



WATER
FOR
FUTURE

일반
기사

제20회 수공학 Workshop을 마치고



박 상 우 |

교육훈련분과위원회 위원장
서남대학교 토목공학과 교수
hydropsw@hanmail.net



김 태 응 |

교육훈련분과위원회 간사
한양대학교 건설환경시스템공학전공 조교수
twkim72@hanyang.ac.kr



변 성 호 |

(주)하준이앤씨 대리
vhs8352@naver.com



오 병 화 |

고려대학교 수자원시스템공학연구소 석사과정
joayoi@korea.ac.kr

1. 개요

한국수자원학회 교육훈련분과위원회(위원장 박상우)는 2009년 2월 23일부터 24일까지 2일간 인하공업전문대학에서 제20회 수공학 Workshop을 개최하였다. 이번 Workshop은 그동안 많은 회원들의 요구를 반영하여 “분포형 홍수유출해석과 홍수범람도 작

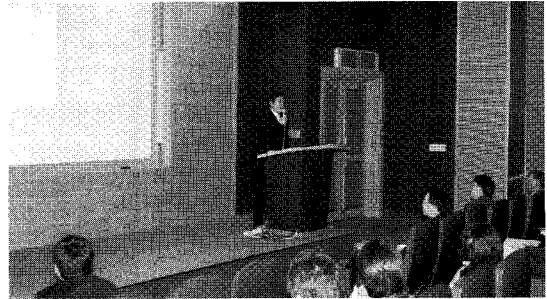


사진 1. 심명필 학회장의 인사말

성”을 주제로 선정하여 총 120명의 Workshop 등록 회원을 대상으로 육군사관학교 오경두 교수와 중부대학교 이주현 교수가 2가지의 소주제로 나누어 이론 강의와 실습을 진행하였다.

2.. Workshop 내용

2.1 분포형 모형 Vflo™에 의한 수문해석 (강사: 오경두, 육군사관학교 교수)

물의 순환을 다루는 수문학은 기상이라는 다이내믹한 자연현상과 더불어 유역이라는 복잡한 시스템을 대상으로 하고 있다. 기상은 시공간적으로 끊임없이 변화하고 있으며 국지성 호우와 같이 공간적으로 불균일한 특성을 나타내게 된다. 유역의 수문학적 특성은 토양, 토지피복, 지형 등에 의하여 좌우된다. 토양은 초기 함유수분, 토심, 입도분포 등에 따라 강우의 침투능에 직접적인 영향을 미치게 된다. 토지피복은 지표면 조도 및 불투수층의 분포를 좌우하며 이에 따른 유역의 수문응답 반응시간과 유출용적의 변화



사진 2. 분포형 모형 VfloTM에 의한 수문해석에 관한 이론강의



사진 3. 분포형 모형 VfloTM에 의한 수문해석에 관한 컴퓨터 실습

에 직접적인 영향을 미치게 된다. 지형은 지표면 경사와 하상 경사, 하폭, 집수면적 등의 특성을 좌우하며 이에 따른 지표면 유출과 홍수파의 하도 전파과정에 영향을 미치게 된다. 이와 같이 시공간적으로 변화하는 기상과 유역이라는 동적이고 복잡한 시스템을 대상으로 그 물리적 특성을 있는 그대로 반영하여 수문학적인 모의를 수행하는 것은 수문학의 역사에 있어서 오래된 숙원이었다. 우리나라도 이제 강우레이더의 도입과 GIS자료의 구축, 컴퓨터의 급속한 발달로 분포형 강우유출모형의 운용이 가능한 여건이 조성되었다. Vflo™ 프로그램은 강우레이더 자료와 연계한 실시간 홍수예측 분야뿐만 아니라 설계홍수량 산정을 위한 강우유출모의나 사전재해영향성평가, 하천정비기본계획수립, 유역종합치수계획 수립 등 다양한 분야에서 적용이 가능하며 특히 유역의 개발 등 유역특성의 변화에 따른 수문변화를 모의하는데 적합하다. 이번 수공학 Workshop은 분포형 강우유출모형을 적용하는데 필요한 기본적인 지식과 레이더 호우자료 및 설계이동호우에 대한 Vflo™의 적용사례 실습 등을 통하여 분포형 강우유출모형의 실제 적용방법을 다루었다. Workshop의 주요 내용은 다음과 같다.

