

도심지 친수환경조성



박 환 철
(주)삼안 이사
gomzila@paran.com



송 용 진
(주)삼안 부장
yjsong@samem.co.kr

근에는 신도시나 대규모 단지 조성시 이·치수 목적보다는 도심지의 친수환경조성을 주목적으로 하여 다수의 인공호수를 조성하고 있다.

친수환경조성을 강조하고 있는 인공호수의 경우 전체적인 컨셉, 경관, 조경 등이 중요한 분야이나 본서에서는 호수조성에 필요한 기술적인 사항에 대해 기존에 조성되어 있는 도심내 친수목적의 인공호수 사례와 계획시 고려해야 될 주요 사항, 문제점 등에 대해 살펴보고자 하였다.

1. 개요

물은 각박해진 도시인들의 삶에 정신적, 정서적 여유를 제공하고 물길을 둘러싼 소규모 생태환경은 도심에서 사라진 자연을 되살린다.

도시는 산업혁명 이후 생산의 거점이 됐지만, 동시에 인구 집중과 환경오염이라는 문제에 부닥치게 되었고 이를 개선하기 위한 노력으로 물과 함께 살아가는 방식을 모색하고 있다.

우리나라도 서울 청계천 복원, 한강 르네상스 프로젝트를 추진하여 물을 중심으로 한 도시를 진행 중에 있으며 하고 있으며 물과 도시의 생명력과 경쟁력을 높이기 위해 다양한 시도를 하고 있다.

이러한 노력의 일환으로 기존의 인공호수 조성은 주로 치수와 이수를 목적으로 계획되어 왔으나 최

2. 기존사례

국내에서 조성되어 운영되고 있는 대표적인 도심지 인공호수로는 일산호수공원, 부천상동호수공원, 용인동백지구, 분당호수공원, 석촌호수공원 등이 있다. 일산 호수공원은 국내의 대표적인 인공호수



그림 1. 일산호수공원

학술/기술기사

로 크게 3개의 Zone으로 구성되어 있다. Zone 1과 2에는 친수환경 조성을 위하여 수질환경기준으로 Ⅲ등급 수준에 해당하는 물을 각각 30,000m³과 370,000m³이 담수할 수 있도록 계획하였다.

호수 유입 원수로 사용되는 수자원은 한강수이고, 유입수량은 최대증발량 1,000m³/일, 누수량 600m³/일, 방류량 900m³/일을 합쳐 2,500m³/일이고, 호수의 수질보전을 위하여 유입원수 전량을 처리하기 위한 탈인응집시설을 설치하였음. 순환수처리시설은 최대 4,000m³/일로 설치하였으며, 가압 부상법을 이용하여 호수 내에서 발생하는 조류와 부유물질을 제거하고 있다.

부천상동지구 인공호수는 면적이 20,342m², 저수용량은 18,366m³으로 계획하였다. 수심은 평균 1m, 저면차수는 차수시트를 설치하였다. 친수공간으로 조성된 맑은 물을 유지하는 중앙호와 2개의 작은 생태연못들로 조성하였으며 생태연못은 바람의 영향과 정체성으로 인하여 다른 호수면에 비하여 수질이 나빠질 수 있는 지역에 조성하였고, 수생식물을 식재하여 국부적인 수질정화와 자연학습장 등으로 이용될 수 있도록 하였다.



그림 2. 부천상동호수

부천상동지구 인공호수의 담수량은 18,366m³이고, 호수의 평균수질은 1m이나 호안 쪽에는 익수사고 등 안전사고의 방지를 위하여 0.5m 정도로 조성하였다.

호수유입 원수는 시민의 강으로 공급되는 중수(굴포천 하수종말처리장의 고도처리수)로 계획하였

으나, 현재는 지하수나 우수를 사용하고 있다. 유입원수(보충수) 공급 필요량은 약 20m³/일에 불과하며, 현재 일 처리용량 1,000m³/일 규모로 설치되어 있는 가압부상여과시설은 순환수 중의 조류와 인제거를 목적으로 사용되고 있다.

