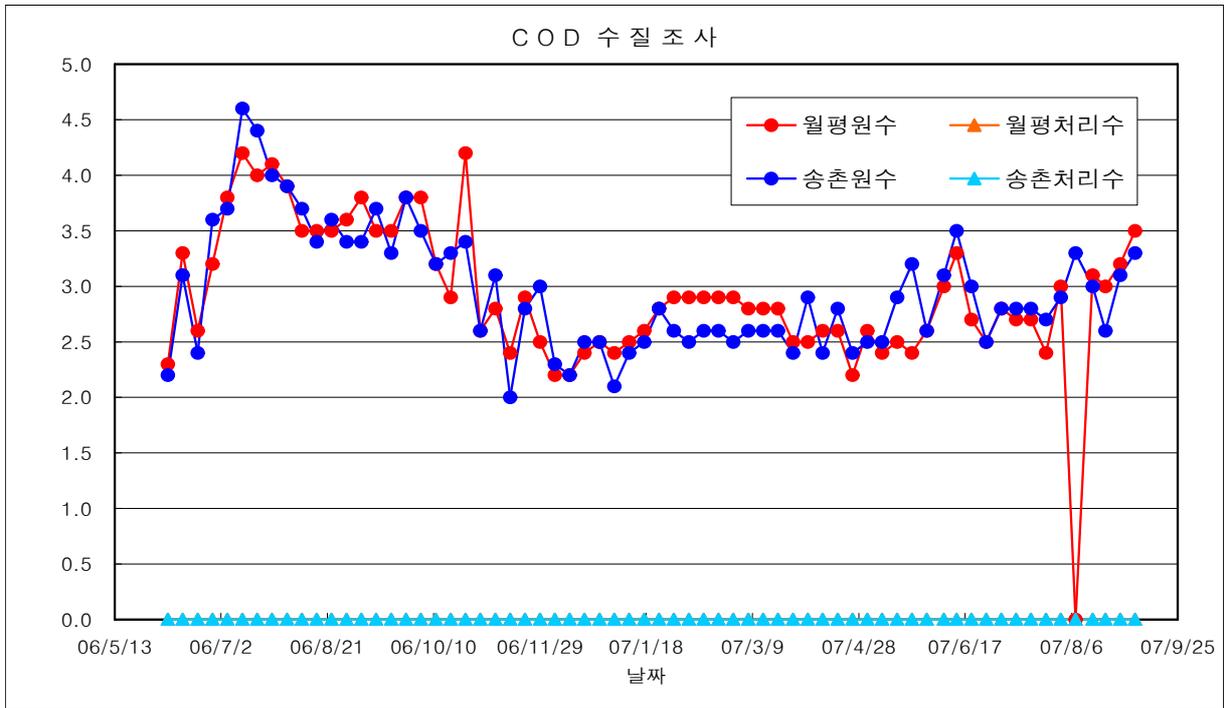
검사항목	단 위	송촌정수장, 월평정수장				비 고
		원 수	침전수	여과수	처리수	
BOD	mg/L	○	-	-	-	
COD	mg/L	○	-	-	-	
TOC	mg/L	○	○	○	○	
UV254	-	○	○	○	○	
색도	도	○	○	○	○	
탁도	NTU	○	○	○	○	
맛, 냄새	TON	○	○	○	○	
2-MIB	ng/L	○	○	○	○	
Geosmin	ng/L	○	○	○	○	
THMFP	mg/L	○	-	-	-	
HAAFP	mg/L	○	-	-	-	
THMs	mg/L	-	-	-	○	
HAAs	mg/L	-	-	-	○	
일반세균	cfu/1ml	-	○	○	○	
총대장균군	/100ml	○	○	○	○	
대장균	/100ml	-	○	○	○	
분원성대장균군	/100ml	○	○	○	○	
바이러스	-	○	-	-	○	
지아디아포낭	-	○	-	-	○	

② 수질조사 결과

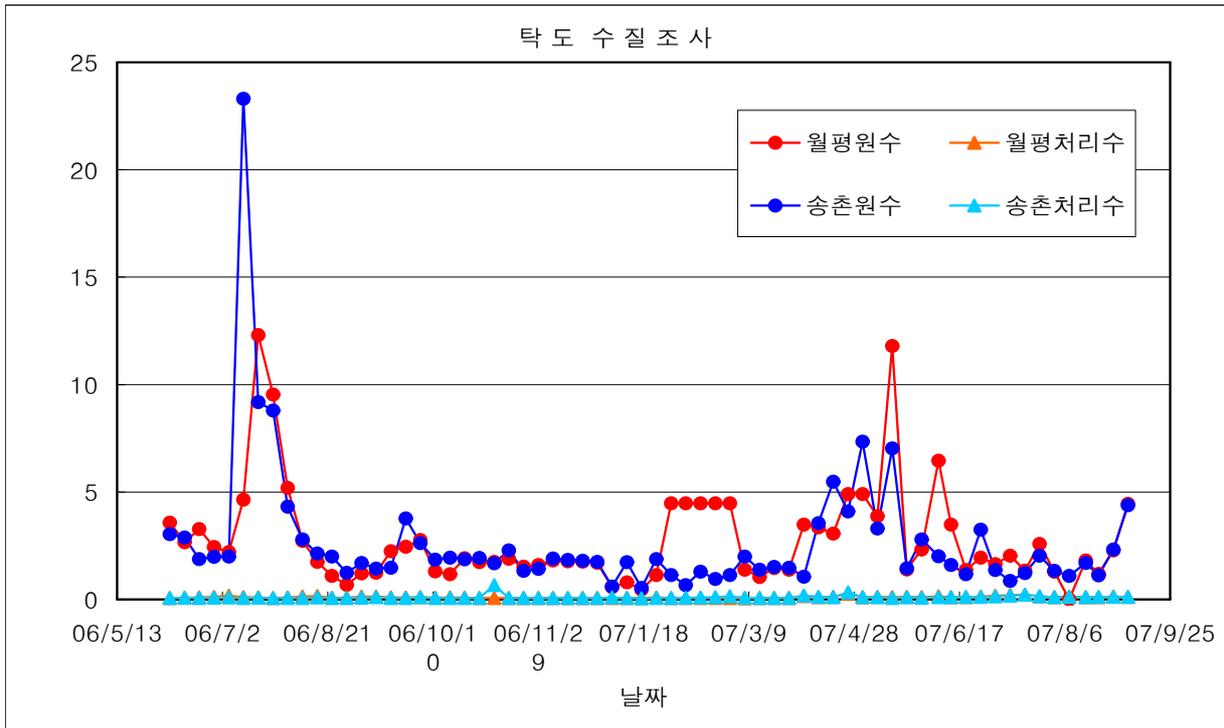
- 수질조사 기간 중 COD는 최대 4.6mg/ℓ, 탁도는 최대 23.3NTU 검출.
- 소독부산물 생성능을 나타내는 원수의 THMFP, HAAFP는 0.113mg/ℓ, 0.137mg/ℓ 까지 측정
- 원수에서 곰팡이냄새를 내는 2-MIB는 최대 5.76ng/ℓ, 흙냄새를 내는 Geosmin은 원수에서 최대 28.00ng/ℓ 로 검출.
- 송촌 및 월평정수장의 원수는 여름철 분할활성탄 투입기간 중 분말활성탄을 투입한 후 착수정에서 채수한 원수이므로, 실제로는 아래표의 수치보다는 높을 것으로 판단됨.

구 분	단위	송촌정수장				월평정수장				
		원수		처리수		원수		처리수		
		최소~최대	평균	최소~최대	평균	최소~최대	평균	최소~최대	평균	
유기물	BOD	mg/ℓ	0.6~1.8	1.0	-	-	0.6~1.7	1.0	-	-
	COD	mg/ℓ	2.0~4.6	3.0	-	-	2.2~4.2	3.0	-	-
	TOC	mg/ℓ	1.5~3.0	2.0	0.8~1.6	1.2	1.5~2.5	1.9	1.0~1.5	1.2
	UV ₂₅₄	-	0.012~0.096	0.037	0.005~0.022	0.014	0.012~1.031	0.059	0.005~0.022	0.014
색도	도	0	0	0	0	0	0	0	0	0
탁도	NTU	0.5~23.3	2.7	0.1~0.7	0.1	0.5~12.3	2.9	0.1~0.3	0.1	0.1
소독 부산물	THMFP	mg/ℓ	0.045~0.113	0.066	-	-	0.047~0.111	0.064	-	-
	THMs	mg/ℓ	-	-	0.008~0.037	0.018	-	-	0.010~0.033	0.018
	HAAFP	mg/ℓ	0.038~0.134	0.080	-	-	0.042~0.130	0.082	-	-
	HAAs	mg/ℓ	-	-	0.007~0.077	0.017	-	-	0.008~0.028	0.016
맛·냄새 물질	2-MIB	ng/ℓ	불검출~4.41	0.15	불검출~4.23	0.13	불검출~5.76	0.13	불검출~4.75	0.12
	Geosmin	ng/ℓ	불검출~23.30	1.72	불검출~6.00	0.37	불검출~28.00	1.73	불검출~6.31	0.50
병원성 미생물	일반세균	cfu/1ml	-	-	불검출	불검출	-	-	불검출	불검출
	총대장균군	/100ml	불검출~280	54	불검출	불검출	불검출~280	55	불검출	불검출
	대장균	/100ml	불검출~2	0.06	불검출	불검출	불검출~4	0.03	불검출	불검출
	분원성 대장균군	/100ml	불검출~23	0.20	불검출	불검출	불검출~13	0.35	불검출	불검출

