(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl.
G05D 11/00 (2006.01)
G05D 7/00 (2006.01)
G05D 7/00 (2006.01)

(45) 공고일자 2007년06월21일
(11) 등록번호 10-0730895
(24) 등록일자 2007년06월15일

(21) 출원번호 10-2005-0030634
(22) 출원일자 2005년04월13일
심사청구일자 2005년04월13일

(65) 공개번호 10-2006-0108906
(43) 공개일자 2006년10월18일

(73) 특허권자 한국수자원공사
대전 대덕구 연축동 산6-2

(72) 발명자 정진달
대전 서구 삼천동 가람아파트 12-1403

이근영
대전 서구 만년동 강변아파트 108-503

윤이수
대전 서구 둔산2동 수정타운아파트 10-201

박진훈
대전 서구 둔산2동 수정타운아파트 8-1002

류기성
대전 유성구 전민동 세종아파트 106-703

(74) 대리인 진용석

(56) 선행기술조사문헌
KR 10-2001-0006614 A
KR 10-1998-0084552 A

심사관 : 황준석

전체 청구항 수 : 총 1 항

(54) 프로그램과 온라인 탁도계를 이용한 여과수 탁도 제어 방법

(57) 요약

본 발명은 온라인(On-Line) 탁도계를 이용하여 여과지의 유출수 탁도를 측정하고, 측정된 탁도 값에 따라 PLC 프로그램을 이용하여 각각의 밸브의 개도를 제어하여 여과 속도 및 여과 수량을 제어함으로써 여과수 탁도 관리의 자동화 및 수돗물 품질을 확보하고 안정적으로 생산할 수 있도록 하는 프로그램과 온라인 탁도계를 이용한 여과지 여과수 탁도 제어 방법을 제공하기 위한 것이다.

이를 위하여 본 발명의 프로그램과 온라인 탁도계를 이용한 여과수 탁도 제어 장치는, 여과지로 유입되는 원수의 유량을 제어하기 위한 유입 밸브, 역세척 종료 후 여과공정 초기의 고탁수 여과수를 배출하기 위해 실시하는 시동 방수를 위한 사수 밸브, 상기 여과지로 유입된 원수를 여과시키는 여과사층, 상기 여과지에 의해 여과된 여과수의 유출량을 제어하기 위한 여과수 유출 밸브, 상기 여과지의 오염 상태에 따라 역세척시 정수 유입량을 제어하는 역세척 밸브를 포함하는 정수처리 장치에 있어서, 상기 여과지에 의해 여과된 여과수의 탁도를 자동 계측하는 온라인 탁도계, 상기 온라인 탁도계로부터 수신된 자료와 관리자가 지정한 탁도 값을 비교하여 상기 유입 밸브, 유출밸브, 사수 밸브의 개도율을 제어하는 PLC 프로그램을 구비한 중앙 서버를 포함하여 구성된다.

대표도

도 1

특허청구의 범위

청구항 1.

고탁도 여과수를 배출하기 위한 여과지 사용 개시 후 유입 밸브, 사수 밸브, 유출 밸브의 개도량을 PLC 프로그램에 설정된 데이터에 따라 제어하여 시동방수 공정을 실시하는 단계(S100)와;

상기 시동방수 공정 단계(S100) 후 여과지 운영 시간이 기준시간을 초과하였는지를 판단하는 단계(S200)와;

상기 S200 단계 후 기준시간을 초과하였을 경우 유입 밸브를 닫고 역세척 공정을 실시하는 단계(S700)와;

상기 S200 단계 후 여과지 운영 시간이 기준시간을 초과하지 않았을 경우 여과지 운영 수위가 기준수위를 초과하였는지를 판단하는 단계(S300)와;

상기 S300 단계 후 측정 수위가 기준수위를 초과하였을 경우 역세척 공정을 실시하는 단계와(S700),

상기 S300 단계 후 On-Line 탁도계의 의해 측정된 탁도값이 기준 탁도값을 초과하는지를 판단하는 단계(S400)와,

상기 S400 단계 후 측정 탁도가 기준 탁도값을 초과하였을 경우 역세척 공정을 실시하는 단계(S700)와,

상기 시동방수 공정(S100) 후의 여과공정에서 여과된 여과수의 측정 탁도값을 온라인 탁도계로부터 입력받아 PLC 프로그램에 설정된 공정제어 기준 탁도값 이상인지 또는 미만인지 판단하는 단계와(S500);

상기 S500 단계 후 고정제어 탁도값보다 상기 측정 탁도 값이 PLC 프로그램에 설정된 기준 탁도값을 초과하지 않았을 경우 유입 밸브 및 유출 밸브의 개도량을 조절하여 여과공정을 실시하는 단계(S600);

를 포함하여 이루어지되,

상기 시동방수 공정을 실시하는 단계(S100)는

유입 밸브의 개도량을 100%가 되도록하여 5분 동안 원수를 유입시키는 단계(S110)와;

상기 S110 단계 후 상기 유입 밸브 개도량을 50%로 감소시키고, 사수 밸브 개도량을 100%로 유지하여 여과지의 초기 고탁도 여과수를 5분 동안 배출하는 단계(S120)와;

상기 고탁도 여과수 배출 단계(S120) 후에 사수 밸브 개도량을 0%로, 유입 밸브 개도량을 100%, 유출 밸브 개도량을 50%가 되도록 하는 단계(S130);로 이루어지고,

상기 역세척 공정(S700)은

유입 밸브, 여과수 유출 밸브, 사수 밸브, 표면 세척밸브와 역세척 밸브 및 퇴수 밸브 개도율을 모두 0% 유지하는 단계(S710)와;

상기 S710 단계 후 역세척수 및 표면세척수를 배출하기 위해 역세척 퇴수밸브를 100% 개방하는 단계(S720)와;

상기 S720 단계 후 표면 세척 밸브의 개도율 100%를 2분간 유지하는 단계(S730)와;

상기 S730 단계 후 표면 세척 밸브 개도율 100%, 역세척 밸브 개도율 100%를 2분간 유지하는 단계(S740)와;

상기 S740 단계 후 표면 세척 밸브 개도율 0%, 역세척 밸브 개도율 100%를 4분간 유지하는 단계(S750)와;

상기 S750 단계 후 역세척 밸브 개도율을 0%로 설정하는 단계(S760);와

상기 S760 단계 후 역세척수의 배출이 모두 이루어졌을 때 역세척수 퇴수밸브를 0%로 폐쇄하는 단계(S770);로 이루어지는 것을 특징으로 하는 프로그램과 온라인 탁도계를 이용한 여과수 탁도 제어방법.

청구항 2.
삭제

청구항 3.
삭제

청구항 4.
삭제

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 온라인(On-Line) 탁도계를 이용하여 여과지의 유출수 탁도를 측정하고, 측정된 탁도 값에 따라 PLC 프로그램을 이용하여 각각의 밸브의 개도를 제어하여 여과 속도 및 여과 수량을 제어함으로써 여과수의 탁도를 공정제어 기준 탁도 값 이내에서 안정적으로 유지할 수 있도록 하는 PLC 프로그램과 온라인 탁도계를 이용한 여과지 여과수 탁도 제어 방법을 제공하기 위한 것이다.

일반적인 수처리 공정에서 여과지에 유입된 원수는 여과사층을 통과하여 곧바로 정수지에 유입되어 급수되므로 여과지에서 유출되는 여과수의 탁도 상승시 적극적인 대처가 어려운 상황으로 운영되고 있다.

따라서, 대규모 정수장 및 소규모 정수장에 적용이 가능하고 적은 예산으로 여과지 운영을 자동화하여 인력 절감 및 정수 수질을 향상시킬 수 있는 기술이 요구되고 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명은 온라인 탁도계를 이용하여 유출수의 탁도를 측정하고, 측정된 데이터와 PLC 프로그램에 저장된 공정제어 탁도값과 비교하고, 비교 결과에 따라 밸브의 개도를 제어함으로써 양질의 수돗물을 생산할 수 있도록 하는 ＰＬＣ 프로그램과 온라인 탁도계를 이용한 여과수 탁도 제어 방법을 제공하기 위한 것이다.

발명의 구성

상기와 같은 기술적 과제를 해결하기 위한 본 발명은 프로그램과 온라인 탁도계를 이용한 여과수 탁도 제어 장치를 제공한다. 상기 프로그램과 온라인 탁도계를 이용한 여과수 탁도 제어 장치는, 여과지로 유입되는 원수의 유량을 제어하기 위한 유입 밸브, 역세척 종료 후 여과지 운영 초기의 고탁수 여과수를 배출하기 위해 실시하는 시동 방수를 위한 사수 밸브, 상기 여과지로 유입된 원수를 여과시키는 여과사층, 상기 여과지에 의해 여과된 여과수의 유출량을 제어하기 위한 여과수 유출 밸브, 상기 여과지의 역세척시 역세척수의 유입량을 제어하는 역세척 밸브를 포함하는 정수처리 장치에 있어서, 상기 여과지에 의해 여과된 여과수의 탁도를 자동 계측하는 온라인 탁도계, 상기 온라인 탁도계로부터 수신된 자료와 관리자가 설정한 공정제어 기준 탁도값을 비교하여 상기 유입 밸브, 유출밸브, 사수 밸브의 개도율을 제어하는 PLC 프로그램을 구비한 중앙 서버를 포함하여 구성된다.

본 발명에 따른 프로그램과 온라인 탁도계를 이용한 여과수 탁도 제어 장치에서 유입 밸브, 유출 밸브, 사수 밸브는 전동 밸브로 이루어지는 것이 바람직하다.

