

자연형 호안공법을 적용한 소하천의 수리특성 분석

Analysis of Hydrodynamic Characteristics Apply to Nature-Friendly Stream Protection Method

이 강 석*

박 중 화**

연 규 방***

Lee, Gang Seuk · Park, Jong Hwa · Yeon, Kyu Bang

Abstract

Stream Pilot Project, which began in May 2003 and finished in December 2003, was selected to develop effective methods applicable to nature-like streams. Stream restoration projects aim to maintain or increase ecosystem goods and services while protecting downstream and coastal ecosystems. Fields environmental monitoring such as flow discharge and precipitation were conducted along the Idong stream for amount of channel zone change in 2007.

This study selected three monitoring positions to measure the water level and discharge of flowing water. A stage-discharge relation is obtained from direct discharge measurements for three stations by fitting an empirical relationship to the data set. Since discharge measures are made only for low flow conditions, a curve of discharge against stage can then be built by fitting these data with a power curve. And this study used data obtained from floodmark checkup as well as HEC-RAS model to analyze the hydrodynamic characteristics of monitoring sites. Reach-averaged hydraulic parameters for the supply reach were calculated from the small area's HEC-RAS model for Idong stream, and a HEC-RAS model used to analyze hydraulics for a period in 2007, after the stream was considered bank stabilization.

I. 서 론

국내의 자연형 하천에 관한 연구는 1990년대 들어 건설교통부(1994)의 자연형 하천설계기법

및 하천유량과 수질의 상관성 조사연구를 시작으로 자연형 하천계획의 기본지침을 마련하였다. 이에 따라 건설교통부와 한국건설기술 연구원은 “하천환경 기초조사”를 수행하였고,

* 괴산군청 (77riverstone@korea.kr)

** 충북대학교 지역건설공학과 교수 (jhpak7@chungbuk.ac.kr)

*** 충청대학 건설교통과 교수(gbyeon@ok.ac.kr)

키워드 : Strem pilot project, Strem restovation, Monitoring, Discharge

1990년대 중반에는 “국내여건에 맞는 자연형 하천공법의 개발”이 환경부 G-7과제로 선정되면서 하천환경에 대한 연구 및 관심이 증대되었다(환경부 1997~2001).

한편 하천의 호안공법은 물이 갖는 특이성 때문에 하천특성에 따라 다양한 공법이 제안되어 왔으며 우리나라의 경우에도 각 지역의 하천에 따라 다양한 공법이 적용되고 있다. 그러나 이수, 치수(방재) 및 환경 목적에 따라 많은 하천에 다양한 호안공법이 채용되고 있을 뿐 적용기간이 짧고 효용성에 대한 검증 결과가 없어 이렇다 할 평가기준이 마련되지 못하고 있는 실정이다. 특히 소하천의 경우 어떤 공법이 어느 경우에 유리하고 불리한지에 대한 기초자료가 매우 부족하다. 현재는 많은 공법을 소하천 현장에 적용하고 있는 시작단계로서 실질적인 환경 모니터링 자료로 사용하기에는 부족한 상황이다. 현재 진행되고 있는 국내의 자연형 하천정비에 관한 연구는 유럽, 미국 및 일본 등의 성공과 실패 사례를 하나의 모델 또는 지침으로 활용하여 국내 하천특성에 맞게 개발하여 적용하고 있다(ASFISRWG 1998, 건설교통부 2001, 2002, Nakamura와 Tockner, 2004).

지금까지 우리나라의 경우 소하천보다는 인구밀도가 높고 산업적으로 중요한 위치를 차지하는 대규모 하천과 도심 하천 중심으로 하천정비를 실시하여 왔다. 그러나 하천은 수계 상류에 위치한 소하천에서 홍수피해가 빈번하게 발생하고, 소하천 주변의 개발로 발생한 토사 유입과 오염원 증가로 수질, 생태계 등의 보존 문제가 대두된다. 이러한 사회적 요구와 함께 소하천 관리의 중요성이 부각되었고 1995년 소하천정비법이 제정되면서 소하천의 효율적인 이용과 체계적인 정비를 추진해 오고

있다(국립방재연구소 2002, 2004). 그러나 소하천의 환경기능을 고려한 자연 친화적 하천정비에 대한 구체적인 추진방안과 실제 적용 가능한 공법에 대한 기준 또는 가이드라인은 현재 마련해 가고 있는 실정이다(소방방재청 2007). 이것은 소하천이 갖는 특징으로 지역적 특성이 두드러지고 공간적 분포와 그 기능 및 기후변동이 하천마다 매우 다양하기 때문이다. 따라서 소하천의 설계기준 및 관리에 필요한 수리·수문 자료뿐만 아니라 수질과 하천 생태계에 관한 기초자료 축적이 매우 중요하다. 소하천의 경우 수리 수문특성과 수질 및 생태계 조사를 실시하여 제시한 예가 아주 적은 실정이다.

