

하천폭의 국부적 축소 및 확대에 따른 수리특성 연구

A Study of the Stream Specific by River Width's Downsizing & Extension

최 한 규* 김 주 석** 백 효 선***
Choi, Han-Kuy Kim, Ju-Suk Baek, Hyo-Sun

Abstract

This research investigated the way of generating the flowing of water in case of artificial fluctuation of river width by the unidimensional numerical analysis in order to reconstruct vertical and expanse features of flowing, and the problem of existing numerical analysis in accordance with local enlargement and reduction of river through hydraulic model experiments with results of numerical analysis. The result revealed that when the local section change in the same river is exist, it showed 0.93m in the case of no change of local section in the hydraulic model experiments and numerical analysis, however, it presented 1.645m on the occasion of local section changes in the hydraulic model experiments and numerical analysis. In other words, there was a significant difference in the existing numerical analysis, when there was a local section change. As a result of the experimental section for the enlargement and reduction of local river width, due to the sensitive change for fluctuation of flood discharge, there was a significant difference between numerical analysis and hydraulic model experiments. In addition, the result of comparison between the enlargement and reduction of local river width confirmed that the result of numerical analysis with hydraulic model experiments showed larger generation of deviation in case of enlargement of section than in case of reduction of section.

키워드 : 수치해석, 홍수량, 수위, 하폭

Keywords : numerical analysis, flood discharge, water level, river width

1. 서론

일반적인 자연하천의 경우 유수의 흐름에 따라 하상의 형태가 형성되고, 통수에 적합하도록 하폭의 크기가 형성되어왔다. 그러나 인류의 발달과 더불어 하천의 이수 및 치수의 목적에 따라 인위적으로 하천의 흐름을 변경하였으며 하폭 또한 그와

같은 이유에 따라 인위적인 변경이 이루어지게 되었다. 대표적인 사례가 하천의 인공적인 시설물 설치와 경작지 및 주거지 확대를 위한 하천의 인위적인 하폭의 축소와 확대이다. 특히 토지의 효율적인 이용이라는 명목 하에 토지를 필요로 하는 곳에서는 하천의 국부적인 축소가 빈번하게 발생하고 있다. 그 결과 2006년 7월 집중호우의 원인중 하나로 제시되고 있는 상류지역에서의 잡목 등의 유송물질이 하천 구조물이 형성된 곳이나 하천의 국부적인 축소 등이 이루어지게 되는 곳에서는 흐름이 원활하게 발생하지 않아 수해를 일으키게 되

* 강원대학교 토목공학과 교수, 공학박사
** 강원대학교 대학원 토목공학과 석사과정
*** 강원대학교 대학원 토목공학과 박사수료

었다.

따라서 본 연구는 인위적인 하천폭의 변동이 발생하는 경우 유수흐름의 변동이 어떻게 발생하는지를 1차원 수치해석을 실시하여 흐름의 종단적인 특성과 평면적인 특성에 대하여 재현하여 보았으며 수치해석결과를 수리모형실험을 통하여 비교함으로써 하천의 국부적인 축소와 확대에 따른 기존의 수치해석의 문제점을 확인하여 국부적인 단면 축소 및 확대에 따른 영향을 최소화 할 수 있는 방법 제시를 위한 기초 연구를 수행하는 데 본 연구의 목적이 있다.

2. 수치해석

2.1 연구지점 지형

본 연구를 수행하기 위한 구간은 홍천강 전체 구간(89.7km)중 하천정비측점 기준 NO.393+50~405+35구간에 대하여 연구를 수행하였다. 본 연구구간의 지형적인 특성을 보면 강원도의 전형적인 하천특성으로 하천의 우측으로는 도로가 위치하고 좌측으로는 농경지가 위치하고 있으며 개발을 위하여 2.28km 구간중 하천 단면의 축소 및 확대 구간이 발생하고 있어 본 연구의 대상 구간으로 설정하였다.

