

<기술정보>

淨水 시스템의 處理能力向上을 위한 Pilot Plant의 設置

金 洋 一 * · 崔 桂 濼 **

1. 正數 處理 能力 向上의 背景 및 必要成

오늘날 自然發生的 또는 人爲的인 오염물질의 유입으로 인해 하천의 자정능력이 점차 상실되어 감으로써 상수원수의 水質汚染은 날로 심각해지고 있는 반면, 경제 및 국민생활 수준의 향상으로 淨水 수요량은 계속 증가 추세에 있어, 주로 지표수를 취수원으로 이용하고 있는 국내 정수장에서는 將來 적정 水質의 물을 安定的으로 공급하기 위한 대책이나 대체 취수원의 開發이 시급한 실정에 있다. 또한 産業의 고도화에 따라 기존의 재래식 정수처리 시스템으로는 除去가 곤란한 각종 오염물질이 원수에 유입됨에 따라 하천 환경문제나 정수처리에 대한 사회적 관심도 고조되고 있는 실정이다. 이에 따라 국민생활과 직결된 맑은물의 안정적 공급에 대한 全國的인 관심이 높아지고 있으며, 이를 위한 기존의 정수처리 시스템 개선의 필요성이 增加하고 있다.

실제적으로 선진국에서는 水質 要件의 強化에 발맞추어 수질의 획기적 改善을 위한 고도 정수 처리에 대한 研究를 활발히 진행하고 있고 이의 結果를 실제 정수장에 도입하고 있으며, 기존 정수처리 공정 및 運營 方法등에 대한 진단 및 평가를 통하여 단위 공정별 개선안을 수립하여 실제 정수장에 適用함으로써 증가하는 정수소요에 대처하고 있는 실정이다. 우리나라에서도 産業發展 및 生活水準 향상에 따른 정수 소요량이 매년 크게 증가하고 있어 수질향상 요구와 함께 淨水 생산량의 增加에 대한 요구가 큰 실정으로, 이를 충족시키기 위하여 기존 정수설비의 획기적 擴張이나

정수장의 신설이 요구되고 있다. 그러나 이에 수반되는 所要敷地를 適期에 확보하기 어려우며, 비록 所要敷地를 확보하였을지라도 이의 매입을 위한 보상비 부담이 막대하고 신규설비를 위한 엄청난 建設經費가 예상되고 있다. 따라서 既存 淨水 處理 시스템의 각각의 공정에 대한 분석 및 실험을 통하여 일부 설비를 개선하고 처리상의 비효율 요소를 제거함으로써 수질 개선은 물론 실제 정수 처리량을 증가시킴으로써 新規 建設經費를 節減하고 정수 시설을 효율적으로 運營 및 管理하는 방안의 講究가 절실한 실정이다.

2. 淨水 處理 시스템의 成功的 改善 事例

淨水 처리 시스템의 성공적 改善 사례는 미국, 구미 등 선진외국에서 종종 발견할 수 있다. 이와같은 사례들은 대부분이 既存의 정수처리상 부적정 要因을 도출한 후 이에 대한 실험을 실시하여 개선안을 마련하거나, 일반적인 정수 처리 공정중에서 수질 향상 방안이나 정수의 증산 방안을 수립한 후 이의 달성을 위하여 새로운 技術을 開發하고 이를 利用하여 정수의 수질을 향상 시키거나 정수량을 增加시키고 있다. 또한 산업의 발달에 따른 점진적인 수질요건 강화에 對應하도록 일부설비의 효율적 운영방안을 수립하거나 일부 설비의 교체를 통하여 원하는 水質 및 정수량을 얻도록 하고 있다.

특히 美國의 경우는 1974년 SDWA(Soft Drinking Water Act)의 수질요건이 한층 더 강화됨에 따라 美

* 한국수자원공사 수자원연구소 소장, 기술사

** 한국수자원공사 수자원연구소 연구원, 공학박사

國內 대부분의 정수장에서는 합리적인 費用으로 적정의 정수수질을 얻을 수 있도록 기존 설비의 變更 및 운영방법의 조정이 불가피하게 되었으며, 더우기 정부 예산 支出의 삭감으로 공공시설인 정수장 運營豫算이 감소되는 결과가 초래되어 결과적으로는 삭감된 예산으로 수질의 향상 및 정수생산량을 增加시켜야 하는 어려움에 직면하게 되었다. 이 어려움을 타개하기 위하여 정수장내의 既存 淨水 處理 시스템의 공정과 運營方法에 대한 전반적인 재검토 및 평가가 이루어지기 始作하였으며 이를 통해 각 단위공정별 개선방안을 수립하여 정수장에 적용함으로써 水質向上은 물론 정수생산량을 증가시킬 수 있었다. 美國내 주요 정수 처리 시스템의 개선 사례를 살펴보면 다음과 같다.