이와 같이 2000년대 이후 농촌의 가치를 높이기 위해 농촌 하천의 재생에 관심을 갖고 사업을 실시해 오고 있다. 현대 한국의 농촌 소하천은 경지정리사업 등으로 조형되어 있는 것은 틀림없다. 따라서 재생 목표에 있어서 현재의 무엇을 살리고 무엇을 개선해야 할 것인지에 대해 검토할 필요가 있을 것이다. 따라서 기존의 관점이 아닌 새로운 관점에서 농촌 소하천을 고찰해 보고자 하였다.

본 연구는 이러한 배경에서 2003년도에 소방방재청 소하천정비 시범사업지구로 선정된 충북 괴산군 소재 이동천을 대상으로 2007년에 실시한 수리 수문 모니터링 자료를 토대로 수리특성을 분석하고 평가하고자 하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상지역

연구대상 소하천은 Fig. 1과 같이 충북 괴산군

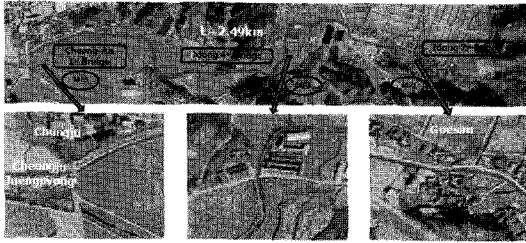


Fig. 1. Geomorphic Reach Types Within the Study Site (Gauging Stations are Marked Along the Stream)

청안면에 위치한 이동천(36° 46′ 04.8″ N, 127° 38′ 29.1″ E / 36° 34′ 45.2″ N, 127° 35′ 05.1″ E)이다. 이동천은 금강수계의 보강천 지류인 문방천에 합류되는 하천으로 전체 하천 길이가 2.7km이고 연구대상 길이는 2.49km이다(괴산군 2003). Fig. 1은 연구대상 주변 지역과 이동 소하천의 각 수리특성 조사지점의 위치를 도시한 그림이다. Table 1에는 연구대상 소하천의 수계와 소하천이 위치한 행정구역을 제시하였다.

하천 형상은 크게 상·하류 두 지점으로 분류할 수 있다. 상류지점의 형상계수는 0.25, 하류지점의 형상계수는 0.45로 상류지점 경사가 약간 급하고 하류지점으로 갈수록 경사가 완만한 하천으로 되어 있다.

2. 강우량 및 유량 조사

본 연구에서는 시험유역의 수질과 식생상태 분석에 앞서 기초가 되는 수리 수문 특성을 먼저 분석하였다. 강우량 조사는 연구대상지역에 소재하는 충북 괴산군 청안면사무소에 설치된 자기우량자료를 사용하였다. 대상 하천의 유량 측정지점은 하천시설기준(건설교통부 2005)의 접근성, 안전성, 지속측정 가능지역 등을 고려하여 상류 1개소(MP1), 중류 1개소(MP2), 하류 1개소(MP3)를 선정하였다. 유량 측정지점은 Fig. 1과 같이 MP1, MP2, MP3의 3지점을 선정하여 조사하였고 수위는 세지점에 수위표를 설치하여 측정하였다. 수리특성조사는 자연형호안공법이 적용된 전 구간에 걸쳐 조사할 수 없으므로 유량측정이 용이한 특히 교량이 위치한 3개 지점을 선정하였다. 유속은 평상시(갈수기)의 경우 유속계(BFM 801, Valeport. Co, UK)를 이용하여 측정하였으며 홍수시 유속은 교량 상부에서 유속계(UC-2, Tamaya. Co, Japan)를 내려 측정하였다. 소하천의 1년 동안 발생한 유량변화 파악은 수위조사 자료를 기초로 월별 유량을 구하였으며, 1월부터 12월까지 3개 측정지점에서 월별로 4회 측정된 값을 이용하였다.