오오호리공원 연못은 후쿠오카현 오오호리 공원 내에 있으며 담수량은 350,000m³이다. 유입수원은 우수와 지하수나, 유입수량이 충분하지 않아 연못물의 일부를 처리하면서 순환시키고 있다. 순환수 처리용량은 15,000m³/일이고 응집여과 처리방식을 사용하고 있다. 즉, 연못으로부터 취수한 물을 응집·여과 처리한 후 연못주변을 따라 조성된 순환수로를 거쳐 취수구와 반대쪽지점으로 연못에 다시 유입시키고 있다.

순환수 처리에 부가적으로 저질개선을 실시하였는데, 연못물을 배수시키고 저니를 2주간 햇빛에 건조한 후에 고화제를 주입하여 고화시키고 연못의 한 곳으로 모아 매설하였으며, 모래로 연못바닥을 덮었다. 저질개선 후 연못은 맑은 물을 유지하고 있으며, 영양염류 제거 외에 미세한 부유물 제거로 현저한 응집·여과효과가 나타났다. 한편, 연못의 투명도가 약 1m 정도로 개선되어 수초류의 성장이 빨라져 대대적인 조류제거 작업이 매년 가을마다 실시되고 있다.



그림 3. 오오호리공원 연못

현재 진행 중인 사업으로는 파주운정지구와 행정중심복합도시가 있다. 파주운정지구는 인공호수와 하천정비, 실개천 조성 등이 주 사업내용이다.



그림 4. 파주운정지구

행정중심 복합도시에 계획된 인공호수는 현재 시공 중에 있으며 호수의 면적은 615,000㎡, 수면적 330,000㎡으로 도시와 자연, 인간과 호수가 어우러진 블루그림 네트워크의 상징적 도시를 구현을 목표로 계획하였다.

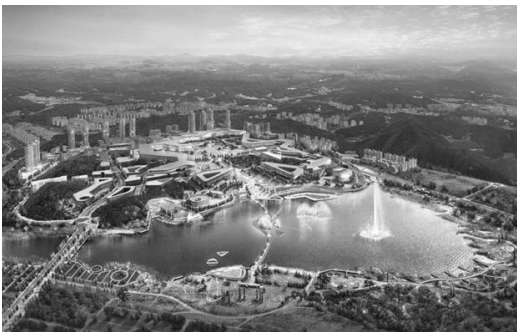


그림 5. 행정중심복합도시

3. 주요 사항

인공호수 조성에 있어 기술적으로 가장 중요한 사항은 호수의 수질을 유지하여 쾌적한 환경을 제공하는 것이다. 기존의 조성된 인공호수의 사례에서도 호수의 악취나 수질악화는 친수환경조성에 있어 가장 취약한 문제로 판단된다.

본 절에서는 수질을 유지할 수 있는 방안, 수처리방법, 홍수시 대처방안 등을 중심으로 인공호수 조성에 필요한 주요 기술사항에 대해 살펴보고자 한다.

3.1 물순환 시스템

인공 호수를 유지하기 위해서는 유입량, 방류량, 손실, 적절수질을 유지할수 있는 수처리 용량 등을 고려하여 전체적인 시스템을 구성해야 한다.

3.1 취수원

인공호수를 조성하기 위해서는 우선 규모를 결정하고 호수의 저수량을 유지할 수 있는 취수원을 결정해야 한다. 취수원은 조성할 호수의 지형과 위치를 고려하여 결정하며 주변의 하천을 대상으로 수질, 경제성, 환경성 등을 고려하여 적정취수원을 선택한다.

3.2 수질정화시설

3.2.1 수질 기준

친수공간조성이란 목적에 부합하기 위해서는 호수의 수질관리에 만전을 기해야 한다. 인공호수의 수질은 깨끗할수록 좋지만 상수와 같은 양질의 수질을 요구하는 것이 아니므로 처리비용 등을 고려할 경우 적정처리 수준을 유지하는 것이 바람직하다. 운영시에 경관이나 악취 등으로 인한 불쾌감을 주어서는 안 되며, 문제를 유발하거나 시설 및 기구 등의 기능에 지장을 주어서는 안 된다.