첫째로, 美國 남부 텍사스주의 1일 24백만 gallon의 처리용량을 가진 Arlington 정수장에서는 정수장 全般에 걸쳐 세부적인 수리검토를 實施하고, 조사된 원수의 수질을 분석하여 정수 처리 시스템의 改善 方案을 수립하였다. 특히, 급속혼화를 위한 mixer를 交換設置하고, 급속 혼화지의 유출부의 단면적을 擴大 調整하였으며 혼화지 entrance flume의 變更등의 改善를 통하여 당초의 淨水 處理 容量 24백만 gallon이 40백만 gallon으로 增量되어 약 60%의 정수 처리 능력의 向上을 기하였다.

둘째로, 1949년에 건설될 당시 1일 15,140m³ 규모의 Corvallis 정수장은 재래식 급속여과 방식으로 운영되고 있었으나 이후 급속히 淨水 所要가 증가하자 이에 대비키 위하여 4차에 걸친 시설 확장 계획을 수립하여 2차까지 增設을 完了한 후, 추가 시설 확장 경비의 조달이 어렵게 되자 기존의 沈澱 및 濾過 設備의 변경을 통하여 시설의 확장없이 정수생산량을 증가시킬 방안을 모색하게 되었다. 주요 개선 내용으로는 anthracite, silica sand, ilmenite sand 등의 여재를 이용한 3층 여과방식으로의 개선과 60°의 경사관(tube settler)을 이용한 경사관 침전지의 利用등이었다. 이 개선내용을 실제 정수장에 적용함으로써 여과지에 걸리는 부하가 감소되었는바, 특히 하천수가 고탁도인 期間에 效果가 컸고 河川이 정상적인 흐름을 유지할 때에는 여과 지속시간이 증가됨으로서 보다 경제적

인 運營이 되었다. 결국, 정수장 시설물을 확장하지 않고 기존의 정수처리 용량을 2.5배 정도 增加시킴으로서, 시설확장에 따른 건설비용이 1/3이 절감되는 한편 水質 또한 상당히 개선되는 效果를 얻었다.

세째로, 1일 300백만 gallon의 Guandu 정수장은 재래식 藥品投入의 설비를 갖춘 급속혼화 공정에서 막대한 경비가 소요되고 있었는데, 이를 改善하고 소요의 정수 수질을 얻기 위한 시설개량의 필요성이 대두되었다. 따라서, 급속혼화 공정의 개선을 통해 정수 수질의 개선 및 약품비의 節減效果를 얻고자 하였는바, 도수가 발생하는 지점의 상류에 있는 alum 투입점을 변경하여 도수의 저부에서 약품이 균일하게 혼화되도록 하는 등의 개선을 통하여 침전 및 여과를 통한 水質을 개선하고 1일 5~7ton의 alum을 절약하여 1년간 \$100,000이상의 운영비의 節減을 이룩하였다.

넷째로, Pontomac과 Manatee 정수장의 급속혼화조에서는 응집제의 投入후 순간적 분산 效果를 얻지 못하고 가수분해가 된 후에 급속혼화가 이루어지고 있었다. 이들 정수장의 즉각적이고 充分한 분산효과를 얻기 위하여 기존의 기계적 혼화장치를 동심의 diffuser로 代替하였고 또한 diffuser의 구멍을 상류 방향으로 하여 pipe 全斷面에 걸쳐 完全하고 순간적인 分散이 되도록 하였다. 이와같은 改善 內容을 적용한 결과 기존 운영 방식에 비하여 處理能力이 뛰어났으며 또한 이에 따른 운영비가 상당히 減少하였다.

이와같이 處理 시스템의 개선안을 살펴보면, 급속혼화 공정에서는 혼화설비의 대체, 약품투입점 및 투입방법의 調整등이, 침전공정에서는 trough 形態, 경사관(관) 및 정류벽의 설치등이, 여과자에서는 다층 여재의 利用등이 좋은 改善 效果를 나타내었다.

