

지속가능한 개발을 위한 주운시설 도입에 관한 연구 (인천 청라지구를 중심으로)

The study on introduction of the canal way for Sustainable Development

전제복*, 권명신**, 김지호***, 오규창****

Jej Bok Jeon, Myeong Sin Kwon, Ji Ho Kim, Kyu Chang Oh

요 지

본 연구에서는 청라지구 경제자유구역 개발사업의 일환으로 지구내 하천 및 공원에 최적의 주운시설을 도입하기 위한 방안을 모색하였다. 유역의 일반현황 및 국내외 사례조사를 통해 현재까지 진행된 주운관련 사례를 분석하여 적용가능성을 검토하였으며 이수, 치수, 환경 측면에서 주운시설 도입을 위한 종합적인 검토를 수행하였다.

물수지분석, 담수량 및 손실량 파악, 물갈이를 조사 등을 통해 필요수량을 파악하였으며, 산정된 필요수량 확보를 위해 하수처리장 고도처리수, 상수원수, 상수도, 유역관리 등의 다각도의 수량확보 방안을 검토하여 적용가능방안을 제시하였다. 또한 하천수질현황, 국내외 수질기준, 생태계·친수환경에 미치는 영향을 고려하여 목표수질을 설정하였으며, 유역, 하천, 호수공원 및 내부수로 등에 적용가능한 수질보전방안을 제시하였다. 인근하천, 중앙호수 공원, 내부수로를 동시에 고려하여 유역통합관리 차원의 치수안전성 확보 방안을 제시하였으며 주운시설 도입에 따른 추가적인 치수안전성 확보방안을 검토하였다.

특히 간척지라는 지역적 특수성을 고려하여 항구적인 치수 및 이수 대책의 필요성을 제시하였으며, 지속가능한 개발을 위해 최첨단 유지관리 시스템의 도입 및 안전시설 확보를 통해 재해로부터 안전한 주운계획을 제시하였다. 향후 청라지구-서해-굴포천 방수로-한강을 잇는 해상과 연계된 주운 개발을 통한 광역운하망 구축 방안을 제고하였다.

향후 주운시설의 도입에 따라 도시의 어메니티 증진과 친수도시 구현, 물순환 확보와 치수에 안전한 방재 도시 수립이 가능할 것으로 판단되며 이를 통해 지속가능한 신도시 개발의 초석이 될 수 있을 것으로 사료된다.

핵심용어 : 주운, 지속가능한 개발, 청라지구

1. 서 론

신도시에서 주운시설과 같은 수변공간(waterfront)의 창출은 ‘물’과 관련된 기능을 통해 도시생활에 활력을 부여하고 인공시설과 더불어 자연적 정취를 느낄 수 있는 친수공간을 제공할 수 있다. 동북아 경제중심 실현을 위한 거점지역으로써 개발중인 인천 청라지구 경제자유구역 또한 이러한 개념을 도입하여 외국인 선호환경 조성과 환경적으로 건전하고 지속가능한 발전, 국내외 관

* 정회원 · 동부엔지니어링 수자원환경부 대리 · E-mail : jbjjeon@dbeng.co.kr
** 정회원 · 동부엔지니어링 수자원환경부 차장 · E-mail : kms@dbeng.co.kr
*** 정회원 · 동부엔지니어링 수자원환경부 부장 · E-mail : civilplus@dbeng.co.kr
**** 정회원 · 동부엔지니어링 수자원환경부 전무 · E-mail : kyucoh@dbeng.co.kr

광객 및 입주민의 휴식공간 제공 등의 다목적 방안으로 주운시설의 도입을 계획하였다.

현재 청라지구의 경우 주운시설 도입을 위해 내부에 운하로 사용가능한 내부수로와 중앙호수 공원 등이 설치될 예정이며 관련 사업들이 진행 중에 있다. 본 연구에서는 개발지구 내의 하천 및 공원에 주운시설을 도입하기 위한 수량확보 방안, 수질보전 방안, 치수안전성 확보 방안 등의 종합적인 검토를 수행하였으며 이를 바탕으로 하여 최적의 주운시설 도입 방안을 제시하였다.

