

# 지천유입량 및 취수량이 하천흐름 유속분포에 미치는 영향

## Influence of Tributary Inflow and Water Supply Withdrawal on the Velocity Structure of the River Flow

서일원\*, 송창근\*\*, 최황정\*\*\*, 오승용\*\*\*\*

Il Won Seo, Chang Geun Song, Hwang Jung Choi, Seung Yong Oh

### 요 지

수자원의 60% 이상을 지표수로부터 충당해야 하는 국내 여건 상 하천수로부터의 취수가 불가피하므로 자연하천에서의 동수역학적 흐름 해석은 지천 합류량 뿐만 아니라 취수장으로부터 유출되어 빠져나가는 취수량을 함께 고려해야 한다. 본 연구에서는 상류단 경계조건으로 입력되는 본류 유량에 생성과 소멸로 작용하는 지천유입량과 취수량을 포함하여 지천유입량 및 취수량이 하천흐름 유속분포에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 팔당댐 직하류부터 잠실수중보 구간에 RMA-2 모델을 적용하였다. 취수장에서 빠져나가는 유량을 포함하여 모의한 경우 구의, 자양, 풍납취수장 부근에서 취수에 의한 유량 손실로 인하여 유속구조가 심하게 교란되었으며 취수를 고려하지 않은 경우에 비해 유속은 평균 25 % 낮게, 수위는 1.5 cm 높게 나타났다. 자연하천의 흐름해석 결과는 오염확산 및 하상변동을 위한 입력자료로 활용되는 경우가 많으므로 취수량을 반영한 유속구조의 해석이 필요하다.

**핵심용어 :** 흐름해석, 지천유입, 취수량, 유속분포, RMA-2

### 1. 서 론

자연하천의 유속분포 및 흐름을 해석하기 위해서는 지형자료와 경계조건 및 모의구간의 매개변수가 필요하다. 특히 중소규모의 지천이 본류로 유입되는 구조가 잘 발달되어 있는 국내 하천의 경우에는 지천의 유입량을 고려하여 본류의 흐름을 해석하여야 보다 정확한 수치모의 결과를 얻을 수 있다. 따라서 그 동안 자연하천의 동수역학적 흐름 해석은 대부분 이와 같은 지형자료, 경계조건, 매개변수 및 지천 합류량을 포함하여 모의하는 경우가 대부분이었다. 그러나 수자원의 60% 이상을 지표수로부터 충당해야 하는 국내 여건 상 하천수로부터의 취수가 불가피하므로 국내 4대강을 포함한 대도시를 가로지르는 하천의 경우 생활용수 및 공업용수 공급을 위한 취수장이 상당수 존재하게 된다. 이에 따라 수도권에는 약 20 개의 취수장이 설치되어 있으며 특히 잠실수중보 상류에 위치한 자양, 풍납, 구의, 암사 취수장에서는 서울시 전체 수돗물의 72 %인 3300 ton/day을 취수하여 공급한다. 그러므로 자연하천의 동수역학적 흐름 해석은 지천 합류량 뿐만 아니라 취수장으로부터 유출되어 빠져나가는 취수량을 함께 고려해야 한다.

\* 정회원 · 서울대학교 건설환경공학부 교수 · E-mail: seoilwon@snu.ac.kr  
\*\* 정회원 · 서울대학교 건설환경공학부 박사수료 · E-mail: bay680@snu.ac.kr  
\*\*\* 서울대학교 건설환경공학부 석사과정 · E-mail: hjeong@snu.ac.kr  
\*\*\*\* 서울대학교 건설환경공학부 석사과정 · E-mail: fafnir21@snu.ac.kr

본 연구에서는 상류단 경계조건으로 입력되는 본류 유량에 생성(source)과 소멸(sink)로 작용하는 지천유입량과 취수량을 포함하여 지천유입량 및 취수량이 하천흐름 유속분포에 미치는 영향을 RMA-2 모형을 이용하여 분석하였다.