상기와 같은 기술적 과제를 해결하기 위한 본 발명은 프로그램과 온라인 탁도계를 이용한 여과수 탁도 제어 방법을 제공한다. 상기 프로그램과 온라인 탁도계를 이용한 여과수 탁도 제어 방법은 여과지 사용개시 초기에 생산되는 고탁도 여과수를 배출하기 위한 공정으로서 유입 밸브, 사수 밸브, 유출 밸브의 개도량을 PLC 프로그램에 설정된 데이터에 따라 제어하여 시동방수 공정을 실시하는 단계(S100)와; 상기 시동방수 공정 단계(S100) 후 여과지 운영 시간이 기준시간을 초과하였는지를 판단하는 단계(S200)와; 상기 S200 단계 후 기준시간을 초과하였을 경우 유입 밸브를 닫고 역세척 공정을 실시하는 단계(S700)와; 상기 S200 단계 후 여과지 운영 시간이 기준시간을 초과하지 않았을 경우 여과지 운영 수위가 기준수위를 초과하였는지를 판단하는 단계(S300)와; 상기 S300 단계 후 측정 수위가 기준수위를 초과하였을 경우 역세척 공정을 실시하는 단계와(S700), 상기 S300 단계 후 On-Line 탁도계의 의해 측정된 탁도값이 기준 탁도값을 초과하는지를 판단하는 단계(S400)와, 상기 S400 단계 후 측정 탁도가 기준 탁도값을 초과하였을 경우 역세척 공정을 실시하는 단계(S700)와, 상기 시동방수 공정(S100) 후의 여과공정에서 여과된 여과수의 측정 탁도값을 온라인 탁도계로부터 입력받아 PLC 프로그램에 설정된 공정제어 기준 탁도값 이상인지 또는 미만인지 판단하는 단계와(S500); 상기 S500 단계 후 고정제어 탁도값보다 상기 측정 탁도 값이 PLC 프로그램에 설정된 기준 탁도값을 초과하지 않았을 경우 유입 밸브 및 유출 밸브의 개도량을 조절하여 여과공정을 실시하는 단계(S600);를 포함하여 구성된다. 이때, 상기 기준 시간은 여과지 운영 시간을 판단하는 기준이 되는 시간으로 PLC 프로그램에는 72시간으로 설정하였으며, 관리자가 설정값을 변경하여 설정할 수 있다. 상기 기준 수위는 여과지 운영 상한 수위를 나타내는 것으로 PLC 프로그램에는 3.4m로 설정하였으며, 관리자가 설정값을 변경할 수 있다. 또한, 시동방수공정은 역세척 종료 후 여과지 운영 초기에 생산되는 고탁도 여과수를 배출하기 위한 것이며, 여과 공정을 위한 개도량 조절은 관리자가 지정한 공정제어 기준 탁도 이내의 여과수를 생산하는 공정을 나타낸다. 상기 공정제어 기준 탁도는 0.06 NTU로 설정하여 시험을 실시하였다.

상기 여과지 시동방수 공정을 실시하는 단계(S100)는 유입 밸브의 개도량을 100%가 되도록하여 5분 동안 원수를 유입시키는 단계(S110)와; 상기 S110 단계 후 상기 유입 밸브 개도량을 50%로 감소시키고, 사수 밸브 개도량을 100%로 유지하여 여과지의 초기 고탁도 여과수를 5분 동안 배출하는 단계(S120)와; 상기 고탁도 여과수 배출 단계(S120) 후에 사수 밸브 개도량을 0%로, 유입 밸브 개도량을 100%, 유출 밸브 개도량을 50%가 되도록 하는 단계(S130);를 포함한다.

또한, 상기 역세척 공정(S700)은 유입 밸브, 여과수 유출 밸브, 사수 밸브, 표면 세척밸브와 역세척 밸브 및 퇴수 밸브 개도율을 모두 0% 유지하는 단계(S710)와; 상기 S710 단계 후 여과사층 세척을 위해 사용되는 역세척수 및 표면세척수 배출을 위한 퇴수밸브를 100%로 개방하는 단계(S720)와; 상기 S720 단계 후 표면 세척 밸브의 개도율 100%를 2분간 유지하는 단계(S730)와; 상기 S730 단계 후 표면 세척 밸브 개도율 100%, 역세척 밸브 개도율 100%를 2분간 유지하는 단계(S740)와; 상기 S740 단계 후 표면 세척 밸브 개도율 0%, 역세척 밸브 개도율 100%를 4분간 유지하는 단계(S750)와, 상기 S750 단계 후 역세척 밸브 개도율을 0%로 폐쇄하는 단계(S760)와; 상기 S760 단계 후 역세척수 및 표면세척수가 여과지에서 모두 배출된 후 퇴수밸브 개도율을 0%로 폐쇄하는 단계(S770);를 포함한다.

이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 관해 보다 상세하게 설명하도록 한다.

도 1은 본 발명에 따른 프로그램과 온라인 탁도계를 이용한 여과수 탁도 제어 장치를 나타낸 구성도이다.

도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 프로그램과 온라인 탁도계를 이용한 탁도 제어 장치는 여과지로 유입되는 원수의 유량을 제어하기 위한 유입 밸브(10), 역세척 종료 후 여과지 운영 초기의 고탁도 여과수를 배출하기 위한 사수 밸브(20), 상기 여과지로 유입된 원수를 여과시키는 여과사층(30)을 포함하는 여과지(40), 상기 여과지에 의해 여과된 여과수량을 제어하기 위한 여과수 유출 밸브(50), 상기 여과지의 역세척시 역세척수 유입량을 제어하는 역세척 밸브(60), 상기 여

과지에 의해 여과된 여과수의 탁도를 자동 계측하는 온라인 탁도계(70), 상기 온라인 탁도계로부터 수신된 자료와 관리자가 지정한 공정제어 탁도값을 비교하여 상기 유입 밸브, 유출밸브, 사수 밸브의 개도율을 제어하는 PLC 프로그램을 구비한 중앙 서버(80)를 포함하여 구성된다.

도 2 내지 도 5는 본 발명에 따른 ＰＬＣ 프로그램과 온라인 탁도계를 이용한 여과수 탁도 제어 방법을 나타낸 순서도이다.

도 2 및 도 5를 참조하면, 본 발명에 따른 ＰＬＣ 프로그램과 온라인 탁도계를 이용한 여과수 탁도 제어 방법은, 역세척 후 여과지 운영 초기에 생산되는 고탁도 여과수를 배출하기 위한 공정으로서 유입 밸브, 사수 밸브, 유출 밸브의 개도량을 PLC 프로그램에 설정된 데이터에 따라 제어하여 시동방수 공정을 실시하는 단계(S100)와; 여과지 운영시간이 기준 시간을 초과하였는지 판단하는 단계(S200)와; 상기 S200 단계에서 기준 시간을 초과하였을 경우 유입 밸브를 0%로 닫고 역세척 공정을 실시하는 단계(S700)와; 상기 S200 단계 후 여과지 운영시간이 기준 시간을 초과하지 않았을 경우 여과지 수위가 기준 수위를 초과하였는지를 판단하는 단계(S300)와; 상기 여과지 수위가 기준 수위를 초과하였을 경우 역세척 공정을 실시하는 단계와(S700); 상기 S300 단계 후 여과수 유출탁도가 기준 탁도를 초과하였는지를 판단하는 단계(S400)와; 상기 여과수 유출탁도가 기준 탁도를 초과하였을 경우 역세척 공정을 실시하는 단계(S700)와; 상기 S400 단계 후 여과수 유출 탁도가 공정제어 탁도값 초과 또는 미만인지를 비교 판단하는 단계(S500)와; 상기 S500 단계의 비교값에 따라 원수 유입밸브 및 여과수 유출밸브 개도량을 조절하여 여과공정을 수행하기 위한 단계(S600);를 포함하여 구성된다. 이때, 상기 기준 시간은 여과지 사용 시간으로 72시간으로 설정하였으며, 관리자가 설정값을 변경할 수 있다. 상기 기준 수위는 여과지 운영 상한 수위를 나타내는 것으로 3.4m로 설정하였으며, 관리자가 설정값을 변경할 수 있다. 또한, 시동방수공정은 역세척 후 여과지 운영 초기에 고탁도 여과수를 배출하기 위한 것이며, 여과 공정을 위한 개도량 조절은 여과수를 생산하는 공정을 나타낸다. 상기 공정제어 기준 탁도는 0.06NTU로 설정하여 시험하였다.

도 3은 상기 여과지 시동방수 공정 단계(S100)의 각각의 밸브 제어 방법을 보다 상세하게 나타낸 순서도로, 유입 밸브의 개도량을 100%로 개방하여 5분 동안 원수를 유입시키는 단계(S110)와, 상기 유입 밸브 개도량을 50%로 감소시키고, 사수 밸브 개도량을 100%로 개방하여 여과지 운영 초기에 생산되는 고탁도 여과수를 5분 동안 배출하는 단계(S120)와, 상기 고탁도 여과수 배출 단계후에 사수 밸브 개도량을 0%로, 유입 밸브 개도량을 100%로 조정하고 유출 밸브 개도량을 50%로 개방하여 정상적인 여과수 생산을 시작하는 단계(S130);를 포함하여 구성된다.