3. 수리특성 조사

Table 1. Location of Idong Stream Catchment

Main river	1st branch	2nd branch	3rd branch	Location		Length (km)
				Starting Point	Ending Point	
Miho River	Bokang River	Munbang River	Idong Stream	Eupnea-ri, Cheongan-myeon, Goesan-gun, Chungbuk	Hyogeun-ri, Cheongan-myeon, Goesan-gun, Chungbuk	2.49

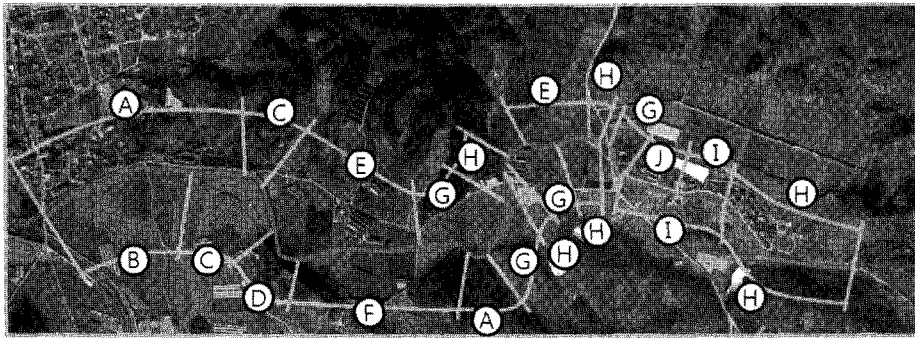
수리특성 조사는 Fig. 2와 같이 각 구간별로 다르게 적용된 자연형 소하천공법에 대해 실시하였다. 조사는 소하천 공사를 시작하여 3년이 경과되어 하상이 안정되고 식생이 정착된 2007년 1월부터 2007년 12월까지 수리특성에 대한 모니터링 결과를 토대로 분석하였다. 자연형 소하천공법이 적용된 모든 구간의 각 공법마다 시험지점을 채택하는 것이 바람직하나 소하천 흐름 특성이 유사한 점 등을 고려하여 3개 지점에 대해서만 조사 분석하였다. 수리특성 분석은 전체 사업구간의 유량, 수위, 수심, 유속 등의 자료를 이용하였다. 또한 하천에서 조사된 수위와 유량을 토대로 조도계수를 계산하였다. 홍수흔적조사에서 얻어진 데이터는 미 공병단에서 개발한 HEC-RAS모형을 이용하여 수리특성 분석을 실시하였다(Gary 2003). 수리 및 수문자료는 강우와 수위를 조사하여 유량과 유량변화에 따른 홍수흔적조사를 실시하여 유량변화에 따른 호안공법의 안정성 여부를 검토하였다.

4. 적용 호안공법

연구대상 소하천에는 Fig. 2와 같이 ㉠자연석 2단쌓기, ㉡식생축조블록, ㉢그린리버블록, ㉣스톤넷, ㉤그린환경블록, ㉥친환경 돌망태, ㉦자연 식생매트와 자연석 쌓기 ㉧자연석 3단쌓기, ㉨지오그린셀, ㉩반딧불이 블록의 자연형 공법이 시공되었다. 각 수리특성 조사 지점은 MP1점이 ㉠의 지오그린셀로 구성되어 있으며 하천 상류지점에 위치하며, MP2점이 ㉨의 자연석 3단쌓기가 적용된 구간에 위치하고, MP3지점은 ㉠자연석 2단쌓기와 ㉡식생축조블록의 조합으로 구성되어 있는 하천 하류

지점에 위치하고 있다. 조사 지점의 적용 호안공법을 사진으로 나타내면 Fig. 3과 같다.

㉠, ㉢와 ㉨에 적용된 자연석쌓기는 자연친화적 재료를 사용하여 경관이 양호하고 자연미가 우수하며 하상세굴에 안전하고 유지관리가 용이한 공법이다. ㉢의 그린리버블록은 기존에 사용되고 있는 자연석 식생블럭 등이 제작방법으로 고가인 점을 고려하여 일반 콘크리트 호안블럭 제작방법과 동일한 방법으로 제작이 가능하도록 개발되었다. 주로 하천법면의 사면보호와 녹화목적 시공을 위한 호안법면 및 하상 세굴방지공 겸용으로 시공되는 공법이다. ㉣의 스톤넷은 특수한 제조법으로 자연석과 철망을 일체화하여 하천 사면과 하상에 설치하는 공법이다. 설치후에는 자연석과 식생이 어우러져 하천사면과 하상을 안정화 시키는 호안공법이다. ㉤의 그린환경블록은 소형블럭으로 인력시공이 가능하고 공사비가 절감되는 공법으로 식생공극이 넓어 하천생태보호와 친수하천 조성에 적용되는 공법이다. ㉥의 친환경 돌망태공법은 전통적으로 많이 사용되어 온 공법중 하나로 세굴에 안전한 호안을 구축하고, 시공성이 우수한 하천변에 친환경녹화 공간을 제공하는 공법이다. ㉠의 지오그린셀은 블록의 연속공극을 통해 식물의 뿌리가 원지반에 활착할 수 있도록 한 것으로 통기성이 용이하고 인력시공이 가능한 소형블럭을 적용한 공법이다. ㉨의 반딧불이 블록은 수로와 인접한 호안에 생물서식공간을 제공하는 환경블럭으로 블록간 조립이 키로 연결되어 구조적으로 안정한 공법이다. 블록 상부는 반딧불이 및 수서곤충의 서식공간으로 활용할 수 있다.



