

고도처리 도입시 기존 하수처리장 최적화방안

김정환 | 환경관리공단 서울수도사업본부

1. 서론

환경부는 최근 부영양화로 대표되는 수질오염을 억제하기 위하여 2001년 10월 방류수 기준을 강화하였다. 방류수 수질기준은 지역별로 적용시기가 다르지만 2008년 1월 1일부로 전국으로 확대·적용된다. 이와 함께 새로이 적용되는 방류수 수질기준을 만족하기 위해 신설되는 하수처리장 외에도 기존하수처리장의 고도화 사업은 필수불가결하다. 2001년 기준으로 전체처리장 183개소중 고도처리시설이 가동중이거나 설치중인 72개소를 제외한 111개소가 아직 미설치된 상태로 앞으로 기존하수처리장의 고도화사업이 보다 본격화될 것이다.

이러한 사회적인 필요에 따라, 최근의 국내하수처리 기술은 괄목할만한 성장을 보여 2002년말 기준으로 37개소에 A2O, DNR, SBR 등 약 18종의 처리방법으로 가동되고 있다. 또한 이외에도 아직 실시설에 설치되어 있지 않지만 환경신기술로 지정된 고도처리공법도 다수 개발되어 있다. 그러나 이러한 처리공법의 대부분은 신설하수처리장위주로 설치되어, 기존의 처리시설을 최대한 활용해야 되는 기존하수처리장의 고도화에 그대로 도입하기에는 보다 더 검토할 사항이 남아있는 것이 현실이다. 또한 기존하수처리장의 경우 유입수 수질에 따라서는 운전방법의 개량에 따라 강화되는 방류수 수질기준을 만족할 수 있는 가능성도 크다.

따라서 기존하수처리장에서의 고도처리 도입시에는 고도처리시설의 도입여부단계에서부터 기존 하수처리장의 여건을 충분히 검토하여 최적화 방안을 제시하여야 한다. 이러한 관점에서 기존하수처리장의 고도처리화 방안의 개략에 대하여 검토하고자 한다. 단 기존하수처리장의 경우 그 여건은 천차만별로 그에 따라 방안

자체도 달라져야 되기 때문에 일반적으로 고도처리화 방안을 제시할 수는 없기 때문에 여기서는 검토흐름, 검토사항 등에 대해서 거론하고자 한다.

2. 기존처리장의 고도처리와 검토 흐름도

기존처리장의 고도처리화 검토flow를 그림1에 나타내었다. 기존처리장의 고도처리화의 검토에 있어서 다음과 같이 4단계로 분류하여 검토하여야 한다.

1) 실태조사

- ① 고도화 대상이 되는 처리시설의 구조적 사항, 처리장용지의 이용 상황 등 고도화 시설도입시 공간적 시설적 제약조건의 검토
- ② 유입수량, 수질, 유량 및 부하변동 등 유입조건의 검토
- ③ 수온 등 운전조건에 관련된 검토
- ④ 방류수수질 기준에 따른 처리목표수질의 선정 등

