

도심하천 복원에 따른 하천유지유량 산정 연구

A Study for the Calculation of Instream Flow in the Rehabilitation of Urban stream

최계운*, 장연규**, 한만신***

Gye Woon Choi, Yun Gyu Chang, Man Sin Han

Abstract

Instream flow is necessary to manage the basic function of the rivers. The evaluation method of instream flow in a big river has been studied widely. However, the study in a urban hasn't researched.

In theses days the environmental function of a river becomes very important. The evaluation method and secure of instream flow are basic conditions to perform it. Especially view of stream, recreation, protection of ecology are highly demanded in a urban according to the multipurpose of river spaces.

In this paper the evaluation methods of instream flow were compared and investigated with many papers. This paper presents a proper evaluation procedure of instream flow in a urban stream through comparison and examination.

According to the demanded hydraulic conditions the method can be considered the environmental function depend on the purpose of river restoration. The relationship of the coefficient of roughness and the slope of the river bed were examined in order to estimate the minimum instream flow corresponding to proper hydraulic conditions. Also calculate the instream flow of Sueng-gi stream in In-cheon.

Key words: Instream flow, Rehabilitation Urban stream, Sueng-gi stream

1. 서론

국내에서는 대부분의 하천유지유량에 관한 연구가 국가하천과 같은 대하천 위주로 이루어졌으며, 중·소하천의 경우는 하천유지유량의 연구가 미미하며 생태계, 친수기능 등을 고려하지 않고 대상하천의 갈수량을 하천유지유량으로 결정하여 왔다. 그러나 최근 들어 도심하천의 자연형하천으로의 복원 사업과 같이 하천기능을 복원하기 위한 사업이 여러 곳에서 진행되고 있다. 이에, 중·소 도심하천의 하천유지유량을 산정하는데 있어서 생태계, 경관, 시민휴식공간으로서의 위락기능과 같이 친환경적 기능이 특히 중요한 목적으로 부각되고 있으며 이에 따른 하천유지유량의

* 정회원 · 인천대학교 토목환경시스템공학과 교수

** 정회원 · 인천대학교 토목환경시스템공학과 박사과정

*** 정회원 · 인천대학교 토목환경시스템공학과 석사과정

적절한 산정방법이 요구되고 있는 실정이다. 따라서, 본 연구는 도심하천의 복원시 생태계, 하천경관, 친수활동을 종합적으로 고려하여 하천유지유량의 산정방법을 도출하는데 그 목적이 있다.

2. 하천유지유량의 산정 방법

2.1 국내·외 하천유지유량의 산정 방법

국내에서 사용되고 있는 하천유지유량의 산정 방법은, 대상 하천의 하천유황, 하천유입량, 하도 상황, 자연환경, 사회환경 기타 대상하천과 관련한 수자원개발 계획 등을 조사하고, 하도내의 기준 지점을 설정 한 후 기준지점에서의 하천유지유량 산정에 있어 항목별 필요유량을 산정하게 된다. 하천유지유량 산정시 고려되는 항목은 하천설계기준(한국수자원학회, 2002)에 의하면 하천유지유량 산정에 있어 갈수량을 기준으로 산정하며, 갈수량 이외의 고려항목으로서 하천 수질보전, 하천생태계 보호, 하천경관 보전, 염수 침입방지, 하구막힘 방지, 하천시설물 및 취수원 보호, 지하수위 유지 등을 위한 필요유량을 감안하여 가장 크게 산정된 유량을 하천유지유량으로 결정하고 있다. 또한, 하천설계기준에는 제시되어 있지 않지만 근래 하천유지유량 산정시 중요한 필요항목으로 수상이용 항목이 있으며, 이는 수운과 물놀이(여가활동)으로 나누어 산정하게 된다. 이러한 하천유지유량 산정에 이용되고 있는 방법들은 주로 국가하천과 같은 대규모 하천에 적용되어 1997~1999년 국내 4대강 수계에 대한 하천유지유량 산정이 이루어 졌으며, 이 당시 사용된 세부적인 산정방법은 ‘하천유지유량의 결정방법 및 적용’(한국수자원공사, 1995)에서 제시한 방법에 의하여 그림 2.1과 같은 순서로 계산되어졌다. 특히 4대강 수계에 대한 하천유지유량 산정 시 하천생태계, 하천경관, 수상이용 항목 등 하천의 환경적 기능을 중요한 인자로 취급하였다.

2.2 도심하천의 하천유지유량 산정 방법

도심하천의 하천유지유량 산정시 필요항목은 현재 국내외에서 사용되고 있는 대하천 종류의 하천유지유량 산정방법에서 고려되는 중요 고려항목 중 갈수량, 생태계보전, 하천경관, 친수환경(여가활동 등), 하천수질에 대한 산정시 필요한 인자를 살펴보면 다음 표 1과 같다.