도심지의 친수공간을 구성할 경우 인체와 접촉 가능성이 있는 곳에서는 보건위생상 다른 용도에 비해서 엄격한 수질기준이 적용되어야 한다.

수질목표는 사용자의 건강을 보호하고, 쾌적한 이용과 안정성을 확보하기 위해 각각의 용도에 따라 적합한 수질기준을 설정한다.

검토되어야 할 기본적인 사항으로는 위생상의 문제점이 없어야하고 이용상의 지장이 없어야 하며 이용상의 불쾌감을 주지 않아야한다

시설이나 기구에 악영향을 미치지 않아야하고 처리기술에 대한 안정성이 확립되어 있어야하며 유지관리수준의 확보 및 판정을 위한 적절한 지표가 있

어야하고 처리비용이 경제적이어야 한다.

3.2.2 수질정화시설

친수환경조성을 위한 핵심사항인 호수의 수질을 유지하기 위한 핵심은 수질정화시설로 호수의 규모와 취수원의 수질을 고려하여 수질정화시설의 적정 처리용량을 결정해야 하며 수질 모델링을 통해 이를 검증해야 한다.

대표적인 수질정화시설로는 가압부상과 여과를 이용한 방법, 섬유상여과방법, 고속응집침전방법, 막을 이용한 방법 등이 있다.

가압부상과 여과를 이용한 방법은 가압부상을 통해 고액을 분리하는 방법으로 여과지속시간을 단축시키는 낮은 비중의 입자와 조류제거에 효과적이며 높은 수면적 부하로 처리 시간이 짧다. 약품사용량이 적어 유지 관리 용이하며 함수율이 낮아 슬러지 처리공정 단순화 가능한 공법이다. 순환수가압을 위한 별도 설비 구성 필요한 단점이 있으며 일산화수공원에 적용된다.

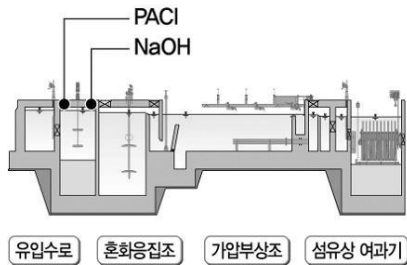


그림 6. 가압부상

섬유상여과는 유연성 섬유사를 이용 하여 고액분리하는 공법으로 무인자동운전이 가능하고 높은 여과속도로 운전하여도 처리효율 달성이 가능하나 역세척수 처리공정이 다소 복잡한 단점이 있다.

정교한 반응공정이 필요치 않아 유지관리가 용이하며 수질악화시 역세척횟수증가로 유지관리비가 증가되며 단일공정으로는 수질변화를 대처하기 곤란하고 슬러지처리공정 복잡하고 정기적인 섬유사 교체비용 발생한다.

섬유상여과공법은 하수 3차처리 다수 적용된 바

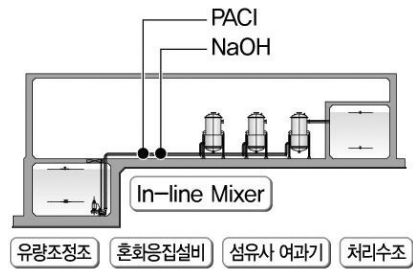


그림 7. 섬유상여과

있다.

고속응집침전공법은 슬러지순환 및 경사판을 이용한 침전고액분리하는 공법으로 반응 응집조에서 FLOC을 빠르게 성장시킬수 있는 가중 응집제(WF-21)를 주입하여 침전성을 향상한다.

높은 수면적 부하로 처리시간이 짧으며 슬러지 함수율이 낮아 슬러지처리공정 단순화가 가능하다. 슬러지 순환 등 부대설비가 많으며 가중응집제, 폴리머 등 약품소모량이 많아 유지관리비용이 상승하는 단점이 있다.

처리효율 달성을 위해 약품종류 및 약품용량이 많으며 침강분리가 안된 미세형물질 유출에 따른 추가처리대책이 필요하다. 하수 3차 처리에 다수 적용한 바 있다.

