

07. 하천해안항만



화재안전 / 도로 / 첨단교통 / 구조교량 / 지반 /
수자원 / 하천해안항만 / 건설환경 / 건축계획환경 / 건축구조자원 /
설비플랜트 / 건설관리경제 / 건설정보 / U-국토 / 기타 /



미국 텍사스 Houston-Galveston 주운수로 내 유사이동 연구

윤광석 (하천해안항만연구실 / 연구위원)

- >> 1차분류 | 하천, 항만관리기술
- >> 2차분류 | 하천 및 수리구조물 설계기술

키워드

주운수로, 유사이동

07

하
천
해
안
항
만

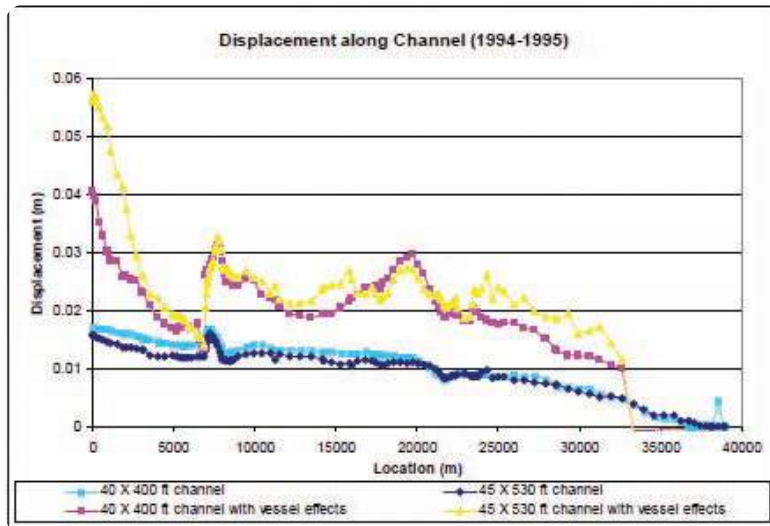
Houston-Galveston Navigation Channels, Texas Project - Navigation Channel Sedimentation Study, Phase 2 Plan Simulations -

이 보고서는 Houston-Galveston 주운수로에서 유사 이동에 관한 여러 가지 계획 초안에 대한 모의 결과를 종합하였다. 미공병단 Galveston 지부에서는 최근 Houston 주운수로의 깊이 및 폭을 확장하였다. 확장된 수로에 대한 예비 평가 결과 Atkinson 섬 근처의 수로 구간에서의 유사 퇴적률이 기대한 것 보다 높은 것으로 나타났다. 미공병단 해안 및 수리 연구소에서는 이러한 높은 퇴적률이 영구적으로 지속될지 단지 일시적인 현상인지 알아보기 위하여 조사 임무를 수행하였다(Tate와 Berger, 2006). 예비 연구는 수로 확장 이전과 이후 지형에 대한 수치 해석을 통한 흐름 변화와 유사 추적자 분석에 집중하여 수행되었다. 이 분석 결과 확장 이전보다 준설 업무가 단지 20~30 % 증가하는 것으로 나타났다. 이 결과는 이러한 퇴적률의 높은 증가는 준설도 처리 지역으로 부터의 유사 재이동, 수로 내부에서의 재퇴적, 수로의 하도 평형, 천수역에서의 항주 영향 등 다른 고려사항에 기인한다는 것으로 의미한다. 이 초기 연구에서는 수로 확장 계획을 돕기 위하여 초기 결과에 대한 검증되지 않은 상태로 있던 유사 이동 모형을 이용하였다. 이 모형은 모형이 검증되지 않았을 뿐만 아니라 유사 이동 경로 및 흐름 내 유사량을 모형화하지 않고 가정한 한계가 있다. 따라서 수로 확장에 따른 천수화 (shoaling)의 원인을 예측하고 퇴적률 감소를 위한 방안을 제시하기 위하여 보다 일반적이고 검증된 도구가 필요하게 되었다. 이미 알려진 바와 같이 유사 이동에 기여하는 수많은 요소가 존재하는데, 논리적인 다음 단계는 새로운 유사 모형을 개발하고 검증하는 것이었다. 새로이 검증된 모형을 이용하여 많은 영향인자를 동시