도 4는 상기 공정제어 기준 탁도(S500)의 비교 및 제어 방법을 보다 상세하게 나타낸 순서도로, On-Line 탁도계에서 검출한 여과수 탁도 값이 공정제어 기준 탁도 미만 예를 들어, 0.06NTU 미만으로 10분간 지속될 경우(S510) 유입 밸브 및 유출밸브 개도량을 현재 상태의 밸브 개도량보다 10% 더 개방(S610)한다. 여기서, 유입 밸브 및 유출 밸브의 개도량은 최대 100%를 상한선으로 설정하였으며, 최소 0%를 하한선으로 설정하여 운영하였다. 또한, 탁도 값이 공정제어 기준 탁도 미만 내지 초과 상태인 경우(S520)에는 유입 밸브 및 유출 밸브의 현 개도 상태를 유지(S620)한다. 또한, 탁도 값이 공정제어 기준 탁도 초과, 예를 들어 0.06NTU를 초과하여 10분간 지속될 경우(S530)에는 유입 밸브 및 유출 밸브 개도율을 10% 폐쇄(S630)한다.

도 5는 상기 역세척 공정 단계(S700)를 보다 상세하게 나타낸 순서도로, 유입 밸브, 여과수 유출 밸브, 사수 밸브, 표면 세척밸브와 역세척 밸브 및 퇴수 밸브 개도율을 모두 0% 유지하는 단계(S710)와; 상기 S710 단계 후 역세척수 및 표면세척수 배출을 위한 퇴수밸브를 100%로 개방하는 단계(S720)와; 상기 S720 단계 후 표면 세척 밸브의 개도율 100%를 2분간 유지하는 단계(S730)와; 상기 S730 단계 후 표면 세척 밸브 및 역세척 밸브 개도율을 100%로 2분간 유지하는 단계(S740)와; 상기 S740 단계 후 표면 세척 밸브 개도율 0%, 역세척 밸브 개도율 100%를 4분간 유지하는 단계(S750);와 상기 S750 단계 후 역세척 밸브 개도율을 0%로 폐쇄하는 단계(S760)와; 상기 S760 단계 후 역세척수 및 표면세척수가 모두 배출된 후 퇴수밸브 개도율을 0%로 폐쇄하는 단계(S770);를 포함한다.

이하에서 상기한 바와 같은 구성을 갖는 본 발명의 ＰＬＣ 프로그램과 온라인 탁도계를 이용한 여과수 탁도 제어 방법에 따른 실험 예들을 설명하도록 한다.

본 발명의 실험 예들은 한국수자원공사 보령정수장 여과지(#11)에서 실시하였으며 여과 방식은 정속여과-자연평형형이다. 제어 인자는 아래 [표 1]과 같다.

[표 1]

제어인자	제어기준	동작설명
탁도	0.06 NTU	공정제어 기준 탁도 미만 또는 초과할 때 밸브 개도율 제어

수위	3.4 m	보령정수장 여과지 최대 운영수위 기준
시간	72 시간	여과지 운영시간을 최대 72시간으로 제한

[표 2]는 시동방수 및 정상적인 여과공정 중에 탁도 제어 방법을 나타낸 실험 예로서, 공정제어 탁도 0.06 NTU를 기준으로 여과수 탁도가 낮으면 유출밸브 및 유입밸브 개방율을 높이고 탁도가 높으면 밸브 개방율을 단계적으로 감소하도록 설정하였다.

[표 2]

구분	밸브개도(%)			밸브 동작 상태 및 동작 시간(분)
	유입 밸브	유출 밸브	사수 밸브	
Step 1	100	0	0	5분간 지속
Step 2	50	0	100	5분간 지속
Step 3	100	50	0	여과개시
Step 4	±10	±10	0	↑or↓(열림 또는 닫힘)
Step 5	±10	±10	0	↑or↓(열림 또는 닫힘)
…	…	…	0	↑or↓(열림 또는 닫힘)

상기 [표 2]에서 Step 1은 역세척 후 시동방수 실시시 사수밸브 개방에 따른 여과사의 노출을 방지하기 위해 원수를 공급하는 공정이다. 또한, Step 2 에서는 사수밸브를 개방하여 역세척 후 여과지 운영 초기에 생산되는 고탁도 여과수를 배출수 처리시설로 방류하여 여과공정 초기에 생산되는 여과수의 탁도를 저감시키기 위한 것이며, Step 3까지 진행되어 사수밸브가 폐쇄되면 시동방수 공정은 종료되고 정상적인 여과공정이 시작된다.

상기 [표 2]의 Step 3의 유출밸브 개도가 50%로 개방되면서 여과공정은 시작되며, 여과 공정 종료 조건은 아래와 같다. 우선, 기본이 되는 것이 탁도로서 정상적인 여과 공정 중 탁도의 상승으로 인해 밸브가 지속적으로 폐쇄된 경우(S530,S630)와 기준탁도(0.15NTU)(S400)에 도달하여 5분간 지속되면 다른 조건에 관계없이 여과공정을 종료(S700)하도록 구성한다. 또한, 기준시간(S200) 및 기준수위(S300)가 설정값에 도달하면 원수유입밸브를 폐쇄하고, 유출밸브는 상승된 여과지 수위가 유량평형장치에 의해 평형에 도달할 때까지 여과공정이 이루어지도록 최종 밸브개도를 유지한 상태에서 여과공정을 정지(S700)한다.

[표 3]은 2005년 1월 15일 현재 보령정수장의 원수 수질상태를 나타낸 데이터이고, [표 4]는 PLC 탁도제어 프로그램 시운전 결과 데이터를 나타낸 것이다.

[표 3]

년월일 구분	수온(??)	pH	탁도(NTU)	알칼리도	비고
2005. 1. 15	5.06~6.74	7.67~7.70	0.53~0.61	17.03~21.23	

[표 4]

구 분	시운전 I	시운전 II	시운전III-1	시운전III-2	시운전III-3	시운전III-4
데이터 취득일	04.12.06	04.12.23	05.01.07	05.01.13	05.01.15	05.01.18
운영시간(hr)	59.7	51.6	71.5	48.2	59.2	7.3

여과수량(㎥)	시간평균	413	408	426	425	433	448
	누적	24,714	21,078	30,462	20,491	25,643	3,274
탁도 (NTU)	최고	0.080	0.110	0.068	0.072	0.064	0.071
	최저	0.040	0.040	0.039	0.041	0.040	0.040
	평균	0.056	0.060	0.047	0.054	0.050	0.053
안정화도달시간 (0.06NTU 미만)		43분	49분	15분	39분	30분	40분

[표 3]을 참조하면, 현재 보령정수장 원수 탁도가 0.53~0.61NTU를 나타내고 있으며, [표 4]의 탁도(NTU)는 역세척 후 여과지 시동방수시부터 100분간 수집한 데이터이다. 상기 시운전 Ⅰ~Ⅱ는 여과수 유출밸브의 초기 개도율을 100% 열림 상태에서 제어가 시작된 경우이며, 시운전 Ⅲ의 모든 경우는 유출밸브의 초기 개도율을 50%로 조정하여 제어를 실시한 경우이다.

도 6은 본 발명의 실험예에 따른 여과 개시 초기의 탁도 변화를 나타낸 그래프도로, 상기 [표 4]의 각각의 시운전 테스트 결과이다. 도 6의 여과개시 초기 100분간 탁도 변화 그래프를 참고하면, 기준 탁도(S400) 제한 설정값(0.15NTU) 이내에서 여과수 생산이 이루어졌으며, 유입 밸브 개도율을 100%(시운전 Ⅰ, Ⅱ)에서 50%(시운전 Ⅲ-1~4)로 조정하였을 때 최고 및 평균 탁도가 낮아졌음을 볼 수 있다. 또한, 시운전 Ⅰ 및 Ⅱ의 Data 분석결과 밸브 개도 조정시 여과수량 변화량은 여과수 유출밸브 초기 개도율을 100% 로 설정한 상태에서 개도율을 감소시키면 버터플라이 밸브의 특성상 여과수량 제어가 곤란한 것으로 나타났다. 따라서, 여과수 유출밸브 초기 개도율을 50%로 설정하여 운영한 결과 시운전 Ⅲ-2(도22) 및 Ⅲ-4(도30)에서와 같이 밸브 개도에 따라 여과수량의 증감이 원만히 이루어져 공정제어 기준 탁도(S500) 이내로 빠르게 안정되고 있음을 알 수 있다.

이하, 상기 [표 4]의 실험예들을 상세하게 설명하도록 한다.

가. 실험예 Ⅰ

시운전 Ⅰ는 2004년 12월 6일 ~ 12월 9일 사이 59.7시간 동안 실시하였으며, 누적 여과 수량은 24,417㎥, 탁도(NTU)는 역세척 종료 후 100분간 취득한 데이터로 최고 0.08, 최저 0.04, 평균 0.056 NTU로 나타났으며, PLC Program 설정값은 [표 5]와 같이 하였다.

[표 5]

구분		Step 1	Step 2	Step 3	Step 4	비고
설정값		5	10	10	10	시간(분)
밸브 개도	원수(유입)	100%	50%	100%	±15%	개도율(%)
	여과수(유출)	0%	0%	100%		
	사수	0%	100%	0%	0%	

도 7은 본 발명의 실험예 Ⅰ에 따른 탁도 및 유입밸브 개도 트랜드를 나타낸 그래프도로, 탁도 Data중 초기 15분간(A구간)은 [표 5]의 Step 2 까지의 공정으로 시동방수 공정(S100)에 해당되어 여과수 생산이 이루어지지 않고 유출배관에 정체된 여과수로서 정상적인 여과공정(S600)으로 생산된 여과수 탁도와는 무관한 Data이고, 15분 이후부터 정상적으로 여과수가 생산되며 이때부터 On-Line 탁도계 및 프로그램에 의한 밸브제어가 실시된다.

도 8은 본 발명의 실험예 Ⅰ에 따른 탁도 및 유출밸브 개도 트랜드를 나타낸 그래프도로, 공정제어 탁도 기준시 B구간에서 공정제어 기준 탁도를 초과했음에도 불구하고 밸브가 단계적으로 폐쇄되지 않는 현상을 보이고 있다.