Point	Stream bank stabilization methods	Point	Stream bank stabilization methods
A	Two flights of fieldstone	B	Vegetation block
C	Green river block	D	Stone net
E	Green environment block	F	Eco friendly cobble
G	Vegetation mat and a flight of fieldstone	H	Three flights of fieldstone
I	Geo green cell	J	Firefly block

Fig. 2. Adapted Methods of Stream Bank Stabilization in Study Area

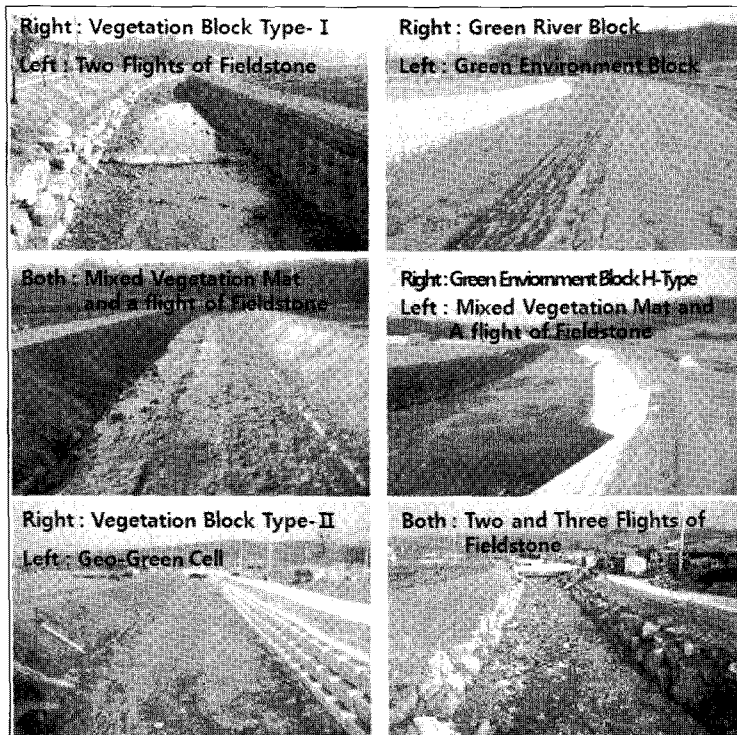


Fig. 3. Stream Bank Stabilization Methods of Idong Nature-like Stream

Table 2. Average Precipitation by Month, 2007
(Measured Jeungpyeong Gauging Station)

Month	Average Precipitation (mm)
Jan.	0
Feb.	0
Mar.	49
Apr.	25
May	139
Jun.	74
Jul.	316
Aug.	398
Sep.	350
Oct.	42
Nov.	15
Dec.	0
Total	1,408

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 강우량 분석

2007년도에 이동 소하천이 위치한 괴산군 청안면에서 조사된 월별 강우량은 Table 2와 같다. 이 지역의 연평균 강우량은 1,408mm로 우리나라 연평균 강우량인 1,283mm보다 많게 나타났다. 치수(방재)에 가장 많은 영향을 미치는 6~9월의 강우량은 1,138mm를 기록하여 6~9월에 강우가 집중되는 특징을 보였다.

대상 유역에 발생한 주요 호우는 Table 3과 같이 5월 16일 54mm부터 9월 16일 82mm까지 8개의 호우가 발생하였다. 이중 7월 24일에는 지속기간 9시간에 102mm의 집중호우가 발생하였다. 2007년의 최대 강우강도는 7월 24일 오전 5시에 기록된 30mm/hr이며 다음은 7월 1일 오전 4시에 기록된 19mm/hr이다. 특히 이 지역의 강우특성은 2007년에 7월부터 9월까지 1,000mm이상의 강우가 내려

Table 3. Precipitation Event on Idong Stream Areas (Jeungpyeong Gauging Station)

No.	Date	Duration hour (hr)	Precipitation (mm)
1	May 16 14:30~17 04:30	14	54
2	Jun. 23 21:00~24 05:00	8	46
3	Jul. 1 01:00~1 06:30	5.5	51
4	Jul. 24 03:00~24 11:00	9	102
5	Aug. 4 12:00~4 22:30	10.5	77
6	Aug. 29 08:30~29 19:30	11	66
7	Sep. 14 14:30~15 09:30	19	80
8	Sep. 16 09:00~17 04:00	19	82

7월에서 9월까지 집중적으로 많은 양의 강우가 발생한 점이다. 따라서 자연형 소하천정비에 있어서 고려해야 할 사항은 7월부터 9월까지의 집중호우에 대한 치수(방재)기능을 발휘할 수 있도록 호안정비가 이루어져야 할 것이다.