2) 운전개선 방법검토

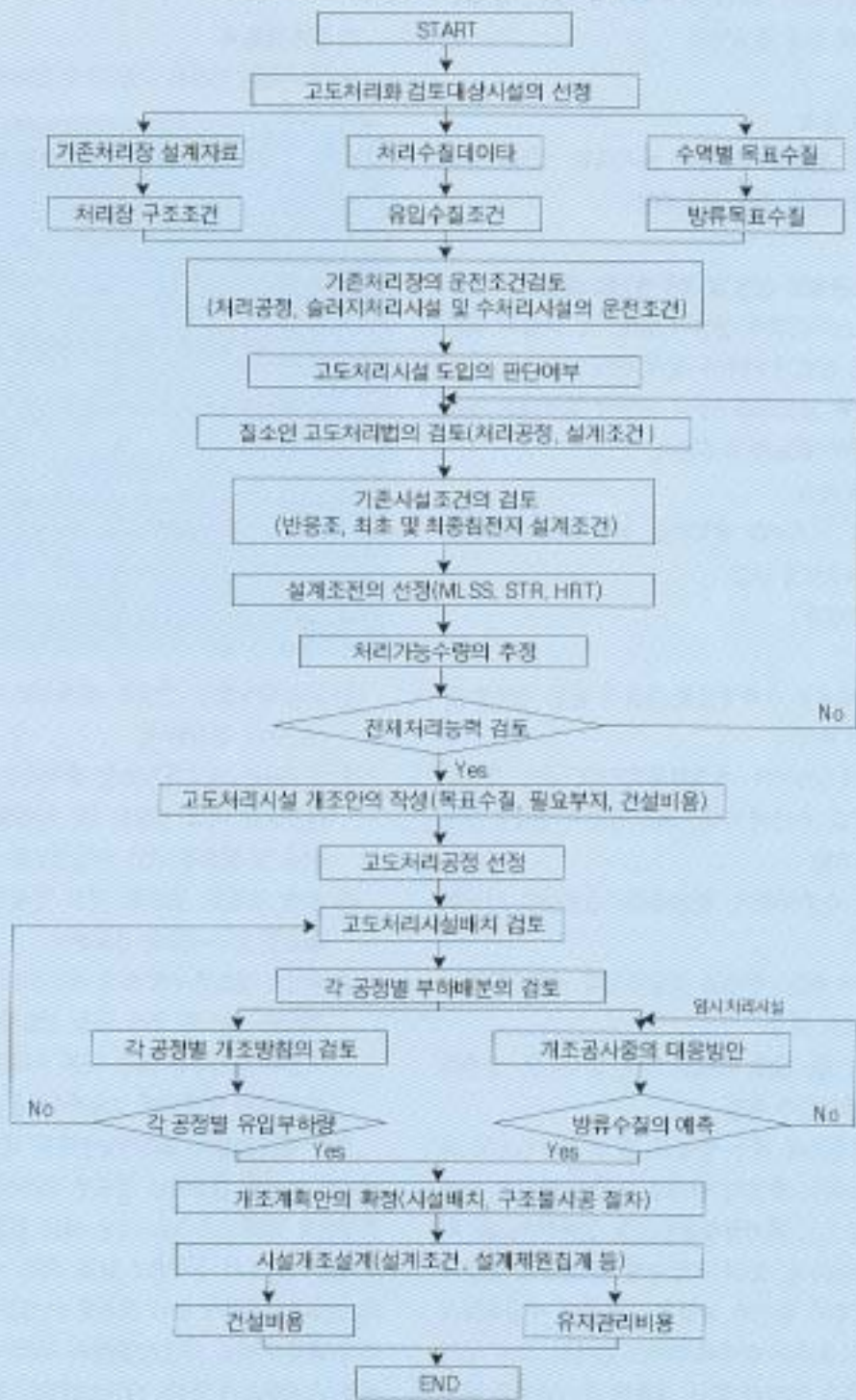
- ① 기존 처리장의 슬러지 처리 시설의 증설 및 개선을 통한 처리수질 향상의 검토
- ② 수처리 시설의 운전방법 개선 및 간단한 개조에 따른 처리수질 향상의 검토
- ③ 이상의 검토 결과, 방류수 수질기준을 만족할 수 없다고 판단되었을 경우, 고도처리 공법의 도입을 검토한다.

3) 고도처리법의 선정

- ① 유입수질, 설계수온 등에 의해 결정되는 처리공정의 운전조건으로부터, 기존의 수처리 시설에

그림1 기존처리장의 고도처리화 검토 흐름도

실태조사
방운법전검토선
고도처리공법의선정
시설개조설계



서의 처리가능수량을 검토한다

- ② 기존시설로써는 처리능력이 부족할 경우, 증설계획의 용량 등을 검토한다.

4) 시설개조 설계

위의 ③에서 계산된 구조물의 배치계획, 설계, 개조공사중의 수처리계획 등을 검토한다.

3. 고도처리공정의 선정 및 개조방안의 검토

3단계의 고도처리법의 선정에 대해서는 다음과 같은 보다 세부적인 검토가 이루어 져야 한다.

기존처리장의 고도처리시설의 도입에 있어서는 다음과 같은 3단계의 검토가 요구된다.

- ① 현시설의 파악
(시설구조, 기기 사양, 유입수질, 잉여 슬러지 발생량)
- ② 고도처리공정의 선정
- ③ 시설개조설계

1) ①에 대해서는 구체적으로 다음과 같은 사항을 검토하여야 한다.