도 9는 본 발명의 실험예 Ⅰ에 따른 탁도 및 여과수량 트랜드를 나타낸 그래프도이다.

상기 [표 5]의 시운전 Ⅰ과 도 7 내지 도 9를 참조하면, 역세척 후 여과수 초기 탁도는 0.08 NTU 이내의 범위에서 유지되었으며, 여과수 유출밸브를 100% 개방한 후 약 20분간(16~35분, B구간)의 탁도가 공정제어 기준 탁도를 초과하였으나 밸브 개도 조정이 이루어지지 않고 있어 밸브 개도율 제어가 불량한 것으로 나타났다.

도 10은 본 발명의 실험예 Ⅰ의 시동방수를 하였을 경우와 하지 않았을 경우의 탁도 감소 효과를 나타낸 비교 그래프도로, 시동방수 실시 및 미실시시의 탁도 변화는 도 10의 그래프에서와 같이 시동방수 실시시에 탁도가 탁도가 낮게 측정되고 있어 시동방수 효과가 나타나고 있음을 보여주고 있다.

나. 실험예 Ⅱ

시운전 Ⅱ는 2004년 12월 23일 ~ 12월 26일 사이 51.6시간 동안 실시하였으며, 누적 여과 수량은 21,078㎥, 탁도(NTU)는 여과지 사용 개시 후 100분 동안 측정한 데이터로 최고 0.110, 최저 0.040, 평균 0.060 NTU로 나타났으며, PLC Program 설정값은 상기 [표 5]와 같이 하였다.

도 11은 본 발명의 실험예 Ⅱ에 따른 탁도 및 유입 밸브 개도 트랜드를 나타낸 그래프도, 도 12는 본 발명의 실험예 Ⅱ에 따른 탁도 및 유출밸브 개도 트랜드를 나타낸 그래프도, 도 13은 본 발명의 실험예 Ⅱ에 따른 탁도 및 여과수량 트랜드를 나타낸 그래프도이고, 도 14는 본 발명의 실험예 Ⅱ에 따른 유출밸브 개도 및 여과수량 트랜드를 나타낸 그래프도이다.

도 11 내지 도 14를 참조하면, 역세척 후 여과지 사용시 초기 유출 탁도는 0.11 ~ 0.08 NTU 범위에서 형성되었고, 여과지 사용개시 후 약 35분 지점에서 측정된 탁도가 공정제어 기준 탁도 0.06NTU를 초과했음에도 불구하고 밸브의 폐쇄가 이루어지지 않았다. 또한, 유출밸브 개도가 약 25분 지점에서 85% 정도로 조정되었으나 여과수 유출수량은 지속적인 증가추세를 유지하고 있어 유출밸브의 개도 설정값 조정이 필요한 것으로 보인다. 상기 실험예 Ⅱ에서 밸브개도가 원활히 동작하지 않은 이유는 On-Line 탁도계로 측정하는 탁도는 소수점 3자리 이하까지 측정이 가능하나 PLC 프로그램에서는 소수점 2자리까지 Data를 수집하여 제어함으로써 발생하는 반올림 오차에 의한 것으로 판단된다. 따라서, 프로그램에서 처리하는 탁도값을 소수점 3자리까지 취득 처리하고, 여과수 유출밸브의 초기 개도율을 100%에서 50%로 조정하여 밸브제어에 의한 유량제어가 가능하도록 일부 프로그램의 수정이 필요하다.

다. 실험예 Ⅲ-1

실험예 Ⅲ-1 2004년 1월 7일 ~ 1월 10일 사이 71.5시간 동안 실시하였으며, 누적 여과 수량은 30,462㎥, 탁도(NTU)는 여과지 사용개시 후 100분 동안 측정한 데이터로 최고 0.068, 최저 0.039, 평균 0.047 NTU로 나타났으며, PLC Program 설정값은 [표 5]에서 아래 [표 6]과 같이 조정하였다. 또한, 상기 실험예 Ⅰ 및 실험예 Ⅱ의 문제점을 보완하기 위해 탁도 데이터를 소수점 3자리까지 취득하고, 여과수 유출밸브 초기개도율을 100%에서 50%로 조정 및 밸브개도율 Step을 ±10%로 조정하였다.

[표 6]

구분		Step 1	Step 2	Step 3	Step 4	비고
설정값		5	10	10	10	시간(분)
밸브개도	원수(유입)	100%	50%	100%	± 10%	개도율 (%)
	여과수(유출)	0%	0%	50%		
	사수	0%	100%	0%	0%	

도 15는 본 발명의 실험예 Ⅲ-1에 따른 탁도 및 유입밸브 개도 트랜드를 나타낸 그래프도, 도 16은 본 발명의 실험예 Ⅲ-1에 따른 탁도 및 유출밸브 개도 트랜드를 나타낸 그래프도, 도 17은 본 발명의 실험예 Ⅲ-1에 따른 탁도 및 여과수량 트랜드를 나타낸 그래프도, 도 18은 본 발명의 실험예 Ⅲ-1에 따른 유출밸브 개도 및 여과수량 트랜드를 나타낸 그래프도이다.

도 15 내지 도 18을 참조하면, 역세척 후 초기 탁도는 0.068 ~ 0.039 NTU 범위에서 초기 유출 탁도가 형성되는 것을 볼 수 있다. 탁도 및 유입·유출밸브 개도 트랜드를 보면, 밸브 개도는 측정된 탁도값과 공정제어 기준 탁도와의 비교 연산과정

을 통해 제어가 이루어지고 있으며, 공정제어 기준 탁도값 0.06NTU 이하에서 단계적으로 밸브가 열리고 있는 것을 볼 수 있다. 또한, 유출밸브 개도 및 여과수량 트랜드를 살펴보면, 초기 유출밸브 개도 50%부터 밸브제어가 단계적으로 이루어지고 있음을 볼 수 있다.

따라서 초기 유출밸브 개도는 여과지 및 밸브의 유량계수 특성에 따라 현장 실정에 적합하게 조정하여 운영하면 여과속도 감소에 의한 탁도상승 방지목적을 보다 효율적으로 달성할 수 있을 것이다.

다만, 현재 여과지 운영상 여과지 정격사용수량은 시설용량 606㎥/hr 기준이나 시운전 기간 동안의 여과지 평균 유입유량은 약 380㎥/hr 정도로 효율적인 수량제어가 미흡하였으나 시설용량에 근접할수록 여과수량 제어가 높을 것으로 판단된다.

라. 실험예 Ⅲ-2

실험예 Ⅲ-2는 2005년 1월 13일 ~ 1월 15일 사이 48.2시간 동안 실시하였으며, 누적 여과 수량은 20,491㎥, 탁도(NTU)는 여과지 사용 개시 후 100분 동안 측정한 데이터로 최고 0.072, 최저 0.042, 평균 0.054 NTU로 나타났으며, PLC Program 설정값은 상기 [표 6]과 같이 하였다.

도 19는 본 발명의 실험예 Ⅲ-2에 따른 탁도 및 유입밸브 개도 트랜드를 나타낸 그래프도, 도 20은 본 발명의 실험예 Ⅲ-2에 따른 탁도 및 유출밸브 개도 트랜드를 나타낸 그래프도, 도 21은 본 발명의 실험예 Ⅲ-2에 따른 탁도 및 여과수량 트랜드를 나타낸 그래프도, 도 22는 본 발명의 실험예 Ⅲ-2에 따른 유출밸브 개도 및 여과수량 트랜드를 나타낸 그래프도이다.

도 19 내지 도 22를 참조하면, 탁도 및 유출밸브 개도 트랜드는 탁도 Data 취득값이 공정제어 탁도 기준값(0.06NTU) 이상~미만(25~45분 구간)(S520)으로 Data가 분산 취득되고 있어 밸브 개도는 현재의 열림상태를 유지(S620)하고, 이후 계측된 탁도가 공정제어 기준 탁도 미만(S510)으로 안정됨에 따라 밸브가 설정값만큼 닫히는(S610) 것을 볼 수 있다.

또한, 탁도 및 여과수량 트랜드를 살펴보면, 여과수량이 감소(약 25분 지점)하면서 탁도는 하향 안정세를 유지하고 있고, 여과수량의 증가시(45분, 55분, 65분 지점)에도 탁도는 안정적으로 유지되는 것을 볼 수 있다.

유출밸브 개도 및 여과수량 트랜드를 살펴보면, 밸브개도율 10% 감소(전체 개도율 40%, 약 25분 지점)시에 여과수량 증가가 둔화되고 있으며, 밸브 개도율 10% 증가시(45분, 55분, 65분 지점)에도 여과수량은 증가되고 있음을 볼 수 있다.

결과적으로, 목표(공정제어) 탁도값 제어를 위해 여과수 유입 및 유출밸브 개도 제어를 통해 PLC 프로그램을 운영한 결과, 여과지 시설용량 606㎥/hr에 근접한 유량처리시에도 안정적으로 운영되고 있으며, 밸브 개도율은 공정제어 기준 탁도값에 따라 연동운전이 잘 이루어져 여과수 탁질누출을 효율적으로 방지할 수 있으며, 여과지별 On-Line 탁도계를 이용한 여과지 최적운영에 많은 도움을 줄 것으로 판단된다.

마. 실험예 Ⅲ-3

실험예 Ⅲ-3은 2005년 1월 15일 ~ 1월 18일 사이 59.2시간 동안 실시하였으며, 누적 여과 수량은 25,643㎥, 탁도(NTU)는 여과지 사용 개시 후 100분 동안 측정한 데이터로 최고 0.064, 최저 0.040, 평균 0.050 NTU로 나타났으며, PLC Program 설정값은 상기 [표 6]과 같이 하였다.