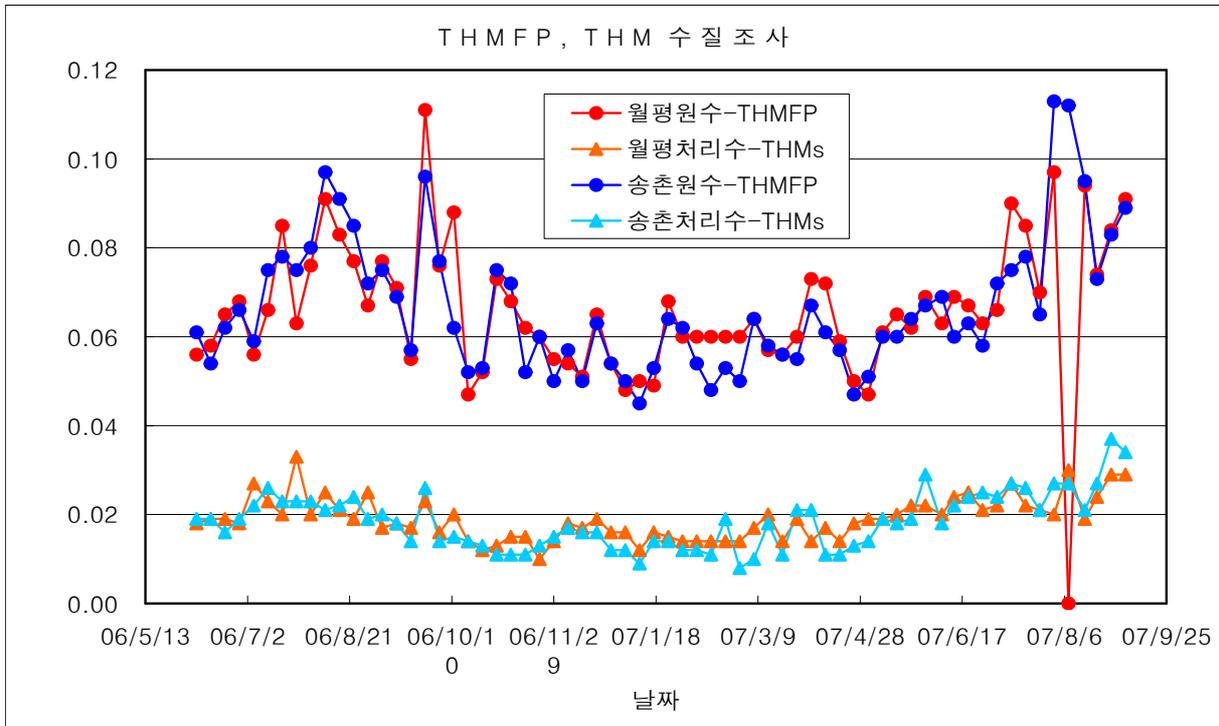
※ 바이러스와 지아디아포낭은 분석기간 중 원수 및 처리수에서 검출되지 않았음.