1. 분포형 모형의 개요

- 집중형 모형과 분포형 모형의 특성 비교

- 집중형 모형과 분포형 모형의 적용성

2. Vflo™ 모형의 특성 및 제한점

- 지배방정식과 해법
- 매개변수의 구성과 특징
- 유역 모형과 강우모형 구축 실습
- 적용상의 제한점과 주의사항

3. Vflo™ 모형에 의한 레이더 강우-유출 모의

- RAIDOM 기법에 의한 기상청 인터넷 레이더자료(CAPPI) 활용법
- 기왕의 레이더 호우자료에 대한 실시간 홍수유출 모의 실습

4. Vflo™ 모형에 의한 이동호우 모의

- 이동강우 및 정체강우 작성법 실습
- 이동강우 및 정체강우에 의한 빈도홍수량 산정 실습

5. Vflo™ 모형에 의한 침수범람해석

- 홍수유출해석과 침수범람해석의 연계 방법
- 침수범람해석 방법과 제한점
- 유역에 대한 침수범람해석 실습

2.2 HEC-RAS와 HEC-GeoRAS를 이용한 홍수



범람도 작성 (강사: 이주현, 중부대학교 교수)

홍수범람도란 홍수가 발생하였을 때 홍수로 인한 범람지역을 미리 예측함으로써 범람지역내의 인명 및 재산 피해를 최소화하기 위해 작성되는 지도로서, 홍수의 규모에 따른 침수면적과 침수심 등의 정보를 갖게 된다. 홍수범람도를 작성하기 위해서는 홍수량에 따른 하천의 홍수위를 계산하기 위한 수리학적 모형과 계산된 홍수위에 따른 범람구역을 결정하기 위한 GIS 모형이 연계되어야만 가능하다.

이번 수공학 Workshop에서는 미육군공병단(US Army Corps of Engineers)의 수문연구센터(Hydrologic Engineering Center, HEC)에서 개발된 1차원 수리모형인 HEC-RAS와 미국의 GIS 솔루션 개발업체인 ESRI(Environmental System Research Institute)에서 개발한 ArcView GIS를 연계하여 홍수범람도를 작성하는 과정을 다루었다. 수리모형과 ArcView GIS를 연계운영하기 위해서는 별도의 extension이 요구되며 본 Workshop에서는 HEC에서 개발된 HEC-GeoRAS를 활용하였다. HEC-GeoRAS 모형은 ArcView GIS를 이용하여 HEC-RAS의 주요 입력 자료인 하천 및 하천주변의 지형데이터를 구축할 수 있도록 해주는 Extension으로서 DEM(Digital Elevation Model) 자료를 이용하여 하천주변 지역의 홍수범람구역을 모의하고

모의 결과를 시각적으로 보여주는 기능을 갖고 있다.

이번 Workshop에서는 HEC-GeoRAS에 의한 전처리 과정과 후처리 과정을 자세히 다루고, 예제를 통하여 직접 홍수범람도를 작성하는 방법을 다루었다. Workshop의 주요 내용은 다음과 같다.

