

<기술소개>

서울市 下水處理場 地下建設 研究

金仁起¹⁾ · 任尙澤²⁾

1. 머리말

우리 나라는 國土가 狹小하고 山地가 많은것이 特徵이다. 그리고 人口는 4千3百萬名으로 世界 第4위의 人口 高密度 國家로서 國土開發 및 利用面에서 볼때 여러 가지 不利한 與件을 가지고 있다. 그렇기 때문에 좁은 국토의 效果의 活用을 위해서는 地下에 건설해도 무방한 각종 公共施設에 관한 다각적이고 緻密한 研究와 地下利用計劃이 樹立될 必要가 있다.

또한 近來의 急速한 經濟成長으로 都市人口의 集中化 現狀이 加速化 됨에따라 都市 膨脹은 公共施設의 擴充을 앞지르고 있으며 따라서 公共施設 建設敷地의 確保에 어려움이 따르고있다. 뿐만아니라 지난날 都市의 각으로 看做하여 건설 하였던 下水處理場들은 이미 都心化 된지 오래이다. 과연 廣大한 面積을 차지하는 이러한 嫌惡施設을 繼續 都市中心部에 維持시켜야 할 必要가 있고 現在 확보된 敷地상에 增設을 續行할 必要가 있을가에 대해 많은 關聯 學者들의 懷疑를 자아 내게 한다.

더구나 下水處理場 建設은 1). 廣大한 面積의 敷地가 요구되고 2). 都心과 都市近郊의 地價는 지나치게 上昇되어 있으며 3). 增設敷地 物色이 어렵고 4). 嫌惡施設인 關係로 住民과의 摩擦도 不可避하며 5). 景觀이 秀麗한 漢江邊에 건설된 既存施設 敷地는 高價의 다른 用途의 敷地로 전환이 可能한것을 勘案하면 地下開發技術이 高度로 發達하여 거대한 올림픽 競技施設을 地下에 建設 이용하는 地下開發 技術時代에 맞추어 下水施設, 上水施設, 體育施設등의 都市公共 施設을 시급히 地下化하여 國土利用을 極大化 할 필요가 있다.

北歐諸國은 1930년대 이래 地下化 하여도 無妨한 上水와 下水處理施設을 都心 地下에 建設하고 下水는 高度處理方法으로 淨化하여 下水터널 및 既存下水 연결망을 通하여 排出하므로 맑고 푸른 강과 깨끗한 食水 그리고 汚수에 의해 汚染되지 않은 발틱해를 維持하는

政策을 펴 國土 이용의 極大化와 人間 生活圈의 汚染環境을 豫防 하는데 成功하고 있다. 서울市的 下水排出 대상 人口는 光明市와 富川市 일부를 包含하여 1千2百萬名에 이르고 있으며 하루 평균 507萬 m³ (93년현재)의 下水가 發生되고 있다. 이중 73%에 該當하는 371萬 m³ 만이 1次나 2次 處理만을 하여 漢江으로 방류되고 있다. 市 當局은 처리후의 하수중 BOD는 13.7 mg/l, SS는 11.6 mg/l를 목표로 하고 모든 시설을 建設하고 있다. 그러나 下水의 汚染에 결정적 영향을 미치는 隣成分은 人工洗劑의 사용 증가와 더불어 그 含量이 증가되고 있음에도 불구하고 法規 未備로 그 處理 對策이 없어 金후 漢江河口와 仁川近海의 부영양화 現狀을 피할수 없게될 展望이다.

서울市가 既存 下水處理場 敷地로 확보한 面積은 120萬坪으로 汝矣島 면적의 1.4배에 이르고 있으며 2,011년에는 發生되는 下水 775만 m³를 處理하기 위하여 33萬坪의 敷地가 더 소요될 전망이다. 이로 인해 都市內의 公園用地와 근교의 農耕地가 더 蠶食 될것이다. 그러나 서울市的 地形과 地質을 살펴보면 漢江과 그 支流를 연하여 높이 100 m 內外의 山과 丘陵이 要所 要所에 잘 발달 되어 있고 이들은 堅固한 花崗岩, 花崗片麻岩과 片麻岩類등으로 이루어져 있어 既存 下水處理場 附近 山麓밑에 地下 下水處理場을 建設하기에 適合한 立地를 갖추고 있다고 보아도 과언이 아닐것이다.