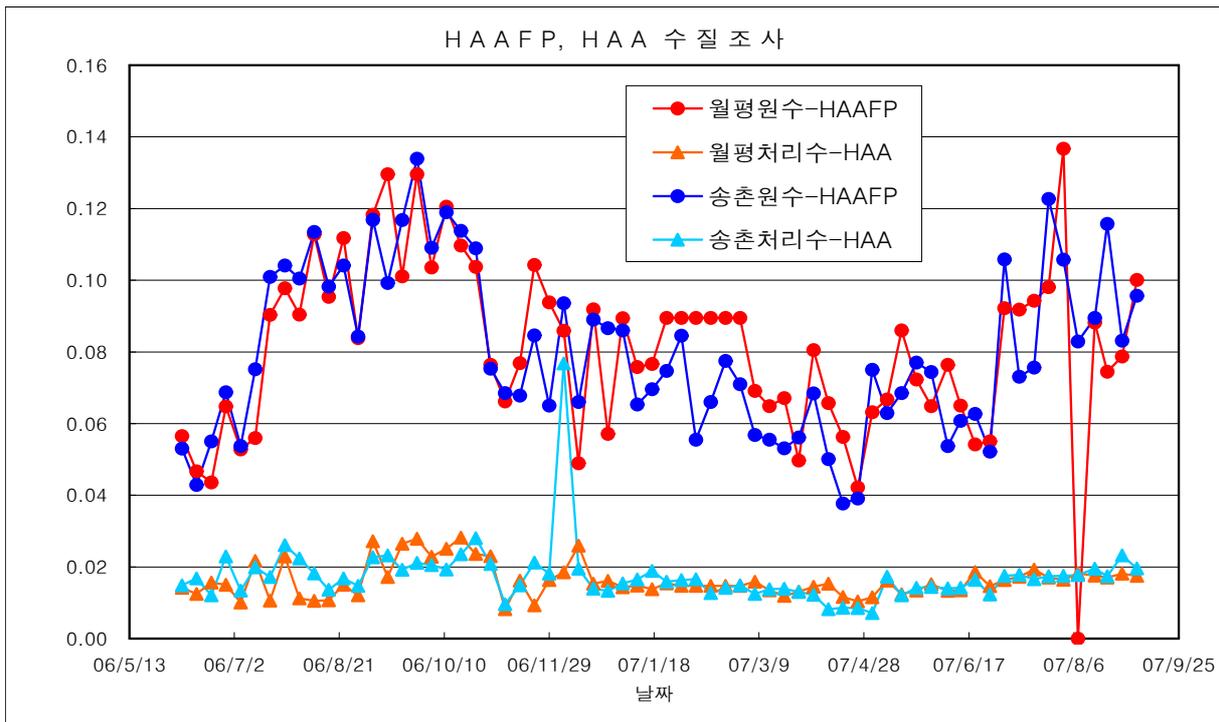
송촌 · 월평정수장 원수 COD 수질



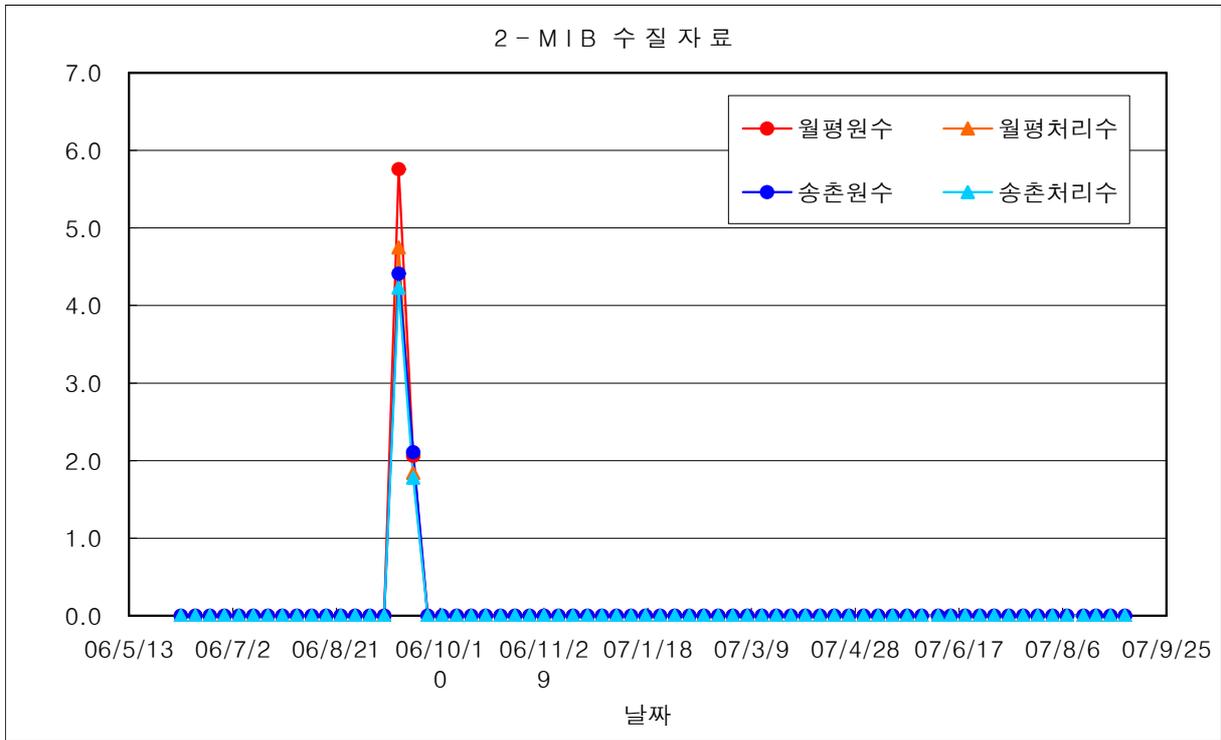
송촌 · 월평정수장 원수 탁도 수질



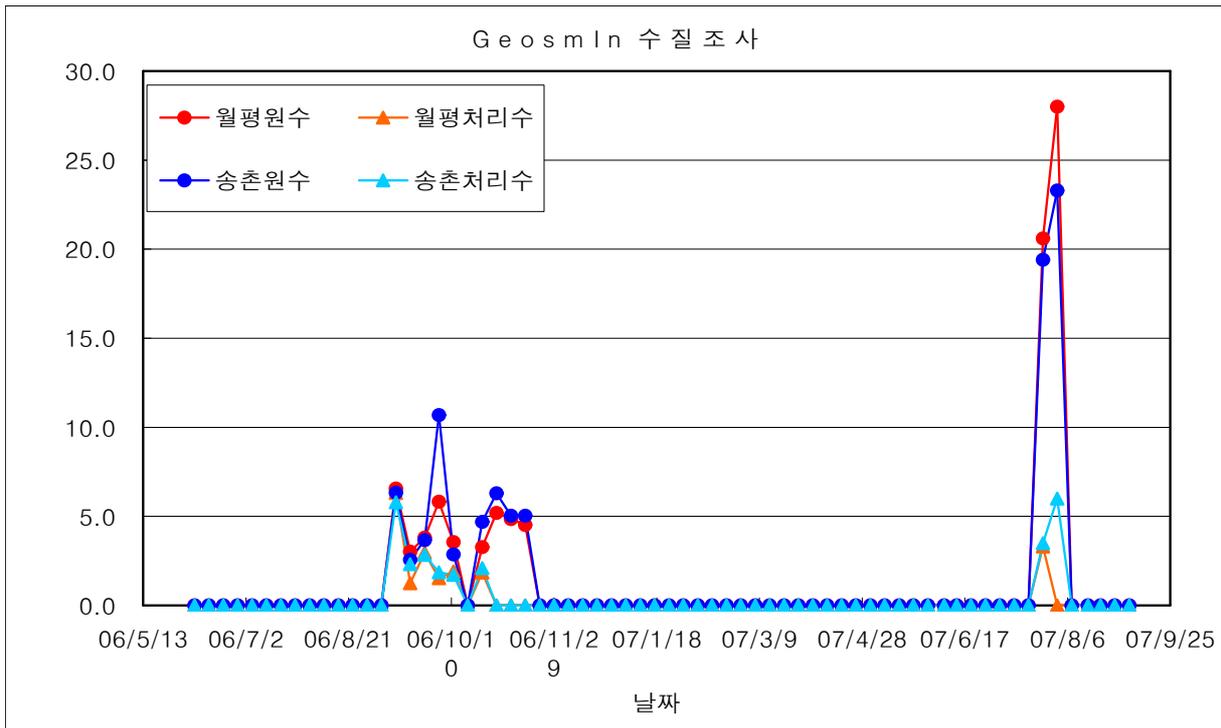
송촌 · 월평정수장 원수 THMFP, THMs 수질



송촌 · 월평정수장 원수 HAAFP, HAAs 수질



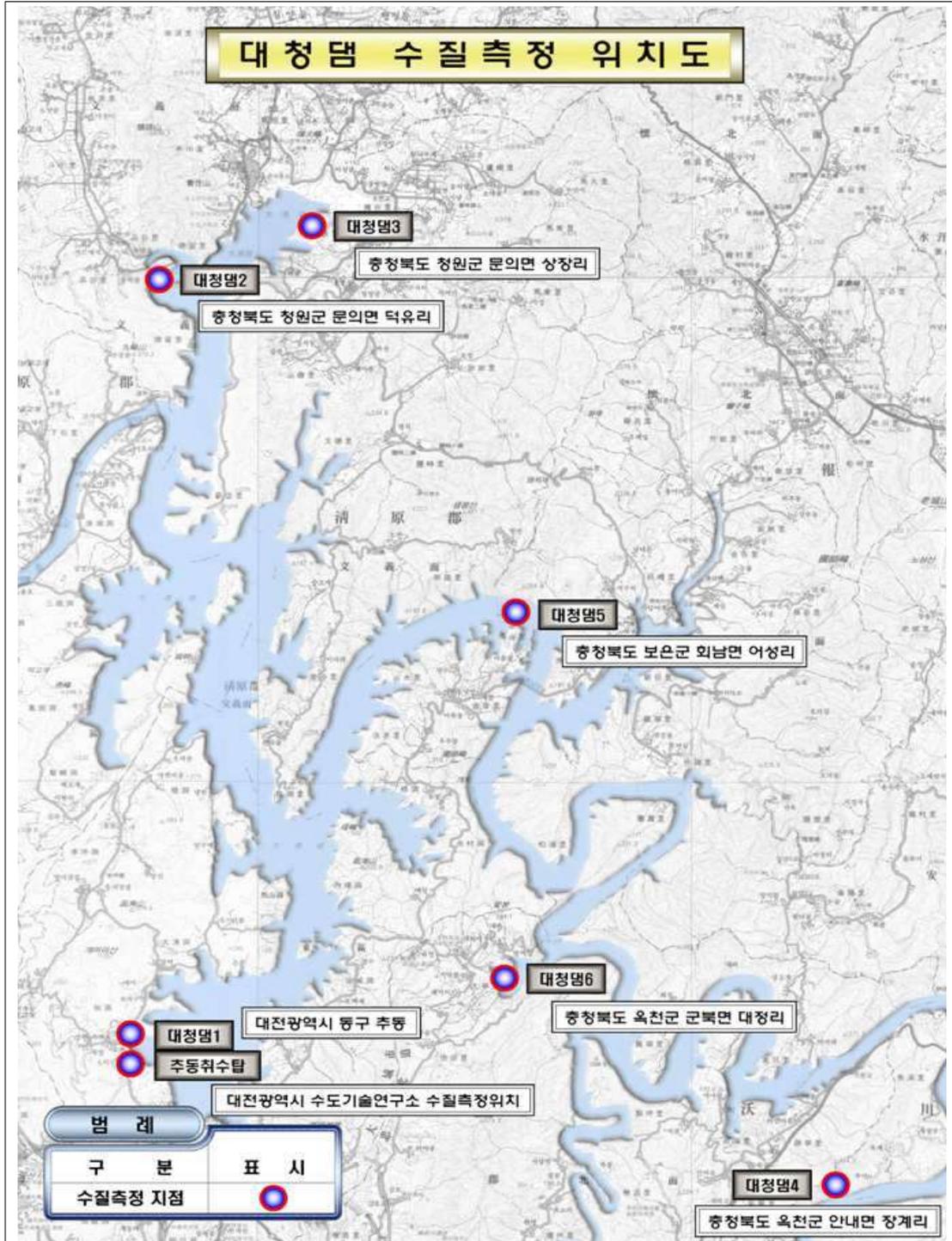
송촌 · 월평정수장 원수 2-MIB 수질



송촌 · 월평정수장 원수 Geosmin 수질

(2) 환경부 수질측정망 (대청댐1 지역)

- 대청댐에 대한 환경부 수질측정망 대청댐 1~6 지역 중 송촌정수장, 일평정수장 취수원인 추동취수탑과 가장 인접한 대청댐 1 수질자료 분석



대청댐 수질측정 위치도

- 대청댐1 지역의 COD는 대청댐1~6 지역중 가장 높은 반면, 총질소, 총인 및 클로로필-a는 대청댐1~6 지역의 평균 정도를 나타내고 있음.
- 대청댐1 지역의 원수수질은 COD 기준 연평균 3급수(3급수 : COD 6.0mg/ℓ 이하, 첨부2 : 호소수 수질기준 참조)로 「고도정수처리시설 도입 및 평가지침(환경부, 2005.7)」 상의 고도정수처리시설 도입을 위한 검토대상임.

대청댐1 지역 원수수질

구 분	pH	DO (mg/ℓ)	COD (mg/ℓ)	SS (mg/ℓ)	TN (mg/ℓ)	TP (mg/ℓ)	클로로필a (mg/m ³)	비 고
2000년	7.7	9.9	3.0	4.7	1.752	0.009	7.4	
2001년	7.5	9.3	3.2	4.3	1.704	0.012	8.8	
2002년	7.3	9.2	3.6	3.4	1.622	0.021	6.2	
2003년	8.0	9.9	3.7	4.2	2.317	0.035	8.3	
2004년	8.1	10.2	3.2	4.9	1.569	0.023	5.7	
2005년	7.8	10.5	3.2	3.0	1.795	0.022	7.4	
2006년	7.7	10.4	3.3	2.5	1.489	0.019	6.3	
2007년	7.8	9.9	3.1	2.1	1.576	0.023	4.1	
2008년	7.9	9.8	3.5	2.1	1.625	0.015	6.0	
2009년	8.1	10.0	3.7	3.1	1.657	0.023	7.5	
최 대	8.1	10.5	3.7	4.9	2.317	0.035	8.8	
최 소	7.3	9.2	3.0	2.1	1.489	0.009	4.1	
평 균	7.8	9.9	3.4	3.4	1.711	0.020	6.8	

3) 고도정수처리시설 도입의 필요성

(1) 먹는물 수질기준 강화

먹는물 수질기준현황(2008년 4월말 기준)

구 분	국내수질기준	일본 수질기준	미국 수질기준	WHO Guideline
기준항목	58	50	88	128
감시 및 권고항목	21	46(쾌적:11,감시:35)	15	
계	79	96	103	128

① 국내 수질기준 : 현재 58 항목

우리나라의 먹는물수질기준은 1963년 3월에 미생물 및 중금속류 등 30개 항목에 대한 기준을 설정한 이후 10차에 걸친 개정을 통하여 먹는물 수질 기준항목은 47개 항목에서 2002. 7. 1일부터는 55개 항목으로 9개 항목이 추가되고 1개항목이 삭제되었으며, 2008. 2. 4일부터는 55개 항목에서 58개 항목으로 추가되었으며, 일부 항목은 기준도 강화되었다. 개정 또는 신설되는 브로모디클로로메탄 및 디브로모클로로메탄 항목은 2009년 1월 1일부터 각각 시행되고, 1,4-다이옥산, 납, 비소 및 망간 항목은 처리시설 보완 등을 감안하여 2011년 1월 1일부터 각각 시행할 예정이다.