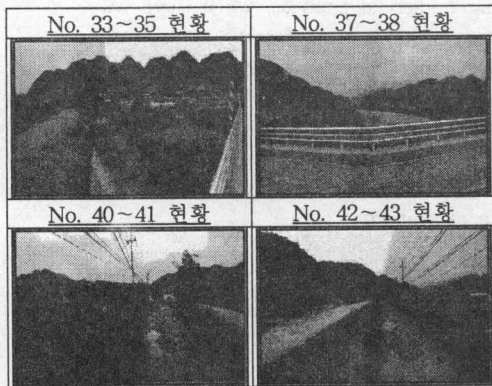


그림 1 연구지점 전경

2.2 수치해석자료의 입력 및 결과

본 연구를 위하여 연구대상 지점의 평면 및 횡단자료를 입력하였으며 각 CASE별 입력 단면은 그림 2와 같다. 빈도별 홍수량은 1000, 900, 800, 600CMS값을 입력하였다.

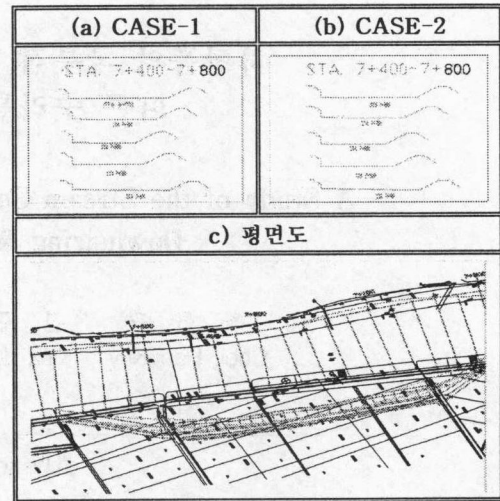


그림 2 수치해석 입력 단면

CASE-1은 기존의 자연하천단면이며 CASE-2는 일부구간에 대하여 하천폭을 축소 및 확장한 단면으로 위와 같은 단면을 입력하여 수치해석을 수행한 결과 그림 3,4와 같은 결과를 확인할 수 있었다.

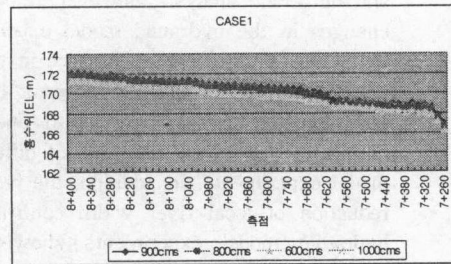


그림 3 CASE1의 홍수량별 수위

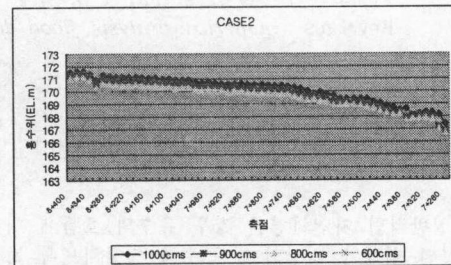


그림 4 CASE2의 홍수량별 수위

3. 수리모형실험

3.1 모형의 축적비 및 모형제작

본 연구에서는 X방향 150(평균) Y방향 50(수심)의 왜곡 축척을 사용한 모형으로 제작하여 실험하였다. 이에 따른 유속비는 앞장에서 설명한 이론에 의해 4.08값을 얻었다.

$$X_R = B_R = P_R = 150$$

$$Y_R = H_R = 50$$

$$V_R = \frac{Y_R}{\sqrt{X_R}} = 4.08$$

$$n_R = \frac{X_R^{1/2}}{Y_R} Y_R^{2/3} \left(\frac{Y_R}{X_R} \right)^{1/2} = 1.919$$

위와 같은 축척과 유속비에 의하여 본 과업 하천에 대하여 모형을 제작하였으며 이에 따른 실험 광경은 그림 5와 같다.

