

제 6회 수공학 워킹숍을 마치고

우효섭 (우리 학회 수자원교육 및 국제협력 분과위원회 위원장/한국건설기술연구원 기초실장)

김창완 (한국건설기술연구원 선임연구원)

1. 워킹숍 개요

우리 학회에서는 수공학 분야의 기술향상과 새로운 기법의 소개 및 문제해결에 관한 토론의 장을 제공하기 위해 '93년부터 연차적으로 수공학 워킹숍을 개최해 오고 있다. 제 1회 워킹숍('93, 학술위원회 주관)에서는 선진국에서 활용되고 있는 「합리식과 우수관거」, 「ILLUDAS 모형」, 「HEC-2 모형」 및 「QUAL-2E 모형」 등 수리 수문 및 환경에 관한 컴퓨터 모형을 다루었다. 제 2회 워킹숍('94, 사업위원회 주관)에서는 「저수유출관리시스템」 및 「GIS와 수문 수자원관리」에 대하여 다루었으며, 제 3회 워킹숍('95, 사업위원회/편집위원회 공동주관)에서는 「관로시스템의 준부정류해석」과 「하천 및 저수지에서 세굴과 퇴적」을 다루었다. 제 4회 워킹숍('96, 수자원교육 및 국제협력 분과위원회 개최, 이후 동일)에서는 「설계홍수량의 추정」과 「도시 유역의 배수설계를 위한 SWMM 모형」을 다루었으며, 제 5회 워킹숍('97)에서는 「KYPipe2를 이용한 관망해석 및 설계」와 「하천교각의 세굴심 추정과 교각의 기초설계-HEC18을 중심으로-」를 다루었다. 본 제 6회 워킹숍의 주제는 「개발사업으로 인한 토양손실량 예측 및 침사지 설계」와 「관수로 내 수격작용의 해석 및 응용」이었다.

이번 워킹숍은 지난 2월 12일~13일 이틀간에 걸쳐 서울시 노원구에 있는 인

덕전문대학 토목공학과 강의실 및 전산실에서 열렸으며, 총 87명이 참석하여 성황을 이루었다. 참석자를 기관별로 살펴보면 다음 표와 같다. 이를 기관분류별로 살펴보면 산업계에서 41명, 학계에서 40명, 공사 연구소 관계에서 6명이 참가하여 다른 해에 비하여 학계의 참가가 두드러졌다.

2. 워킹숍 내용 소개

제 6회 워킹숍의 주제는 '개발사업으로 인한 토양손실량 예측 및 침사지 설계' 와 '관수로 내 수격작용의

소속 기관별 워킹숍 참가자 수

기 관 명	수	기 관 명	수	기 관 명	수
경호기술단	2	(주)서영기술단	1	동아대학교	5
(주)경화엔지니어링	1	우보엔지니어링	3	동의대학교	1
남광엔지니어링(주)	1	(주)유신코퍼레이션	1	명지대학교	3
노아엔지니어링(주)	1	(주)제일엔지니어링	3	서울산업대학원	1
다산건설터트	1	태화엔지니어링	1	아주대학교	1
(주)대우엔지니어링	4	(주)한국종합기술공사	4	영남대학교	1
(주)도화종합기술공사	2	(주)한성개발공사	2	울산대학교	1
(주)동명기술단	1	현대엔지니어링(주)	2	인하대학교	2
동부엔지니어링(주)	2	LG건설	1	전남대학교	1
동신기술개발공사	1	경기대학교	3	충북대학교	1
동아건설산업(주)	2	경북대학교	1	홍익대학교	2
동일기술공사	2	고려대학교	10	농어촌진흥공사	2
두산엔지니어링	1	금오공과대학	2	대한주택공사	1
벽산엔지니어링(주)	1	대전대학교	3	한국수자원공사	1
(주)삼안건설기술공사	1	대전산업대학교	1	한국건설기술연구원	1
삼영건설기술공사	1	동국대학교	1	인천상수도사업본부	1
총 계	87				

주) 산 학 공사 연 관 별 '가 나 다' 순임.

