

# 청라지구 물순환체계내 주운수로의 흐름유발시설 설치효과

## The Effect of Flow Induction Machine in Water Circulation System of Cheongna Canal Way

김동언\*, 최계운\*\*, 박영식\*\*\*, 윤근호\*\*\*\*

Dong Eon Kim, Gye Woon Choi, Young Sik Park, Geun Ho Yoon

### Abstract

This study carried out hydraulic model test for water circulation system in Cheongna district as part of Incheon Free Economic Zone. Canal way project of Cheongna was planned to establish for environment-friendly water circulation system, improve quality of life and diversification of traffic through using boat as a water-friendly international business city.

The navigation canal, There are two intake facility in central park and it can purify water 15,000m<sup>3</sup> per day. After purify, water move to 8 facility of water culture area which supplies water in canal way. This process called water circulation system in cheongna. Also, there are several flow induction machine in canal way except south-north way. Therefore, this study will verify about validity of water circulation system's safety through hydraulic model test.

*Key words: Canal way, Cheongna, Flow Induction Machine, Hydraulic Model test, Dead area.*

## 1. 서 론

최근 국민소득의 증가와 친수공간의 중요성이 대두되면서 신도시 개발에서 중요하게 여겨지는 것이 환경친화적 친수공간의 제공이다. 인천의 청라지구는 친수기능 및 경관 제공과 쾌적하고 삶의 질을 향상시킬 수 있는 주거공간의 구성, 주운 활용을 통한 교통의 다양화, 수해에 대한 방어 시스템 구축 등을 위한 환경친화적 물순환체계를 도입한 주운수로 조성사업을 추진하고 있다.

호소수의 개념으로 도입되는 주운시설은 수량 공급의 제한과 저유속으로 인해 악취발생 및 녹조 현상이 일어날 수 있다. 따라서 수질오염 방지를 위하여 순환수를 이용한 수량공급체계를 수리모형실험을 통해 구축하여 수리학적 개념의 수질개선방안을 제시하고자 한다.

## 2. 수리모형실험

### 2.1 실험개요

\* 정회원 · 인천대학교 토목환경공학과 석사과정 · E-mail : a30110@naver.com  
\*\* 정회원 · 인천대학교 토목환경공학과 교수 · E-mail : gyewoon@incheon.ac.kr  
\*\*\* 한국토지주택공사 청라사업단 팀장 · E-mail : sulak80@hanmail.net  
\*\*\*\* 정회원 · 인천대학교 토목환경공학과 석사과정 · E-mail : gnho85@naver.com

2.1.1 원형의 제원

주운시설은 중앙호수(2Km), 동서수로(3.7km), 남북수로(0.6Km) 3개소로 구성되어 있으며 총 담수량 394,000m<sup>3</sup>을 수용하는 호소수 개념의 주운수로로 계획된다. 중앙호수의 2곳에 취수시설 및 수질정화시설이 설치되어 15,000m<sup>3</sup>/일을 취수하여 수질정화시키고 1,000m<sup>3</sup>/일은 증발량 등에 대한 손실유량 보충을 위하여 외부에서 유입시켜 총 16,000m<sup>3</sup>/일을 다시 주운시설의 8곳으로 나누어 공급하는 물순환체계를 가지고 있다. 다음 표 1은 청라지구에 건설되는 주운시설 원형의 제원을 보여주고 있고 그림 1과 그림 2는 청라지구 주운시설 계획평면도와 물순환체계도를 나타낸다.

표 1. 주운시설 원형의 제원

구 분	길이(km)	수로폭(m)	수심(m)	담수량(m <sup>3</sup> )	일 취수량 m <sup>3</sup> /day	일 증발량 m <sup>3</sup> /day	일 공급량 m <sup>3</sup> /day
동서수로	3.7	9~10	1.0	70,000	중앙호수로 연결	1,000	16,000
남북수로	0.6 X 3개소	5~8	0.2~1.0				
중앙호수공원	2.0	400	1.5	324,000	15,000		중앙호수로 연결