2. 월별 유량변화특성

연구대상 소하천의 1년 동안 발생한 유량변화를 파악하기 위하여 수위조사 자료를 바탕으로 월별 유량을 검토하였다. 1월에서 12월까지 3개 측정지점에서 월별로 4회 측정된 하천유량의 평균값은 Fig. 4와 같다. 측정지점의 월별 평균유량 변화는 0.006~0.067m³/s로 월별로 큰 차이를 보였다. 모니터링 기간 중 3개 측정지점의 월 전체 평균유량은 0.022m³/sec로 나타났다. 모니터링 기간 중 유량이 가장 적은 월은 MP3지점이 3월로 월 평균유량이 0.0077m³/s로 조사되었고, MP1과 MP2는 12월로 0.004m³/s로 가장 적은 유량을 보였다.

한편 유량이 가장 많은 월은 우기가 시작되는 6월부터 유량이 급증하여 7월에 MP3지점에서 최대유량인 0.067m³/s을 보였다. 이 시기는 소하천에 유입되는 유량이 가장 많은 시기로

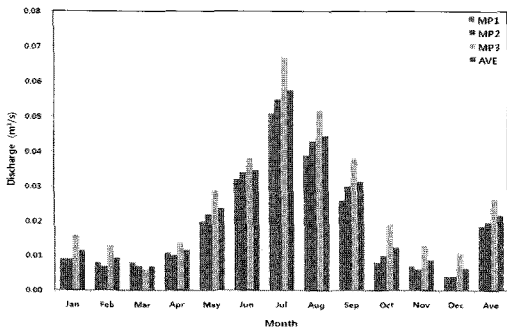


Fig. 4. Monthly Average Discharge for Idong Stream at Three Gaging Stations

호안공법 적용과 정비에 있어서도 이러한 유량에 대응하는 하천 정비와 관리가 필요할 것이다. 또한 이 시기는 농번기의 시작 시점으로 식생이 많아지고 흐름에 영향을 미치는 요인이 증가하는 시기이기도 하다. 이동천의 경우도 유량 증가가 많아지는 시기이므로 침식과 세굴 발생 등 방재(치수)에 중요한 시기이다. 한편 이 유역은 태풍의 직접적인 영향이 적은 곳이긴 하나 7월부터 9월까지는 단면이 급변하는 곳이나 사행하천인 경우는 재해가 발생하지 않도록 대비해야 할 것이다. 또한 국지성 호우는 소하천에 많은 영향을 미치므로 주의 깊게 관찰하고 조사할 필요가 있다.

이 지역은 단면경사가 심하지 않은 지역으로

급변류 발생 위험은 적으나 식생과 토사이동에 따른 단면변화가 많은 지점은 사행성을 줄여 흐름을 안정화하는 것이 중요할 것이다.

3. 강우사상 분석

소하천 유역 출구지점에서 시간에 따른 유출율을 MP1, MP2, MP3의 3개 지점에서 조사하였다. Table 3에 제시한 2007년의 8개 강우사상을 검토한 결과 거의 모든 강우사상에서 유사한 경향을 보였다. 유출수문곡선은 각 측정유역에서의 강우 및 유출간의 관계를 지배하는 지형과 기후특성의 종합적인 결과를 나타내므로 8개 강우 사상중 대표적으로 2007년 7월 24일과 8월 4일에 발생한 2개의 강우사상에 대하여 강우와 유출량 관계를 검토하였다. 7월 24일의 강우사상은 2007년에 조사한 강우사상 중 가장 큰 것으로 지속시간이 9시간이고 102mm의 강우를 기록하였다. 8월 4일의 강우사상은 지속시간이 10.5시간이고 77mm의 강우를 보였다. 두 시기의 강우-유출량 곡선을 측정지점별로 나타내면 각각 Fig. 5, 6과 같다. 강우사상의 특징은 3개 측정지점 모두 유량변화가 매우 유사하다는 점이다.