景觀이 秀麗한 漢江邊에 건설된 既存 시설과 豫定地域 施設을 綠地內 地下로 移轉 建設 하고 기존 下水處理場과 증설 豫定場敷地를 아파트 用地, 商業用地 또는 公園用地로 전용 한다면 비싼 土地의 附加價値를 향상시킬수 있고 市의 用地難을 해결할 수 있으며 處理場 周邊 住民의 所有財産의 財貨價値도 향상되어 都市土地 활용 效果를 極大化 할수 있을 것이다. 다시 말해서

*1995년 5월 13일 접수

1) 정회원, 한국자원연구소 책임연구원

2) 정회원, 한국자원연구소 책임연구원

汝矣島의 1.8배 크기의 新規 都市建設 用地가 확보 될 것이다. 뿐만아니라 全國의 각 主要都市의 下水處理場 地下建設을 誘導 할수 있게되어 해당지역 用地難도 해결이 가능 할것으로 본다. 특히 地域에 따라서는 기존의 下水處理場 賣却費 만으로도 地下水處理場 건설 이 가능 할것으로 判斷여 본 研究를 실시 하였다.

2. 서울시 水系와 水質 實態

서울 地域 漢江水系는 크게 北漢江, 南漢江, 漢江本流로 나눌수 있는데 漢江本流 九宜지점 까지의 水質 汚染度는 2級水 이내로 良好한 편이나 中浪川, 安養川, 炭川 등 主要 漢江의 汚染 支川에서 유입되는 汚水로 인하여

漢江下流(鷺梁津, 永登浦)지역은 상당히 汚染되어 왔다. 水系別 汚染度를 살펴보면 아래 表 1과 같으며 炭川, 中浪川, 安養川이 대단히 오염되어 있음을 알수 있다.

3. 서울시의 年度別 人口 및 流入下水 處理計劃

周邊地域을 포함한 서울의 人口計劃을 보면 2001년에는 1,244萬名에 이르게 되나 2011년에는 13百41萬名에 이를 것으로 豫測하고 있다(표 2 참조).

서울市는 下水道 基本計劃再整備에 의거 5개년 계획으로 1996年, 2001年, 2011年の 3段階 下水處理場 建設計劃을 수립하여 推進하고 있다. 1996년에는 일평균

表 1. 漢江水系 汚染度(BOD)

年度	北漢江		漢江本流				主要汚染川		
	清平	陽平	八堂	九宜	鷺梁津	永登浦	炭川	中浪川	安養川
1990	1.2	1.7	1.0	1.5	3.4	3.3	33.8	36.9	68.9
1991	1.7	2.1	1.1	1.9	3.9	4.1	35.9	42.6	71.6
1992	1.5	2.3	1.1	1.8	3.6	3.8	31.9	38.9	52.1
1993	1.3	2.0	1.2	1.9	3.1	3.0	26.2	24.3	27.7

表 2. 人口와 流入下水量 및 處理施設 容量計劃 (單位:만m³/日)

區分		年度	1989	1991	1996	2001	2011
人 口			10,785	11,3217	12,556	12,447	13,410
流入下水量			408*	451*	541*	703**	772**
計			311	356(45)	539(183)	694(155)	775(81)
處理	炭川	小計	111	146(35)	171(25)	222(51)	242(20)
		中浪	111	146(35)	171(25)	196(25)	196
		新內 峇도	-	-	-	26(26)	26
施設	炭川		50	60(10)*	85(25)	110(25)	128(18)
	容量	安養川	小計	100	100	200	262
安養			100	100	200(100)	230(62)	260(30)
道林			-	-	-	32(32)	32
蘭芝			50	50	83(33)	100(17)	113(13)

蘭芝註(): 增設容量

(*): 施設補完을 통한 增設容量

*: 日平均 下水量

** : 日最大 下水量

下水량을 基準하여 539萬 m³/일을 처리하고 2001年 부터 日最大 流入下水량을 기준하여 694萬 m³/일, 2011년에는 現 下水處理量의 2배에 이르는 775萬 m³/일을 處理할수 있는 計劃을 입안 하고 下水處理場의 增設을 推進중에있다.