3. Pilot Plant를 利用한 模型實驗의 必要性

淨水 處理 시스템을 효율적으로 運營 및 管理하는 방안을 적절히 강구하기 위하여는 어느 일부공정에만 국한된 實驗裝置를 이용한 실험 결과를 실제 정수장에 적용하는 것보다는 實際 淨水 處理 시스템을 일률적으

로 고려할 수 있는 방안의 강구가 필요하다. 즉, 전체 시스템에 대한 考慮가 수반되지 않은 일부 설비의 改善은 궁극적으로 정수 생산량의 增加나 水質 改善에 크게 기여하지 않을 수 있으며, 정수 시스템 전 공정에서 일률적으로 향상이 이루어 질때에 所要의 성과를 거둘 수 있으므로 정수 처리 시스템의 全 과정을 구현한 정수장 pilot plant를 이용하여 實驗을 實施하고 실험결과를 실제 정수장에 適用함이 必要하다.

원칙적으로 pilot plant를 利用한 實驗은 原形에서의 성능을 사전에 파악하기 위하여 각종 조건을 변화시켜가면서 실험을 수행하여 원형에서 발생되거나 발생할 수 있는 여러가지 현상을 細密하게 調査 分析하고, 원형에서 豫想되는 현상을 재현시켜 예측한 결과를 原形에 적용하기 위하여 실시한다. 그러나, 실험 성과를 원형에 적용할 때의 어려움과 境界條件의 한계성등을 감안할 때 원형에 대한 직접적인 측정이나 실험을 실시하는 것이 실험에 따른 노력이나 經費 등의 제약 또는 實際 생활에 직접적인 影響을 주는 등의 불가능한 경우가 많기 때문에 적정 규모의 pilot plant 實驗 裝置를 이용하여 실제 현상을 간편하게 豫測하게 되며 이와같은 실험장치를 이용하여 실험을 실시할때의 長點을 살펴보면 다음과 같다.

가. 原形의 복잡한 경계조건(boundary condition)을 비교적 간략하게 구현하여 實驗을 실시하고 그 결과를 원형에 適用할 수 있다.

나. 각종 상황을 비교 檢討할 수 있다.

다. 축척을 가능한 범위내에서 여러가지로 選擇할 수 있다.

라. 시공비의 浪費를 방지할 수 있다.

마. 실제와 유사한 현상을 직접 육안으로 관찰할 수가 있어 공학적 이해를 쉽게 할 수 있으며 이론 定立에 도움이 된다.

Pilot plant를 이용한 模型實驗이 이와같은 長點이 있기는 하지만 실제의 수리현상을 살펴볼 때 剛體의 경우와는 달리 흐름조건이 대단히 복잡하므로 이를 제대로 감안한 모형을 적용할 때에만 원하는 결과를 도출할 수 있다. 즉, 올바른 모형 실험과 실험자료의 분석을 위해서는 우선 해당 수리현상을 支配하는 수리학

적 이론에 대한 깊은 이해가 전제되어야 하며, 어떠한 수리현상에 포함되는 각종 물리량간의 관계는 이론적인 관계를 분명히 할 필요가 있다. 이와 같은 條件이 만족되고 이에 따른 적절한 실험 제약조건속에서 실험이 수행될 때에 비로소 模型實驗을 이용하는 소기의 성과를 거두게 되는 반면 아래와 같은 몇가지 문제점도 內包하고 있다.

가. 주로 室內에서 實驗을 실시하기 때문에 원수를 년중 실험수로 利用하기가 어렵다.

나. 모형실험은 일반적으로 관리 條件이 양호한 狀態에서 전문가들에 의해 수행되거나 研究目的으로 利用되므로 실제 운영조건과 차이가 있을 수 있다.

다. 탁도를 인위적으로 조작하는 경우, 부적절한 材料의 사용이 불가피하다.

라. Scale - up 의 적절한 適用이 어렵다.

마. 實驗이 주로 단기간에 실시되기 때문에 장기간의 효과 豫測이 어렵다.