송촌 · 월평정수장 원수수질 조사(2006.6.7~2007.9.5)

항 목	단위	송촌정수장		월평정수장		수질기준		비 고	
		원수	처리수	원수	처리수				
소독 부산물							미국 : D/DBP Rule (소독/소독부산물법)		
							Stage 1	Stage 2	
	HAAFP	mg/ℓ	0.134	0.290	0.130	0.330	0.060mg/ℓ 이하	0.030mg/ℓ 이하	
	THMFP	mg/ℓ	0.113	0.768	0.111	0.282	0.080mg/ℓ 이하	0.040mg/ℓ 이하	
맛· 냄새							일본 수질기준		분말활성탄 투입
	Geosmin	ng/ℓ	23.3	6.0	28.0	6.31	10ng/ℓ 이하		
	2-MIB	ng/ℓ	4.41	4.23	5.76	4.75	10ng/ℓ 이하		

※ 조류발생기에 분말활성탄을 투입하여 맛·냄새 제거

② WHO 가이드라인 : 현재 가이드라인 설정물질은 128항목(3rd edition)

WHO에 의하면 수중에는 2,000여종 이상의 화학물질이 존재하며 약 750여 종이 먹는물에서 확인되었고 그중에서 발암성 및 돌연변이성물질 등이 포함되어 있다고 보고하였다. 그리고 먹는물에서 발생가능한 오염물질에 대한 위해성 평가를 통하여 100여종에 대한 권고치를 마련하였다.

③ 미국에서의 수질기준

미국 EPA의 경우 위해성평가 결과에 의거하여 약 250여종의 물질에 대한 먹는물 수질기준 목표(MCLG)와 수질기준(MCL)을 제시하고 있다.

- 제1종 음료수 규칙 : 준수의무가 있는 86 항목인 최대 허용농도(MCL) 외에 목표농도(MCLG) 제시
- 제2종 음료수 규칙 : 준수의무 없음(15개 항목)

제2종 음료수 규칙

	항 목 명	2차기준		항 목 명	2차기준
1	알루미늄	0.05 ~ 0.2 mg/L	9	망간	0.05 mg/L
2	염화물	250 mg/L	10	맛	3 ton
3	색도	15 도	11	pH	6.5-8.5
4	구리	1.0 mg/L	12	은	0.10 mg/L
5	부식	부식성이지 않음	13	황산염	250 mg/L
6	불소	2.0 mg/L	14	TDS	500 mg/L
7	계면활성제	0.5 mg/L	15	아연	5 mg/L
8	철	0.3 mg/L			

(2) 원수수질

- 수질기준에 있는 주요항목 중 통상의 정수처리로 충분히 제거될 수 있는 물질로는 탁도, 철, 일반세균, 대장균 등이며, 반면 색도, 암모니아성 질소, 음이온 계면활성제 및 취기는 실제 통상의 정수처리로는 완전한 제거를 기대할 수 없다. 더욱이 과망간산칼륨 소비량, 일반세균, 대장균 등은 저농도 범위에서 어느정도 제거효과가 기대되나 원수중의 농도가 높은 경우는 문제시 될 수 있다.
- 고도정수처리는 통상처리가 어려운 물질들을 포함하여 현재 염소처리시 문제가 되는 THM 등 유기할로젠화합물의 생성을 방지하고 합성유기물질(Synthetic Organic Compounds, SOCs), 휘발성유기물질(Volatile Organic

Compounds, VOCs) 등 미량 유기화합물질의 처리에도 효과가 있다.

- 소독부산물 중 최근 국내의 수질기준에 도입된 할로초산(Haloacetic)은 낙동강, 금강 등에서 취수하는 정수장에서 수질기준 이상 검출될 가능성이 높은 것으로 알려져 있다. 송촌정수장 및 월평정수장 수질을 검토한 결과 소독부산물 생성능인 HAATP가 송촌정수장은 최고 134 $\mu\text{g}/\text{L}$, 월평정수장은 최고 130 $\mu\text{g}/\text{L}$ 로 EPA 수질기준을 초과하는 것으로 나타났으며 소독부산물 생성능은 원수를 염소처리하였을 때 최대로 발생할 수 있는 양으로 생각할 수 있어, 실제 공정에서는 이보다 낮은 농도로 발생되는게 일반적이다. 특히, 수온이 낮은 시기에는 소독부산물 발생이 낮아 문제되지 않으나 수온이 높아지는 여름철에는 HAA 및 THM 모두 수질기준 이상 발생될 가능성이 있다.
- 또한 2009년 대청호 조류발생은 회남수역의 경우 주의보 29일, 경보 18일(추동수역은 주의보에 가까운 조류발생)로 조류가 발생하였으며 이에 대한 대전광역시 대책으로 정수장내 분말활성탄 투입(123일간), 취수탑 전면의 수중폭기시설 가동(198일간) 등의 임시 방편으로 조류로 인한 이취미 발생에 따른 민원을 해결하는 것으로 조사되었다.
- 사고사례 : 1993년 미국 Milwaukee시의 Cryptosporidium 감염사건
 - 1993년 미국 Milwaukee시에서 일어난 Cryptosporidium 감염 등의 돌발사건이 엄청난 사회문제로 비화
 - 40만 이상의 시민이 앓고 100명 이상이 Cryptosporidium 감염으로 죽은 사건
 - 사건조사 EPA기록에 의하면 정수장에서 갑자기 쓰기 시작한 응집제 응집이 잘 안되어서 원수에 다량 포함된 Cryptosporidium 균주가 그대로 정수처리시설을 통과하여 시민들에게 엄청난 건강문제를 주게 된 것이었다. 문제가 된 탁도의 수치는 눈에 띄게 불규칙하고 높았는데(0.1~

2.5NTU), 이 사건이 전 미국에 Cryptosporidium의 위험을 알렸을 뿐만 아니라 정수처리의 중요성, 특히 탁도를 통제하는 기폭제가 되었다. 1996년 현재 미국 55% 이상의 중·대형 규모의 정수처리시설은 0.1NTU 이하의 탁도를 유지

(3) 대안검토

- 「고도정수처리시설 도입 및 평가지침(환경부, 2005.7)」 검토 결과, 대전광역시 월평정수장 및 송촌정수장은 수질기준이 COD 기준 3급수에 해당하고, 대안검토 결과 대안으로는 수질개선이 어려운 것으로 검토되어 고도정수처리시설 도입이 필요함.

고도정수처리시설 도입을 위한 수질조사(2006.6.7~2007.9.5), 환경부 수질측정망(대청댐1 지역), 대전광역시 수도기술연구소의 원수수질을 검토한 결과 COD 기준 연평균 3급수에 해당하므로, 「고도정수처리시설 도입 및 평가지침(환경부, 2005.7)」 제4조(검토대상) 1항에 해당되므로 고도정수처리시설 도입 검토



「고도정수처리시설 도입 및 평가지침(환경부, 2005.7)」 제5조(대안검토)의 대안검토 결과, 대안인 아래표의 1~4항으로는 수질개선이 어려우므로 고도정수처리시설 도입이 필요함.

대안	검토 결과
1. 수질보전대책으로 취수원의 수질개선 가능성	○ 현재 대전광역시에서 취수원 수질보전대책으로 수중폭기시설, 인공식물섬 및 인공습지 운영중
2. 취수원 변경 가능성	○ 수질·수량적인 측면에서 취수원(Q=1,050천m ³ /일)을 변경하더라도 원수수질의 개선가능성은 없음.
3. 광역상수도 수수 또는 인근 정수장간 연계 운영	○ 대청댐 1,2단계(Q=1,230천m ³ /일)는 청주시, 천안시 등 5개시·군에 기 배분되어 용수공급 중이며, ○ 대전광역시 인근에는 광역상수도인 청주정수장(403천m ³ /일)을 제외하고는 대규모 정수장이 없으므로 연계 운영은 어려움.
4. 기존 일반정수처리방법 개선	○ 기존 급속여과시설로는 제거대상물질인 소독부산물(THMs), 맛·냄새물질(2-MIB, Geosmin) 제거가 어려움.

(4) 고도정수처리시설 도입 필요성

- 장래 먹는물 수질기준의 강화, 기존 정수처리공정으로는 제거가 어려운 소독부산물, Cryptosporidium, Giardia 등의 병원성미생물 저감 및 맛·냄새물질의 효과적인 제거를 위해 고도정수처리시설 도입이 필요함.