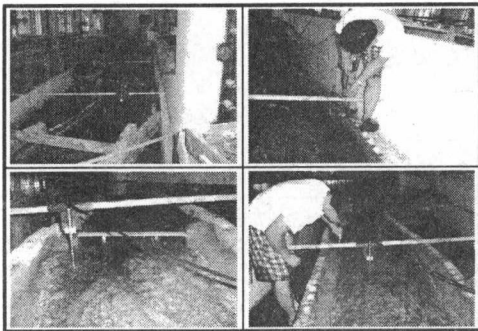


그림 5 수리모형실험 광경

3.2 모형실험 결과

각각의 CASE에 별로 제작된 모형 대하여 홍수량 1000CMS, 900CMS의 유량으로 실험을 실시하였다. 다만 앞질의 수치해석에서는 900CMS미만의 800CMS와 600CMS에 대해서도 해석을 실시하였으나 900CMS미만의 경우 수심이 작게 발생하여 수리모형실험 측정값의 오차가 심하게 발생하여 본 연구의 수리모형실험에서 제외하였다.

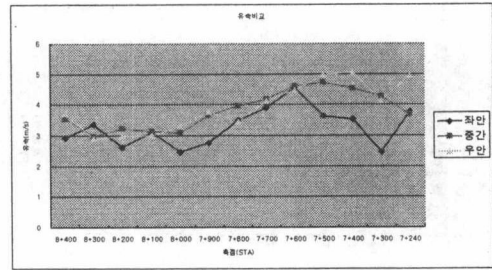
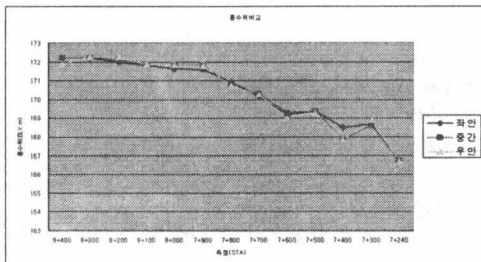


그림 6 CASE-1 1000CMS 유속 및 수위측정치

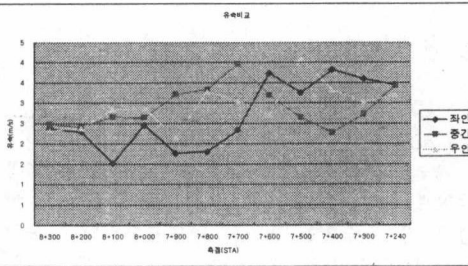
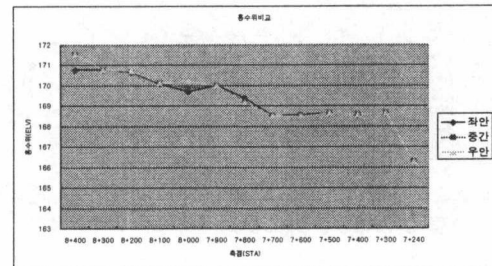


그림 7 CASE-1 900CMS 유속 및 수위측정치

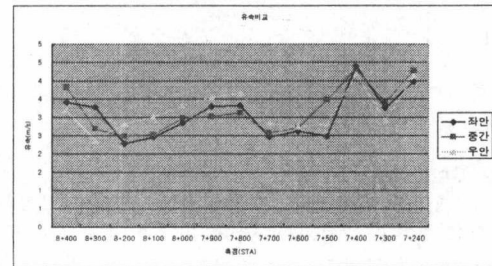
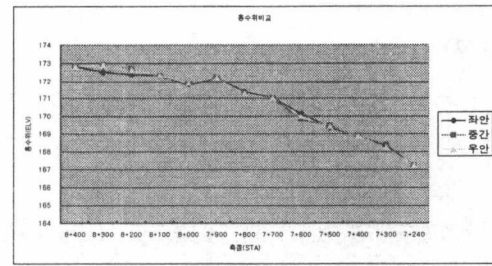