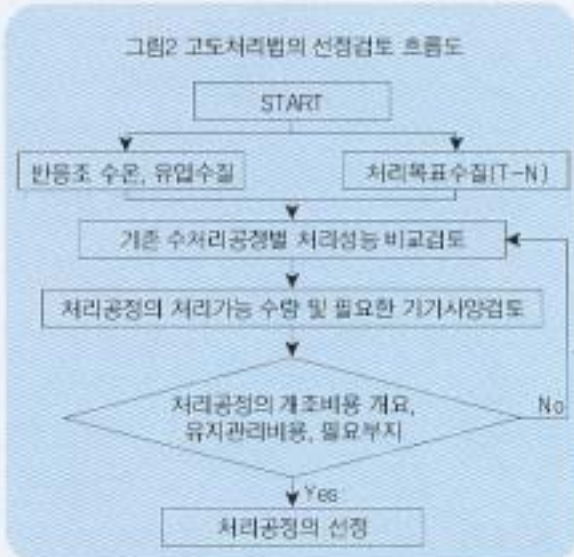
- ① 최종침전지에서의 제거현황(BOD, SS, T-N, TP등) 및 수면적부하, 최종침전지-반응조간의 수위차 파악
- ② 송풍기, 수중교반기, 반응슬러지펌프등의 기기능력 파악
- ③ 반응조의 수온, 반응조 유입수질의 예측 및 처리 목표수질의 결정
- ④ 위의 ①, ②, ③을 기초로 하여 설계수량, 설계수온, 설계수질의 결정

특히, 설계수온의 경우 반응조 및 최종침전지의 처리능력을 좌우하는 중요한 인자로 현황의 반응조 수온 데이터를 기준으로 최저월평균수온을 설계수온으로 하는 것이 바람직하다. 또한 유입수질 및 반응조 유입수질의 경우 이후의 면정비 동향을 고려하여 추정하도록 하고, 이때 이용되는 수질데이터는 24시간 조사 등의 가중평균치 혹은 24시간 평균 샘플의 분석결과를 이용

하는 것을 원칙으로 한다.

2) ②에 대해서

고도처리법의 선정은 그림2의 흐름도에 따라 결정한다.



- ① 고도처리법의 선정은 원칙적으로 질소제거율을 기준으로 선정한다.
- ② 요구되는 질소제거율을 만족하는 몇가지의 수처리공정을 비교 검토한 뒤, 처리공정의 처리 가능수량 및 필요한 기기 사양검토를 수행한다.
- ③ 이때 증설이 필요할 경우 증설부의 용량계산과 필요한 기기 사양을 검토한다.
- ④ 이상의 검토결과에 의거 처리공정개조비용, 유지관리비용, 필요한 부지 등을 검토하여 대상처리장에 적용이 불가능한 경우 다른 처리공정에 대해 동일한 검토를 수행하여 고도처리공정을 결정한다.

한편 처리공정의 처리가능수량은 대상처리장에 대한 적용성 여부를 결정하는 중요한 인자이고, 각 고도처리공정별로 달라진다. 여기서는 최근 일본에서 대규모 고도처리 시설로서 주목받고 있고, 향후 대규모하수처리장의 고도처리개선에 많이 적용될 수 있는 다단스텝유입식 질화 탈질법(이하 다단스텝법)의 처리가능수량의 검토사례를 소개하고자 한다. 다단스텝법의 공정도와 검토 순

서의 흐름도를 각각 그림3, 그림4에 나타내었다.

이 공법의 특징은 내부순환 없이 높은 질소제거율이 가능하며 3단 스텝유입식의 경우 내부순환 없이 단단 순환변법의 내부순환을 약300%배와의 비슷한 질소제거가 가능하다. 처리가능 수량의 검토는 아래와 같은 절차로 수행한다.

- ① 설계수은 및 목표수질이 결정되면, 목표처리수질을 만족하는 스텝단수를 결정한다.
- ② 질화반응의 필수조건인 호기조의 SRT(A-SRT)를 산출한다. A-SRT는 질화세균의 비증식속도로 부터 산출하고 이때 중요한 인자는 반응조의 수이다.
- ③ ②에서 필요한 A-SRT를 만족하는 반응조의 MLSS농도를 결정하고 여기에 따른 처리가능 수량을 산출한다.

④ 또한 MLSS농도와 이에 필요한 수면적부하를 산출하여, MLSS농도별 최종침전지의 처리가능 수량을 검토한다.

⑤ 위의 ③과④에서의 결과로 부터 처리가능수량과 MLSS농도를 산출한다.

⑥ ⑤에서 산출된 MLSS농도와 BOD-SS부하, BOD/N비를 고려하여 탈질속도및 탈질량을 산출하여 각 스텝단계의 탈질조의 용량을 산출한다.

⑦ 질화조는 ⑤에서 산출된 MLSS를 기준으로 필요한 반응조용량을 산출한뒤, 각단의 BOD-SS부하가 동일하도록 반응조의 크기를 분배한다.

이때 각단의 질화조및 탈질조의 비는 일반적으로 하수 수질일 경우, 1:0.7~1:1정도로, BOD-SS부하가 클수록 그 비는 적어질 수 있다.