〈그림 1〉 Houston-Galveston 주운수로 위치도

에 고려하여 시험과 의사 결정과정이 이루어질 수 있었다. 모형의 검증 과정에서 항주 영향이 유사의 퇴적과 재이동에 있어 중요한 요소라는 것이 확인되었다. 따라서 새로이 개발된 모형에는 항주 영향 요소가 포함되었다. 본 연구를 통한 최종 결과는 Galveston 만에서의 조류 영향, 순환, 염도, 유사 이동을 모두 재현할 있는 모형을 새로이 개발한 것이다. 이러한 요소들뿐만 아니라 새로이 개발된 모형에는 해당 지역에서의 유사 이동에 대한 항주 영향이 포함되었다(Tate 등, 2008). 본 보고서가 출간된 이후로는 검증된 유사 이동 모형이 이용가능하며, 대상 구역에서의 다양한 변화에 의한 효과를 분석하기 위하여 수로 계획에 대한 모의를 수행하는 것이 가능하게 되었다.



〈그림 2〉 항주 영향 고려 및 비교로서의 퇴적 예측 결과

- 관련(참고)사이트
<http://chl.erdc.usace.army.mil/chl.aspx?p=s&a=Publications;663>
- 출처
<http://libweb.wes.army.mil/uhtbin/hyperion/CHL-TR-09-6.pdf>



유럽의 월파량(wave overtopping) 산정 기법 : EurOtop

김영택 (하천해안항만연구실 / 수석연구원)

- >> 1차분류 | 하천, 항만 관리기술
- >> 2차분류 | 해안항만 구조물

키워드

월파, EurOtop, 항만구조물

EurOtop

07

하
천
해
안
항
만

Wave Ovetopping of Sea Defences and Related Structures : Assessment Manual (2008)

작성기관 : Environmental Agency(영국)

German Coastal Engineering Research Council (KFKI)(독일)

Netherlands Expertise Network on Flood Protection(네덜란드)

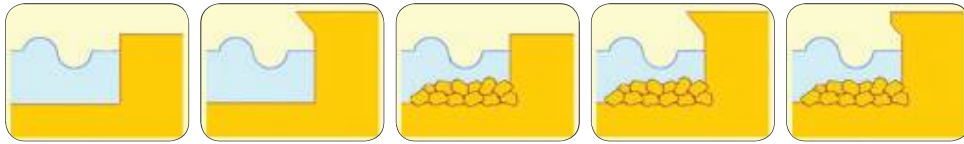
월파는 방파제, 호안, 접안시설 등과 같은 항만구조물의 마루높이가 처오름높이 보다 낮은 경우 해수가 구조물 내측으로 유입하는 현상이다. 특히 월파는 항만구조물 배후면 및 접안시설의 활용에 직접적인 영향을 준다. 이러한 월파 저감을 위하여 구조물의 마루높이를 적정 설계 높이 보다 높인 경우 경제적인 설계가 될 수 없으며, 계획된 마루높이가 낮을 경우 항만운영에 차질이 발생할 수 있다. 이에 따라 적절한 월파량의 산정 및 예측은 매우 중요하다.

EurOtop은 월파량 산정 설계서로서 유럽내 여러 연구그룹에서 2007년 처음 제시된 이후 2008년 개정판이 다시 제시되었다.

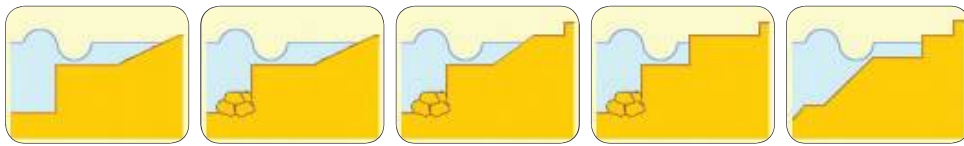
또한 <http://www.overtopping-manual.com>에서는 본 설계기준서에서 제시하는 경험식에 위한 월파량과 더불어 신경망회로 기법(Neural Network method)을 적용한 월파량 산정 결과를 웹상에서 제시하고 있다. 아래 그림은 웹상에서 계산 가능한 단면형상을 도시한 것이다.