4. 서울시 下水處理場 現況

表3에서 보는바와 같이 서울시는 中浪, 炭川, 加陽, 蘭芝 등의 4개소 下水處理場을 가동하고 있다. 이들이 차지하고 있는 敷地面積은 120萬坪으로 이중 76萬坪의 敷地上에 하루 371萬 m³를 처리 할수있는 施設이 建設 되어 있다. 殘餘敷地 44萬坪과 증설 예정지로 선정된 中浪地域의 淸島 市民公園과 新內洞 一圓 農耕地, 道林地域의 보라매 公園, 炭川지역의 高德과 水西등지 에 단계별 증설을 推進하여 2011년까지 775萬 m³를 처리 할수 있도록 계획추진 하고 있다.

5. 서울시 下水處理場 地下建設 可能性

서울시 下水處理場의 地下建設 可能性을 檢討하기 위하여 最適의 地形과 地質 與件을 구비한 곳으로 생각

되는 麻谷洞의 加陽下水處理場과 상암동 蘭芝下水處理場 일대를 對象地로 선정하고 調查와 研究를 실시 하였 다. 이 연구 내용중 加陽下水處理場의 地下建設에 관한 部分만을 拔萃하여 소개 하고자한다.

5.1 加陽下水處理場의 建設 現況

加陽下水處理場은 光明市를 包含하여 人口 4,621千 余名이 살고있는 면적1,285萬 ha의 地域에서 發生하는 下水를 처리하고 있다. 현재 하루 100萬 m³를 處理할 수 있는 1次處理施設만이 가동되고 있으며 同一 規模의 2次處理施設이 建設 完了 단계에 있다. 그리고 1,

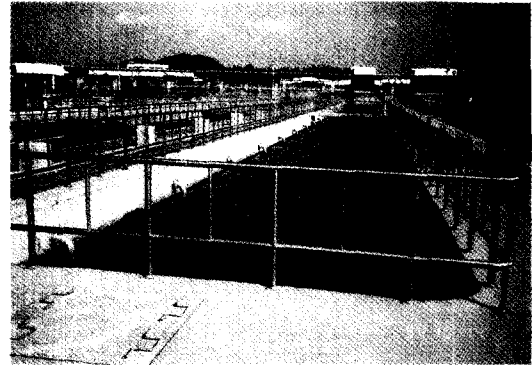


그림 1. 加陽下水處理場 1次 沈澱池

表 3. 處理區域別 下水處理 容量과 敷地面積

處理場	處理區域 面積(ha)	敷地面積 萬 m ²	既建設面積 萬 m ²	施設容量 萬 m ³ /일	殘餘敷地 萬 m ²	2011年計劃 萬 m ³ /일
中 浪	10,613	109	89(0.6)	146	20	242
炭 川	5,515	40	29(0.58)	75	11	128
安 養	12,007	130	65(0.65)	100	65	292
蘭 芝	5,920	85	49(0.86)	50	42	113
計	34,055	364	232(0.61)	371	138	775
		(120萬坪)	(76萬坪)		(45.5萬坪)	

引用 : 하수도기본계획 재정비 p.450-552 90'市政基本統計, ()內는 下水處理1 m³/日 當 所要面積

表 4. 下水處理場 增設豫定 新規地域

處理構域	處理場	人口(人)		計劃流入下水量(m ³ /日)		계획시설용량(m ³ /日)		備考 (建設年度)
		2001년	2011년	2001년	2011년	2001년	2011년	
中 浪	新 內	537,200	517,800	260,000	260,000	260,000	260,000	2001年
	淸 島	326,000	331,800	-	200,000	-	200,000	2005年
炭 川	水 西	283,500	316,500	146,000	168,900	-	-	2011年以後
	高 德	308,100	333,200	143,700	165,900	-	-	2011年以後
加陽川	道 林	583,200	626,200	297,800	323,100	320,000	32,000	2011年