항 목	고도정수처리 도입의 필요성
먹는물 수질기준 강화	<ul style="list-style-type: none"> • THMs, HHAs 등의 소독부산물(DBPs) 수질규제 강화 • 독성, 발암성 유발 미량 오염물질 분석기술 발달로 수질기준 강화 • 깨끗하고 안전한 수돗물에 대한 시민욕구 증대(건강 보호항목 확대)
원수수질	<ul style="list-style-type: none"> • TOC, NOM 유기물 제거 필요성 확대 • 조류 번성(7월~10월)으로 인한 각종 맛, 냄새를 유발 <ul style="list-style-type: none"> ※ 송촌정수장 및 월평정수장 분말활성탄 투입기간 증대('09.7.31~11.30, 123일) • 기존 시설에서 분말활성탄 투입으로 일부 제거가 가능하나, 남조류에 의한 고농도의 흙·곰팡이 냄새(Geosmin 및 2-MIB)는 처리 곤란 <ul style="list-style-type: none"> ※ Geosmin : 송촌 0~23.3ng/ℓ('07.8.1 23.3ng/ℓ), 월평 0~28.0ng/ℓ('07.8.1 28.0ng/ℓ) 2-MIB : 송촌 0~4.41ng/ℓ('06.9.20 4.41ng/ℓ), 월평 0~5.76ng/ℓ('06.9.20 5.76ng/ℓ) → 조류발생기(7월~10월)에 정수장에 분말활성탄을 투입하여 맛·냄새 제거
사고예방	<ul style="list-style-type: none"> • 1993년 미국 Milwaukee시 : Cryptosporidium 감염등 돌발사건

4) Pilot Plant 개요

- pilot plant는 총 시설용량 90m³/d이고, 대전광역시 송촌정수장에 설치하여 대청댐 원수를 처리
- pilot plant는 3 계열로 구성되었으며, 각 계열 당 용량은 30m³/d



Pilot plant 공정도

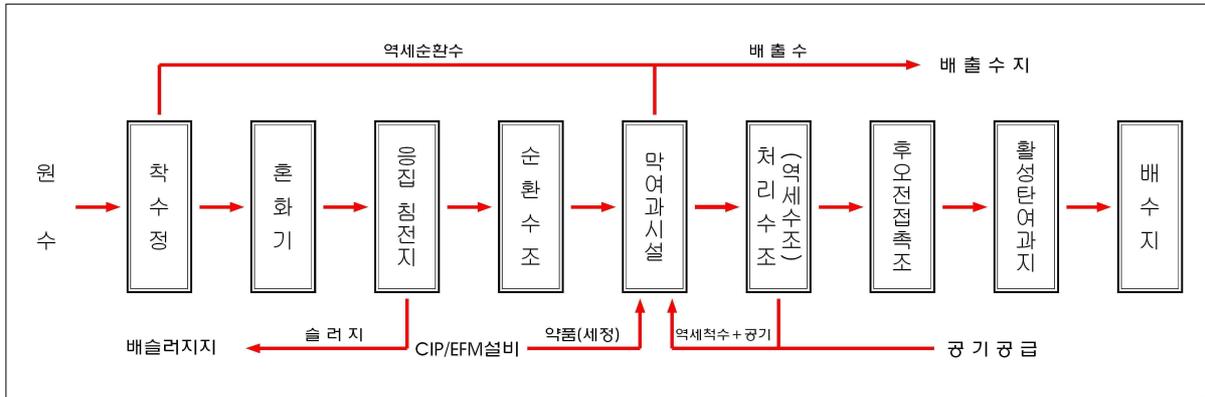
5) 고도정수처리시설 공정선정

(1) 송촌정수장

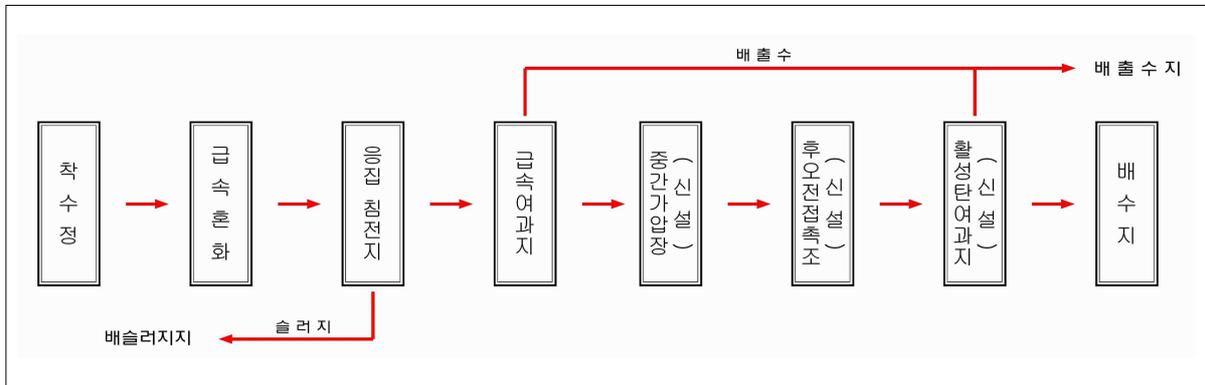
고도정수처리시설 공정

구 분		송촌정수장	비 고
시설용량	금회	Q=100천m ³ /일	
	장래	Q=200천m ³ /일	
고도처리 공정	금회	막여과+(후오존)+활성탄	
	장래	후오존+활성탄	

① 처리계통도



송촌정수장 1단계(Q=100천m³/일) 처리계통도



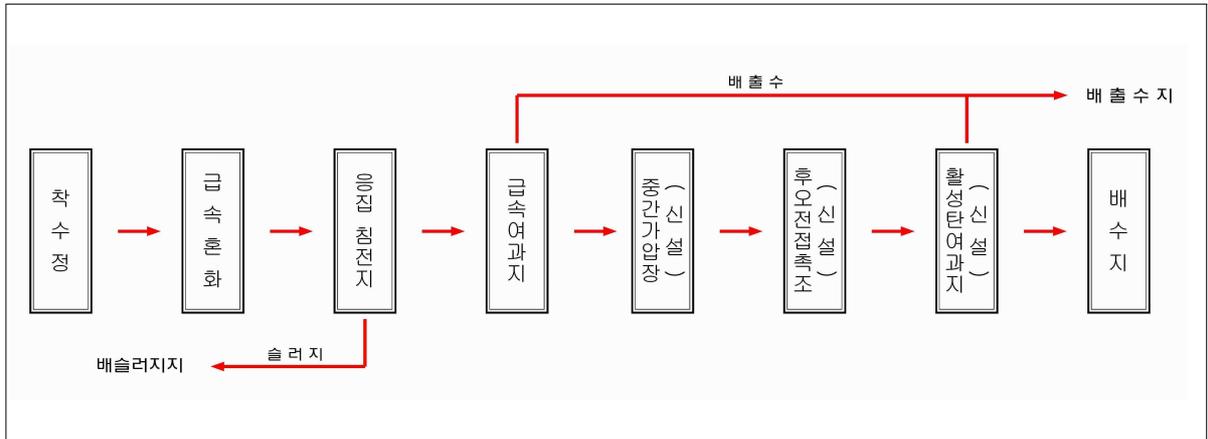
송촌정수장 2단계(Q=200천m³/일) 처리계통도

(2) 월평정수장

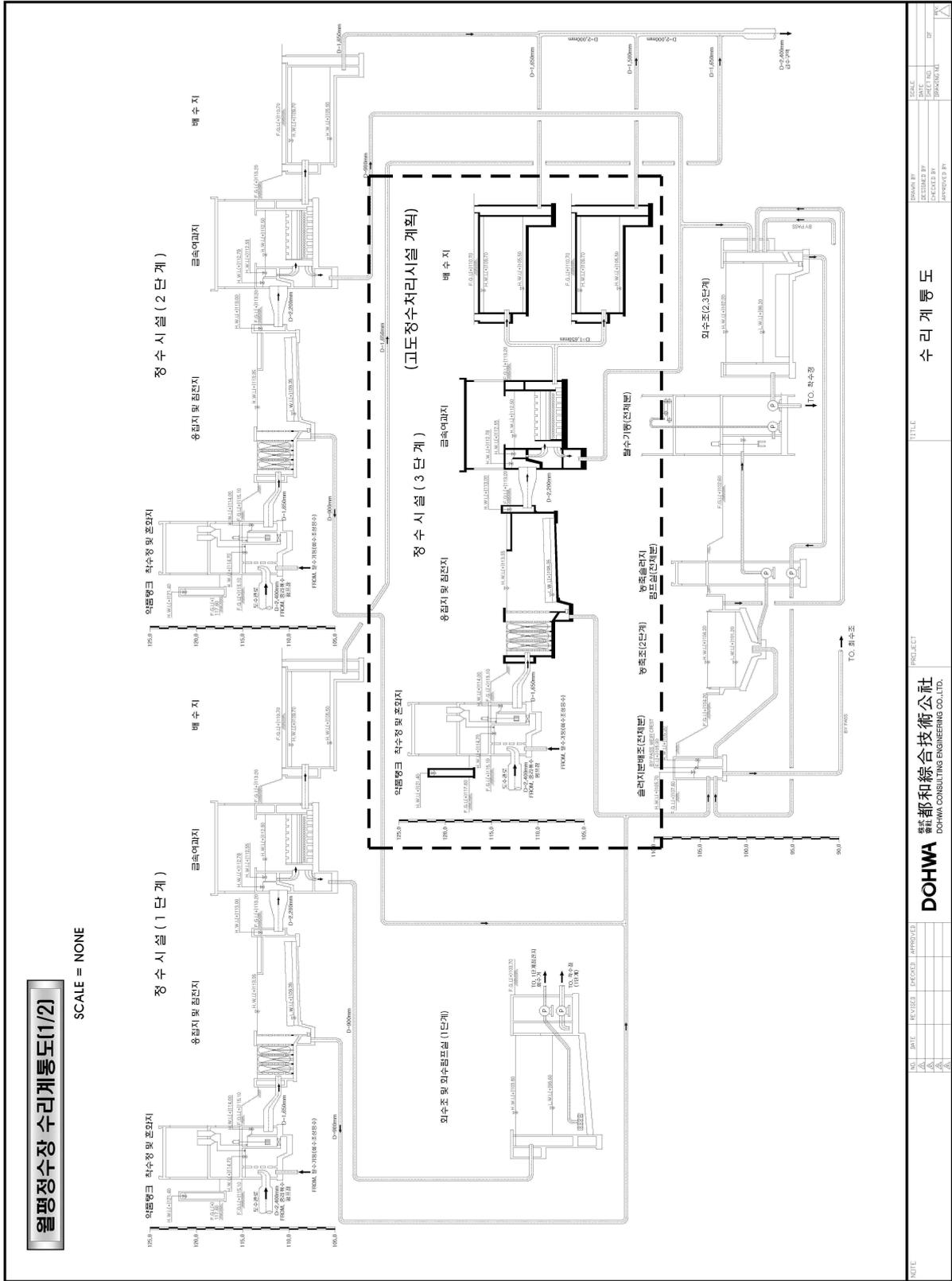
월평정수장 고도정수처리시설 공정

구 분		승촌정수장	비 고
시설용량	금회	Q=200천 m ³ /일	
	장래	Q=400천 m ³ /일	
고도처리 공정	금회	후오존 + 활성탄	
	장래	후오존 + 활성탄	