## 2. 수치모형의 구성

### 2.1 모의구간 및 유한요소망 생성

지천유입량 및 취수량이 하천 흐름 유속분포에 미치는 영향을 분석하기 위해 팔당댐 직하류부터 잠실수중보까지 총 22.4 km에 이르는 구간을 모의구간으로 선정하였다. 그림 1과 같이 모의영역 내에 위치한 산곡천, 덕풍천, 궁촌천, 월문천, 흥릉천, 왕숙천 및 고덕천 등 7개의 지천과 강북취수장, 암사취수장, 구의취수장, 풍납취수장, 자양취수장 등 5개의 취수장을 포함하여 한강 본류로 유입되는 유량과 취수에 의해 빠져나가는 유량을 반영하였다. 그림 2는 한강하천정비기본계획(2002)과 수치지도를 이용하여 제작된 지형격자로 3,570개의 요소와 11,445개의 격자점을 가지는 유한요소망을 나타낸다.

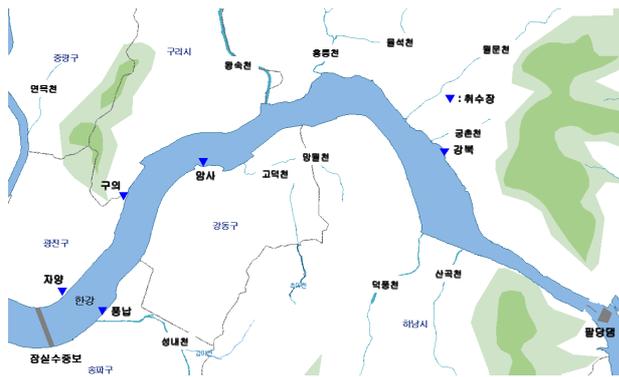


그림 1. 모의구간 내 지천 및 취수장 현황

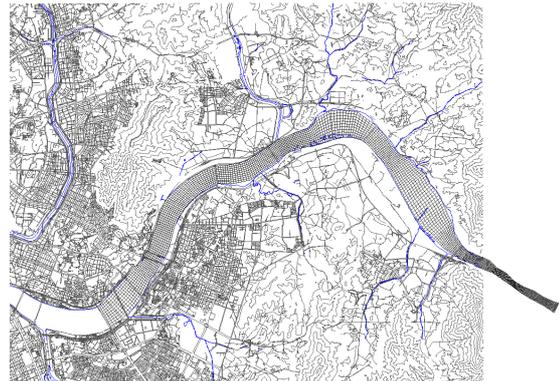


그림 2. 유한요소 격자망

### 2.2 입력자료

수치모의를 위한 입력자료에는 7개의 지천으로부터 유입되는 유량을 모두 포함하였으며 5개의 취수장에서 취수에 의해 빠져나가는 유량에 의한 유속장 비교를 위해 표 1과 같이 취수를 배제한 RUN1과 취수에 의한 유량 감소를 반영한 RUN2를 모의 사상으로 하였다.

표 1. 모의 사상

구분	RUN1	RUN2
지천유입량	포함	
취수에 의한 소멸 유량	배제	고려

수치모의를 위한 상류단 경계조건으로 사용되는 팔당댐 방류량은 한강의 평수기 유량과 비슷한

2004년 3월 평균 방류량인 193.6 cms로 하였으며 하류단인 잠실수중보에는 평상 시 월류 수위인 6.55 m로 입력하였다. 지천유입량은 홍릉천수계하천정비기본계획(2004) 등 5개의 하천정비기본계획에 제시된 갈수량을 입력하였으며 조도계수는 한강 하천정비 기본계획(2002)에 제시된 해당 모의구간 값인 0.030을 적용하였다. 이상의 모의조건과 RUN2 모의를 위한 5개의 취수장의 현 상태 취수량을 정리하여 표 2에 수록하였다.

