

정수장 약품 주입율의 최적화

*^{1,2}한 태환, *²유 정웅

*¹금성계전(주) 영업기술실, *²충북대학교 전기공학과

The study about optimum of chemicals injection rate
in the water treatment plant

*^{1,2}Tae-Hwan Han, *²Jeong-Woong Ryu

*Tech. Dept. Plant Automation unit. Gold star instrument & Electric Co., Ltd.

*²Dept. of Electrical Eng., Chungbuk National University.

This paper presents the applied example of 'A' city about optimum of chemicals imjection rate. The water treatment plant of 'A' city make raw water into drinking water according to the injection of PAC, Alkali and chlorine. Computer performs multiple regression analysis about preoperation data, DCS has been done chemicals optimum control.

1. 서론

정수장의 사명은 수용가에 취수한 원수를 음용수에 적합하도록 개선하여 충분한 양을 공급하는데 있다.

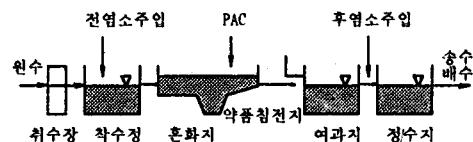
급속한 산업화와 더불어 환경오염 방지에 관한 관심, 그 중에서도 특히 수질보호에 대한 관심이 커지고 있다.

오염된 원수의 수질을 사용목적에 적합하도록 개선 하는 것을 정수라고 하는데 여기서는 우리의 생활과 특히 밀접한 상수도 설비의 정수 처리 제어중에서 약품주입제어에 관해 'A'시의 적용사례를 중심으로 기술하고자 한다.

2. 정수처리 공정

음용수로 사용되는 상수도 단말의 수질기준이 정수처리의 기본목표 이므로 국내기준 및 WHO 기준에 따른다. 수질을 명확히 분석하는데는 물리학적, 화학적, 생물학적 수질검사 등이 광범위하게 적용되며, 원수 및 정수의 수질에 따라 정수방법이 적절히 선택되는 것이다. 정수 공정은 원수를 취수장으로부터 끌어와 모은 후 살균과 소독을 위해 전 약품처리를 하는 착수

정, 수중에 포함된 콜로이드상의 혼탁물질을 제거하기 위해 약품을 주입하여 조대입자로서 경제적으로 침강분리하는 혼화지와 침전지, 오염된 물을 다공질층을 통과시킴에 의해 수중의 불순물을 제거하는 여과지, 그리고 위의 공정을 거치면서 소독된 여과수를 배수지로 송수하는 과정에서의 수량을 조절하기 위해 저장하는 정수지로 구성되며, (그림1)과 같다.



(그림1 정수처리 공정)

3. 약품주입제어

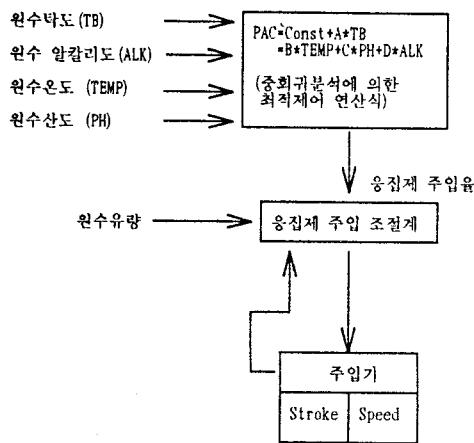
1) 염소주입제어

염소주입에 관하여는 i) 염소소비 물질과 염소와의 대응시간의 차이 ii) 시설, 기상조건에 의한 염소소비량의 차이 iii) 정수장내의 각 시설 공정의 체류시간의 차이 iv) 잔류 염소계와 후염소 주입제어계로 된 제어 구성이 필요하다.

전 염소 주입계는

가) 침전지 출구 잔류염소 목표치 와 시설 및 기상조건에 따른 보상치에 의하여 기준전 염소 주입율을 수동설정 한다.

나. 침전지 출구에서의 잔류염소 에서도 전 염소 주입율을 수정(FEED BACK) 하는 구성으로 한다.