도 23은 본 발명의 실험예 Ⅲ-3에 따른 탁도 및 유입밸브 개도 트랜드를 나타낸 그래프도, 도 24는 본 발명의 실험예 Ⅲ-3에 따른 탁도 및 유출밸브 개도 트랜드를 나타낸 그래프도, 도 25는 본 발명의 실험예 Ⅲ-3에 따른 탁도 및 여과수량 트랜드를 나타낸 그래프도, 도 26은 본 발명의 실험예 Ⅲ-3에 따른 유출밸브 개도 및 여과수량 트랜드를 나타낸 그래프도이다.

도 23 내지 도 26을 참조하면, 탁도 및 유출밸브 개도 트랜드의 11분 ?? 41분 구간에서 밸브 개도는 일정한 개도율(50%)을 유지하고 있으며, 이후에는 탁도가 안정되면서 개도율이 증가되고 있다.

또한, 시운전 Ⅰ 및 Ⅱ에서는 탁도값을 소수점 2자리까지 취득함으로써 분석이 어려웠던 밸브의 동작상태를 소수점 3자리까지 취득함으로써 보다 명확히 구분이 가능한 것을 볼 수 있다. 그리고, 탁도에 따른 밸브의 동작상태 및 밸브개도에 따른 유량변화가 잘 반영되고 있음을 볼 수 있다.

바. 실험예 Ⅲ-4

실험예 Ⅲ-4는 2005년 1월 18일 ~ 1월 20일 사이 7.3시간 동안 실시하였으며, 누적 여과 수량은 3,274㎥, 탁도(NTU)는 여과지 사용 개시 후 100분 동안 측정한 데이터로 최고 0.071, 최저 0.040, 평균 0.053 NTU로 나타났으며, PLC Program 설정값은 상기 [표 6]과 같이 하였다.

도 27은 본 발명의 실험예 Ⅲ-4에 따른 탁도 및 유입밸브 개도 트랜드를 나타낸 그래프도, 도 28은 본 발명의 실험예 Ⅲ-4에 따른 탁도 및 유출밸브 개도 트랜드를 나타낸 그래프도, 도 29는 본 발명의 실험예 Ⅲ-4에 따른 탁도 및 여과수량 트랜드를 나타낸 그래프도, 도 30은 본 발명의 실험예 Ⅲ-4에 따른 유출밸브 및 여과수량 트랜드를 나타낸 그래프도이다.

도 27 내지 도 30을 참조하여, 공정제어 탁도값 0.06NTU를 기준으로 밸브의 동작상태는 양호하게 나타나고 있으며, 밸브 개도율 감소에 따라 여과수량이 줄어들면서 탁도가 안정될 뿐만 아니라, 밸브의 동작에 따라 여과수량 변화가 밸브 개도율에 따라 변화하는 것을 볼 수 있다.

이상과 같은 본 발명의 ＰＬＣ 프로그램과 온라인 탁도계를 이용한 여과수 탁도 제어 장치 및 제어 방법에 따르면, 여과수 탁도 관리에 어려움을 겪고 있는 지방자치단체 정수장에 PLC 프로그램을 설치·운영함으로써 먹는물 수질기준을 달성할 수 있을 뿐만 아니라, 향후 여과지에 설치될 On-Line 탁도계의 효율적인 운영이 가능하고 안정적인 수돗물을 공급할 수 있을 것으로 판단된다.

발명의 효과

상기한 바와 같이 본 발명에 따르면, 여과수 유출 탁도가 공정제어 기준 탁도 이상으로 상승하는 것을 기준값 이내로 빠르게 안정시키고, PLC 프로그램에 의해 시동방수를 실시함으로써 역세척 후 여과공정 초기에 많이 발생하는 여과수의 탁질 누출을 최소화하여 높은 품질의 수돗물을 생산할 수 있다.

또한, 여과수 유출 탁도, 여과지 유입 및 유출밸브, 여과수량 등을 실시간으로 확인 및 Data 저장이 가능하고, 여과지를 PLC 프로그램에 의해 자동 운영함으로써 최적의 여과지 운영으로 효율성을 향상시킬 뿐만 아니라 수질기준 목표 달성으로 수돗물에 대한 불신감을 해소할 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 따른 ＰＬＣ 프로그램과 온라인 탁도계를 이용한 여과수 탁도 제어 장치를 나타낸 구성도.

도 2 내지 도 5는 본 발명에 따른 ＰＬＣ 프로그램과 온라인 탁도계를 이용한 여과수 탁도 제어 방법을 나타낸 순서도.

도 6은 본 발명의 실험예에 따른 여과 개시 초기의 탁도 변화를 나타낸 그래프도.

도 7은 본 발명의 실험예 Ⅰ에 따른 탁도 및 유입밸브 개도 트랜드를 나타낸 그래프도.

도 8은 본 발명의 실험예 Ⅰ에 따른 탁도 및 유출밸브 개도 트랜드를 나타낸 그래프도.

도 9는 본 발명의 실험예 Ⅰ에 따른 탁도 및 여과수량 트랜드를 나타낸 그래프도.

도 10은 본 발명의 실험예 Ⅰ의 시동방수를 하였을 경우와 하지 않았을 경우의 탁도감소 효과를 비교한 그래프도.

도 11은 본 발명의 실험예 Ⅱ에 따른 탁도 및 유입 밸브 개도 트랜드를 나타낸 그래프도.

도 12는 본 발명의 실험예 Ⅱ에 따른 탁도 및 유출밸브 개도 트랜드를 나타낸 그래프도.

도 13은 본 발명의 실험예 Ⅱ에 따른 탁도 및 여과수량 트랜드를 나타낸 그래프도.

도 14는 본 발명의 실험예 Ⅱ에 따른 유출밸브 개도 및 여과수량 트랜드를 나타낸 그래프도.

도 15는 본 발명의 실험예 Ⅲ-1에 따른 탁도 및 유입밸브 개도 트랜드를 나타낸 그래프도.

도 16은 본 발명의 실험예 Ⅲ-1에 따른 탁도 및 유출밸브 개도 트랜드를 나타낸 그래프도.

도 17은 본 발명의 실험예 Ⅲ-1에 따른 탁도 및 여과수량 트랜드를 나타낸 그래프도.

도 18은 본 발명의 실험예 Ⅲ-1에 따른 유출밸브 개도 및 여과수량 트랜드를 나타낸 그래프도.

도 19는 본 발명의 실험예 Ⅲ-2에 따른 탁도 및 유입밸브 개도 트랜드를 나타낸 그래프도.

도 20은 본 발명의 실험예 Ⅲ-2에 따른 탁도 및 유출밸브 개도 트랜드를 나타낸 그래프도.

도 21은 본 발명의 실험예 Ⅲ-2에 따른 탁도 및 여과수량 트랜드를 나타낸 그래프도.

도 22는 본 발명의 실험예 Ⅲ-2에 따른 유출밸브 개도 및 여과수량 트랜드를 나타낸 그래프도.

도 23은 본 발명의 실험예 Ⅲ-3에 따른 탁도 및 유입밸브 개도 트랜드를 나타낸 그래프도.

도 24는 본 발명의 실험예 Ⅲ-3에 따른 탁도 및 유출밸브 개도 트랜드를 나타낸 그래프도.

도 25는 본 발명의 실험예 Ⅲ-3에 따른 탁도 및 여과수량 트랜드를 나타낸 그래프도.

도 26은 본 발명의 실험예 Ⅲ-3에 따른 유출밸브 개도 및 여과수량 트랜드를 나타낸 그래프도.

도 27은 본 발명의 실험예 Ⅲ-4에 따른 탁도 및 유입밸브 개도 트랜드를 나타낸 그래프도.

도 28은 본 발명의 실험예 Ⅲ-4에 따른 탁도 및 유출밸브 개도 트랜드를 나타낸 그래프도

도 29는 본 발명의 실험예 Ⅲ-4에 따른 탁도 및 여과수량 트랜드를 나타낸 그래프도.

도 30은 본 발명의 실험예 Ⅲ-4에 따른 유출밸브 개도 및 여과수량 트랜드를 나타낸 그래프도.