표 2. 수치모의를 위한 입력자료

구분	지점	입력조건	입력값
상류단	팔당댐	2004년 3월 방류량	193.6 cms
하류단	잠실수중보	평상 시 월류 수위	6.55 m
지천유입량	산곡천	갈수량	0.063 cms
	덕풍천		0.047 cms
	공촌천		0.024 cms
	월문천		0.124 cms
	홍릉천		0.154 cms
	왕숙천		0.324 cms
	고덕천		0.049 cms
취수량	자양취수장	현 상태 취수량	6.412 cms
	풍납취수장		5.081 cms
	구의취수장		6.597 cms
	암사취수장		12.19 cms
	강북취수장		7.894 cms
매개변수	한강 본류	조도계수	0.030

그림 3은 취수량 반영 유무에 따른 적용구간의 모식도를 나타낸다. 5개의 취수장에서 취수에 의해 빠져나가는 유량은 총 38.174 cms이므로 자양취수장 이후 구간에서는 RUN2에 의한 본류 유량이 156.211 cms로 RUN1에 의한 본류 유량과 큰 차이를 보임을 확인할 수 있다.

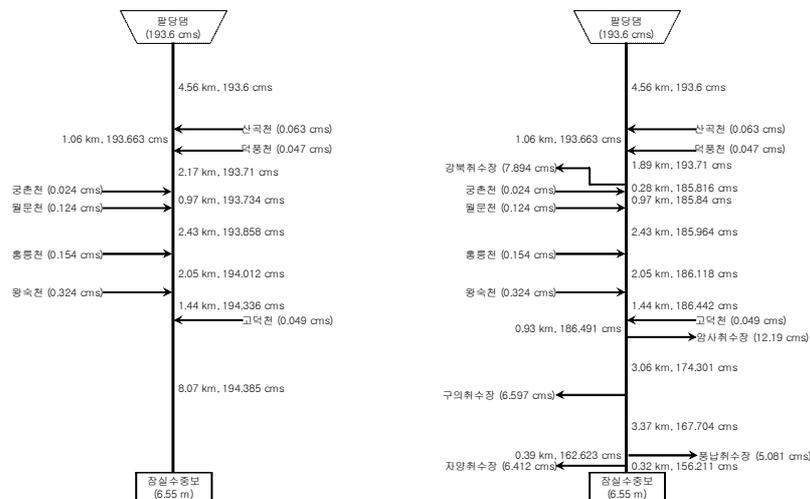


그림 3. 적용구간 모식도(좌:RUN1, 우: RUN2)

### 3. 모의결과

팔당댐 방류량과 7개의 지천을 포함하여 흐름을 해석한 RUN1과 5개의 취수장에서 취수에 의해 빠져나가는 유량까지 포함하여 모의한 RUN2의 유속벡터도를 그림 4에 도시하였다. 지천 유입량을 갈수기 유량으로 입력하였기 때문에 이에 의한 와류는 지형적 특성에 의한 월문천을 제외하고는 두드러지게 나타나지는 않았다. 하지만 RUN2의 경우 구의, 자양, 풍납취수장 부근에서는 취수에 의한 유량 손실로 인하여 유속구조가 심하게 교란되었다.