해석 및 응용'이었으며, 내용을 요약하면 다음과 같다.

(1) 개발사업으로 인한 토양손실량 예측 및 침사지 설계

강사: 한국건설기술연구원 우호섭 연구위원/
김창완 선임연구원

대규모 개발사업으로 인한 재해영향의 평가와 적절한 저감대책으로는 1) 유출량 증가 저감대책, 2) 토사 유출량 저감대책, 3) 절 성토 사면 대책 등 크게 세 가지 유형이 있다. 이중 토사유출 저감대책에는 유역의 토양 침식 저감대책과 침사지를 이용한 하류 토사유출 저감대책 등이 있다. 유역의 토양 손실량을 정확하게 추정하는 방법은 아직 없으며 현재로서 가장 바람직한 방법은 유사한 지역의 토양 손실량 실측 자료를 이용하는 것이다. 이러한 실측 자료가 없는 경우에는 미국에서 개발된 범용토양손실공식(Universal Soil Loss Equation, USLE)과 같이 토양손실을 추정하는 방법 등을 이용할 수 있다. 이러한 공식 적용이 어려운 경우에는 개략적인 방법으로서 원단위 방법을 이용하여 추정할 수 있다. 우리나라의 경우 환경영향평가 제도가 있지만 단순히 하류 공공수역의 수질 보전을 목적으로 하는 건설현장에서의 침사지 설계는 사실상 드물다. 그러나 재해영향평가가 도입됨으로써 대규모 개발사업으로 인한 토사유출 재해를 억제하는 수단으로 공사중 침사지의 설치가 중용되고 있다. 본 워샵에서는 재해영향 평가에 적합한 침투유량 저감 침사지, 단순유속저감 침사지에 대한 설계 지침을 제시하였다.

① 재해영향 평가와 토사유출

- 재해영향평가
- 토사유출과 재해
- 토사재해 저감대책

② 개발사업으로 인한 토양손실량

- 범용토양손실공식(USLE)에 의한 토양손실량 예측
- 기타 방법에 의한 토양손실량 예측(원단위법/미

국의 침사지 규모 기준)

③ 침사지설계

- 형태 및 설치 위치
- 설계 개념 및 절차
- 소요 수면적 및 용량 산정
- 독 및 여수로 설계
- 시공 및 유지관리

④ 예제 실습

- 토양손실량 예측 예제
- 침사지 제원 설계 예제

(2) 관수로 내 수격작용의 해석 및 응용

강사 : 인천대학교 최계운 교수/곽한범/권영식
유신코퍼레이션 김일복 부장

관수로 내 수격작용 혹은 수격현상은 펌프의 급작스러운 정지, 밸브의 급작스러운 개폐 등에 의하여 관내 수류가 급작스러운 변화를 일으키고 이에 의하여 관내 압력파에 큰 변화가 발생되고, 이 때 발생된 파고가 상 하류로 급하게 전파되는 현상이다. 이와 같은 수격현상은 단순하게 해석되기 어렵다. 따라서 특성법이나 유한차분법 등의 근사해법을 사용하여 해석하게 되는데, 실제 적용에 있어서는 이에 대한 정확한 이해가 부족하게 되어 적정한 프로그램을 가지고도 이에 필요한 입력자료를 제대로 설정하지 못하여 부적정한 해석결과를 도출하기도 한다. 따라서 본 워샵에서는 수격작용의 기본적 이론에서 도출된 공식이 갖는 의미를 자세히 설명하였고 이와 같은 공식과 컴퓨터로 해석하는 방법과의 연결성을 통하여 실제 해석하는 방법을 설명한 후, 실제 프로그램의 작성법을 설명하였다. 과도한 현상 중의 하나를 선정하여 구체적인 설명과 함께 프로그램을 작성하는 방법을 설명하였으며 몇몇 예제를 통하여 보다 심층적인 접근방법을 제시하였다.

마지막으로 현재 사용되고 있는 상용 프로그램인 SURGE5 모형을 선정하여 이에 대한 설명과 향후 구체적인 사용을 위하여 입력자료로부터 출력자료까지 예제와 함께 설명하였다.