따라서, 이와같은 문제점을 충분히 고려하여 전 정수처리 시스템을 올바르게 구현한 pilot plant를 設置하여 실험을 實施하고, 그 결과를 원형에 적용할 때 상당히 우수한 성과를 거둘 수 있다. 이와 같은 관점에서 이번에 설치한 pilot plant의 설치 지점은 年中 원수를 이용할 수 있는 地點을 선택하였고 實際 運營條件을 그대로 구현한 가운데 실험을 실시하도록 하였으며, 原形과 일정한 相似法則이 적용된 全處理 시스템의 pilot plant로 設置하였으며 장기간 實驗 實施가 가능한 지점을 選擇하였다.

4. Pilot Plant의 製作 設置

Pilot Plant 모델의 製作 規模는 淨水공급량 250,000 m³/d인 대상 정수장을 選定하여 設置하였다. 이 정수장의 處理 시스템은 착수정 2지, 약품혼화지 4지, 응집지 및 침전지 각 8지, 여과지 24지를 包含하고 있다.

이에 대한 Pilot Plant는 基本 처리 system과 改善된 처리 system을 동시에 운영하여 처리결과를 比較 分析함으로써 개선방안에 대한 효율을 측정하고자 모

형을 2set로 하여 각각 $24\text{m}^3/\text{d}$ 를 處理하도록 하였다. 즉 $48\text{m}^3/\text{d}$ 의 원수가 1조의 원수공급조에 유입된 후, 다음 工程부터 $24\text{m}^3/\text{d}$ 씩 均等 分配되어 일련의 처리 공정(1set당 약품혼화조 1조, 凝集 및 침전조 각 1조, 여과조 2조)을 거치도록 計劃하였다.

각 처리공정의 所要容積 산출은 기본적으로 원형 및 模型의 각 單位 공정별 처리유량비를 同一하게 하여 수리학적 상사법칙에 의한 상사율을 適用하여 결정하였다.

수리학적 法則으로는, 정수장내의 유체흐름을 감안할 때 중력 및 마찰력이 중요한 因子가 되므로, 이들 因子를 고려하여 Froude 및 Reynolds 상사법칙을 適用하였고, 이때 원형에서 처리되는 동일한 원수를 사용하면 두 上사법칙을 동시에 滿足시킬 수 없으므로 우선 Froude 上사법칙을 原則으로 適用하되 이에 使用되는 유속을 Manning의 마찰공식으로 구하여 適用시킴으로써, Reynolds 上사법칙을 滿足케 했다.

또한 일부 工程에 대해서는 수리학적 上사법칙을 基本으로 하고 원수 水質 및 입자의 응집과정과 침강속도를 고려하여 아래와 같이 細部 寸수를 결정하였다.

원수 공급조는 실제 정수장의 착수정에 해당하는 장치로서 이론 滯留時間을 원형과 동일하게 하고, 원형과 모형에서의 수리학적 上사율 $L_r=16.276$ 을 適用하여 조의 용적을 $0.0115\text{m}^3(0.315\text{m} \times 0.338\text{m} \times 0.018\text{m})$ 로 결정하였다. 원수 공급조내의 水位가 일정하게 유지되도록 하기 위해 조내에 weir를 設置하여 유입초과량을 自然 배수되도록 하였으며 급속혼화조에 일정한 유량 공급을 위하여 유량계 및 밸브를 設置하였다.

급속혼화지에서는 원수의 콜로이드 입자와 기하학적 上사를 갖는 콜로이드 입자를 지닌 實驗流體의 선정이 어렵기 때문에 모형 실험 장치에서 실제 원형에서와 동일한 응집형성이 이루어지도록 체류시간(detention time) 및 속도구배(velocity gradients)를 원형과 同一하게 하였다. 체류시간을 원형과 同一하게 1.8분으로 하고, 원형과 기하학적 相似가 되도록 하여 조의 용적을 $0.0306\text{m}^3(0.35\text{m} \times 0.25\text{m} \times 0.25\text{m})$ 으로 결정하였으며, 응집제를 급속 혼화 시키기 위해 프로펠러형 교반장치를 설치하였다. 프로펠러의 크기는 급

속혼화지 폭의 25%인 0.088m 로 하였으며 설치위치는 혼화조의 바닥에서 프로펠러의 지름만큼 높은 위치에 設置하였다. 실제 실험중 G값(교반강도)의 변화에 따른 약품의 混合效率를 檢討하기 위하여 프로펠러의 회전수를 1500rpm까지 가변 運用될 수 있도록 V. S 모터(variable speed motor)를 설치하였다. 모형 실험 장치에서 체류시간 및 속도구배를 考慮한 회전수는 330rpm으로 계산되었다.