〈도면 주요부분에 대한 부호의설명〉

10 : 유입 밸브 20 : 사수 밸브

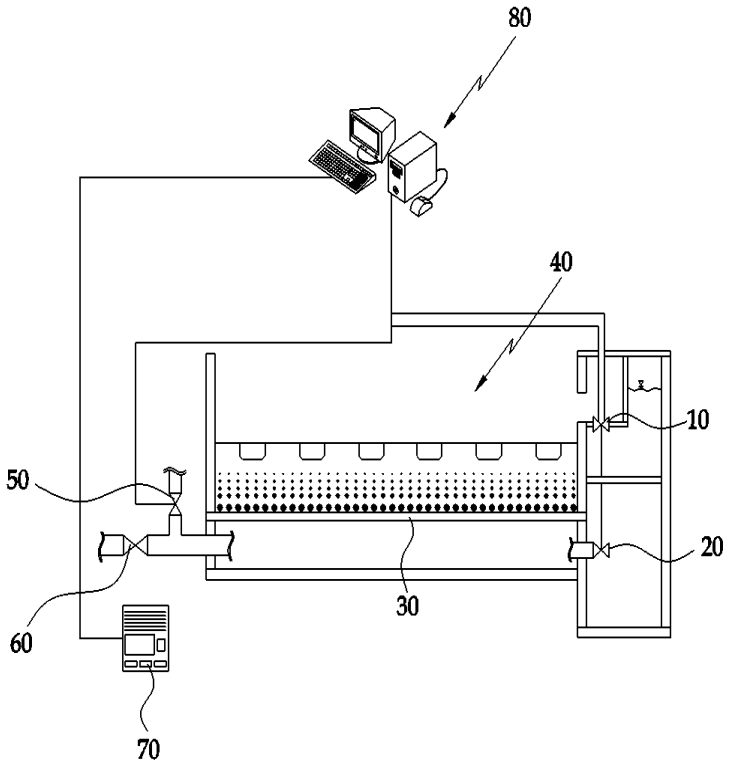
30 : 여과사층 40 : 여과지

50 : 유출 밸브 60 : 역세척 밸브

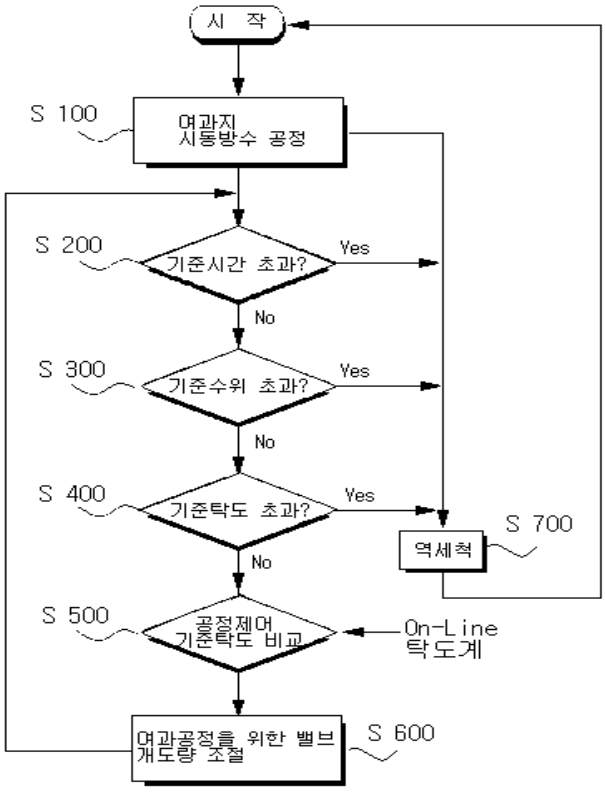
70 : 온라인 탁도계 80 : 중앙서버

도면

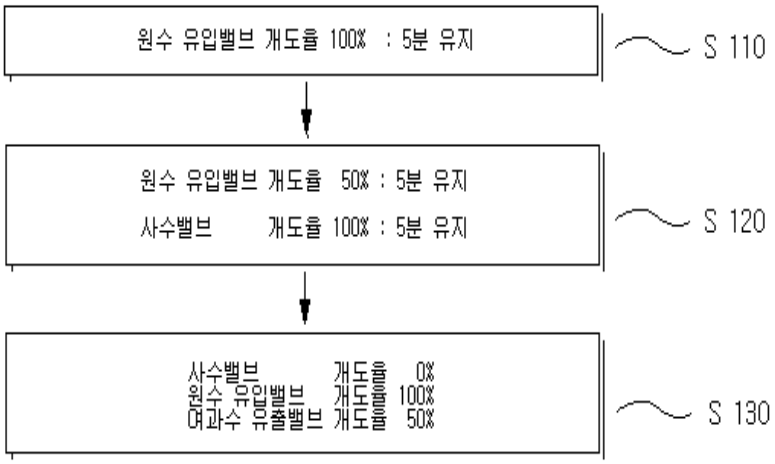
도면1


80
40
10
50
20
30
60
70

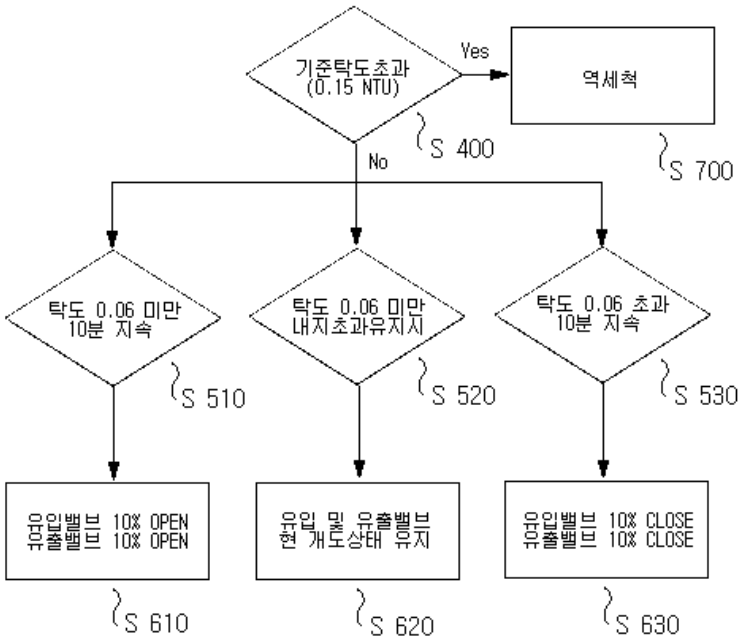
도면2


시 작
S 100
여과지
시동방수 공정
S 200
기준시간 초과?
Yes
No
S 300
기준수위 초과?
Yes
No
S 400
기준탁도 초과?
Yes
No
S 700
역세척
S 500
공정제어
기준탁도 비교
On-Line
탁도계
여과공정을 위한 밸브
개도량 조절
S 600

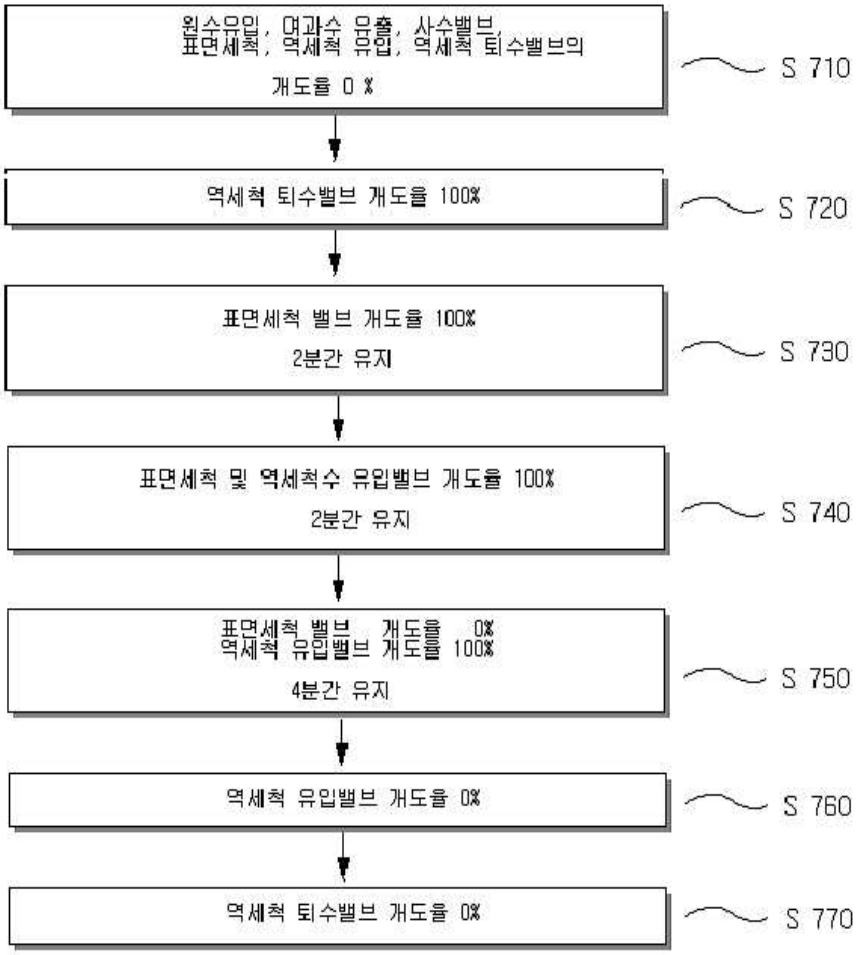
도면3


원수 유입밸브 개도율 100% : 5분 유지
S 110
원수 유입밸브 개도율 50% : 5분 유지
사수밸브 개도율 100% : 5분 유지
S 120
사수밸브 개도율 0%
원수 유입밸브 개도율 100%
여과수 유출밸브 개도율 50%
S 130

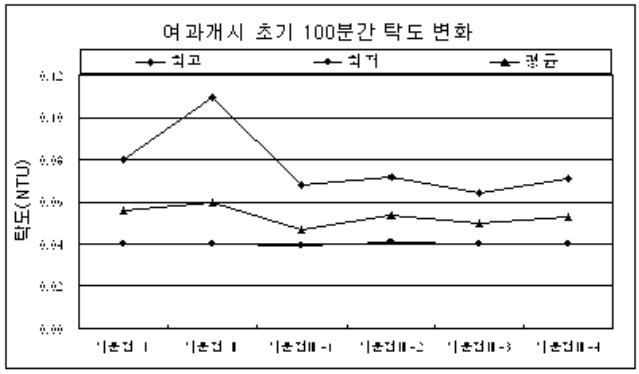
도면4


기준탁도초과 (0.15 NTU)
Yes
역세척
S 400
S 700
No
탁도 0.06 미만 10분 지속
탁도 0.06 미만 내지초과유지지
탁도 0.06 초과 10분 지속
S 510
S 520
S 530
유입밸브 10% OPEN 유출밸브 10% OPEN
유입 및 유출밸브 현 개도상태 유지
유입밸브 10% CLOSE 유출밸브 10% CLOSE
S 610
S 620
S 630