- ① 수격작용에 대한 이론적 전개
 - 압력변화에 의한 파고의 전파속도
 - 지배방정식
 - 특성법 해석
 - 경계조건(상 하류 저수지/하류부 폐쇄/하류부 밸브 설치)
- ② 펌프관로계 수격현상
 - 수격현상의 발생
 - 수격작용의 완화설비 및 경감법
- ③ 펌프 수격작용 해석용 WHammer 프로그램
 - 프로그램의 구성
 - 주메뉴의 내용
 - 프로그램의 실행(예제)
- ④ SURGE5 프로그램을 이용한 수격현상 해석
 - SURGE5 프로그램의 구성
 - 입력자료 구성
 - SURGE5의 데몬스트레이션 프로그램 설명(입 출력)
 - 컴퓨터 해석을 위한 준비사항

3. 설문 조사 분석

지난 2월 12일~13일(2일간)에 실시되었던 워크숍 참석자를 대상으로 설문조사를 실시한 결과 총 참가인원 87명 중 49명이 설문조사에 응하였으며 설문조사 결과를 정리하면 다음 표에 제시된 바와 같다.

첫째로, 주제선정의 적절성에 관한 질문에 대하여 부정적인 응답이 전혀 없어 주제선정이 잘 되었음을 보여 주었다.

둘째로, 개최날짜와 장소에

대한 적절성을 묻는 질문에 대하여 78%가 긍정적인 평가를 보인 반면 22%가 부정적인 답변을 나타냈다.

셋째로, 워크숍에 대한 준비, 접수, 진행에 대한 만족도를 묻는 질문에 80%가 긍정적이고 20%가 부정적인 답변을 하였다.

넷째로, 강의내용에 대한 만족도를 묻는 질문에서 86%가 긍정적으로 답변하고 14%만이 부정적으로 답변하여 강의 내용에 대한 만족도가 지난해에 비해

설문조사 결과

소 속	ENG회사	대학교	연구소	정부기관	투자기관(공사)	건설회사
	24명 (49%)	20명 (41%)	1명 (2%)	1명 (2%)	-	3명 (6%)
설문내용			매우 적절	적절	그저 그렇다	부적절
1. 주제선정의 적절성			17명 (35%)	32명 (65%)	-	-
2. 개최 날짜와 장소에 대한 적절성			9명 (19%)	29명 (59%)	8명 (16%)	3명 (6%)
3. 준비, 접수, 진행에 대한 만족도			11명 (23%)	28명 (57%)	9명 (18%)	1명 (2%)
4. 강의내용에 대한 만족도			15명 (31%)	27명 (55%)	7명 (14%)	-
5. 참가비의 적절성			3명 (6%)	20명 (41%)	20명 (41%)	6명 (12%)

워크숍에 관한 관심을 유도하기 위하여 학회가 해야 할 일	<ul style="list-style-type: none"> • 실무에 관련된 주제 선정 • 홍보의 활성화(PC, 인터넷) • 내용의 질적 향상 • 기간 연장/주제의 다양화/참가자의 선택 폭 확대
1999년도 워크숍 주제 제시	<ul style="list-style-type: none"> • 수문·수자원 분야의 모형(분산형/PWM/우리나라의 실무에서 이용하고 있는 모형 소개) • GIS의 수자원 분야 응용(침사지 설계, 지하매설물 관리 및 운영) • 21세기를 대비한 비상용수 공급방안(해수의 담수화/중수도/가뭄 대책) • 물수지 분석 • 하천공법(자연형/하천환경) • 하천설계(HEC-1/HEC-2/HEC-6/HEC-RAS/BOSS-SMS/배수위 계산 프로그램/2·3차원 해석 프로그램/제방파괴) • 댐설계(비유사량/퇴적분포) • 수공구조물의 경제성 분석 기법 • 항만설계
워크숍 발전을 위해 개선되어야 할 점	<ul style="list-style-type: none"> • 교육환경 개선(난방/스피커) • 참가비의 저렴화 • 지방개최 및 지방 참가자를 위한 교통 숙박편의 시설 제공 • 연2회 개최 • 프로그램 및 교재의 무료배포/사전 배포 • 프로그램 소개시 입력자료에 대한 명확한 설명 • 프로그램의 단위환산 문제 해결(영미단위→표준단위)

높아진 특징이 있다.