그림 1. 인천 청라지구 주운시설 계획평면도

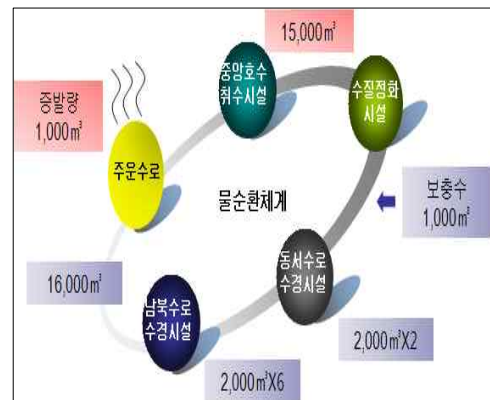


그림 1. 물순환 체계도

2.1.2 모형의 설계

청라지구 수리모형 실험의 모형은 Froude 상사 법칙에 따라 수평축척 1/75, 연직축척 1/15, 왜곡도 5인 모형으로 설계하였다. 본 실험의 모형 축척을 사용하는 경우 동서수로의 수심은 6.7cm, 수로폭은 10~13cm가 되고 남북수로는 수심 1.3~6.7cm, 수로폭 5~8cm, 중앙호수는 수심 10cm가 된다.

취수용량은 분당 원형과 모형의 축척비에 의하여 2곳의 취수구에서 0.00256m<sup>3</sup>/min의 유량이 빠지고 8곳의 수경시설에는 각 0.00032m<sup>3</sup>/min의 유량이 공급된다. 원형의 일 증발량은 실험에서 고려하지 않고 취수량에 포함시켰다.

표 2. 주운시설 모형의 제원

구 분	길이(m)	수로폭(cm)	수심(cm)	담수량(m <sup>3</sup> )	일 취수량 m <sup>3</sup> /min	일 증발량 m <sup>3</sup> /min	일 공급량 m <sup>3</sup> /min
동서수로	49.3	10~13	6.7	0.73	중앙호수로 연결	고려하지 않음	0.00032X8
남북수로	0.8 X 3개소	6.7~10.6	1.3~6.7				
중앙호수공원	26.7	5.3	10	3.86	0.00256		중앙호수로 연결

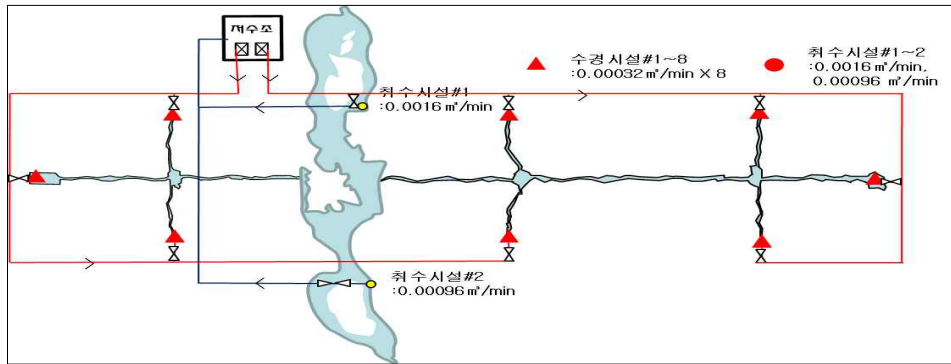


그림 2. 축척모형의 물순환체계도

### 2.1.3 모형실험의 기본방향

청라지구의 전체모형을 왜곡모형으로 제작하여 수질악화를 유발할 수 있는 정체구역의 확인 및 개선방안을 제시한다.

## 2.2 실험방법

원형에 구현되는 취수시설, 수경시설을 설치하여 원형의 운영조건과 같이 공급 및 취수하여 흐름에 따른 호수공원, 내부수로, 파크코어 등에 정체구역 발생지점을 확인한다. 정체구역은 모형에서 0.05cm/s 이하의 흐름이라 정하고 흐름유발시설이 있는 경우와 없는 경우를 비교하여 전체 수로내의 흐름특성을 분석했다. 흐름유발시설의 모형에서의 구현은 수류발생기와 수중펌프를 설치하여 원형기기의 영향범위를 모형으로 환산하여 동일한 조건으로 흐름을 유발할 수 있게 하였다. 실험결과와 그림 3과 5를 통해 측정구간과 지점, 색소투입실험 모습을 볼 수 있다.

## 3 실험결과

기본설계안의 공급유량과 취수유량을 유지하고 흐름유발시설이 있는 경우와 없는 경우에 대하여 중앙호수를 제외한 동서수로의 유속변화를 관찰하였다. 그림 3은 측정지점과 각 지점의 유속값을 보여주고 있다.