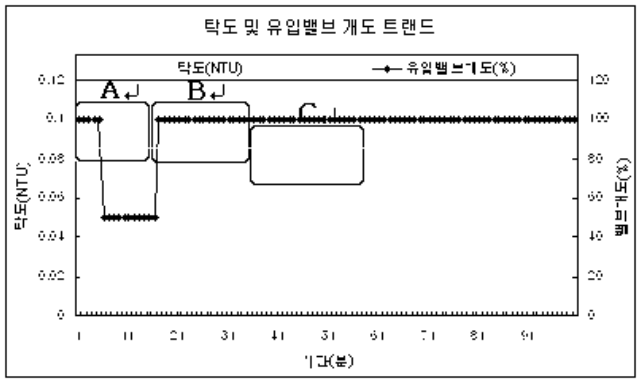
도면5


원수유입, 여과수 유출, 사수밸브,
표면세척, 역세척 유입, 역세척 퇴수밸브의
개도율 0 %
S 710
역세척 퇴수밸브 개도율 100%
S 720
표면세척 밸브 개도율 100%
2분간 유지
S 730
표면세척 및 역세척수 유입밸브 개도율 100%
2분간 유지
S 740
표면세척 밸브 개도율 0%
역세척 유입밸브 개도율 100%
4분간 유지
S 750
역세척 유입밸브 개도율 0%
S 760
역세척 퇴수밸브 개도율 0%
S 770

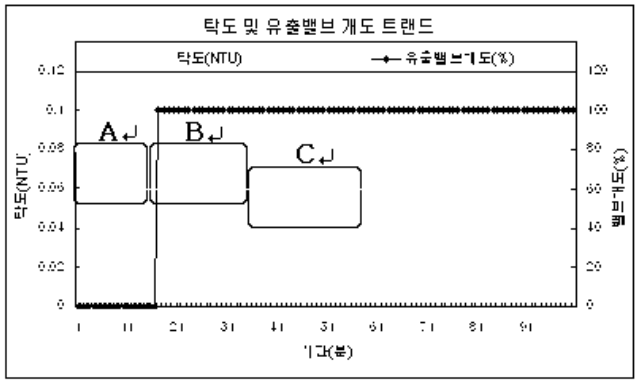
도면6


여과개시 초기 100분간 탁도 변화
탁도(NTU)