다섯째로, 참가비의 적절성을 묻는 질문에서 47%만이 적절하다고 답변하였고, 53%가 그저 그렇거나 부적절하다고 응답하였다.

여섯째로, 워샵에 관한 관심을 유도하기 위하여 학회는 1) 실무에 관련된 주제의 선정, 2) PC나 인터넷을 통해 워샵 홍보의 활성화, 3) 워샵 내용의 질적 향상, 4) 워샵 기간의 연장 및 주제를 다양화를 통한 참가자의 선택 폭 확대 등의 고려해야 한다고 지적하였다.

일곱 째로, '99년도 워샵 주제로 1) 수문 수자원 분야의 모형(분산형/PWM/우리나라의 실무에서 이용하고 있는 모형 소개), 2) GIS의 수자원 분야 응용(침사지 설계, 지하매설물 관리 및 운영), 3) 21세기를 대비한 비상용수 공급방안(해수의 담수화/중수도/가뭄대책), 4) 물수지 분석, 5) 하천공법(자연형/하천환경), 6) 하천설계(HEC-1/HEC-2/HEC-6/HEC-RAS/ BOSS-SMS/배수위 계산 프로그램/2 3차원 해석 프로그램/제방파괴), 7) 댐설계(비유사량/퇴적분포), 8) 수공구조물의 경제성 분석 기법, 9) 항만설계에 관한 내용을 요구하고 있는 것으로 나타났다.

마지막으로 워샵의 발전을 위해 개선되어야 할 점으로는 1) 교육환경 개선(난방/스피커), 2) 참가비의 저렴화, 3) 지방개최 및 지방 참가자를 위한 교통 숙박편의 시설 제공, 4) 연2회 개최, 5) 프로그램 및 교재의 무료배포 및 사전 배포, 6) 프로그램 소개시 입력자료에 대한 명확한 설명, 7) 프로그램의 단위환산 문제 해결(영미단위→표준단위) 등을 꼽았다.

4. 워샵 인사말

회장 : 선우중호

수자원학회에서는 지난 '93년부터 수자원, 하천, 상수도 분야 실무자들을 대상으로 주로 컴퓨터를 이용한 다양한 수치모형의 적용방법에 대해 강좌를 개설하여 왔습니다. 본 강좌는 제6회에 해당하는 워샵으로서, 과거 몇 년간 일반 수자원과 관수로 수리학 분야를 나란히 개설하는 전통에 따라 수자원분야 과

제 하나와 상수도관망 분야 과제 하나를 같이 개설하였습니다.

올해의 워샵에서는 건기연 우효섭/김창완 박사 팀의 유역개발로 인한 토양손실량 예측과 침사지 설계라는 과제와 인천대 최계운 박사 팀의 관수로내 수격작용의 해석과 응용이라는 과제를 개설합니다. 제 1과제는 내무부가 주관하는 재해영향평가에서 특히 중요하게 다루고 있는 과제로서, 아직 이 분야의 경험과 연구가 부족한 상태이지만 실무에서 종사하는 사람들의 요청에 의해 선정되었습니다. 제 2 과제는 상수도 관망 설계에서 항상 다루고 있지만 수자원 및 상수도 전문가들이 비교적 소홀히 다루는 분야로서, 실무자들에게 이 분야의 관심을 일깨우기 위하여 선정되었습니다.

이 기회를 빌어 본 워샵을 주관하여 추진해주신 전병호 학회 부회장의 노고에 감사를 드리며, 더욱이 만족스러운 교육 여건을 만들어주신 인덕전문대학의 윤여송 교수와 김채원 교수에게도 진심으로 감사를 드립니다.