註) 計劃 流入下水량은 日最大 基準임

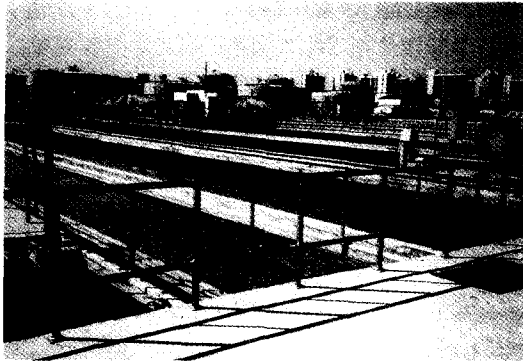


그림 2. 加陽下水處理場 2次 沈澱池



그림 3. 宮山에서 바라본 加陽下水處理場 과 開花山

表5. 地下建設 施設別 掘鑿量

區分	規格(m)	數量	掘鑿延長(m)	掘鑿斷面積(m ²)	掘鑿量(m ³)
沈砂池	W4xL20xH3.4	8지	160	38	60,800
最初沈澱池	W11xL53xH3	48지	2,544	251,856	
曝氣槽	W11xL0.5xH11	48조	1,944	190	369,360
最終沈澱池	W10xL42xH3.5	96지	4,032	95	383,040
浮上濃縮槽	W5xL20xH3	8조	160	45	7,200
浮上슬러지脫氣槽	W6xL8xH4	4조	32	60	1,920
슬러지 混合槽	W6xL10xH4	2조	20	60	1,200
消化槽	Dia. 28xH15	8조	120	615	75,960
가스탱크	Dia. 18xH15	2기	40	254	10,160
消化슬러지濃縮槽	Dia. 22xH3	4조	12	380	4,560
通路터널, 縱側	W8xH5x1053	4조	4,212	39	164,268
橫側	W6xH5x129	12조	1,677	39	65,403
運搬 및 接近通路 (No.1-No.6 通路)	W8xH5	6개소	4,500	39	175,500
其他掘鑿			136	39	5,421
合計			19,589		1,521,928

2次處理가 가능한 100萬 m³/日 規模의 제2施設이 1996年 완공을 목표로 건설이 진행 되고있다. 2,001年 에는 道林地域 下水處理를 위해 現在의 보라매 公園內 에 32萬 m³/日 규모의 處理場을 신설토록 豫定하고 있다.

加陽에 建設中인 下水處理場 水質計劃을 보면 BOD 140 mg/l, SS 140 mg/l의 流入下水를 처리하여 BOD 13.7 mg/l, SS 11.6 g/l로 淨化 하여 排出토록 계획 하고 있다.

5.2 加陽下水處理場 附近의 地形과 地質

江西區 麻谷洞 一帶 130萬 m² (39萬坪)의 農耕地에 建設된 본 處理場은 東쪽으로 높이 74.5 m, 길이 600 m, 평균 幅 500 m의 宮山이 발달해 있고 西쪽으로는 높이 128.8 m, 길이 3.5 km, 最大幅 2 km의 開花山이 발달하여 綠地로 보존 되어있다. 開花山은 堅固한 花崗 岩으로 構成되어 있고 宮山은 縞狀黑雲母片麻岩으로 이루어져 있다. 그 岩石의 壓縮強度는 평균 2,000 kg/cm² 이다. 이 두 山의 地下의 使用可能 面積은 開花山