그러나 유량은 상류인 MP1 지점이 가장 적고

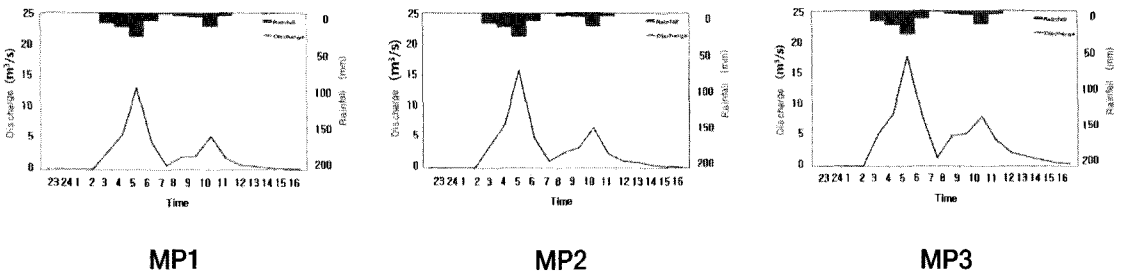


Fig. 5. Rainfall-runoff Hydrograph Relationships (July 24, 2007)

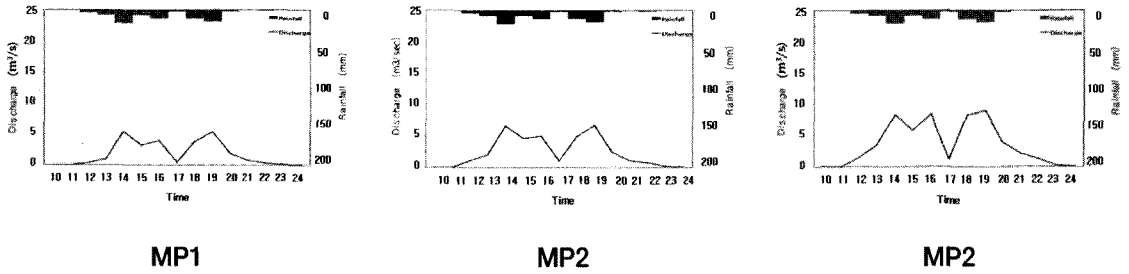


Fig. 6. Rainfall-runoff Hydrograph Relationships (Aug 4, 2007)

MP2와 MP3로 갈수록 증가하였다. 홍수기의 경우는 유역이 적은 관계로 강우의 영향이 그대로 반영되어 하류로 갈수록 유입되는 유량이 증가하는 것으로 해석된다. 또한 소하천의 경우 강우가 유역 전체에 거의 일정한 형태로 분포하여 유량에 있어서도 3개 지점 모두 유사한 패턴으로 증·감하는 결과가 반영된 것으로 해석된다.

4 수위-유량곡선

하천규모가 작은 소하천의 홍수시 유출특성 파악을 위해서 상류, 중류, 하류의 세 측정지점에서 조사된 자료를 이용하여 수위-유량곡선(rating curve)을 구하였다. 수위-유량 관계식은 일반적으로 다음 식으로 표현된다.

$$Q=a(h+b)^N \quad (1)$$

여기서, Q 는 유량(m^3/s)을 나타내며, h 는 각 지점에서 관측된 수위(m)이고, a 와 N 은 유량과 수위의 상관관계에서 얻어진 계수이며, b 는 유량이 0일 때의 수위를 의미한다.

시험유역 소하천의 경우 유량이 적은 영향으로 다음과 같은 수위-유량 관계식이 유도되었다.

$$Q=ah^N \quad (2)$$

얻어진 결과를 각 지점별로 나타내면 Fig. 7 ~ Fig. 9와 같다. 수위와 유량과의 관계는 자연형 소하천공법이 서로 달리 적용된 구간임에도 불구하고 유량변화에 관계없이 세 지점 모두 매우 높은 상관성을 보였다. 이동소하천과 같이 유역면적이 적고 유역의 토지이용 등 구성 요인이 복잡하지 않은 소하천의 경우 식 (1)과 같이 하나의 수문곡선 형태로 나타남을 알 수 있었다. 또한 소하천 정비를 할 경우에 있어서도 공법은 달라도 통수단면적에는 큰 차이가 없기 때문에 수위-유량 관계곡선의 특징도 유사한 것으로 해석된다.

특징으로 MP3과 같이 하상경사가 완만한 소하천에서 수위상승과 하강기에 같은 수위의 유량을 비교하였을 때 수면경사의 영향을 받아 홍수 상승기의 유량이 높게 나타나는 현상이 발견되었다. 이와 같은 $h-Q$ 곡선을 그리면 반시계방향의 날개형 타원을 그리는 이력(Loop)특성을 보였다.