1. PreRAS

- HEC-RAS 실행을 위한 전처리 작업
- GIS를 이용한 지형데이터의 구축
- 하도중심선, 하도제방선 등의 작성

2. RAS

- 빈도별 홍수위 산정
- 홍수위 산정결과를 GIS로 보내기

3. PostRAS

- 출력결과물의 후처리 과정
- 홍수범람도 작성

3. 참가기

3.1 수공학 Workshop을 다녀와서(1) (변성호, (주) 하존이앤씨)



사진 4. HEC-RAS와 HEC-GeoRAS를 이용한 홍수 범람도 작성에 관한 이론강의

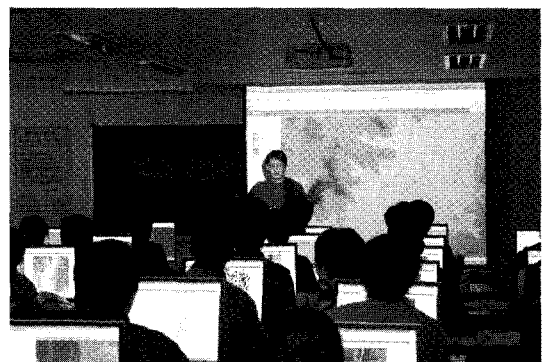


사진 5. HEC-RAS와 HEC-GeoRAS를 이용한 홍수 범람도 작성에 관한 컴퓨터 실습

수공학 워크숍은 한국수자원학회에서 1993년부터 매년 수자원 분야의 실무자 및 석사과정의 대학원생들을 대상으로 실무 및 연구에 직접적으로 필요한 모형을 중심으로 이론과 다양한 실습을 통하여 수자원 분야의 기술향상과 새로운 모형 및 기법을 소개하였으며, 문제해결을 위한 질의 및 토론의 장을 마련하여 왔다. 금회 제20회 수공학 워크숍은 2월 23일부터 24일까지 2일간에 걸쳐 실시되었으며, 「분포형 홍수 유출해석과 홍수범람도 작성」이란 주제로 육군사관학교의 오경두 교수의 분포형 모형 Vflo™에 의한 수문해석과 중부대학교 이주헌 교수의 HEC-RAS와 HEC-GeoRAS를 이용한 홍수범람도 작성을 세부 주제로 강의 및 실습이 진행되었다.

워크숍의 시작은 한국수자원학회 학회장인 인하대학교 심명필 교수의 개회사와 함께 첫째 날 강의가 시작되었으며, 과거의 수공학 워크숍과 같이 첫째 날은 강의를 둘째 날은 실습을 위주로 실시되었다.

첫 강의는 중부대학교의 이주헌 교수가 홍수범람도 작성에 대한 기본적 이론 및 절차에 대하여 설명했다. 수공학 워크숍을 참석하기 전 실무에 적용하기 위하여 홍수범람도 작성에 대한 WMS 모형을 사용하고 있었기에 강의는 더욱 흥미를 느낄 수 있었다. 강의 내용을 정리하면서 WMS와 HEC-GeoRAS의 유사점 및 차이점 등 여러 모형에 대한 내용을 인지할 수 있었으며, 문제해결에 대한 답변을 들을 수 있는 좋은 시간이 되었다. 두 번째 강의는 육군사관학교의 오경두 교수가 강우-유출해석에 적용되는 물리적 인자 기반의 분포형 모형인 Vflo™의 특징, 이동강우에 의한 대유역 빈도홍수량 산정, 레이더 강우에 의한 홍수유출모의, 강우유출과 연계한 침수범람도의, 실습에 대한 절차 등을 설명하였으며, Vflo™ 모형에 대한 열띤 질의와 토론의 장이 열리기도 하였다.

둘째 날의 실습은 전 날의 강의 내용을 바탕으로 실시되었으며, 대학원생들의 도움과 함께 대체적으로 원활히 진행되었으나, 시간제약으로 조금 아쉬움이 남았다. 추위가 아직 가시지 않은 2월 마지막 주에 진

행된 제20회 워크숍은 많은 참가자들과 높은 관심 속에 진행되었으며, 짧은 시간의 제약에도 불구하고 열정적인 강의를 통하여 많은 정보를 공유할 수 있었던 유익한 자리였다고 생각한다.