(그림3. 응집제 주입제어 방식)

3) 알칼리제 주입

알칼리제의 주입량은 응집제 주입량 및 원수의 알칼리도, 염소주입율 등에 의해 결정 되는데 다음식에 의해 구해진다.

$$W = [A_2 - A_1 + (K \times R + K' \times R')] \times F \dots \dots \text{(식1)}$$

W : 알칼리제의 주입율 (ppm)

A1 : 원수의 알칼리도 (ppm)

A2 : 처리후 물에 남아야 할 알칼리도 (ppm)

K : 사용 응집제에 의한 알카리도의 감소율
(ppm/ppm)

K' : 염소에 의한 알카리도의 감소율 (ppm/ppm)

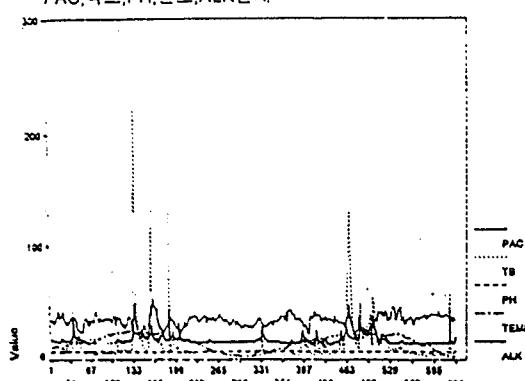
R : 응집제 주입율 (ppm)

R' : 염소 주입율 (ppm)

F : 알카리도 1ppm을 사슬시키는데 필요한 알카리제의 양 (ppm)

이에 관한 제어 알고리즘은 응집제의 경우와 비슷하므로 식1에 의해 목표주입율을 설정하여 정량주입 펌프의 속도제어와 Stroke 제어 역시 응집제 주입 제어와 같이 하도록 한다.

PAC, 탁도, PH, 온도, ALK 관계



(그림4) Simulation 결과(중화구 분석결과)

4. 중화구 분석의 결과와 운전

'A' 정수장의 JAR-TEST 성적서 1년분을 중화구 분석하여 Simulation한 결과는 (그림4)에 나타난 바와 같으며, DCS에서의 운전은 CRT상의 화면을 이용하여 운전원이 실시하고 있다.

5. 결론

약품주입은 음용수 수질을 확보하기 위한 정수처리중의 가장 중요한 정수공정중의 하나로써 최적의 제어 기술이 요구된다. 중화구 분석한 Simulation결과치는 JAR-TEST치와의 오차를 줄이기 위해서 정확하고 많은 DATA가 필요하다. 정확한 DATA 수집을 위한 공정개선 및 많은 DATA를 어떻게 확보하여야 하는 연구가 계속되어야 할 것이다.

- 참고 문헌 -

1. 水道施設 設計 指針・解説 (日本水道 協會)
2. 上水道 施設 基準 (건설부)
3. 富士電機 技術資料
4. 금성계전 Review지 1991. 4
5. Statistical Data analysis tool
SPSS INC V6. 01S

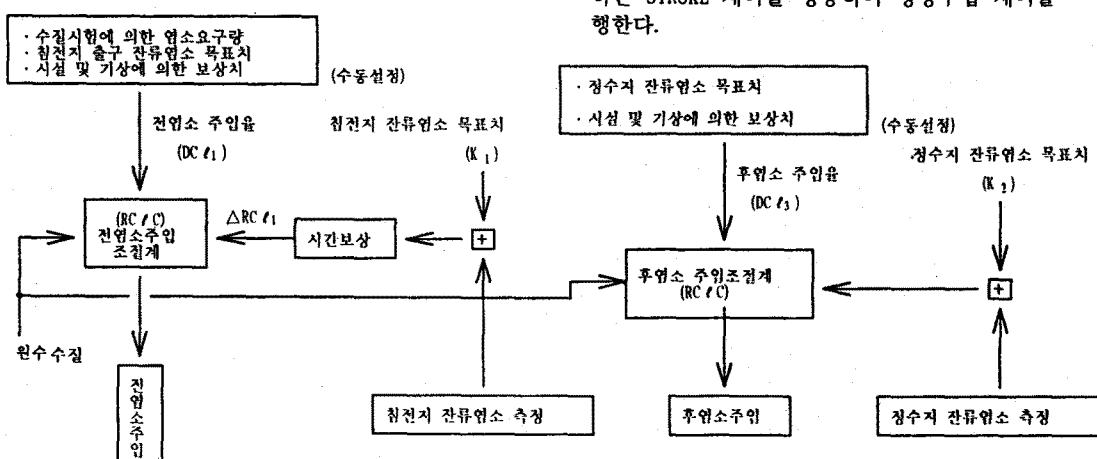
후 염소 주입계는

- 가) 침전지 출구 잔류염소 목표치와 시설 및 기상조건에 따른 보상치에 의하여 기준후 염소주입율을 수동 설정한다.
- 나) 정수지에서의 잔류염소에서도 후염소 주입율을 수정(FEED BACK) 하는 구성으로 한다.