2. 일반현황 및 사례조사

2.1 일반현황

청라지구의 경우 동에서 서측으로 유하하여 개발지구를 관통한 후 서해로 유입되는 지방2급 하천인 공촌천(유역면적 18.13km², 유로연장 9.78km)과 심곡천(유역면적 18.77km², 유로연장 10.30km) 수계로 구성되어 있으며 각 하천은 배수갑문(5.0m×3.0m×4련) 제어방식에 의해 단지내 강우유출량을 조절하고 있다. 현재 추진되고 있는 청라지구 주운시설은 공촌천과 심곡천의 중간부에 계획되어 있으며 내부수로와 중앙호수공원을

중심으로한 개발지구 하천, 내부수로 및 인공호수 현황은 그림 1.과 같다.

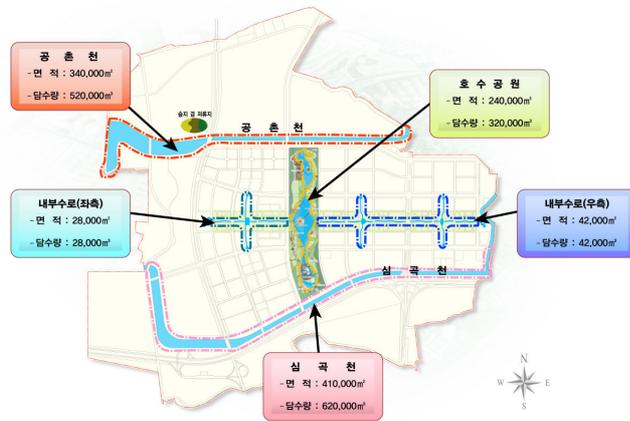


그림 1. 청라지구 하천, 내부수로 및 인공호수 현황

2.2 국내외 사례조사

2.2.1 국내사례조사

국내의 경우 자연적, 지형적 제약에도 불구하고 삼국시대 이전부터 하천을 통한 물물교환이 있어 왔고 삼국시대와 고려시대에도 주운의 발달은 지속되어 왔으며, 조선 후기의 상업 발전은 주운에 힘입은 바가 크다 할 수 있다. 현재 국내에서 주운을 목적으로 개발한 사례로는 통영운하, 강경운하, 적전천 운하, 대동강 운하 등이 있다. 현재 굴포천 방수로 사업의 확장에 의한 경인운하사업과 한강과 낙동강을 연결하는 경부운하 사업이 진행 예정 중에 있다.

2.2.2 국외사례조사

국외의 경우, 건설된 운하는 항해용 또는 다목적용으로 다양하게 사용되고 있으며 독일의 RMD 운하, 파나마의 파나마운하, 아시아와 아프리카를 연결하는 수에즈 운하 등이 그 대표적인 사례이다. 세계 각국의 여러 사례 중 도시속의 친환경 조성을 그 목적으로 하는 대표적인 주운사례로는 미국의 샌안토니오를 들 수 있으며 이는 청라지구의 주운시설 도입목적과 많은 유사점을 지니고 있다. 강이 도시생활의 중심이 되고 도시의 가치를 극대화한 대표적인 사례로써 도시문화 속에서 강의 모습을 제시하고 있으며 현재 그러한 모습은 도시가 가진 가장 큰 경쟁력이자 소중한 자산이 되었다.

3. 종합적인 검토 수행

3.1 수량확보방안

목표수량 산정을 위해 인근 하천의 유황분석, 우수유입량 및 손실수량(증발산량 및 누수량) 산정에 의한 호소 물수지분석, 적용선박 등의 주운 규모에 따른 관리수심 산정 결과를 종합적으로 검토하였다. 또한 기존의 국내 담수호의 물갈이율과 유역의 일 증발산량 등을 고려하여 물갈이량 16,000톤/일과 필요수량 1,000톤/일을 산정하였다. 또한 필요수량의 원활한 공급을 위해 다양한 수량확보 방안을 검토하였으며 표 1.과 같이 인천 청라지구 지역에 적용 가능한 방안을 제시하였다.