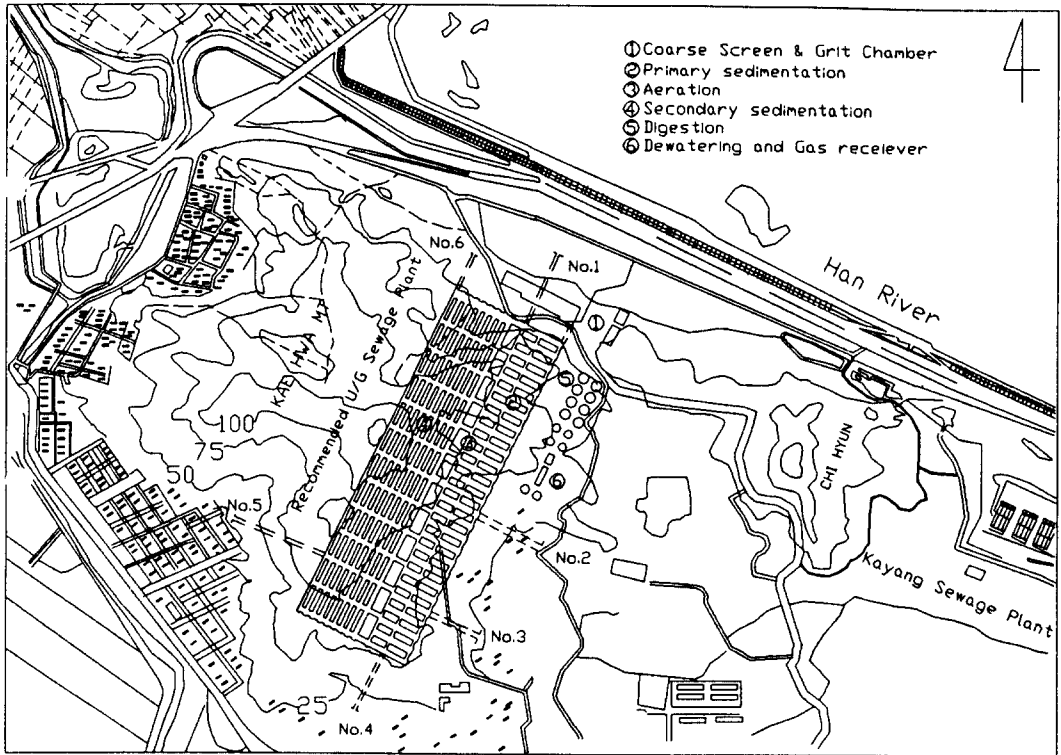


그림 4. 開花山 地下下水處理

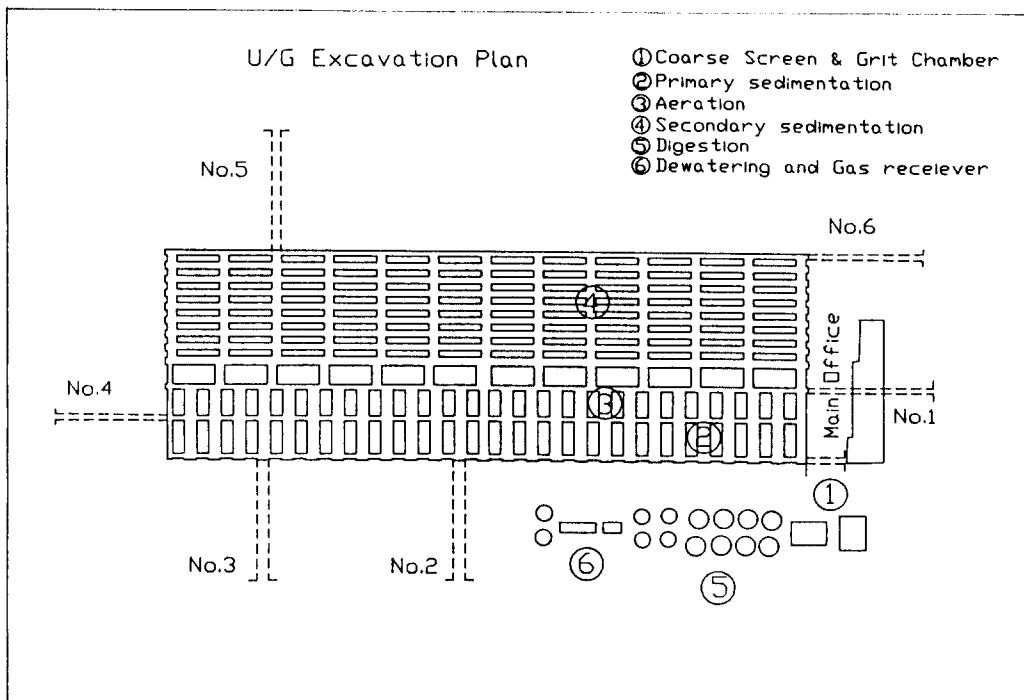


그림 5. 下水 處理場 掘鑿 計劃圖

表6. 地上 地下 下水處理場 建設事業費 比較

구 분	지상건설비(A)	지하건설비(B)
1. 건설비		
1. 토공공사비	5,926	1,185
토목공사비	93,520	84,168
건축공사비	13,441	13,441
기 계	53,690	53,690
전 기	20,356	20,356
2. 용지비(61만 m ²)	183,000	54,900
굴착비(1,522천 m)	-	91,320
3. 용역 및 공사감리	3,922	3,922
4. 파쇄암석판매수입	-	-15,219
합계	373,855	307,763
A : B	1.2	1.0