금회 수공학 워크숍을 위하여 자신의 노하우까지도 아낌없이 제공한 강사진과 원만한 진행을 위하여 수고를 아끼지 않은 한국수자원학회의 관계자들과 기술자적 능력 개발을 위하여 지원해 준 사측에 감사를 표하며, 앞으로도 이처럼 실무와 학술연구에 더욱 필요한 모형 및 신기술을 소개하고 공유해 줄 것을 한국수자원학회에 당부하며 참관기를 마치고자 한다.

3.2 수공학 Workshop을 다녀와서(2) (오병화, 고려대학교 수자원시스템공학연구소)

2009년 2월 23일부터 24일까지 이틀 동안 제20회 수공학 워크숍이 인하공업전문대학에서 열렸다. 이번 워크숍에서는 학생뿐 아니라 실무 분야의 많은 엔지니어까지 워크숍에 참여하여 열띤 분위기 속에서 강의가 시작되었다. 이번 워크숍의 주제는 분포형 홍수유출해석과 홍수범람도 작성에 관한 내용이다. 그리고 워크숍의 내용을 크게 둘로 나누어 보면 분포형 모형 Vflo™에 의한 수문해석과 HEC-RAS와 HEC-GeoRAS를 이용한 홍수범람도 작성으로 되어 있다. 23일 첫째 날 오전 시간에는 중부대학교 이주헌 교수에 의한 HEC-RAS와 HEC-GeoRAS를 이용한 홍수범람도 작성에 관한 강의가 있었다. 그리고 오후 시간에는 육군사관학교 오경두 교수에 의한 분포형 모형 Vflo™에 의한 수문해석에 관한 강의가 이어졌다. 그리고 둘째 날에는 오전부터 그 전날에 배운 이론을 토대로 나누어 준 책자와 유인물과 함께 직접 전산실습을 하는 방식으로 워크숍이 진행되었다.

우선 첫째 날 오전강의는 2002년 루사와 2003년 매미와 같이 대규모 태풍 또는 계렬라성 집중호우로 인해서 매해 재산과 인명의 큰 피해를 입고 있다는



내용을 시작으로, 근래에 홍수로 인한 피해를 줄이기 위해서 하천의 특성과 그 하천의 흐름에 대한 정확한 조사 및 분석이 필요하고 이것을 이용하기 위해서 지리정보시스템(Geographic Information System)을 적용하여 시·공간적 분석으로 홍수범람지도를 작성한다는 내용이 골자였다. 또한 오전 강의에서는 홍수범람도 모형중 하나인 HEC-GeoRAS에 관한 자세한 설명과 그에 따른 실제 데이터를 이용한 홍수범람도를 작성하는 과정을 세 가지로 나누어서 강의가 이루어졌다. 먼저 이 수행과정을 설명하기 위해서 ArcView와 HEC-GeoRAS 그리고 HEC-RAS과정의 모형개요에 대한 설명이 있었다. 그리고 이후, 오전강의에서 가장 중요한 내용인 HEC-GeoRAS를 이용한 홍수범람도 구축과정에 대한 강의가 이루어졌다. 세부적으로는 GIS의 일반적인 이론, 수치고도모델(DEM: Digital Elevation Model)과 홍수범람도의 작성절차, 그리고 PreRAS와 HEC-RAS와의 연계, 마지막으로 PostRAS에 대한 설명이 있었다. 직접 매뉴얼에 맞게 하나하나씩 설명이 이루어져서 우리와 같은 학생들에게는 공학적으로 어려운 내용의 강의를 이해하는데 한결 다가가기 쉽게 느껴졌다.

점심을 먹은 후 오후강의는 분포형 모형 Vflo™에 의한 수문해석에 관한 내용으로 오경두 교수의 강의가 이루어졌다. 점심식사 후의 식곤증으로 인한 약간의 나른함이 강의 간에 유머와 재치로 시원하게 날아갔다. 오후강의는 분포형 모형의 개요와 Vflo™ 모형의 특징 및 제한점, 물리적 인자 기반의 매개변수 구축 방법, 기상청 레이더 강우를 이용한 강우-유출모의 방법, 이동 및 정체강우에 의한 대유역 빈도홍수량 산정 방법, 실시간 침수범람모의, 개략도양도를 이용한 침투관련 매개변수 구축 등의 내용과 마지막으로 다음 날 있을 Vflo™ 모형 실습에 대한 소개로 구성되어 있었다.