표 1. 수량확보 방안 및 적용성

	신규수원	상수	타 유역 도수	중수도	저류/침투	하수 처리수	강변 여과수	해수 활용
수량 확보 방안	상류저류지 개발 및 지하수개발	상수원수 및 상수도 활용	인근유역 풍부한 수량 활용	간단한 정수처리 후 재활용	유역내 우수저류 및 침투 증진	별도의 고도처리 후 활용	토양층에 의한 여과 처리 후 활용	인근 해안의 해수 활용 및 해수 담수화
적용성		○		○	○	○		○

3.2 수질보전방안

하천수질현황, 국내외 하천 및 호소 수질기준, 생태계·친수환경에 미치는 영향 등을 고려하여 적정 수질관리목표를 설정하였으며, 표 2.와 같은 물리적, 생물학적, 화학적 수질 정화공법을 검토하였다. 검토결과, 생태거점(습지, 비오톱 등) 설치를 통한 물순환시스템의 자체적인 수질개선에 중점을 두기 위해서는 물리적, 생물학적, 화학적 수질정화 공법의 복합 적용이 적절할 것으로 판단된다

표 2. 수질정화 공법 및 적용성

	물리적	생물학적	화학적	복합
수질 확보 방안	유속제어에 의한 침전, 소류, 분리, 대기접촉 이용	유수 중 미생물을 집적시켜 생물에 의한 유기물의 산화	화학물질을 첨가하여 용해성 물질 또는 물리적 제어에 의해 분리되지 않은 물질 제거	물리적, 생물학적, 화학적 수질정화공법의 복합 적용
적용성				○

3.3 치수안전성 확보 방안

수로와 하천을 이용한 물과 친화된 도시설계 개념을 도입하여 주운활용에 따른 내부수로 및 하천의 하도 안정성을 검토하였으며, 유역통합관리 차원에서의 치수안전성 확보를 위해 인근하천, 내부수로 및 중앙호수공원에 대한 최적 홍수방어 대안을 검토하였다.

다음 표 3.은 청라지구의 주운시설 도입에 있어 적용 가능한 치수안전성 확보 방안을 제시한 것이다.

표 3. 치수안전성 확보방안

	저류 및 침투 시스템	인공호수	실개천	공원/녹지
치수안전성 확보방안	·우수지 지면 및 저류 ·투수성 포장, 주차장 등 적용	·on-line 또는 off-line 저류지로 활용	·우수저류 공간으로써 재해예방시설 기능	·공원의 건식저류지 활용 ·도로 등의 완충녹지

4. 최적의 주운시설도입방안 검토

4.1 주운선박의 검토

청라지구의 내부수로와 호수공원의 평균 수심인 1m~1.5m을 기준으로 하여 흘수가 1m이하이고, 태양열, 전기, 인력, 풍력 등의 환경적 연료를 사용하는 소규모 선박을 우선 검토하였다. 따라서, 청라지구의 내부수로 및 중앙호수공원의 경우 요트와 보트 종류의 주운 선박이 적절할 것으로 판단된다.

4.2 단면 검토 및 내부수로 선형제시

치수안전성의 확보가 가능한 주운계획 수립 결과, 하천의 평수심은 1.5m로 유지하는 것으로 하였으며, 호수공원의 경우 평수심 1.0~1.5m를 유지하는 것으로 하였다. 또한 양방향 통행에 지장이 없는 범위내에서 휴먼스케일 디자인 개념을 고려하여 내부수로의 적정폭을 15m로 제시하였으며, 시뮬레이션 검토결과를 바탕으로 하여 내부수로 사행 주기는 200m로 설정하였다.