그림 8 CASE-2 1000CMS 유속 및 수위측정치

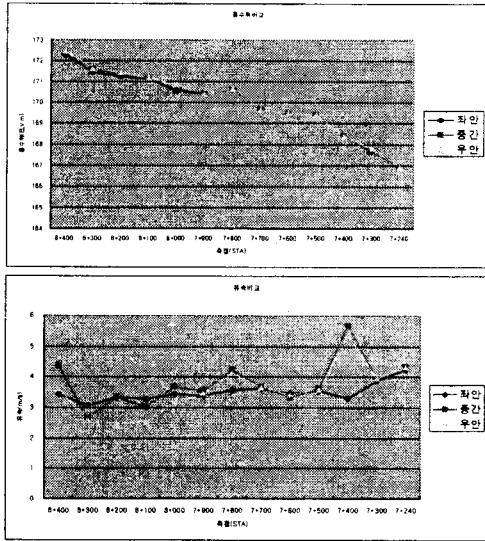


그림 9 CASE-2 900CMS 유속 및 수위특정치

4. 결과분석

4.1 CASE별 홍수위 편차

1) CASE1

수리모형실험에서는 좌우 홍수위에 대하여 측정하였으나 하천제방 월류나 구조물의 붕괴 등 안정성에 가장 중요한 요소인 최대홍수위만을 수치해석과 비교한 결과 그림10에서 보는 바와 같이 상류부분에서는 홍수량이 큰 경우 수치해석과 큰 편차를 보였으나 하류부분에서는 홍수량이 작은 경우에 수치해석과 큰 차이를 보이고 있음을 알 수 있었다.



그림 10 CASE-1 홍수량별 수위편차

2) CASE2

CASE2에 대하여 수치해석과 수리모형실험의 수위 편차를 그림 11과 같이 비교한 결과 CASE1에 비하여 편차가 크게 발생하고 있음을 알 수 있었다. 이는 하천폭의 축소, 확대에 따른 영향을 수치해석에서는 충분히 해석하지 못하고 있음을 보

여주는 결과로 단면의 축소, 확대가 없는 CASE1 경우의 최대편차 0.93보다 2배 가까이 증가하는 1.645의 편차를 보였다. 다만 홍수량이 감소하면 이러한 편차는 다소 감소하였으나 CASE1에 비하여 편차가 크게 발생하고 있음을 확인할 수 있었다.

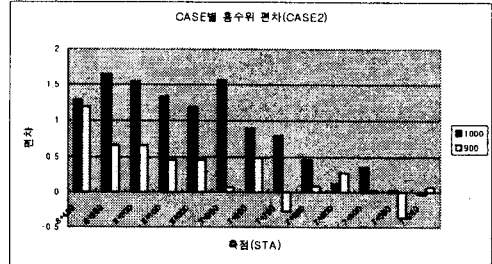


그림 11 CASE-2 홍수량별 수위편차

4.2 국부 축소 확대지점 편차분석

1) 하천폭이 확대되는 경우

CASE2에서 하천폭의 국부적인 확대가 발생하는 지점은 7+900~7+600(하천흐르는 방향기준)으로 이에 따른 수치해석과 수리모형실험의 차이는 다음 표와 같다.

표 1 CASE-1 1000CMS 경우

측점	좌안	중간	우안	최고 수위	수치 해석	편차
7+900	172.215	172.215	172.215	172.215	170.65	1.565
7+800	171.365	171.265	171.265	171.365	170.47	0.895
7+700	171.015	171.015	171.015	171.015	170.22	0.795
7+600	170.115	169.815	170.015	170.115	169.66	0.455

표 2 CASE-1 900CMS 경우

측점	좌안	중간	우안	최고 수위	수치 해석	편차
7+900	170.415	170.415	170.415	170.415	170.35	0.065
7+800	170.615	170.615	170.665	170.665	170.18	0.485
7+700	169.665	169.665	169.665	169.665	169.94	-0.275
7+600	169.515	169.515	169.515	169.515	169.43	0.085

위의 표를 살펴보면 홍수량이 작은 경우에는 수치해석과 큰 차이가 발생하지 않았으나 홍수량이 크게 되는 경우 수치해석과 수리모형실험과의 수위 편차가 크게 발생함을 확인할 수 있었다.

