

개방형 프로그램 기반의 차세대 수리·수질 거동 모의 시스템 구축 A Next-Generation Hydrodynamic and Water Quality Prediction System Development

이병준¹, Erik Toorman², Qilong Bi², 이재원¹, 심규현¹, 백승룡¹, 송시훈¹

1 경북대학교 건설방재공학부, 2 KULeuven, Belgium

1. 서론

최근 국가 대하천 정비사업으로 인한 하천 환경변화, 지구온난화로 인한 기후 변화, 수질악화, 수생태계 변화에 대응하기 위해 통합수자원관리(IWRM)의 개념이 도입되고 있다. IWRM의 일환으로 차세대 수리·수질 거동을 통합적으로 예측할 수 있는 시스템의 필요성이 증대되고 있다. 차세대 시스템은 수리·수질 특성의 상호작용을 고려하고, 하천수량, 하도폭 증대 등 하천의 공간적 변화에 대응하기 위하여 2, 3차원 모델에 기반해야 한다. 무엇보다도, 차세대 시스템은 관련 연구자, 엔지니어들이 쉽게 접근할 수 있는 개방형 프로그램을 활용하여, 각자의 관심 연구를 수행할 수 있는 공용 가상 실험실의 역할을 수행하도록 한다. 본 연구에서는 개방형(Open-Source)인 TELEMAC (<http://www.opentelemac.org>), DELWAQ (<http://oss.deltares.nl/web/delft3d/delwaq>) 수리, 수질 모의 프로그램을 활용하여, 앞서 소개한 필요조건을 충족하는 차세대 수리·수질 거동 예측 시스템을 개발하고 있다. 차세대 수리·수질 거동 예측 시스템 개발과 더불어, Google Earth(<https://earth.google.com>)를 활용한 2, 3차원 공간 매핑(Mapping), 시각화(Visualization) 도구를 개발하여, 수리·수질 거동 모의 시스템에 대한 이해도를 높이고, 연구자, 엔지니어 외 일반 대중도 시스템에 쉽게 다가갈 수 있는 시스템 구축을 목표로 하고 있다.

2. 모델 구축

(1) 격자망 구축

CAD 프로그램을 활용하여 대상구간 하천지형도를 결합하고 격자망 구축에 필요한 하천 중심선, 경계선, 하상고 자료를 추출한다(Fig. 1). 추출된 자료를 바탕으로, TELEMAC 시스템의 전후처리기인 BlueKenue를 활용하여 비정형격자망을 구성한다. 비정형 격자망은 삼각형 단위격자를 가지므로 복잡한 하천선을 부드럽게 연결할 수 있다. 격자망 각 절점의 하상고(Bathymetry)는 하천지형 자료를 바탕으로 BlueKenue 사용자 기능인 보간법을 활용하여 구한다. 하상고 자료는 세굴, 퇴적의 영향으로 지속적으로 변화하므로 최신자료를 사용함을 원칙으로 한다.