4.3 주운시설 운영관련 사항 검토

주운이용의 편리성, 타 교통수단과의 환승 가능성, 부지 확보 용이성, 선착장간 거리 등을 고려하여 선착장 및 운항노선을 제시하였으며, 지속적인 유지관리 시스템의 도입과 안전시설 확보를 통해 재해에 안전한 주운 시설의 운용이 가능하도록 하였다. 내부수로와 중앙호수공원을 연계하는 1단계, 인근하천인 공촌천과 심곡천을 연계하는 2단계, 서해 해상과의 연계를 통한 3단계로 구분하여 단계별 주운시설 도입의 연계성을 고려하여 갑문 등의 시설계획을 제시하였으며, 향후 청라지구 - 서해 - 굴포천 방수로 - 한강을 잇는 광역운하망 구축을 통해 수도권의 해상운반기능 및 육상교통분산 기능의 가능성을 제고하였다. 그림 2.는 이러한 청라지구 주운활용방안을 나타낸 것이다.



그림 2. 청라지구 주운활용방안(안)

5. 결론

지속가능한 개발을 위한 주운시설 도입에 관한 연구에 의해 도출된 결론은 다음과 같다.

1. 수변공간(waterfront)의 창출을 통해 얻어진 '물'과 관련된 기능은 도시생활에 활력을 부여하고 인공시설과 더불어 자연적 정취를 느낄 수 있는 친수공간을 제공할 수 있으며, 인천 청라지구 경제자유구역 개발사업의 일환으로 진행중인 주운시설의 도입 또한 이러한 목적의 것이라 할 수 있다.
2. 이수, 치수, 환경 측면에서 종합적인 검토를 통해 필요수량을 산정하고 적용 가능한 수량확보 방안을 제시하였으며, 하천수질현황, 국내외 하천 및 호소 수질기준 등을 고려하여 적정 목표수질 및 적용가능한 수질확보 방안을 제시하였다. 또한 주운활용에 따른 내부수로 및 하천의 하도 안정성을 검토하였으며, 유역통합관리 차원에서의 치수안전성 확보를 위해 최적 홍수방어 대안을 검토하였다.
3. 청라지구의 내부수로와 호수공원의 평균 수심(1m~1.5m) 및 친환경성을 고려하여 적용 가능 선박으로 요트와 보트 종류를 제시하였으며 시뮬레이션 결과 등을 바탕으로 하여 하폭 15m, 사행주기 200m를 제시하였다. 또한 선착장 및 운항노선, 3단계 향후 주운 개발방향, 최첨단 안전관리 시스템 구축 등의 주운 시설 도입방안을 검토하였다.
4. 도시개발에 있어서 주운시설 등과 같은 친수공간 조성은 하천 공간의 효율적인 활용 및 수변경관조성에 의한 관광 및 위락 환경을 제공하며, 관광목적의 주운노선과 선착장, 관련 경관시설을 도입하여 도시 자체의 가치향상에 크게 기여할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 대한민국토·도시계획학회(2006). 살고 싶은 신도시 모델 설정
2. 대한주택공사(2007). 파주운정지구 물순환시스템조성공사 기본설계보고서
3. 서울시정개발연구원(2006). 문화환경이 지역가치에 미치는 영향 연구
4. 성남시(2006), 도심속 수경공간 조성방안
5. 인천광역시(2005), 인천경제자유구역 백서
6. 하지영(2005). '물의 도시'의 공간구성적 특성에 관한 연구, 석사학위논문, 중앙대학교.
7. 한국환경복원녹화기술학회(2005). 환경계획학
8. 한국수자원학회(2007), 물과 미래, 한국수자원학회 학회지, 제40권 제5호, pp. 30-72
9. 이규인(2002), 유럽의 환경친화주택, 발언
10. 하기시마 사토시(2006), 유럽도시 경관 가이드북, 보문당