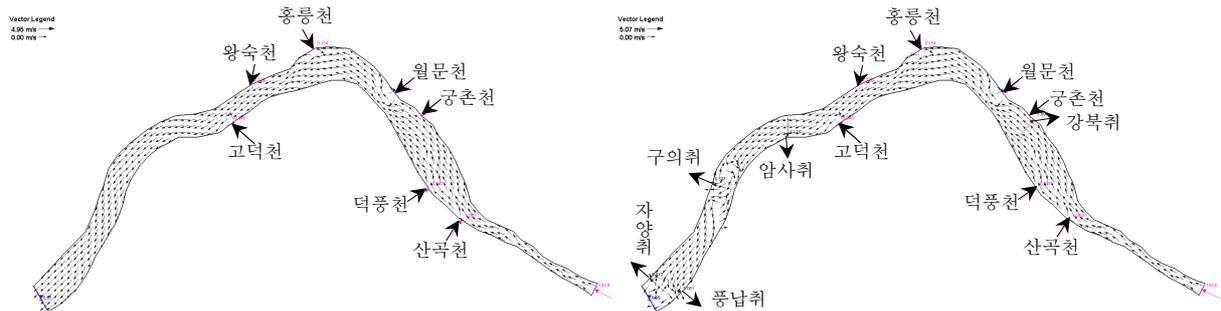


그림 4. 유속벡터도(좌: RUN1, 우: RUN2)

RUN1과 RUN2에 의한 모의구간 전체의 등유속도를 그림 5에 표시하였다. 팔당댐부터 고덕천 구간까지는 유속분포의 양상이 비슷하나 RUN2의 경우 암사취수장 이후 구간에 위치해 있는 구의, 풍납 및 자양취수장 부근에서 국부적으로 큰 유속이 나타났다. RUN1과 RUN2의 유속분포를 정량적으로 비교하기 위해 그림 5의 하천 중심선을 따른 유속분포를 그림 6(좌)에 도시화하였다. RUN2 사상은 강북취수장에서 7.894 cms가 빠져나가 RUN1에 비해 4 % 정도 낮은 유속을 보였다. 이 수치는 강북취수장의 취수량과 본류 유량의 비 ( $7.894 \text{ cms}/193.71 \text{ cms}=0.04$ )와 일치하는 값이었다. 암사취수장과 풍납취수장 구간에서는 취수에 의해 RUN2의 유속이 RUN1에 비해 평균 25 % 낮게 나타났으나 구의취수장 부근에서는 지형적 특성에 따라 취수에 의해 국부적으로 유속이 급격히 증가하였다. 하천 중심선을 따른 수위곡선(그림 6(우))도 RUN2가 RUN1에 비해 1.5 cm 정도 높게 유지되다가 구의취수장부터 하류단 경계인 잠실수중보 구간에서는 월류 수위인 6.55 m로 접근하였다.

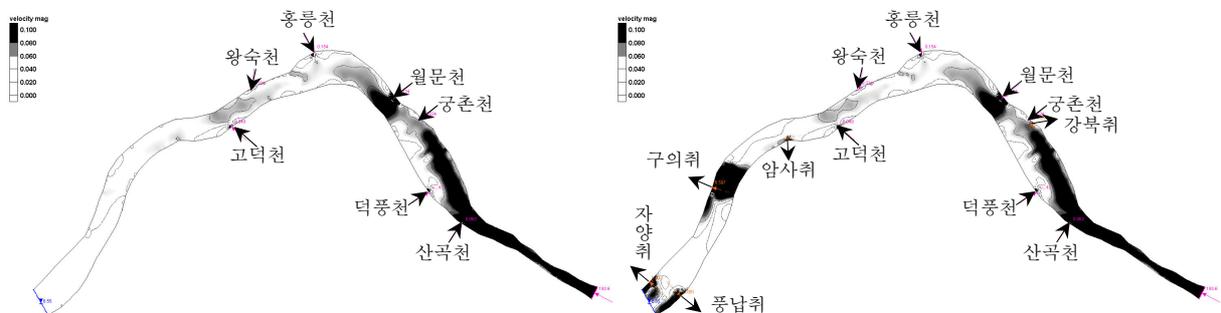


그림 5. 등유속도(좌: RUN1, 우: RUN2)