① 처리계통도



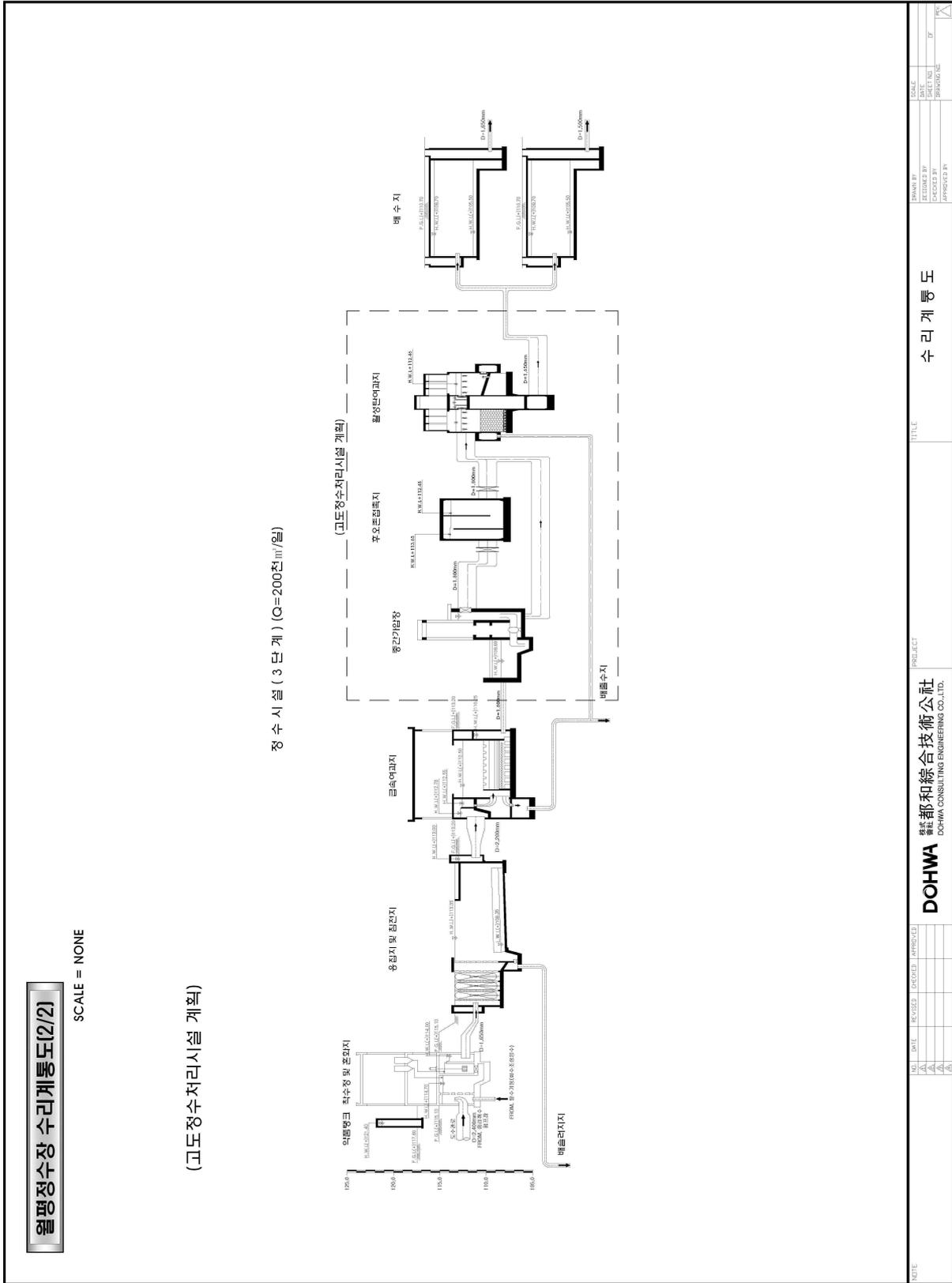
울평정수장 고도정수처리시설 처리계통도



월평정수장 수리계통도(1/2)

SCALE = NONE

월평정수장 고도정수처리시설 수리계통도 (1/2)



월평정수장 고도정수처리시설 수리계통도 (2/2)

6) 사업비 산정

월평·송촌정수장 고도정수처리시설 소요사업비

(단위 : 백만원)

구 분		계			송촌정수장			월평정수장			
		계	국고	시비	계	국고	시비	계	국고	시비	
개 요	시설용량	1단계	Q=200천m ³ /일			Q=100천m ³ /일			Q=200천m ³ /일		
		2단계	Q=600천m ³ /일			Q=200천m ³ /일			Q=400천m ³ /일		
	고도처리	1단계				막여과+활성탄			후오존+활성탄		
		2단계				후오존+활성탄			후오존+활성탄		
계	소 계		181,367	126,954	54,413	74,404	52,081	22,323	106,963	74,873	32,090
	1. 공사비		168,300	117,810	50,490	69,060	48,342	20,718	99,240	69,468	29,772
	2. 보상비		-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3. 관리비		13,067	9,144	3,923	5,344	3,739	1,605	7,723	5,405	2,318
	○ 설계비		6,590	4,612	1,978	2,635	1,844	791	3,955	2,768	1,187
	○ 감리비		6,088	4,261	1,827	2,548	1,783	765	3,540	2,478	1,062
	○ 부대비		389	271	118	161	112	49	228	159	69
	1단계 (금회) 소 계		74,404	52,081	22,323	38,672	27,069	11,603	35,732	25,012	10,720
1. 공사비		69,060	48,342	20,718	35,980	25,186	10,794	33,080	23,156	9,924	
2. 보상비		-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3. 관리비		5,344	3,739	1,605	2,692	1,883	809	2,652	1,856	796	
○ 설계비		2,635	1,844	791	1,296	907	389	1,339	937	402	
○ 감리비		2,548	1,783	765	1,311	917	394	1,237	866	371	
○ 부대비		161	112	49	85	59	26	76	53	23	
2단계 (장래)	소 계		106,963	74,873	32,090	35,732	25,012	10,720	71,231	49,861	21,370
	1. 공사비		99,240	69,468	29,772	33,080	23,156	9,924	66,160	46,312	19,848
	2. 보상비		-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3. 관리비		7,723	5,405	2,318	2,652	1,856	796	5,071	3,549	1,522
	○ 설계비		3,955	2,768	1,187	1,339	937	402	2,616	1,831	785
	○ 감리비		3,540	2,478	1,062	1,237	866	371	2,303	1,612	691
	○ 부대비		228	159	69	76	53	23	152	106	46

연차별 투자계획

(단위 : 백만원)

구분	계	년 도							
		2011	2012	2013	2014	2015	2016 ~2020	2021 ~2025	
계	전체	181,367	1,296	12,450	13,789	23,940	11,464	11,465	106,963
	1단계(금회)	74,404	1,296	12,450	13,789	23,940	11,464	11,465	-
	2단계(장래)	106,963	-	-	-	-	-	-	106,963
송촌 정수 장	전체	74,404	1,296	12,450	12,450	12,476	-	-	35,732
	1단계(금회)	38,672	1,296	12,450	12,450	12,476	-	-	-
	2단계(장래)	35,732	-	-	-	-	-	-	35,732
월평 정수 장	전체	106,963	-	-	1,339	11,464	11,464	11,465	71,231
	1단계(금회)	35,732	-	-	1,339	11,464	11,464	11,465	-
	2단계(장래)	71,231	-	-	-	-	-	-	71,231

3.4 배출수 처리시설

3.4.1 개요

최근에는 원수수질의 악화와 정수량의 증가로 배출슬러지의 무처리 방류가 양과 질적인 면에서도 환경오염 문제를 야기하기 시작하였고, 각종 환경문제에 대한 국민들의 인식변화와 관심도가 증가되면서 사회적인 문제로 대두되었다. 또한, 슬러지의 무처리 방류는 방류관거와 하천의 바닥에 슬러지가 침적됨에 따라 사회적 및 환경적 문제점과 민원이 발생되고 있는 실정이다. 그리고, 정부에서도 환경정책강화와 함께 정수장 배출슬러지에 대한 인식이 바뀌기 시작하여 배출수 처리시설을 계획하게 되었으며 환경보전법에 의한 배출시설 설치허가를 받도록 하는 등 법적 규제의 강화로 종래와 같이 인근 하천으로의 무처리 방류는 불가하므로 정수장의 배출슬러지도 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률의 배출허용기준 이하로 처리하여 방류함으로써 공공수역의 수질보전과 인근주민의 생활환경 개선은 물론 수자원의 보호측면에서도 반드시 배출수 처리시설은 필요한 것으로 판단된다.

송촌정수장은 현재 배출수처리시설이 없어 전량 하수관거로 방류하고 있는 실정이나 배출수처리시설 공사를 시행중에 있어 2010년에는 운영이 가능할 것으로 판단된다.

3.4.2 배출수 처리시설의 법적근거

일반적으로 정수장의 정수처리 과정에서 발생하는 배출수는 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 및 폐기물 관리법의 규정을 받으며 내용은 다음과 같다.