국내의 경우 설계기준서(항만 및 어항설계기준) 및 각각의 제시 단면에 대한 수리모형 실험을 통하여 월파량을 검증 및 설계에 적용하고 있다. EurOtop 및 웹상에서 제시한 단면형상이 국내 항만구조물 설계단면 형상과 일부 차이는 있으나, 기존 설계기법 적용시 산정된 월파량과 비교하여 설계에 활용시 유용할 것으로 판단된다.

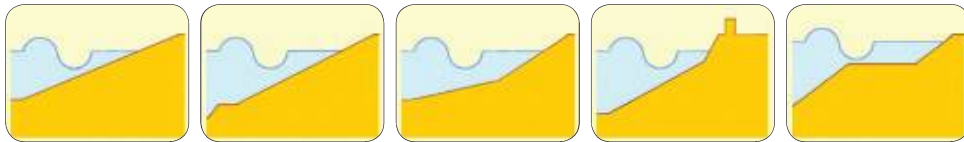
● Vertical and Steep seawalls



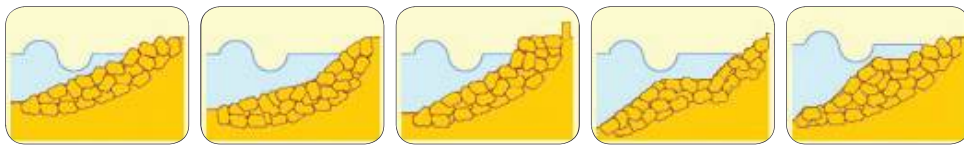
● Stepped Structures



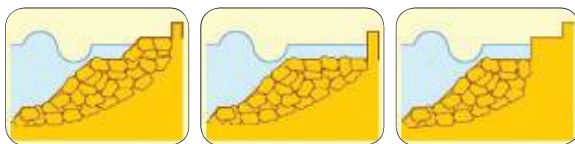
● Coastal Dykes and Embankment seawall



● Armoured Rubble slopes and mounds



● Stepped and composite structures

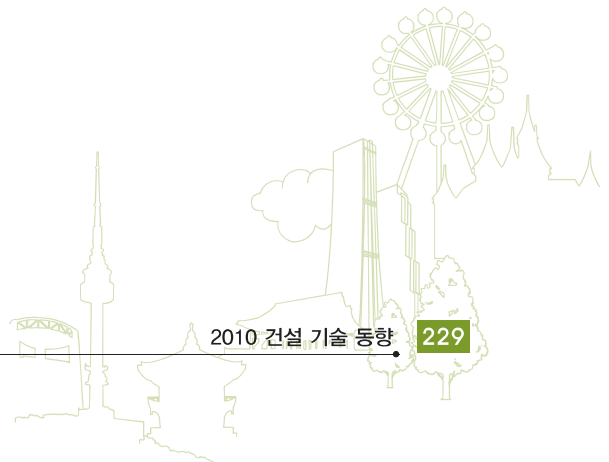


■ 관련(참고)사이트

<http://www.hrwallingford.co.uk>

■ 출처

<http://www.overtopping-manual.com>



일본 독립행정법인 토목연구소 자연공생센터 중장기 연구

안홍규 (하천해안항만연구실 / 연구위원)