본 워샵에 참여해주신 여러분들은 우리나라 수자원 및 상수도 개발의 중추적인 기동임을 인식하시고 오늘의 강좌에서 귀중한 기회를 활용하여 새로운 기술 연마의 기회가 되기를 바라마지 않습니다.

5. 워샵 소고

(주)제일엔지니어링 수자원부 홍 석 현

올해로 여섯 번째를 맞은 수공학워샵은 작년과 마찬가지로 인덕전문대학에서 개최되었다. 본인은 제 3회 수공학워샵부터 지금까지 꾸준히 참석해 벌써 네 번째이다. 1~6회까지 진행되는 동안의 워샵 내용은 물론 교재와 프로그램 등이 본인은 물론이고 수자원 분야에 종사하는 많은 분들에게 상당한 도움이 된 것에 대하여 학회 관계자 여러분께 감사드립니다.

앞서 밝힌 바와 같이 올해로 네 번째 워샵에 참석했는데 그 동안의 진행되었던 워샵에 대하여 느낀 점과 개선되었으면 하는 점 또한 올해 워샵에 대한 본인의 의견을 간략히 적고자 한다. 그 동안 수자원 분야의

발전을 위하여 노력하신 모든 분들께 다소 건방지게 보일 지는 모르겠지만 앞으로도 계속 발전되는 워킹숍이 되길 바라는 마음으로 적고자 한 것인 만큼 편안한 마음으로 읽어 주셨으면 하는 바램이다.

강의는 예년과 다르게 두 가지의 주제에 대한 내용을 첫날에는 이론을 중심으로 둘째 날에는 실습을 중심으로 진행되었다.

첫 번째 주제는 '개발사업으로 인한 토양손실량 예측 및 침사지 설계'로 최근에 내무부에서 개발사업으로 인한 토사유출 피해 중 인명과 재산 피해와 같은 재해 성격을 가진 대규모 토사유출을 사전에 미리 저감시킬 목적으로 재해영향평가제를 도입함에 따라 건설 엔지니어링 업계에서는 대규모 개발사업으로 인한 가속화된 토양손실량 예측방법과 침사지 설계에 많은 관심이 모아지고 있으나 이 분야의 기술축적과 자료 부족으로 과업수행에 어려움을 겪고 있었던 것이 사실이다. 이에 발맞춰 수공학 워킹숍을 통하여 업계의 기술적인 어려움을 다소나마 해소할 수 있도록 토양손실량 예측방법과 침사지 설계 기준에 대해 외국의 자료를 바탕으로 재해영향평가 자료를 검토하여 제시하였다. 특히 침식량 예측 방법으로 미국의 범용토양손실공식(USLE) 방법의 적용절차에 대해 구체적으로 설명함으로써 이분야에 관심이 있는 분이라면 본 강좌에 상당한 관심을 가지고 임했을 것으로 생각되었고 본인 또한 같은 자세로 강좌에 임해 상당히 유익한 결과를 얻었다고 자부한다. 다만 강의 도중에도 언급되었던 사실이지만 재해저감 측면에서 합리적인 침사지 설계기준을 완전히 제시하지 못한 것에 대한 아쉬움은 남아있고, 국립방재연구소의 연구팀이 기존의 재해영향평가서 자료를 가지고 사례 조사분석한 결과를 소개하는 시간을 가졌는데 시간할당이 너무 짧아 내용만을 소개하는 데 그쳐 구체적인 기준제안이나 기존 평가서에서 보완되어야 할 부분이나 불필요한 부분 등을 논하지 못한 것에 대해 다소 아쉬움이 남았다.