응집지에서는 유체의 수리학적 相似 法則에 의하여 計算된 流量 속내에 내재되어 있는 입자들이 모형 실험 장치내 응집 형성지에서 원형과 동일한 크기로 凝集이 形成될 수 있도록 원형과 동일한 체류시간을 결정하고, 이 滯留時間에 의한 응집지의 크기(V)를 결정한 후 원형과 同一한 기하학적 上사가 되도록 가로, 세로 및 높이를 결정하였다. 즉 체류시간을 원형과 동일한 26.5분으로 하여 기하학적 相似에 의해 조의 용적을 $0.44\text{m}^3(1.353\text{m} \times 1.057\text{m} \times 0.308\text{m})$ 로 결정하였으며, 이를 3단의 flocc 형성조로 나누어 각각에 패들(paddle)을 부착한 교반기를 設置하였다. 일반적으로 패들의 크기는 응집지 넓이의 50~80%, 폭은 패들 길이의 1/6~1/8 정도, 설치 위치는 바닥으로부터 패들 지름의 1/2정도의 높이가 適正한 것으로 알려져 있는 바, 본 裝置에서는 이를 準用함과 동시에 원형과 기하학적 相似가 되도록 결정하였다. 각각의 flocc 형성조의 속도구배는 80sec⁻¹, 60sec⁻¹, 40sec⁻¹로 하여 패들의 회전수를 각각 12.6, 10.4, 7.95rpm으로 하였고, 可變이 가능하도록 V. S moter 및 감속기를 설치하였다.

침전지내 主 沈澱形態는 응집침전으로, 저농도의 응집입자가 沈澱하면서 크기 및 형태가 계속적으로 변하고, 입자들이 크게 뭉치게 되면 입자사이의 空間에 물이 들어가 비중이 달라지게 됨으로써 침전 속도가 빨라지게 된다. 일반적으로 粒子의 침강속도는 입자의 크기, 형상, 밀도나 유체의 密度, 점도 등에 의해 결정되나, 원수속에 포함된 현탁입자는 여러 종류가 있어 精確한 沈降速度를 구하기는 어려우므로 침전지내 탁도의 제거효과를 測定하여 모형에 適用함이 바람직하다. 원형 침전지의 이론체류시간은 3.73시간으로, 유체의 相似法則에 의해 조의 크기를 결정하고, 이에

다른 체류 시간을 1.262hr로 단축하여 運轉되도록 하였다. 또한 본 모형에서는 수리학적 상사법칙의 적용 외에 원형에서의 沈澱樣相을 가급적 재현시키기 위하여 실제 침전지내의 부유물 除去實驗을 통하여 동일한 침전제거가 이루어지는 길이 및 높이를 측정하고, 이 相關關係를 상사법칙에 의해 決定된 모형에 適用하여 왜곡 scale로 調整하였다. 이와 같이 決定된 침전조의 크기는 1.261m³(0.61m×2.872m×0.72m)이며, 內部에 설치되는 정류벽은 유공율이 약 6% 정도로 각기 孔의 밀도가 다른 4가지 형태로 하여 각각에 대한 실험이 可能하도록 하였다. 또한 경사관은 원수의 水質變化에 따른 적정위치 검토를 위해 移動이 可能하도록 하였다.

급속 여과지에서 주요한 因子는 여과매체, 여과속도 및 單位 면적당 처리유량인 바 여과매체의 두께는 상사율에 의해 축소하지 않고 원형과 동일하게 하였으며, 소요면적은 상사법칙에 의해 구한 比率를 使用하여 단위 處理流量이 동일하도록 결정하였으며 이를 2개의 조로 나누어 여과속도를 비교할 수 있도록 하였다. 즉, 각침전조에 대해 지름이 0.599m인 여과조를 2조씩 설치 하였으며 1조는 기존의 여과사를 이용한 單層濾過로 運營하여, 여과사의 有效입경을 變更하거나 여층의 두께를 조절해 가면서 處理能力을 분석토록 하였으며 다른조에는 anthracite 등을 利用한 다층여과 방식으로 運營토록 하였다. 또한 여과조의 손실수두 變化를 測定하기 위하여 여과조 유입부 및 여재표면 등에 piezometer를 設置하였다.