이 약 120萬 m² (36萬坪)이며 宮山은 7萬 m² (2.2萬坪)에 이른다.

5.3 下水處理場 地下建設 概念設計 및 經濟性

이상에서 살펴본 開花山은 地形과 地質과 地域 여건이 인근 加陽下水處理場의 增設 豫定된 下水處理場과 기존 下水處理場을 移轉 建設하기에 적합한 곳으로 判斷하였다. 이에 대한 概念設計로 하루 100萬 m³의 下水를 處理할수있는 施設 (1,2次 沈澱池,曝氣槽 消化槽 등 主要施設)을 開花山 地下에 配置해보면 그림 4,5와 같게 된다. 이때 地下에 掘鑿되는 坑道 總延長은 대략 19,600 m에 이르고 掘鑿된 岩石量은 152萬 m³가 된다 (표5.참조). 開花山은 그 地下의 可用面積이 커서 200萬 m³/日 규모의 下水處理場을 建設 할수 있을것으로 판단된다.

5.3.1 下水處理場 概略 建設事業費 比較

加陽 下水處理場은 地上과 地下의 下水處理場 建設事業費를 基本 計劃상에 策定된 豫算을 중심으로 比較했을때 地下 建設이 地上 建設時 보다 20%정도 低廉함을 알수있다. 이는 建設敷地 가격을 m²當 30萬원에

購入한 경우를 가정한 것이다. 이때 하루 容量 100萬 m³의 下水處理場 建設用 敷地買入 비용이 1,830억원이 이르게 되며 이 費用은 總 建設費의 50%정도를 차지하게된다. 일면 地下掘鑿에서 生産되는 破碎岩石은 약 152萬 m³가 되어 이를 骨材로 使用할수 있게되고 이에 대한 販賣收入은 工事費의 5%를 節減 하는 效果도 얻을수 있게 된다 (表. 6참조) 그리고 이곳은 將次 이 地域에서 발생되는 下水 全體를 처리할수 있는 地下施設의 建設이 可能한 곳이다.

이는 現在의 下水處理場 敷地를 아파트用地, 商業用地 또는 其他 用地로 賣却하여 地下 下水處理場 建設費用으로 사용하게 되면 用地의 財貨價値는 훨씬 높아져서 동 敷地 賣却費 만으로도 地下下水處理場 建設이 가능하게 될 전망이다.

6. 맺는 말

이상에서 검토한 바와같이 서울시는 下水處理場을 地下에 건설하게 되면 公共施設 用地難을 解消하게 되고 大規模의 住居와 商業 또는 公園用地 확보가 可能하게 된다. 嫌惡施設을 永久히 地下에 隔離建設 運營하므로 地域環境을 改善하고 下水處理場 周邊 私有財産의 價値를 回復시켜 주며 더불어 豫定된 도심의 空閑地나 農耕地를 蠶食하여 建設코져 하는 下水處理場 敷地문제도 解決 될것이다. 또한 中浪, 炭川, 蘭芝 등의 下水處理場도 隣近의 산록 (德陽山, 大德山, 아차산 烽火山 佛岩山, 대모산등) 地下에 適當한 規模로 分割 建設하면 國土 이용에 큰 效果를 期하게 될것이다. 앞으로 下水의 高度處理 技術을 導入할때의 豫見되는 用地不足 난도 解決하게 되고 下水處理場 建設 뿐만아니라 市內 곳곳에 散在한 수도물 淨水場과 遊水池등도 地下로 移轉하게 되면 高價의 都市土地 附加價値를 向上시킬수 있고 國土活用 效果를 기하게 될 것이다.