두 번째 주제는 '관수로 내 수격작용의 해석 및 응용'으로 수력발전의 도수관, 대규모 상수도 공급시스템 등의 설계시 반드시 해석되어야 하는 수격작용에

대하여 이론적인 접근 방법 및 수격현상의 발생과정, 수격작용의 완화설비 및 경감법등에 관해 자세히 설명하였고 수격작용 해석프로그램인 SURGE5 및 WHAMMER를 소개하는 것으로 강의는 진행되었다. 본인이 수격작용의 해석에 대해 부족한 지식을 가지고 강의에 임해서인지는 모르겠지만 강의 내용 전체적으로 볼 때에 어렵다 하는 생각을 지울 수가 없었다. 특히 SURGE5 프로그램을 소개하는 과정에서 일어난 실습자료의 준비부족 및 마이크 시설의 부족이 강의내용 전체를 어렵게 하지 않았나 생각되었다. 하지만 실무에 종사하는 당사자가 직접 연구하고 체험한 수격작용에 대해 해석방법을 자신있게 제시하는 모습에서 본인뿐만이 아닌 다른 기술자들에게는 매우 유용한 기회가 된 것으로 사료된다.

마지막으로 예년의 워킹숍과 비교해 보면 교재내용과 강의준비는 상당히 개선되었다고 생각되며 수자원 기술자들의 기술수준 향상에 힘써 주시는 강사들의 노력을 느낄 수 있었다. 그러나, 역시 강의실이 작년과 마찬가지로 추웠던 것에는 실망감을 떨칠 수가 없었다. 또한 실습방식도 예년과 같아 입 출력 자료의 준비로 시간이 거의 소모되었고 시간이 부족하여 전달 되지 못한 내용은 별도의 부교재를 준비해서라도 스스로 공부할 수 있도록 기회를 주는 것 또한 나름대로의 훈련과 능력이라 생각되므로 앞으로 있을 워킹숍에서는 이러한 점들이 고려됐으면 하는 바램이 크다.

끝으로 수자원 분야의 발전을 위해 애쓰시는 많은 학회 관계자 여러분께 지면으로나마 감사를 드리며, 앞으로 계속될 워킹숍을 통하여도 실무에서 유용하게 쓰일 수 있는 자료나 정보를 얻을 수 있는 기회가 되었으면 하는 바이다.

6. 맺음말

수공학분야의 기술향상과 새로운 기법의 소개 및 문제해결에 관한 토론의 장을 제공하기 위해 치러진 제 6회 워킹숍은 다양한 참가자들의 욕구에 완전한 만족을 주지는 못했지만 지난 해에 비해 비교적 발전된 모습은 보여주었다고 판단된다. 지난 해에 이어 본 워킹숍

을 위해 교육장소를 계속 제공해주신 인덕전문대학장님과 행사장 준비에 깊은 배려를 해주신 토목과의 윤여송, 김채원 두 교수님께 감사드립니다.

워크샵 기간내에 진행에 많은 관심을 보여주신 전병호 부회장님, 성심껏 강의해주신 강사와 행사준비, 접수, 진행에 수고하신 학회 김현권 사무국장과 심순애 양, 그리고 인덕전문대학 토목환경공학과 학생들에게도 감사드립니다. 나아가 아직까지 여건이 완전히 성숙

되지 못한 가운데서 이틀간에 걸쳐 개최된 워크샵에서 끝까지 참여해주고 설문조사까지 성의를 보여준 참가자 여러분들께 진심으로 감사드립니다. 마지막으로 본 워크샵에 직원들을 참석토록 배려해준 각 기관의 책임자 및 참가학생의 지도교수님들께도 감사드립니다. 제7회 워크샵에서는 설문조사 분석에서 나타난 참가자들의 요구를 반영하여 더 나은 장을 제공할 것을 약속한다. ●●

제6회 워크샵 교재 I - 63쪽의 오자를 다음과 같이 바로 잡습니다.

- 5번째 줄 : 600→300
- 6번째 줄 : 600→300
- 표 4.11 (6)란 : 163 → 64, 314 → 122, 604 → 236, 1,484 → 578, 5,829 → 2,271,
26,323 → 10,258, 102,000 → 39,750, 408,000 → 159,000,
1,632,000 → 636,000
- 12번째 줄 : (13)란 → (12)란
- 13번째 줄 : $0.127 \times 10^6 \rightarrow 0.051 \times 10^6$
- 14번째 줄 : 9,800 → 23,500