5. 수리특성 분석

2007년도 호우사상으로 발생한 홍수흔적

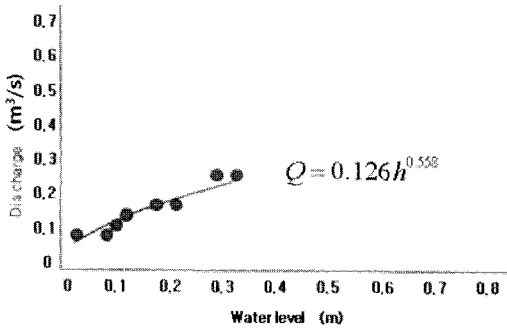


Fig. 7. Stage-discharge Relation at MP1

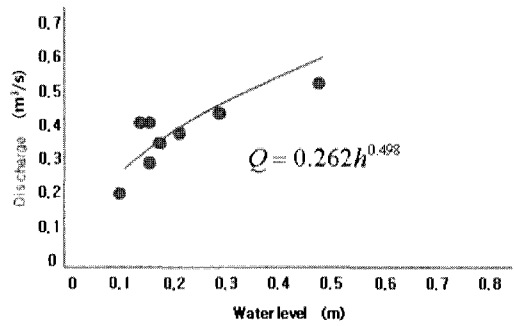


Fig. 8. Stage-discharge Relation at MP2

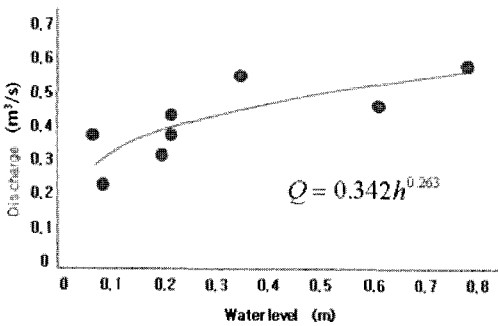


Fig. 9. Stage-discharge Relation at MP3

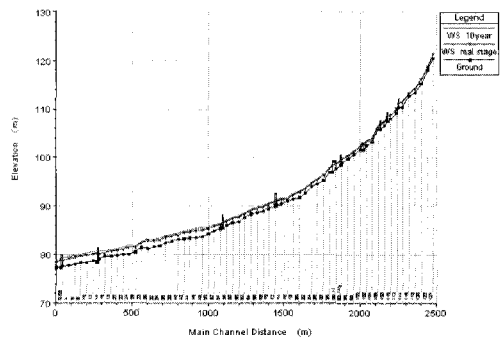


Fig. 10. Longitudinal Flood Profile for Idong Stream in HEC-RAS Model

조사를 홍수 후에 실시하고, 조사된 자료를 바탕으로 HEC-RAS 모형에 적용하여 모의를 통하여 2007년도 강우사상에 대한 수리특성을 분석하였다. 소하천정비종합계획상(괴산군 2003)의 홍수량 산정 자료와 실측한 종단측량 자료를 비교하여 각 빈도별 홍수량 값으로

Table 4와 같이 모의를 하였다. 여기서 각 측정점은 전 지점을 20m 간격으로 0에서 124측점으로 구성하였다.

수리특성 분석은 HEC-RAS 모형의 구간별 홍수량 값을 변경하면서 조사된 홍수흔적과 HEC-RAS 모형을 이용한 홍수위를 역으로

Table 4. Flood Discharge

(Unit: m³/s)

Frequency Reach No.	10 years	20 years	30 years	50 years	80 years	100 years
124	10	13	14	16	17	18
84	20	25	28	32	34	36
50	27	33	37	42	45	47
28	30	37	41	47	51	53

Table 5. Flood Discharge for Back Tracking of Floodmark

(Unit: m³/s)

Reach	No.28	No.50	No.84	No.124	Remark
1st	17.0	13.0	10.0	8.0	
2nd	18.0	17.0	13.0	10.0	
3rd	18.0	16.0	14.0	12.0	selection

일치시키는 과정을 통해 실시하였다. 홍수흔적과 모의된 홍수위를 정확히 일치시키는 것은 거의 불가능하므로 본 논문에서는 Table 5와 같이 시행착오법(Trial & Error Method)에 의해 홍수흔적 수위와 가장 비슷한 홍수위를 나타내는 홍수량을 결정하였다. 경계조건으로 사용한 Table 5의 홍수량 값이 조사한 흔적수위와 비교적 일치하는 양호한 결과를 나타내었다. 이는 Table 4에서 유도된 이동천의 10년 빈도 홍수량 전후에 상당하는 값이 되므로 이 값을 채택하여 홍수량 추정에 사용하였다.