2) 하천폭이 축소되는 경우

CASE2에서 하천폭이 축소되는 구간은 7+500~

7+240구간으로 이에 따른 수치해석과 수리모형실험의 비교 값은 다음 표와 같다.

표 3 CASE-2 1000CMS 경우

측점	좌안	중간	우안	최고 수위	수치 해석	편차
7+500	169.365	169.465	169.415	169.465	169.35	0.115
7+400	168.865	168.865	168.865	168.865	168.51	0.355
7+300	168.315	168.365	168.215	168.365	168.34	0.025
7+240	167.015	167.015	167.015	167.015	167.04	-0.025

표 4 CASE-2 900CMS 경우

측점	좌안	중간	우안	최고 수위	수치 해석	편차
7+500	169.415	169.415	169.415	169.415	169.15	0.265
7+400	168.365	168.365	168.365	168.365	168.34	0.025
7+300	167.665	167.665	167.765	167.765	168.12	-0.355
7+240	166.915	166.915	166.915	166.915	166.85	0.065

CASE-2의 경우 홍수량 변동에 따른 편차는 크게 발생하지 않았으며 CASE1에 비하여 수치해석과 수리모형실험의 편차 또한 작게 발생하여 단면이 축소되는 경우 수치해석과 수리모형실험의 홍수위 편차가 작게 발생함을 확인할 수 있었다.

4. 결 론

본 연구는 수치해석과 수리모형실험을 통하여 하천폭의 축소 및 확대에 따른 수리특성을 홍수위에 주안점을 두고 상호비교하여 분석하였으며 이에 따라 다음과 같은 결론을 도출 할 수 있었다.

1. 같은 하천에서도 국부적인 단면변화가 있는 경우 수치해석과 수리모형실험의 단면변화가 없는 경우에는 0.93m 이었으나 단면변화가 있는 경우 1.645의 편차를 보여 기존의 수치해석의 경우 국부적인 단면변화가 있는 경우 큰 오차가 발생함을 알 수 있었다.
2. 국부적인 하천폭의 축소 확대를 구간에 대하여 살펴본 결과 홍수량의 변동에 민감하게 변화하여 수치해석과 수리모형실험과의 편차가 크게 발생함을 확인할 수 있었다.
3. 국부적인 하천폭의 축소와 확대를 비교한 결과 수치해석결과는 단면이 축소되는 경우보다는 확대되는 경우 수리모형실험과 편차가 크게 발생함을 확인할 수 있었다.

본 연구에서는 자연하천에서의 단면변화를 보았으며 본 연구하천은 지방하천으로 홍수량이 큰 하천분류에 속하는 하천이다. 따라서 향후 연구과제로는 강원도에 상류지역의 소하천 지역에 대한 연구 수반되어 상류지역의 무분별한 개발에 대한 피해 소지가 없도록 연구가 지속되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 김형일, "자연하천에서의 홍수위 산정을 위한 1차원 모형과 2차원 모형의 비교", 연세대학교, 1996.
- [2] 정의택, "합류수로부에서의 흐름 해석", 한양대학교, 1992.
- [3] 윤용남, "공업수문학", 청문각, 1999
- [4] 강원도, "홍천강 기본계획(변경)", 강원도, 2003
- [5] Chaudhry, M. F., "Open-Channel Flow", Prentice-Hall, Inc, 1993
- [6] Hanger Willi H., "Transitional Flow in Channel Junctions", *J. of Hydraulic Div, ASCE*. Vol.115, No.2 Feb, 1989
- [7] Barkau R L, "Unit One-Dimension Unsteady Flow through a Full Network of Open Channels User's Manual", *U. S. Army Corps of Engineers*, 1993