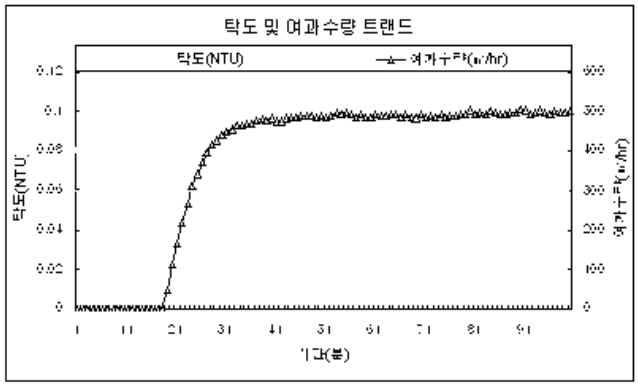
도면7



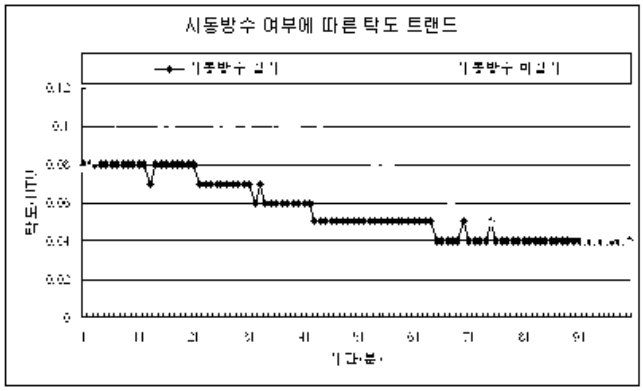
도면8



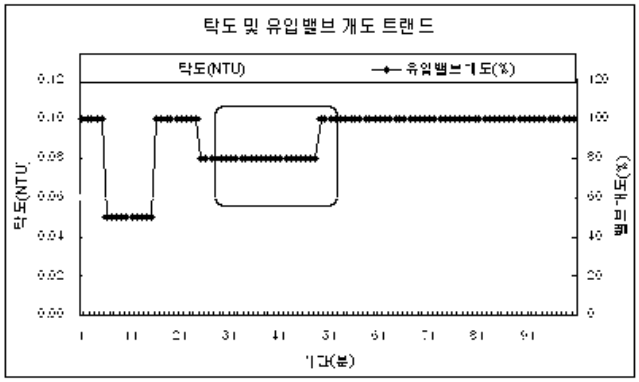
도면9



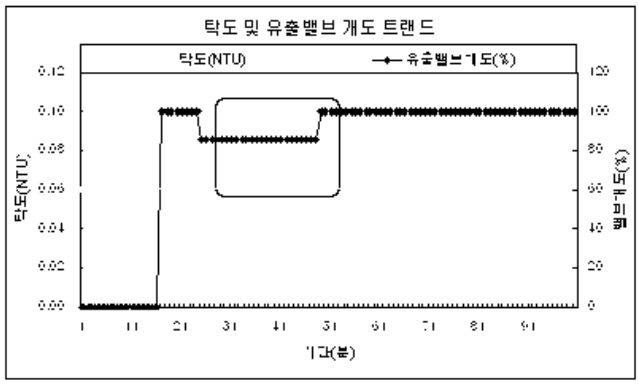
도면10



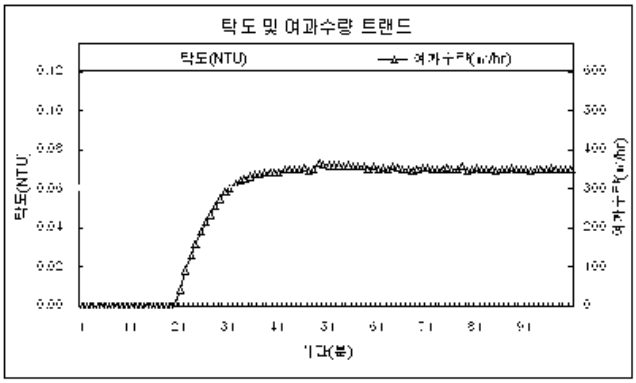
도면11



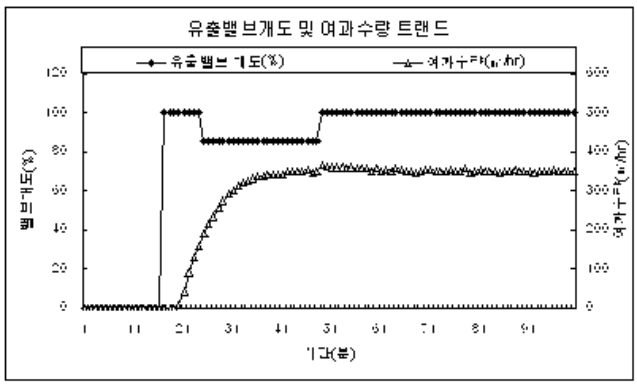
도면12



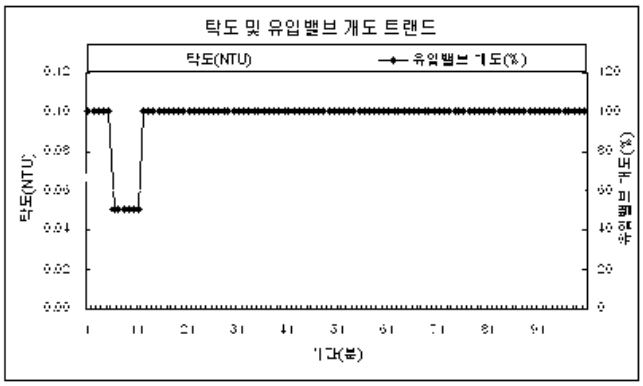
도면13



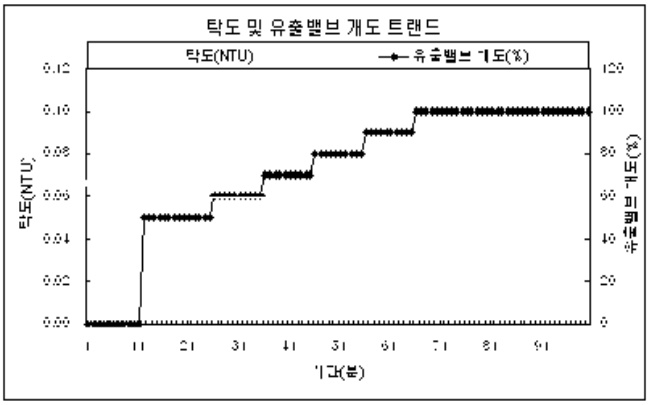
도면14



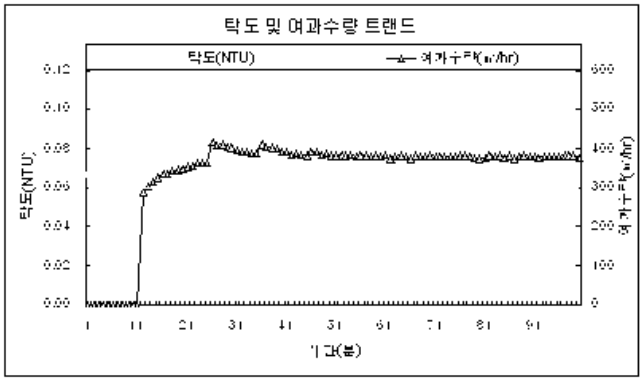
도면15



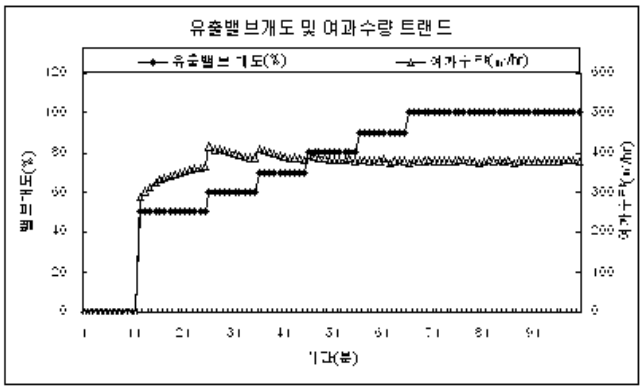
도면16



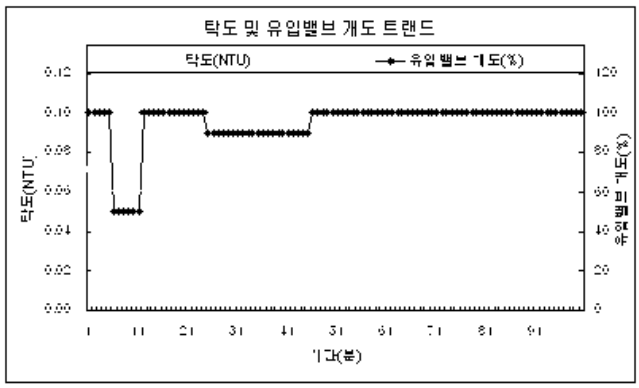
도면17



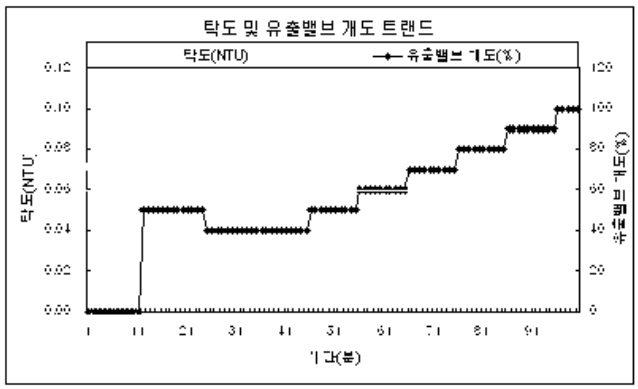
도면18



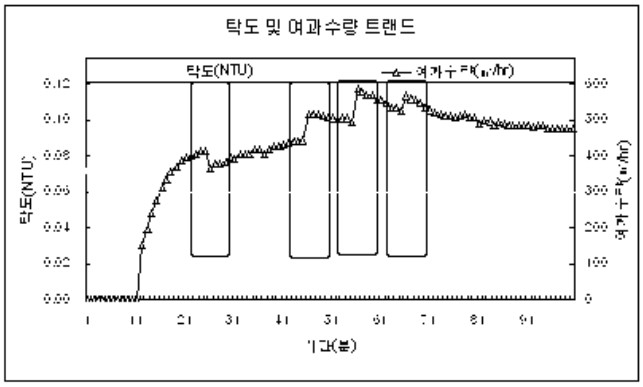
도면19



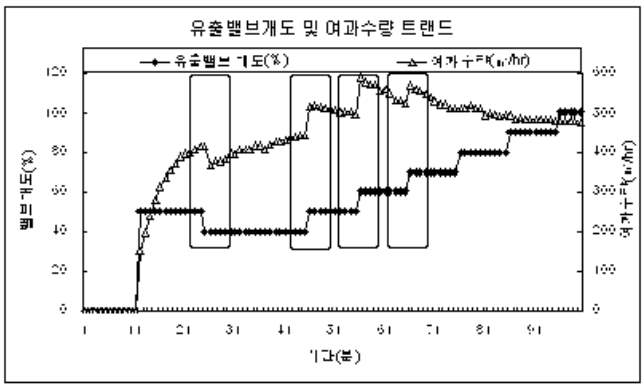
도면20



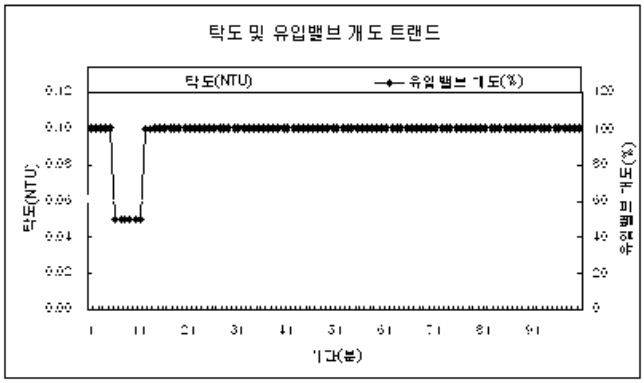
도면21



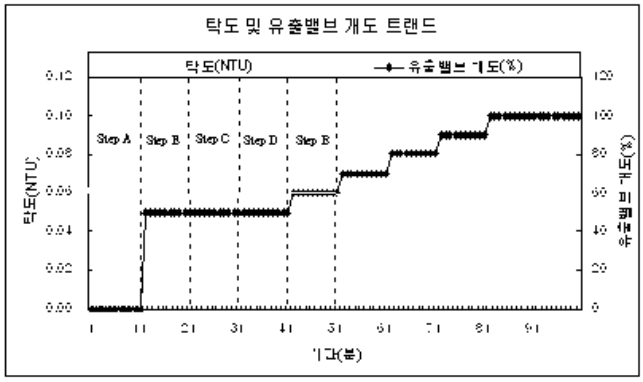
도면22



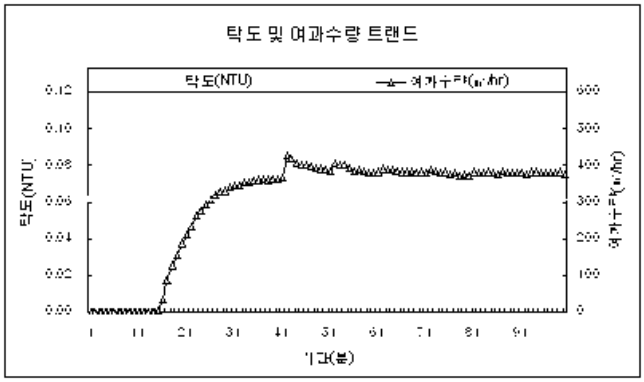
도면23



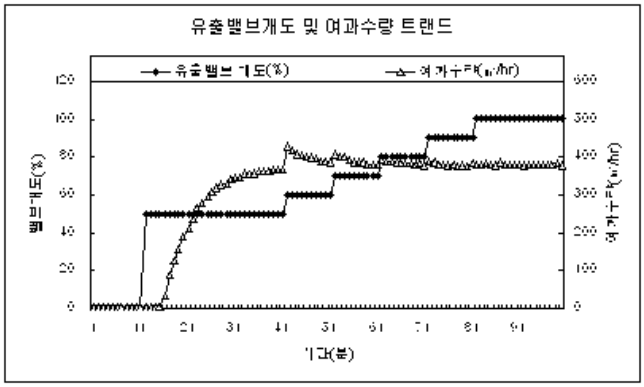
도면24



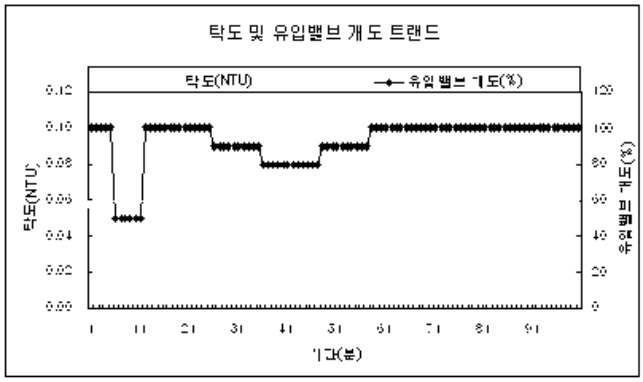
도면25



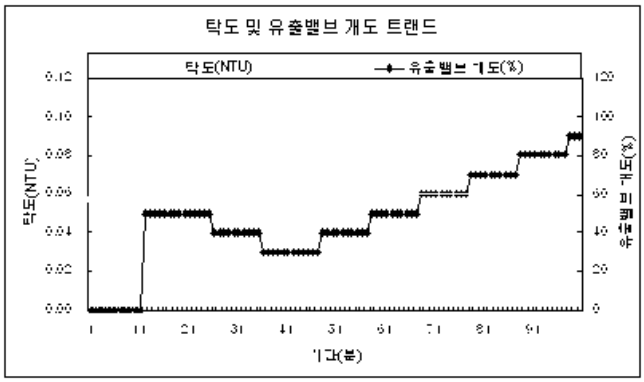
도면26



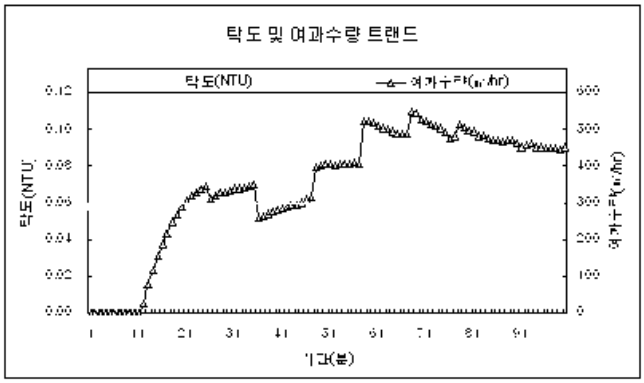
도면27



도면28



도면29



도면30