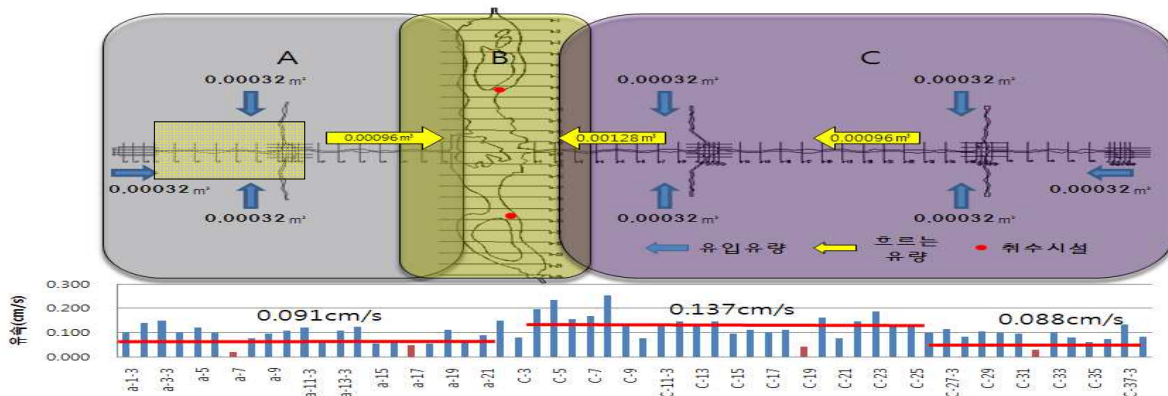



그림 3. 흐름유발시설이 없는 경우 전체구간의 유속경향

흐름유발시설이 없는 경우 전체구간의 유속경향을 살펴보면 A구간의 평균유속은 0.091cm/s, C구간의 좌측수로로는 0.137cm/s, 우측수로로는 0.088cm/s가 나온다. C구간의 좌측수로로는 수경시설들로부터의 유입량이 많고 중앙호수 쪽의 취수시설과 가까워 상대적으로 큰 유속이 나왔고 우측수로로는 수경시설로부터의 유입량이 상대적으로 적고 취수시설과 멀게 떨어져 있어 적은 유속이 나왔다. 대부분의 지점에서 정체구역의 유속값을 넘는 흐름이 생겼지만 인공연못의 모양으로 인한 흐름의 사각지대와 수로내의 선착장 또는 수변 공연장과 같은 확대단면에서는 정체구간이 발생되었다.

정체구간의 해소를 위해 확대 단면에 흐름유발시설을 설치하고 같은 조건으로 실험한 결과 A구간의 좌측수로를(그림 3의  지점) 살펴보면 a-7번 지점의 경우 0.02cm/s에서 0.1cm/s로 80%의 유속이 증가하였다. 이는 다른 구간에도 영향을 미쳐 전체적으로 20~80%의 유속이 상승되는 경향을 보였다. 대표적인 단면으로 A의 좌측수로를 확대하여 살펴보면 흐름유발시설의 유무에 따라 유속변화가 아래의 그림 4와 같이 나타나는 것을 알 수 있다.