오후 강의는 현재 실무에 널리 쓰이고 있는 면적감소계수(ARF)와 Huff 강우분포는 홍수량산정 지점별로 적용되는 점(point) 중심의 강우량으로 유역

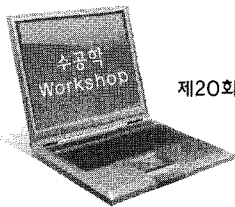
상하류간 수계를 일관하는 홍수량 산정이 불가능하며, 집중형 모형인 단위도법은 스케일문제로 유역을 세분할수록 홍수량이 증가할 뿐만 아니라 경험적인 매개변수로 인하여 객관성 확보에 어려움이 있다는 문제 제기로부터 시작되었다. 이러한 문제를 해결하기 위한 강우-유출 모의 방법으로 대유역에 대한 이동강우의 적용, 물리적인 연속방정식과 동수역학 방정식에 기반한 분포형 모형의 적용과 물리적인 인자 기반의 매개변수 구축 방법에 대한 상세한 강의가 이루어졌다. 그리고 기상청 레이더 강우영상을 인터넷에서 직접 다운로드하여 실시간 강우-유출모의를 수행하는 방법과 강우-유출 모의와 동시에 FloodInundation Animator를 연계하여 실시간 침수범람모의를 수행하는 방법에 대한 강의가 이루어졌다. 분포형 모형의 매개변수 특히 침투량 산정과 관련한 분야는 많은 연구가 필요한 블루오션이라는 멘트가 인상적이었다. 오후 수업이 끝난 후에 공개질의시간이 있었는데 수강생들의 뜨거운 반응에 약간 놀랐던 것도 사실이었다. 그리고 자신의 노하우를 350쪽이 넘는 상세한 매뉴얼을 통하여 모두 공개하면서 최선을 다하는 강의에 정말로 감사한 마음을 느꼈다.

둘째 날에는 첫째 날에 배운 강의 내용과 이론을 토대로 아침부터 전산실에서 프로그램 운영 실습을 하였다. 처음 생각에는 이 많은 인원이 두 개의 전산실로 나뉘어 수업 및 실습이 제대로 진행될 수 있을 까라는 생각이 들었지만, 워샵 주최측의 원활한 진행으로 내 생각이 기우였다는 것을 알게 되었다. 다만 아쉬운 점이 있다면 실습간 많은 수강생들에게 일일이 신경을 써줄 수가 없고, 프로그램을 다루는 숙련도가 상이하기 때문에 보조를 맞추어 나간다는 것은 다소 애로사항이었다. 워샵 참가기를 마치면서 이번 워샵처럼 실무에서 꼭 필요한 주제를 선정한다면 수공학 워샵이 산학연간 정보 공유의 장으로서 큰 호응을 얻을 수 있을 것이라는 생각이 들었다. 마지막으로 이번 제20회 수공학 워샵을 충실하게 준비한 한국수자원학회 관계자들과 흥미 있고 유익한 강의에 최



선을 다해준 강사진에 정말로 깊은 감사를 표하며,
앞으로도 수공학 워샵이 우리와 같은 학생들과 실무

에 종사하는 분들에게 활짝 열린 정보 공유와 활발한
토론의 장이 되어주길 바란다. 🍷



제20회 수공학 Workshop을 마치고...

편집자 주 : 수공학 워샵 강의 내용을 담은 동영상과 pdf 파일로 작성된 워샵 매뉴얼은 학회 홈페이지에 로그인하여 자료실 메뉴의 수공학워샵 코너에서 시청하거나 다운로드 받을 수 있다.