5. Pilot Plant의 活用

위와같이 製作 設置된 Pilot Plant를 利用하여 정수 처리 시스템의 能力을 향상하기 위하여 아래와 같은 改善方案 요인을 사전에 조사하고 세부 실험 추진 계획을 수립하였다.

- 가. 시설 이용율에 대한 事前調查 및 分析
- 나. 원수 및 정수 水質資料의 통계적 분석
- 다. 투입약품, 混和 및 凝集時間에 대한 조사

- 라. 침전 효율 분석을 의한 現場 실험 실시
- 마. 설계 및 시방서의 적정성 여부 檢討
- 바. 운영 要件들로부터의 운영 改善에 대한 의견 수렴.
- 사. 운전기록지 檢討

일반적으로 改善方案 수립은 정수장에 대한 전반적인 조사 및 분석후에 결정되지만 한 單位工程의 개선이 해당공정 전후의 다른 공정에 미치는 영향등을 고려하여 결정하여야 한다. 즉, 일률적인 處理 目的으로 設計된 既存 정수 시스템의 한 단위 공정의 처리효율을 변화시켰을 경우, 시스템내 타공정이 받게 되는 過多 負荷 등이 고려되어야 한다. 이를 고려하여 시스템내 각각의 공정에 대한 改善方案을 수립하게 된다. 특별히 각각의 공정에 대하여는 공정의 使用目的을 고려하여 아래와 같은 구체적인 검토를 거쳐 실험 계획을 수립하였다.

가. 급속혼화 및 응집 공정에서는 약품을 投入하여 혼화한후, 혼화된 원수에 부유물질의 응집이 일어나도록 設計되었는 바, 最適의 약품 투입취치, 알카리제 및 응집제의 적정 투입시기, 약품투입량에 따른 sludge 발생율의 變化, 급속혼화 및 응집교반의 강도 등이 이 工程에서 중요한 役割을 하고 있으며 이를 감안하여 아래와 같이 실험 항목을 導出하였다.

- 1) 最適의 G값 算定
- 2) 응집제 種類에 따른 凝集形成 比較 分析
- 3) 약품투입 位置의 적정성 把握
- 4) 최적 약품투입 時間決定
- 5) GT값에 대한 floc 形成의 變化

나. 침정공정에서는 약품투입 및 混和, 凝集形成의 단계를 거쳐 무집계 성장된 floc의 대부분을 고액분리 (liquid-solid seperation)시켜 沈澱 除去함으로써, 후속 되는 급속여과지에 걸리는 부담을 경감시키는 施設로서 沈澱機能외에 슬러지의 배제 및 유량변화에 따른 완충 역할을 하고 있다. 일반적으로 침전지내의 흐름은 Camp가, 가정한 이상적인 흐름(ideal flow)과는 달리, 편류나 밀도류 등의 發生으로 침강효율이 저해된다. 따라서 流量配分の 정확성, 형성된 floc이 破壞되지 않을 정도의 응집수의 침전조 전반에 걸친 균등

한 流入, 유출부에서 침전수의 均等한 流流, 흐름의 단락현상(short-circuit)의 최소화등이 이 공정에서 중요한 檢討要素이며 이를 감안하여 아래와 같이 실험항목을 도출하였다.

- 1) 침전지내 時間에 따른 탁도 變化
- 2) 최적 trough 形態 및 容量決定
- 3) 침전지내 흐름 상태 比較 分析
- 4) 水深별 탁도분포도 作成
- 5) 연간 탁도변화 狀態 比較
- 6) 경사관 設置效果 檢討
- 7) 정류벽 설치효과 分析

다. 여과 공정에서는 정수의 水質基準에 맞게 고형물을 제거하는 최종처리 단계로서, 적정하게 설계, 운영된다면 부유 세립자는 물론 콜로이드 입자들이 제거될 수 있다. 최적의 여과운영을 위해서는 floc의 적정 예비처리가 필수적이며 floc은 여과상(filter bed) 내에서 발생하는 水壓을 받을 때 剪斷 破壞되지 않을만큼 강하여야 하며, 탁도로 측정되는 침전수의 floc 부하가 逆洗條間 여과운영이 잘 되도록 충분히 낮아야 한다. 따라서 혼화 응집 효율 및 침전제거율의 증대와 함께 기존 여과의 유효입경, 균등계수 및 여충두께의 조정, 여과속도, 單層 모래여과 방식을 anthracite 등을 이용한 다층 여과 방식 등이 이 공정에서 중요한 要素이며 이를 감안하여 아래와 같이 실험항목을 導出하였다.