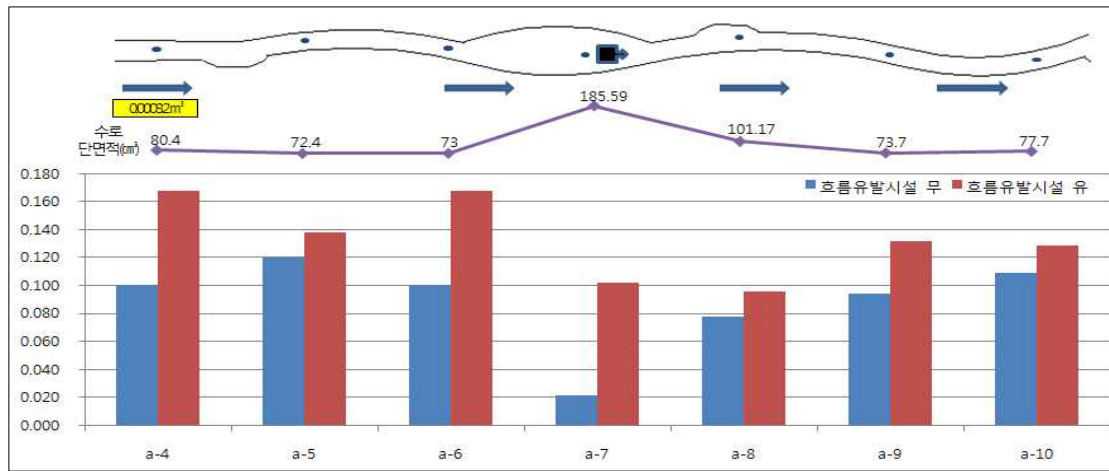


그림 4. A구간의 측정 결과비교

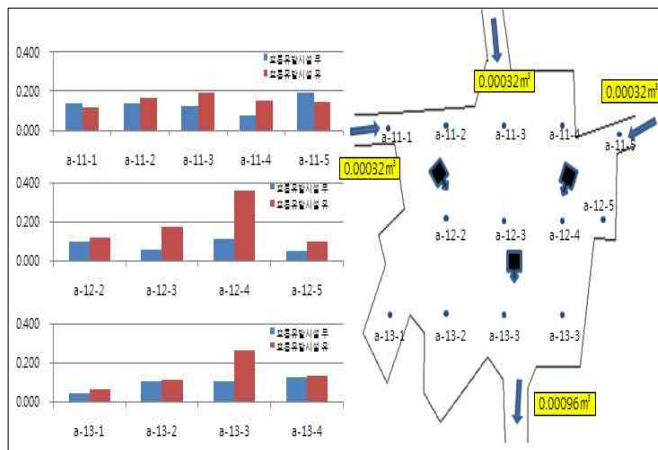


그림 5. 인공연못에서의 측정 결과비교

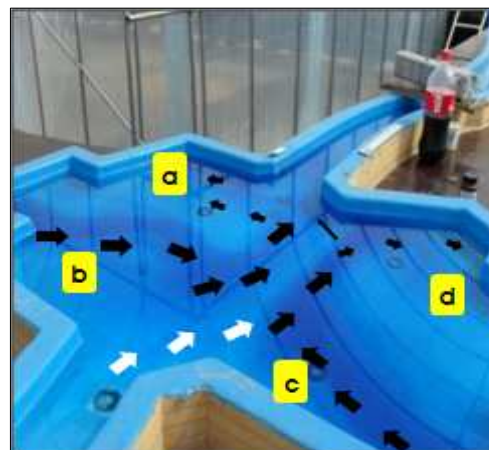


그림 6. 인공연못에서의 색소투입실험

그림 5에서 살펴보면 남북수로의 유량이 유입되는 a-11-1과 a-11-5 지점은 흐름유발시설이 없는 경우 상대적으로 큰 유속이 나타났으나 흐름유발시설을 설치한 이후에는 그림 6과 같이 폰드

안에서 멎돌이 현상이 발생하여 흐름의 충돌현상으로 유속이 줄어들었다. 하지만 수로모양에 의한 흐름의 사각지대인 a-13-1 지점에서는 정체되었던 구간에서 흐름이 발생하여 연못 내의 공급되는 유량과 회석될 수 있음을 예상할 수 있다.

#### 4. 결 론

인천청라지구에 도입되는 주운시설의 물순환체계에 대한 검증을 실시하였다. 실시설계안의 유량 및 수위를 기준으로 전체구역의 유속을 측정하여 정체구역의 지점을 확인한 결과 다음과 같은 결론을 도출할 수 있었다.

(1) 폰드의 모양에 따라 흐름의 사각지대가 발생하여 유속의 변화가 생겼고 수로내의 선착장 또는 수변공연장 같은 단면 확대 지점은 저유속 구간으로 흐름의 정체가 발생하였다.

(2) 측정지점의 위치가 수경시설로부터 유입유량이 적고 취수시설과 거리가 먼 지점의 경우 저유속구간이 나타났다.

(3) 이렇게 흐름이 발생하지 않는 지역은 공급되는 물의 회석율이 낮아지게 되어 수질악화 우려가 있으며 이는 흐름유발설치를 통하여 인공흐름을 발생시켜 정체구간의 흐름을 개선시켰다.

본 실험은 호소내의 수질악화 방지를 위한 정체구역의 확인을 통해 원형에서의 문제점을 미리 도출하고 개선방안을 확립할 수 있어 인공수로시설의 설계 및 관리지침으로 활용될 수 있다.

#### 참 고 문 헌

1. 심명필(2008), 한강공원 특화사업 수리실험 보고서, 서울특별시 한강사업본부
2. 전병호, 최계운, 정상만, 오경두의 3인(2009), 수리학, 양서각
3. 김창완 외 3인(2002), 임진강유역 홍수피해 원인조사 및 항구대책 수립보고서 2권: 임진강 하류부 수리모형실험, 건설교통부 서울지방국토관리청
4. 인천 청라지구 주운시설 건설공사 실시설계보고서(2009), 한국토지주택공사
5. 김기형(2004), 수중구조물 상태에 따른 하도흐름의 실험적 연구, 인천대학교 토목환경공학과