어느 제어계든지 염소주입전의 수질에 따라서 염소를 주입하여(FEED FORWARD) 염소주입후의 잔류염소 농도로 부터 염소의 소비경향을 구하여 염소 주입율을 수정하는(FEED BACK) 구성으로 한다. (그림2. 염소주입 제어방식)에 나타낸 바와 같이 전염소 주입은 수질시험으로써의 염소요구량 침전지 출구 잔류염소 목표치와 시설보상 및 기상보상치를 가미하여 기준전 염소 주입율($DC\ell_1$)를 측정하여 목표치(K_1)와의 차이에 따라서 전염소 주입율의 수정치($\Delta RC\ell_1$)를 구한다. 이상, $DC\ell_1$, $\Delta RC\ell_1$ 를 가산하여 전염소 주입율($RC\ell_1$)을 일정하게 유지하는것을 목적으로 한다. 여기에 원수유량을 곱함으로 전염소의 유입량 제어를 하도록 하는 것이다. 후염소 주입은 정수지 잔류염소 목표치, 기상보상 및 시설보상치를 가미하여 후염소율($DC\ell_3$)을 결정한다. 정수지에 설치된 잔류염소계로써 잔류염소($RC\ell_2$)를 측정하여 $RC\ell_2$ 의 목표치(K_2)와의 차이에 따라서 후염소 주입율의 수정치($\Delta RC\ell_2$)를 구한다. 이상 $DC\ell_3$, $\Delta RC\ell_2$ 를 가산하여 후염소 주입율($DC\ell_4$)을 구한다. 정수지의 잔류염소($RC\ell_2$)를 일정하게 유지하고, 급수단에서의 잔류염소를 0.1ppm 이상으로 유지하도록 하는 것을 목적으로 한다. 염소를 소비하는 물질중의 Mn^{2+} 이외는 염소와의 반응시간이 짧기 때문에 여과지 이전에 염소와의 반응은 거의 끝나 있다고 생각할 수 있다. 그러므로 유입된 후염소는 Mn^{2+} 시설 및 기상조건에 의하여 주로 소비된다고 생각할 수 있다.

2) 응집제 주입제어

원수 중에 포함된 부유물 가운데 극히 미세한 것이나 비중이 가벼운 것은 침전시키기가 어렵고, 또 탁도가 높은 원수 일수록 보통 침전만으로 정수처리 효율을 향상시키는 것은 거의 불가능하다. 여기에는 약품을 첨가하여 개개의 입자를 응집시켜 대형입자로 만들어 침전을 촉진시키게 되는데 이 약품을 응집제라고 한다. 응집제로는 황산알미늄(AI2O3), 폴리염화알미늄(PAC), 황산철, 염화철 등이 쓰인다. 이 약품에 의해 응집된 조대물질을 FLOC이라고 하며, 저온시에는 FLOC가 잘 형성되지 않아 활성규탄 등과 같은 응집보조제를 첨가하여 응집효력을 높이기도 하는데 최근에는 저온에서도 높은 응집효력을 발휘하고 정수처리수의 알칼리도 저하율이 낮게 나타나는 PAC을 주로 사용한다. 또 수중의 불순물을 금속 수산화물로 얹어 침전시키기 위해서는 적정량의 알칼리도가 필요한데 원수중의 알칼리도가 부족할 경우 소석회(CaO)나 소오다희(Na₂CO₃), 가성소오다(NaOH) 등을 주입하여 알칼리분을 보충하는데 특히 액체로서 자동주입이 용이하고 주입정도가 우수한 가성소오다가 많이 사용되고 있다. 이와 같이 약품주입은 청정한 수질을 확보하기 위해 가장 중요한 정수공정중 하나로써 최적의 제어기술이 요구된다. 응집제의 주입량은 원수의 수질에 의해 좌우되며 PH, 알칼리도, 수온, 탁도 및 기상조건에 의한 적정 주입율이 달라진다. PH 및 알칼리도에 의한 적정 주입율의 범위가 넓기 때문에 알カリ제인 가성소다에 의해 PH 및 알칼리도의 제어는 별도로 수행한다. (그림3. 응집제 주입 제어방식)에 나타낸 바와 같이 HOST COMPUTER가 과거의 수질검사 및 JAR-TEST 실시로 응집제 주입량을 결정한 DATA를 중화귀분석하여 응집제 주입율에 의한 연산식을 도출하여 자동주입의 목표치로 한다. 주입량 목표치를 추종토록 하는 PID SPEED 제어 및 목표 주입량에 따라 주입펌프의 STROKE가 자동결정 되도록 하는 STROKE 제어를 병용하여 정량주입 제어를 행한다.



(그림2. 염소주입 제어방식)