가. 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률

- 폐수배출시설(동법 제2조 및 동법 시행규칙 제6조)

“폐수배출시설”이라 함은 수질오염물질을 배출하는 시설물·기계·기구 그

밖의 물체로서 환경부령이 정하는 것을 말한다. 다만 「해양환경관리법」 제2조 제16호 및 제17호에 따른 선박 및 해양시설을 제외한다.

○ 배출허용기준(동법 제32조 및 동법 시행규칙 제34조)

폐수배출시설(이하 “배출시설”이라 한다)에서 배출되는 수질오염물질의 배출허용기준은 환경부령으로 정한다.

○ 배출시설의 설치허가 및 신고(동법 제33조)

배출시설을 설치하고자 하는 자는 대통령령이 정하는 바에 의하여 환경부 장관의 허가를 받거나 환경부장관에게 신고하여야 한다. 다만, 제7항의 규정에 의하여 폐수무방류배출시설을 설치하고자 하는 자는 환경부 장관의 허가를 받아야 한다.

○ 방지시설의 설치·설치면제 및 면제자의 준수사항 등(동법 제35조)

제33조제1항 내지 제3항의 규정에 의하여 허가·변경허가를 받은 자 또는 신고·변경신고를 한 자(이하“사업자”라 한다)가 당해 배출시설을 설치하거나 변경할 때에는 그 배출시설로부터 배출되는 수질오염물질이 제32조의 배출허용기준 이하로 배출되게 하기 위한 수질오염방지시설(폐수무방류배출시설의 경우에는 폐수를 배출하지 아니하고 처리할 수 있는 수질오염방지시설을 말한다. 이하 같다.)을 설치하여야 한다. 다만, 대통령령이 정하는 기준에 해당하는 배출시설(폐수무방류배출시설을 제외한다)의 경우에는 그러하지 아니한다.

○ 배출시설의 가동개시 신고(동법 제37조)

사업자는 배출시설 또는 방지시설의 설치를 완료하거나 배출시설의 변경(변경신고를 하는 경우에는 대통령령이 정하는 변경의 경우에 한한다)을 완료하여 당해 배출시설 및 방지시설을 가동하고자 하는 때에는 환경부령이 정하는 바에 의하여 미리 환경부장관에게 가동개시 신고를 하여야 한다. 신고한 가동개시일을 변경하고자 할 때에는 환경부령이 정하는 바에 따라 변경신고를 하여야 한다.

나. 폐기물 관리법

- 정수장 슬러지의 사업장폐기물 분류(동법 제2조 제3호 및 동법 시행령 제2조) “사업장폐기물”이라 함은 대기환경보전법·수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 또는 소음·진동규제법의 규정에 의하여 배출시설을 설치·운영하는 사업장이나 그 밖에 대통령령으로 정하는 사업장에서 발생하는 폐기물을 말한다.
- 폐기물 처리시설(동법 제2조 제8호 및 동법 시행령 제5조)
“폐기물처리시설”이란 폐기물의 중간처리시설과 최종처리시설로서 대통령령이 정하는 시설을 말한다.
- 폐기물재활용 신고(동법 제46조의 1)
다른 사람의 사업장폐기물을 재활용하는 자로서 다음 각호의 어느 하나에 해당하는 자는 환경부령으로 정하는 바에 따라 시·도지사에게 신고하여야 한다.

3.4.3 배출수 특성

가. 개요

정수장에서 발생하는 슬러지(배출수)의 특성은 수원의 종류, 원수의 수량과 수질, 응집제의 종류 그리고 정수처리방법 등에 따라 크게 다르고, 이들 모든 인자는 슬러지의 농축 및 탈수 특성에 영향을 미친다. 정수슬러지는 원수 중의 모래나 실트 같은 무기물과 유기물, 그리고 수산화 알루미늄으로 구성된 젤라틴 물질이며, 고형물 농도가 낮고 수분 함량이 높아 농축이 어려운 것으로 보고되고 있다. 또한, 슬러지는 발생공정에 따라 침전슬러지 및 역세척 슬러지로 나뉘어지는데, 침전슬러지는 자연 침강이 가능한 비교적 입자가 큰 고형물과 응집제에 의해 응집된 슬러지로 구성된다. 역세척 슬러지는 침전지에서 침전되지 못한 미세한 플럭(floc)으로 역세척시 발생되고, 여기에는 역세척시 역세압력에 의해 유

출되는 여재(sand or anthracite)와 부유성 실트가 포함된다.

나. 물리적 특성

정수슬러지의 특성을 거시적인 것과 미시적인 것으로 분류하면, 거시적인 특성은 슬러지 탈수에 영향을 주는 비저항, 슬러지 침강속도 그리고 고형물 농도 등이며, 미시적인 특성은 입자의 입경분류와 밀도 등이다. 다음 표에서 요약된 바와 같이 일반적으로 사용되는 응집약품인 Alum의 밀도는 대략 $1,180\text{kg/m}^3$ 이고, 단위 중량 당 부피는 0.85L 이다. 99%의 수분을 포함하고 있는 Alum 슬러지는 건조 고형물 kg 당 $99.85\text{L}(0.85\text{L/kg} + \frac{1\text{L}}{\text{kg}} \times \frac{99\%}{1\%} = 99.85\text{L})$ 의 용적을 가지며, 슬러지의 밀도는 1001.8kg/m^3 이다.

$$\rho = (\text{solid content}) (\text{solid density}) + (\text{water content}) (\text{water density})$$

$$\therefore \rho = (0.01)(1180) + (0.99)(1000) = 1,001.8\text{kg/m}^3$$

수분 함량이 99%에서 98%로 감소되면, 건조고형물량 kg 당 슬러지 용적은 99.85L 에서 $49.85\text{L}(0.85\text{L/kg} + \frac{1\text{L}}{\text{kg}} \times \frac{98\%}{2\%} = 49.85\text{L})$ 로 크게 감소하고, 중량 밀도는 1001.8kg/m^3 에서 1003.6kg/m^3 으로 약간 증가한다.

한편, 수산화알루미늄의 밀도는 저탁도 원수인 경우 $1,200 \sim 1,008\text{kg/m}^3$, 고탁도 원수인 경우 $1,008 \sim 1,018\text{kg/m}^3$ 으로 알려져 있다.

Alum 슬러지의 floc 형상은 장축에 대한 단축의 비가 $0.5 \sim 0.75$ 인 타원형이며, 주축 길이는 폴리머 조정이 안 된 슬러지의 경우 $5 \sim 50 \mu\text{m}$ 이고 폴리머로 조정된 슬러지는 $5 \sim 100 \mu\text{m}$ 로 보고되고 있다. 또한, 슬러지의 비표면적은 $1 \sim 2\text{m}^2/\text{m}^3$ 인 것으로 알려져 있다.

일반적인 부유물질의 밀도

Suspended solids	Mass density (kg/m ³)
sand	2,650
clay	2,200 ~ 2,600
aluminium, Al ₂ O ₃ · 20H ₂ O	1,180
ferric oxide, Fe ₂ O ₃ · 20H ₂ O	1,340
calcium carbonate, CaCO ₃ , crystals	2,600
sewage solids	about 1,500

다. 화학적 특성

슬러지 내 수분함량은 여러 연구자에 의해 다양한 모델로 제시되었다. 다음 표에 정리된 바와 같이 각 모델들은 몇 가지 용어만 다를 뿐, 물과의 결합력(binding force) 정도에 근거한 것으로 대체로 같은 범주를 갖고 있다. 한편, Vesilind는 슬러지 내 수분을 다음과 같은 4개의 범주로 정의하였다.

- 자유수(free water) : 어느 방법이든지 슬러지 고형물에 부착되지 않는 물로서, 중력농축으로 제거 가능하다.
- 간극수(floc water) : 플러크 구조 내 포획된 물로서, 고속원심분리로 제거가 가능하다.
- 모관수(capillary water) : 개개의 고형물 입자에 흡착된 물로서, 고속 원심분리로 제거된다.
- 결합수(bound water) : 개개 입자에 화학적으로 결합된 물로서, 원심분리로도 제거되지 않는다.

슬러지 내 물 분포

Vesilind	Smollen	Moller	Arundle
Free Water	Free Moisture	interspace Water	Interspace/Free Water
Floc Water	Immobilized Moisture	Capillary Water	Interfloc/ Intra-aggregate Water
(none)	(none)	Adhesion Water	(none)
Capillary Water (mechanically removable)	Bound Water (thermally removable)	Adsorption Water (thermally removable)	Inerfloc Water (mechanically removable)
Bound water	Chemically Bound Water	Internal Water	Adsorbed & Internal Water

정수장에서 발생하는 Alum 혹은 철염슬러지의 유기물 함량은 높을 수도 있으나, 쉽게 생분해 되는 유기질이 아니기 때문에 부패성은 높지 않은 편이다. 정수장 슬러지의 물리·화학적 특성은 다음과 같고, 이를 다음 표에 요약하였다.

- 슬러지의 고형물 농도와 밀도, 농축특성, 그리고 탈수성은 원수의 특성에 크게 영향을 받고, 계절에 따라서도 크게 변한다.
- 고탁도 시 발생하는 슬러지가 농축과 탈수가 잘 되는 반면에, 주로 저탁도 시 발생하는 슬러지가 배출수 처리공정의 운영에 문제를 야기한다.
- 조류 농도가 높은 원수를 처리할 때 발생하는 슬러지는 고형물 농도가 낮고 가볍다.
- 금속수화물 함량이 높은 슬러지는 탈수특성이 상대적으로 나쁜데, 이는 금속수화물이 물분자를 함유하고 있기 때문이다.
- Alum슬러지는 압축성이 나쁘기 때문에 침전지에서 보통 0.5~2%의 고형물 함량을 갖는다. 한편, 모래 건조상에서 2일 동안 고형물 함량이 10%까지 증가한다.
- 침전슬러지의 고형물 농도는 침전지의 설계 및 운전방법에 따라 다르나, 일반적으로 0.1%~1% 정도의 고형물 농도로 배제된다. 다만, 슬러지가 1개월

이상 침전지에서 축적되면 고형물 농도가 4~6%로 농축되기도 한다.