- 1) 역세압력의 적정성
- 2) 집수장치의 적정성
- 3) 多層濾過
- 4) 정압 및 정속여과 比較
- 5) 여과사의 均等係數 및 유효경의 影響 比較
- 6) 여과속도와 탁도제거 關係 比較

6. 맺음말

既存 정수장의 확장이나 새로운 정수장의 建設에 따른 막대한 經費를 절감하고 所要의 水質을 갖춘 정수량 확보를 위해서는 정수 처리 시스템내 각각의 工程

에 대한 效率을 일률적으로 考慮될 수 있으며 실제 정수장과 一定한 關係를 가진 pilot plant를 이용하여 實驗을 實施하는 것이 바람직하다. 즉, Pilot Plant를 이용한 실험결과를 실제 정수장에 효과적으로 適用하기 위하여 원형과 一定한 關係를 갖는 것은 필연적이다. 이와같은 일정환 關係를 가진 Pilot Plant의 製作, 設置를 위하여 유체 및 floc에 미치는 영향인자의 適切한 고려가 필연적이며 이를 고려한 相似法則을 適用하여야 한다.

Pilot Plant의 원형으로 착수정 2지, 약품 혼화지 4지, 응집지 및 침전지 각 8지, 여과지 24지를 갖춘 250,000m³/d의 淨水 供給 規模를 가진 實際 정수장을 善政하였으며, 基本 처리 시스템과 選定된 처리 시스템의 2개의 實驗 裝置를 設置하여 운영한 缺課를 分析하여 개선방안에 대한 效率을 測定코저 하였다.

유체의 수리학적 상사법칙으로는 정수장내의 流體 흐름을 감안할 때 중력 및 마찰력이 중요한 인자가 되며 이들 인자들을 考慮하기 위하여 Froude 및 Reynolds 상사법칙을 적용하였다. 이때 원형과 모형에 同一한 원수를 使用함으로써 두 상사법칙을 동시에 만족시킬 수 없기 때문에 Froude 상사법칙을 原則으로 하고, 또 하나의 주요한 상사법칙인 Reynolds 상사법칙은 Froude 相似法則에 使用되는 유속을 Manning의 마찰공식으로 결정하여 적용함으로써 만족케 하였다. 특별히, 침전지는 수리학적 상사율인 $L_r = 16.276$ 을 적용하여 침전지내 체류시간을 決定한 후 이에 따른 實際 침전지에서 floc의 침강실험을 실시한 결과를 適用하여 기피를 調整하였으며 이를 감안한 歪曲 모델로 決定하였다.

또한 Pilot Plant에서의 실험을 위하여 혼화 및 응집에서부터 여과에 이르는 전 처리 시스템에 基本元利를 검토하고 실제 운영현황을 분석하여 각각의 공정에 대한 실험항목을 도출하였으며, 이를 바탕으로 실험을 實施한 후 이의 결과를 정수장에 반영하여 정수 처리 용량을 증가시키고 동시에 水質을 向上시키고, 이를 통하여 시설 확장에 따른 경비를 절감하여 운영합리화에 기여하고자 한다. 또한 연구결과는 새로운 정수장 設計나 시방서 改正 등을 위한 기초자료로 利用될 것

이며 이를 통한 국내 상수도 技術 開發에 크게 이바지 할 것으로 期待한다.

참고문헌

1. Allen, J., "Scale Models in Hydraulic Engineering", Longmans, London, 1947.
2. AWWA, "Water Quality and Treatment", A Handbook of Community Water Supplies, Fourth Edition, Mc Graw-Hill, Inc, 1990.
3. Montgomery, J. M., "Water Treatment Principles Design", A Wiley-Interscience Publication, John Wiley & Sons, 1985.
4. 윤용남, "수리학", 청문각, 1990.
5. 한국 수자원 공사, "정수 처리 능력 향상에 관한 연구 (1차 년도)", 수자연 91-WS-2 보고서, 1991.