표 1. 항목별 중요 필요인자

항목	유지유량 산정시 필요한 중요 인자	비 고
갈수량	· 대상하천의 관측자료 · 유역면적 (미계측 하천의 경우)	· 모든 하천에 일반화 하기 어려움
수 질	· 하천 유입유량 자료 · 오염부하량 유입 자료 · 모델링을 위한 자료	· 모든 하천에 일반화 하기 어려움
생태계	· 대표어종의 선정 · 계산시 필요한 인자 (단면형태, 유속, 수심, 조도계수, 하상경사)	· 요구되는 수리조건에 따른 유량을 계산할 수 있음
경 관	· 대상하천 특정지역에서의 설문조사 · 유량계산시 필요한 인자 (일반적인 기준 적용시)	· 설문조사 이용시 일반화 하기 어려움 · 일반적 기준 적용시 정량적인 유량을 계산할 수 있음
친 수	· 유량계산시 필요한 인자 (국내 방법 적용시) · 대상하천의 하도형태에 따른 수리학적 인자 필요(미국의 방법 적용시)	· 국내방법 적용시 정량적인 유량을 계산할 수 있음 · 미국의 방법은 일반화가 어려움

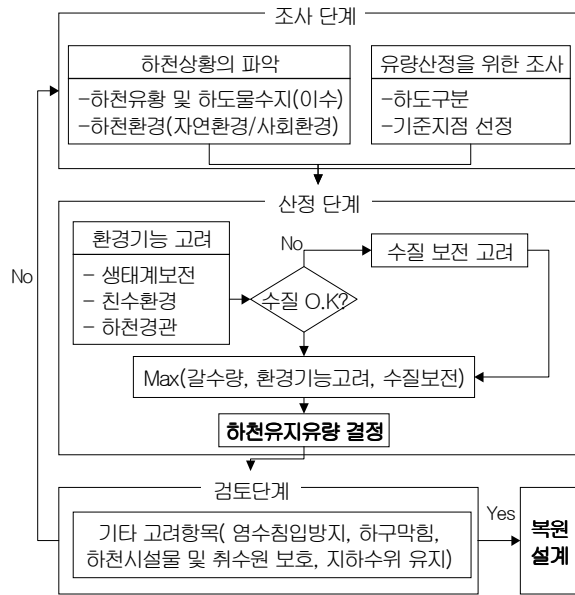


그림 1. 도심하천의 하천유지유량 산정 절차

3개 항목의 정량적인 하천유지유량을 산정하기 위한 수리학적 필요조건인 수심과 유속 값을 10가지 형태로 분류하였다.

3. 하천유지유량 산정방법의 적용

3.1 적용하천의 개황

본 연구에서는 제시된 하천유지유량 산정방법의 적용을 위하여, 인천시 소재 승기천을 대상으로 하천유지유량을 산정하였다.

표 2. 승기천 현황

하천명	등급	구간		하천연장 (km)	유역면적 (km ²)	유로연장 (km)
		기점	종점			
승기천	지방 2급	인천시 남동구 구원동 838-46번지선	인천시 남동구 동춘동 남동공단 유수지	6.20	33.58	10.33

※ 하천연장은 복개부분을 제외한 길이임

승기천의 하상경사는 상류부 1/972~하류부 1/1,382로 매우 완만한 경사를 보이고 있다. 하천폭은 상류부 45~80m(저수로 15~25m), 중류부 80~105m(저수로 15~25m), 하류부 104~110m(저수로 20~35m)로 매우 넓은 하천폭이 형성되어 있다

3.2 승기천 하천유지유량 산정 사례

기 제시된 승기천의 하천유지용수 산정 사례로는 2001년에 인천지역환경기술개발센터에서 2000년도의 승기하수처리장의 방류수량을 하천유지용수로 사용하는 방안으로 제시되었던 150,000m³/day(인천지역환경

기술개발센터, 2001), 1999년 인천시의 하수도정비기본계획(변경)보고서에서 승기천의 평균저수로의 하폭을 20m, 필요수심을 0.2m, 하상경사 0.0005, 조도계수 0.03으로 계산한 유속 0.25m/sec를 적용하여 80,000m³/day가 있으며, 2003년 인천광역시 종합건설본부에서 제시한 50,000~80,000m³/day가 있다. 기 제시되었던 승기천의 하천유지용수 산정은 제시된 시기와 결정 방법에 따라서 큰 차이를 보여주고 있으나 명확한 기준은 제시되고 있지 않은 실정이다. 이 중에서 2003년 인천시 종합건설본부에서 제시된 하천유지유량은 환경기능의 3가지 항목인 경관, 친수활동, 생태계를 고려하여 산정되었으며 산정 기준은 다음 표 와 같다.