2007년의 강우사상으로 발생한 홍수흔적 수위를 가지고, HEC-RAS 모형을 이용하여 각 지점별 수리특성을 분석하였다. 분석 결과 측정점 0의 홍수흔적 수위는 EL. 78.6m로 나타났으며, 최상류의 측정점 124는 EL. 121.7m로 나타났다. 소하천정비종합계획상의 홍수량 산정지점과 하천의 종단측량 실측자료를 이용하여 그 관계를 분석하였다. 소하천 전 구간에 대한 10년 빈도 홍수위와 HEC-RAS로 계산된 홍수위 및 하상고를 나타내면 Fig. 10과 같다. 그 결과 각 측정점에서 약간의 차이는 있으나 측정점 0에서 54구간은 10년 빈도 홍수위와 계산된 홍수위 사이에 약 20cm 전후의 차이를 보였으나 대체적으로 퇴적 경향을 보이는 것으로 분석되었다. 이후 측정점 55에서 측정점 100까지는 아주 작은 퇴적 경향을 보였으며,

그 이후 측정점에서는 거의 변화가 없는 것으로 나타났다. 따라서 상류지점은 유수의 영향이 적은 것으로 나타나서 침식과 퇴적 경향이 매우 적으나, 하류지점으로 갈수록 상류에서 유입되는 토사에 의해 퇴적되는 경향이 큰 것으로 평가되었다.

IV. 결과 및 고찰

본 연구는 2007년도 이동소하천정비사업지구에서 조사된 수위, 유량 등 수리 수문 모니터링 자료를 기초로 수리특성을 분석하고 평가하고자 하였다. 얻어진 결과를 정리 요약하면 다음과 같다.

1. 관측지점에 따른 유량의 월별 변화는 11월부터 4월까지의 상류인 MP1 지점이 MP2 지점 보다 많으나 5월부터 10월까지의 MP2가 MP1보다 많은 것으로 조사되었다. 하류에 위치한 MP3는 1년중 MP1과 MP2 보다 항상 많은 유출량을 보였다. 또한 강우사상의 특징은 3개 지점 모두 유량변화가 매우 유사한 경향을 보였다.

2. 연구대상 소하천의 홍수량 조사 결과 수위와 유출량은 $Q=ah^b$ 의 관계가 성립 것으로 파악되었다. 수위와 유량의 관계는 세 지점 모두 매우 높은 상관성을 보였다. 유역면적이 크지 않고 유역의 토지이용 등 구성요인이 복잡하지 않은 소하천인 경우 $Q=ah^b$ 의 수문곡선으로 표현됨이 확인되었다.

3. MP3과 같이 하상경사가 완만한 소하천에서는 수위상승과 하강기에 같은 수위의 유량을 비교하였을 때 수면경사의 영향을 받아 홍수 상승기의 유량이 높게 나타나는 현상이

발견되었다. 이와 같은 h-Q 곡선을 그리면 반시계방향의 날개형 타원을 그리는 이력(Loop)특성을 보였다.

4. 2007년 6~9월에 1,138mm의 강우량이 집중되었으나 8개의 강우사상으로 강우가 분산되어 국지성 호우와 같은 홍수가 발생하지 않아 모든 호안단면의 하상변화가 크지 않아 세굴과 침식 경향이 거의 없었다. 그러나 수리특성 분석결과 상류지점은 유수의 영향에 따른 영향이 적은 것으로 나타나서 침식과 퇴적 경향이 매우 적으나, 하류지점으로 갈수록 상류에서 유입되는 토사에 의해 퇴적되는 경향이 큰 것으로 평가되었다.

참고문헌

1. 건설교통부(1994), 지방하천 계획기법 및 하천유량과 수질의 상관성 조사연구, 한국건설기술연구원.
2. 건설교통부(2001), 자연 친화적 하천정비기법 개발 보고서(I), 한국건설기술연구원.
3. 건설교통부(2002), 자연 친화적 하천정비기법 개발 보고서(II), 한국건설기술연구원.
4. 건설교통부(2005), 하천시설기준, 한국건설기술연구원.
5. 괴산군(2003), 소하천정비종합계획 보고서.
6. 국립방재연구소(2002), 자연형 소하천 정비공법 개발, 행정자치부.
7. 국립방재연구소(2004), 자연형 소하천 정비공법 개발(Ⅲ), 소방방재청.
8. 소방방재청(2007), 소하천정비 및 관리 패러다임의 재정립, 한국방재학회.
9. 환경부(1997~2001), 국내여건에 맞는 자연형 하천공법의 개발 1, 2, 3, 4, 5차년도 보고서, 한국건설기술연구원.
10. Alleviation Schemes Federal Interagency Stream Restoration Working Group(ASFISRWG). (1998), Stream Corridor Restoration: Principles, Processes, and Practices, US Department of Commerce, NTIS, Springfield, VA, USA.
11. Gary D., Jennifer H. and Jeremy B.(2003), Floodplain Modeling using HEC-RAS, Haestad press.
12. Nakamura, K., and K. Tockner(2004), Proceedings of the Third European Conference on River Restoration in River and Wetland Restoration in Japan, Zagreb, Croatia, pp.211~220.