- 슬러지의 밀도는 함수율에 좌우되지만, 고형물 농도 1% 정도까지는 물과 거의 같다. 건조된 슬러지의 밀도는 1,200~1,520kg/m³이고, 고형물의 비중은 1.5~2.5 범위이다.
- 슬러지의 점성과 전단강도는 고형물 농도에 비례한다. 고형물 농도가 2% 미만인 경우, 슬러지의 비저항은 고형물 농도가 증가할수록 감소한다. 그러나 고형물 농도가 2% 이상일 때 비저항은 거의 일정하다.

Alum슬러지의 물리·화학적 특성

성 상	Alum슬러지	비 고
• 물리적 특성		
양(kg/1000m ³)	8 ~ 210 (보통 48)	
비저항 (s ² /g)	1.05 ~ 5.4 × 10 ¹⁰	
점도 (g/cm · sec)	0.03(non-Newtonian)	
침강속도(cm/sec)	0.06~0.15	
건조중량(kg/m ³)	1200 ~ 1520	
• 화학적 특성		
BOD ₅ (mg/l)	30 ~ 300	
COD (mg/l)	30 ~ 5000	
pH	6.0 ~ 8.0	
TS (%)	0.1 ~ 4	
• 고형물 특성		
Al ₂ O ₃ · 5H ₂ O (%)	15 ~ 40	
Fe (%)	—	
불활성성분(%)	35 ~ 70	
유기물 (%)	15 ~ 25	
휘발성 유기물 (%)	—	

한편, 다음 표는 Kawamura(2000)의 문헌에 보고된 Alum 슬러지의 화학적 조성이다.

Alum슬러지의 화학적 조성

BOD (mg/l)	COD (mg/l)	pH	Total Solids (%)	Al ₂ SO ₃ (%)	SiO ₂ & Inert (%)	Organics (%)
30~300	30~5000	6~8	0.1~4	15~40	35~70	15~25

3.4.4 배출수처리시설 구성

가. 조정시설

통상적으로 여과지로부터의 세정배수와 침전 슬러지는 양과 질적으로 일정하지 않고 간헐적으로 배출되므로, 이를 일시 저류하고 질과 양을 조정하여 농축조 이후의 시설에 대한 부담을 균등화시키는 시설이 필요하다. 조정시설에는 여과지로부터 세정배수가 유입되는 배출수지와 침전지의 침전 슬러지가 유입되는 배슬러지지가 있다.

나. 농축시설

농축은 공정에서 탈수처리함을 전제로 할 때 탈수공정에 들어가기 전에 자연 침강으로 슬러지 농도를 높여 두는 것이 유리하다. 일반적으로 기계탈수에서 슬러지 농도가 높을수록 탈수 속도가 빠르고 탈수케익의 함수율도 적어진다. 또한 자연건조에서도 건조상의 면적을 줄일 수 있고 건조일수도 단축된다.

다. 탈수시설

탈수는 농축된 슬러지의 수분과 용적을 감소시켜 운반과 최종처분을 쉽게 하는 공정이며, 탈수방법에는 자연건조와 기계력을 이용한 진공여과, 가압여과, 원심분리 등이 있고, 기타 열건조 및 소각을 추가시킬 수도 있다.

라. 처분시설

탈수건조된 슬러지 케익은 최종적으로 성토, 매립, 해양투기 등의 방법으로 처분된다.

3.4.5 송촌정수장 배출수 처리시설 계획

현재 송촌정수장에서 공사 중인 배출수처리시설에 대한 내용을 수록하였다.

송촌정수장 배출수처리시설 시설개요

구 분		내 용	비 고
일반현황	위 치	대전광역시 대덕구 송촌동 송촌정수장내	
	시 설 용 량	Q=300천m ³ /일	
토 목	배 출 수 지	W11.0m × L68.0m × He3.2m × 2지	
	배슬러지지	W5.0m × L30.0m × He3.6m × 2지	
	농 축 조	D25.0m × He4.2m × 2지	
건 축	탈수기동	1동 : 지하1층, 지상2층	
		W26.4m × L22.5m	
		연 면 적 : 1,853m ²	
		건축면적 : 658m ²	
기 계	배 출 수 지	슬러지수집기 : 수중대차식 (2수로 1구동, 2대)	
	배슬러지지	교반기 : 수중횡형 프로펠라 교반기(4대)	
	농 축 조	슬러지수집기 : 중심구동지주형(2대)	
	탈수 및 건조설비	<ul style="list-style-type: none"> • 슬러지저류조 교반기 : 하리드로포일형교반기(4대) • 탈수 및 건조설비 : 필터프레스형(1식) 	
전 기		몰드변압기 : 3상, 600kVA × 2대 (3.3kV/380V)	
계측제어		<ul style="list-style-type: none"> • 기존 Projector Controller MMI 개량 • 무정전전원장치 탈수기동 - 5Kva 신설 등 	
조 경		<ul style="list-style-type: none"> • 테니스장(클레이코트) 2면 조성 • 생활체육시설 • 식재공사 	

가. 시설물 배치계획 기본방향

- 처리시설을 계열화하여 비상시 시설의 운전정지를 최소화하고 유지관리가 용이토록 함
- 각 단위시설은 기존 정수시설의 상호수위와 슬러지 처리시설 부지의 지반고를 고려하여 자연유하로 계획하여 유지관리 편의 및 동력비 최소화
- 처리시설물은 기존 시설물의 여유공간을 최대한 활용하여 관리동선을 최소화 하며 유지관리가 용이토록 배치 집중화



배슬러지지 설치위치 전경



탈수기동 및 농축조 설치위치 전경

나. 시설물 배치계획 비교

구 분	제 1 안	제 2 안	제 3 안	제 4 안	제 5 안
1.배 치 방 안	<ul style="list-style-type: none"> • 기존시설물 개량 : 회수조를 시설개선하여 배출수지로 활용 • 신 규 : 배슬러리지, 농축조, 슬러지 분배조, 탈수기동 				
	• 자재창고: 철거	• 자재창고: 존치	• 자재창고: 존치	• 자재창고: 존치	• 자재창고: 존치
	• 테니스장: 존치	• 테니스장: 철거	• 테니스장: 존치	• 테니스장: 존치	• 테니스장: 위치변경
	• 농축조 : 창고위치	• 농축조 : 테니스장부지	• 농축조 : 경비실뒤 임야	• 농축조 : 테니스장 좌측사면인근	• 농축조 : 테니스장 좌측사면
• 탈수기동: 창고인근	• 탈수기동: 테니스장부지	• 탈수기동: 경비실뒤 임야	• 탈수기동: 자재창고 좌측사면인근	• 탈수기동: 창고인근	
2.소 요 면 적	<ul style="list-style-type: none"> • 배 슬 러 지 지 : W10.0m×L 18.0 m×He3.0m×2지, (A=360 m²) • 농 축 조 : D25.0m×He4.0m×2지 (A=981m²) • 탈 수 기 동 : W 19.5m × L 26.4m (A=515m²) • 주 변 부 대 시 설 : A = 1,856 × 100% = 1,856m² • 총 소 요 면 적 : A = 3,712m²(약 1,100 평) 				
3.기존 배수관로 이설여부	• 관로(D1,350:1단계):존치 • 관로(D1,650:2단계):존치	• 관로(D1,350:1단계):존치 • 관로(D1,650:2단계):이설	• 관로(D1,350:1단계):존치 • 관로(D1,650:2단계):존치	• 관로(D1,350:1단계):존치 • 관로(D1,650:2단계):이설	• 관로(D1,350:1단계):존치 • 관로(D1,650:2단계):존치
4.체육시설 및 조경 (식재포함)존치여부	• 체육시설 : 존치 • 조경(식재) : 존치	• 체육시설 : 철거 • 조경(식재) : 부분이설	• 체육시설 : 존치 • 조경(식재) : 존치	• 체육시설 : 존치 • 조경(식재) : 부분이설	• 체육시설 : 위치변경 • 조경(식재) : 부분이설
5.탈수케익 이송차량 동선여부	• 이송차량 진입불가	• 이송차량 진입 및 동선확보			
6.토 공 량	• 토공(절취량) 최소	• 토공(절취량) 과다	• 토공(절취량) 과다	• 토공(절취량) 과다	• 토공(절취량) 과다
7.옹벽설치여부	• 미설치	• 미설치	• 미설치	• 설치(2면 L≒160m)	• 설치(2면 L≒70m)
8.용지보상여부	• 보상 없음	• 보상 없음	• 용지보상 (A≒3200m ² (990평))	• 보상 없음	• 보상 없음
9.방류여부(농축조 및탈리여액상징수)	• 기존 회수조 옆 분류식지역 우수관로(D=450mm)지역의 우수맨홀에 방류				
10.탈취시설설치	• 배슬러리지(A= 360m ²), 배출수지(A= 1,496m ²), 탈수기동내				
11.검 토 의 견	• 기존에 매설된 배수관거(D=1,350mm, 1,650mm)의 이설이 불필요하고, 탈수 CAKE 반출차량진입 동선확보가 용이하며, 용지보상비가 불필요한 제5안을 선정함				