표 3. 2003년 제시된 승기천의 하천유지유량 산정기준(인천시 종합건설본부)

구분	산정기준	산정결과	비 고
경관 측면	수면폭 : 15m~20m (하천폭의 20%) 유 속 : 0.25m/sec (도시관류하천의 느긋한 흐름인) 수 심 : 0.15-0.20m (평균수심)	48,600 ~ 86,400 (m ³ /day)	채택된 하천유지유량 50,000~ 80,000 (m ³ /day)
친수 활동	수면폭 : 20m (산책이나 물놀이 등이 가능한 수면폭) 유 속 : 0.2m/sec (친수활동에 적합한 유속) 수 심 : 0.2m (어린이의 물놀이 적합한 수심)	69,000 (m ³ /day)	
생태계 보호	수심 : 0.2m 유속 : 0.15m/sec - 일반적인 어류인 피라미 서식에 필요한 수심과 유속으로 선정	52,000 (m ³ /day)	

3.3 승기천 하천유지유량의 산정

Manning 공식을 이용하여 한계단면에서의 유형별 하천유지유량을 산정하기 위하여, 한계단면은 “승기천 정비사업 기본 및 실시설계 보고서” (인천광역시 종합건설본부, 2003)상에서 하천의 환경기능을 위한 시설물들이 집중적으로 건설되는 그림 1의 수인철교 직상류 지점을 선정하였으며, 단면자료와 수리학적 특성으로 조도계수와 하상경사는 승기천의 환경개선 및 복원을 위한 종합대책 연구(인천환경개발센터, 2001)에서 홍수위를 계산하기 위해 사용하였던 HEC-3의 입력자료를 이용하여 각각 조도계수는 0.03, 평균 하상경사 0.00045를 사용하였다.

표 4. 유형별 수심에 대한 유속조건 만족시 유량 계산 결과

구분	수심 (m)	유속 (m/sec)	유량 (m ³ /day)
유형 1	0.50	0.3	74,649
유형 2	0.50	0.2	49,766
유형 3	0.50	-	76,378
유형 4	0.30	0.3	29,548
유형 5	0.30	0.2	19,699
유형 6	0.30	-	20,355
유형 7	0.20	0.3	13,478
유형 8	0.15	0.2	5,011
유형 9	0.15	-	3,009
유형 10	0.10	0.2	2,264

승기천의 하천유지유량 계산 결과에 의하면 필요수심이 50cm인 유형 1, 2, 3의 경우는 수심만을 만족시

킬 때의 유량인 76,378m³/day 만으로도 필요 유속을 확보 할 수 있으며, 필요수심이 30cm인 경우 수심조건을 만족하는 20,355m³/day의 경우 유형 4, 5, 6의 경우 유형 4에 있어서는 유속조건 0.3m/sec를 만족시키지 못하고 있으며, 유형 5의 경우는 만족하고 있다. 기타 유형 8, 9, 10의 경우 수심을 만족시키는 유량들은 유속 조건을 만족시키지 못하는 것으로 나타났다.

3.3 적용 결과

2003년 승기천 정비사업 기본 및 실시설계 보고서(인천광역시 종합건설본부, 2003)에 제시되었던 하천유지유량 산정 기준은 본 연구에서의 환경기능을 고려한 하천유지유량 산정기준 중 유형 1에 해당하며 필요한 수리학적 조건은 수심 50cm, 유속 0.3m/sec로서 이 두가지 수리학적 조건을 모두 만족시키는 유량은 76,378m³/day이며 이 유량은 승기천의 갈수량 5,200m³/day를 훨씬 넘어서고 있다. 또한, 기 제시된 유량인 50,000~80,000m³/day와 큰 차이는 없으나, 기 제시된 유량은 단면형태, 조도계수, 하상경사를 고려하지 않고 간단히 수면폭에 수심과 유속을 곱하여 계산하였는 바 본 연구에서 제시된 하천유지유량의 신뢰성이 더 높다고 할 수 있다.

4. 결 론

본 연구를 통하여 도심하천의 하천유지유량 산정 방법을 기존의 대하천을 대상으로 한 하천유지유량 산정 방법에서의 고려항목인 갈수량, 생태계 보전, 친수환경, 하천경관, 수질보전의 5개 항목에서 정량적인 유량을 도출할 수 있는 생태계 보전, 친수환경, 하천경관의 3개 항목을 중심으로 효율적인 하천유지유량을 산정하도록 하였으며, 갈수량과 수질보전 항목과 같은 정성적인 하천유지유량 산정은 대상하천에 따라 독립적으로 계산되어야 하는 것으로 판단하였다. 또한, 본 연구에서의 환경기능을 고려한 하천유지유량 산정 방법을 인천시 소재 준용하천인 승기천에 적용한 결과 하천유지유량으로 76,378 m³/day 가 필요한 것으로 산정되었으며, 기존에 산정되어졌던 승기천의 유지유량과 비교하여 큰 차이는 없으나, 복원 목적에 맞는 기준을 제시하고 그에 필요한 수리조건을 유량으로 환산하였기에 적용성에 있어 기 산정되었던 하천유지유량보다 우수한 것으로 판단되었다. 향후, 각 고려항목에 대한 산정기준에 대한 연구가 보완되어지면 좀 더 정확한 하천유지유량을 계산해 낼 수 있을 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

1. 건설교통부(1998), 한강 수계 하천수 사용실태 조사 및 하천유지유량 산정 보고서, 건설교통부/서울지방국토관리청.
2. 한국수자원공사(1995), 하천유지유량 산정방법의 개발 및 적용, 한국수자원공사.
3. 인천광역시 종합건설본부(2003), 승기천 정비사업 기본 및 실시설계 보고서, 인천광역시 종합건설본부.
4. 인천지역환경기술개발센터(2001), 승기천의 환경개선 및 복원을 위한 종합대책 연구.