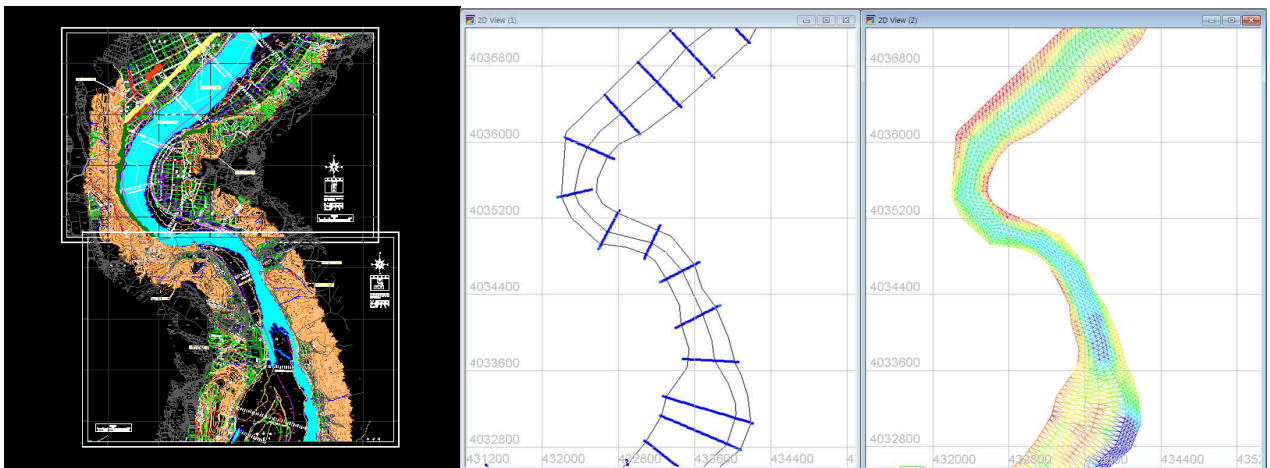


Fig. 1. CAD 소프트웨어를 활용한 하천지형도 편집 및 BlueKenue를 활용한 비정형 격자망 생성. (1) 개별 CAD 하천지형도 결합, (2) 추출된 하천 좌·우안 경계선 및 하상고, (3) 하상고 자료(색상으로 표현)를 포함한 비정형 격자망.

(2) TELEMAC 수리 모의 시스템 구축

하상고를 포함한 3차원 격자망에 대한 TELEMAC 수리 모의 시스템을 구축한다. WAMIS(국가수자원종합정보시스템) 등 하천 수자원정보를 이용하여 유량, 수위 등 시계열자료를 지류 및 상·하류의 경계조건으로 설정하고, 조도계수 등의 하천 기본정보들을 입력한다.

(3) DELWAQ 수질 모의 시스템 구축

DELWAQ 시스템은 TELEMAC과 동일한 격자망을 사용하고, 국가 수질측정망의 시계열자료를 지류 및 상·하류 경계 조건으로 설정하고, 하천특성에 따라 수질오염물질의 확산계수를 설정한다. 수질측정망 자료가 부족할 경우, HSPF (Hydrological Simulation Program - FORTRAN) 등 환경수문모델을 적용하여 유역의 오염부하량을 산정하여 수질 경계조건을 설정한다. 또한, DELWAQ 시스템의 GUI 사용자 도구를 활용하여 수질오염물질 및 관련 지구화학반응식을 기존 라이브러리로부터 도입하거나, 필요하면 수질오염물질 및 반응식을 새롭게 개발하여 적용할 수 있다.

(4) Google Earth를 활용한 매핑 및 시각화 도구 개발

본 연구에서는 Google Earth를 활용하여 수리·수질 거동을 보다 쉽게 이해할 수 있는 매핑/시각화할 수 있는 도구를 개발하고 있다. 현재, Google Earth를 활용한 매핑 및 시각화는 공학, 자연과학, 사회과학 등 다양한 분야에 활용되고 있으며, 2008년 이후로 Open Geospatial Consortium의 국제 표준으로 인정되고 있다.



Fig. 2 Google Earth를 활용한 TELEMAC-DELWAQ 입출력 자료 매핑, 시각화. 낙동강 상주보, 낙단보 구간을 대상으로 적용. 좌로부터 (1) 비정형 격자망, (2) 하상고, (3) 수위 (보 전후로 급격한 수위변화를 보여줌), (4) 유속.

3. 고찰

TELEMAC-DELWAQ 시스템은 수량, 수질 측면에서의 수자원관리를 모두 포함하므로 향후 통합수자원관리 (IWRM)에 필요한 기술적인 바탕을 제공할 수 있다. TELEMAC-DELWAQ 시스템의 수리·수질 모의를 통해 얻어진 하천에서의 수질오염물질의 시간, 공간적 분포는 하천 준설, 하천구조물 설치, 취수원 설치 등 전반적인 하천관리 계획에 활용할 수 있을 것이다. 또한, Google Earth와 연계한 TELEMAC-DELWAQ 시스템은 뛰어난 시각화 기능을 바탕으로 실시간 수리·수질 예보 시스템으로 활용될 수 있으리라 판단된다. 무엇보다도, TELEMAC-DELWAQ 시스템은 개방형(Open-Community) 프로그램을 기반 하므로, 모든 연구자, 엔지니어들이 다양한 기후 및 하천환경 변화 시나리오를 테스트할 수 있는 가상실험실 (Virtual Laboratory) 역할을 수행할 수 있으리라 판단된다.

참 고 문 헌

- 윤용남 (2008) 통합수자원관리의 기본개념과 접근방법, *물과 미래*, 41(11), 8-15.
- 서동일, 김민애 (2011) EFDC-WASP을 이용한 낙동강 살리기 사업에 따른 수질변화 예측 모델링, *물과 미래*, 44(3), 24-31.