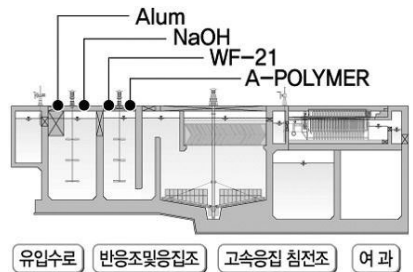


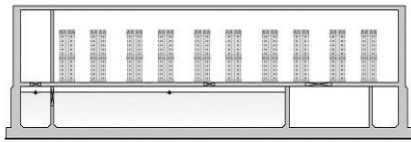
그림 8. 고속응집침전

막여과 공법은 막(MF,UF)을 이용하여 고액분리하는 공법으로 우수한 수질처리를 기대할 수 있으며 모듈당 막면적이 넓어 높은 Flux운전이 가능하다. 낮은 탁도 및 인의 제거에 우수하나 농축수처리공정이 복잡한 단점이 있다.

막여과처리수는 소독공정이 불필요하고 FMC, CIP공정으로 막세 정설비 추가 필요하며 주기적으

로 막세정공정 및 막교체에 따른 유지관리 필요하고 시설의 증설 및 보수시 공정에 영향이 없다.

회수율을 높이기 위한 배출수 배출수 처리공정이 추가로 필요하고 높은 수준의 전처리 여과설비가 요구되고 고가의 막모듈설치로 공사비가 과대하다는 단점이 있다.



유입수로 처리수조 막(MF)여과 모듈

그림 9. 막여과

3.2 저면차수시설

인공호수를 조성함에 있어 유입량이 풍부하더라도 호수 저면으로 손실이 크면 호수를 유지하기 어렵다. 이를 방지 하기위한 방안으로는 벤토나이트를 이용한 공법과 차수시트를 이용한 공법이 사용되고 있다.

벤토나이트를 이용한 공법은 수화시 벤토나이트의 팽창성을 이용하여 차수를 하는 공법으로 시공과 유지관리가 용이한 장점이 있다.

차수시트는 부직포와 시트를 이용하는 공법으로 불투수재료인 차수시트가 완벽한 차수기능을 발휘하며 높은 신장률을 갖고 있으며 지반적응성도 뛰어나다. 정밀한 시공이 필요하며 반영구적이나 유지관리에 어려움이 있다.

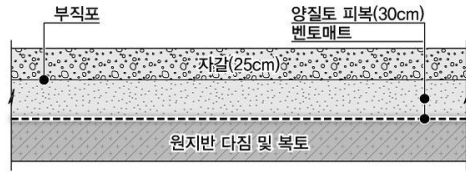


그림 10. 벤토나이트

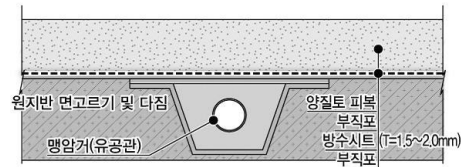


그림 11. 차수시트

3.2 유지관리

시설이 제기능을 발휘하기 위해서는 지속적인 유지관리가 필요하다. 따라서 인공호수의 경우 조성 계획뿐만아니라 조성이후의 유지관리계획도 경제적이고 효율적으로 수립해야 한다. 이에 주요 사항으로 통합적인 유지관리 시스템구성, 상시 및 홍수시 유지관리계획, 주기적인 청소계획 등을 고려해야 한다.

3. 결론

인공호수는 조성도 중요하지만 기능이 유지될 수 있도록 지속적으로 유지·관리하는 것이 중요하다. 이를 위해서는 쾌적한 친수환경을 경제적으로 제공할 수 있는 방안을 수립해야 할 것으로 판단된다. 핵심사안인 수질도 목표수질을 무조건적으로 상향하는 것보다는 인공호수에 필요한 정도의 적절한 수질지침을 마련하여 경제적인 수질관리가 되어야 할 것으로 사료된다. ☹

참고문헌

1. 건설교통부(2005), 댐설계기준
2. 한국수자원학회(2009), 하천설계기준
3. 행정중심복합도시 중심행정타운 Blue-Green Network 기본계획