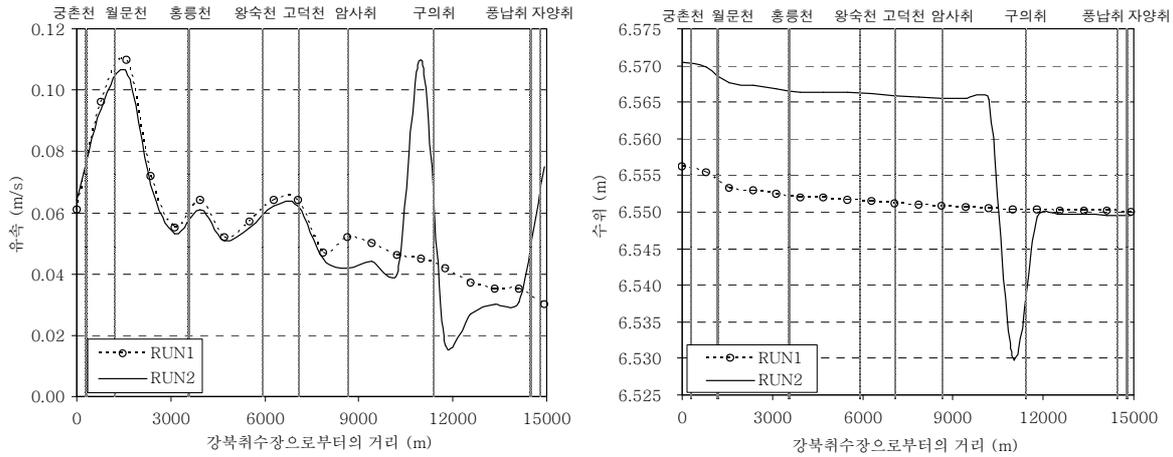


그림 6. 하천중심선을 따른 흐름 분포(좌: 유속, 우: 수위)

#### 4. 요약 및 결론

그 동안 자연하천의 동수역학적 흐름 해석은 지형자료, 경계조건, 매개변수 및 지천 합류량을 포함하여 모의하는 경우가 대부분이었으나 수자원의 60% 이상을 지표수로부터 충당해야 하는 국내 여건 상 하천수로부터의 취수가 불가피하므로 취수장으로부터 유출되어 빠져나가는 취수량을 함께 고려해야 한다. 본 연구에서는 지천유입량 및 취수량이 하천흐름 유속분포에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 팔당댐 직하류부터 잠실수중보 구간에서 RMA-2 모형을 적용하였다. 취수장에서 빠져나가는 유량을 포함하여 모의한 경우 구의, 자양, 풍납취수장 부근에서 취수에 의한 유량 손실로 인하여 유속구조가 심하게 교란되었으며 취수를 고려하지 않은 경우에 비해 유속은 평균 25 % 낮게, 수위는 1.5 cm 높게 나타났다. 하천 흐름 해석결과는 오염확산 및 하상변동을 위한 입력자료로 활용되는 경우가 많으므로 취수량을 반영한 유속구조의 해석이 필요하다.

#### 감 사 의 글

본 연구는 21세기 프론티어연구개발사업인 수자원의 지속적 확보기술개발사업단(과제번호: 2-3-3)과 국토해양부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁시행한 건설기술혁신사업(08기술혁신F01)에 의한 차세대홍수방어기술개발연구단 및 서울대학교 SIR BK21(안전하고 지속가능한 사회기반건설)사업단의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

#### 참 고 문 헌

1. 건설교통부(1994). 경안천수계하천정비기본계획.
2. 건설교통부(1994). 덕풍천하천정비기본계획.
3. 건설교통부(2001). 왕숙천수계하천정비기본계획.
4. 건설교통부(2002). 반포천등5개하천정비기본계획.
5. 건설교통부(2002). 한강유역유량측정조사보고서.
6. 건설교통부(2002). 한강하천정비기본계획(팔당댐-하구).
7. 건설교통부(2004). 홍릉천수계하천정비기본계획.
8. 하천관리지리정보시스템 홈페이지 <http://www.river.go.kr/> - 팔당댐 방류량 자료