- >> 1차분류 | 하천복원기술
- >> 2차분류 | 하천내생태서식처 확보기술

키워드

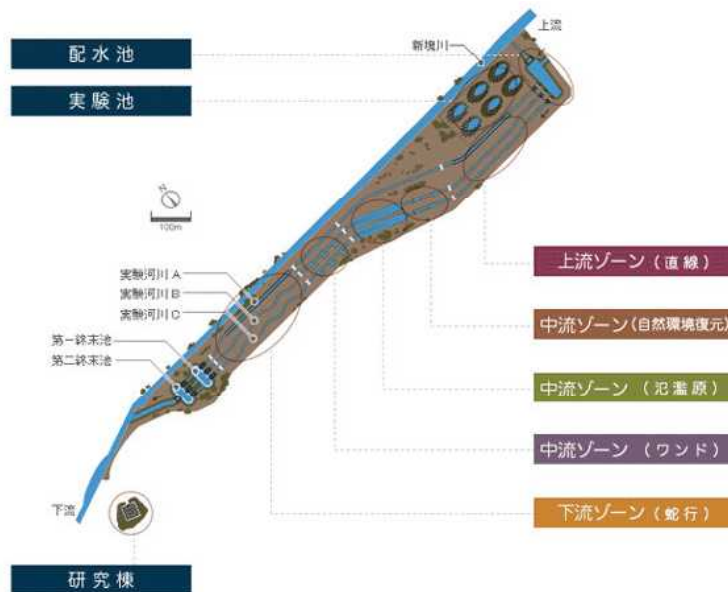
생물서식처, 하천복원, 환경평가

07

하천해안항만

하천환경은 생태학과 토목공학이라는 학문의 중첩된 영역에 있으며, 이러한 학문적 발상과 방법은 명확하게 확립되어있는 상태는 아니라고 할 수 있다. 이러한 관계를 규명하기 위하여 자연공생센터는 일본 토목연구소(PWRI : Public Works Research Institute) 산하 실험센터로서 하천의 치수적 안전성 확보를 위한 실험을 수행하는 것이 아니라, 자연환경(하천 및 호소)과 인간의 공생에 대한 실험적 연구를 주로 수행하고 있다. 따라서, 일본 자연공생연구센터는 하천호소의 자연환경의 보전 및 복원을 위한 기초적이며 응용적인 연구를 수행하고 그 결과를 법제도 개선 및 하천복원관계 실무에 보급하고 있다.

올해로 건립 11주년을 맞이한 자연공생센터는 다음 표와 같은 중기계획 (2006-2010년)을 가지고 하천환경복원 연구를 수행하고 있다.



〈그림 1〉 자연공생센터 실험장의 모습

주요연구 항목	연구목표
자연형하천 조성시 하안 보전방법에 관한 연구	● 다양한 하안 수제형태의 생태적 기능을 해명하고 수제역 보전을 위한 매뉴얼 작성
하상의 생태적 건전성 확보를 위한 유량설정 방법에 관한연구	● 어류/저서동물 섭식이 부착조류의 상태 및 하상환경 특성에 미치는 역할을 규명
토사복원에 의한 댐하류역 생태계복원에 관한 연구	● 댐하류의 열악한 생태계 원인 해명
수변식물이 가지는 환경정정기능에 관한 연구	● 수변식물의 기능, 수질영향 완화기능 규명
이매패와 어류를 모델로한 범람원 생태계 규명과 자연재생 평가	● 이매패와 납자루 분포를 제한하는 서식환경의 물리환경 규명
실험하천을 이용한 하천환경정보 발신방법에 관한 연구	● 하천환경정보의 효과적 정보전달방법 규명

상기 계획과 맞물려 매년 실험하천에서 이루어지는 실험일정이 별도로 계획되어 있으며, 2009년도에 이루어지는 실험내용은 다음과 같다.

- ① 하안육역부의 생물서식량 조사 실험
- ② 생물에 의한 섭취와 하상부착물의 관계 실험
- ③ 생물에 의한 섭식과 하천 생산력에 관한 실험
- ④ 유사의 이동, 생물에 의한 섭식과 생산력의 관계 실험
- ⑤ 환경구조가 다른 습지의 생물양상 관련성 실험

■ 관련(참고)사이트

http://www.pwri.go.jp/team/kyousei/jpn/about/m2_02.htm/

■ 출처

<http://www.pwri.go.jp/team/kyousei/jpn/downloads/schedule2009.pdf/>



일본 토목연구소 하천생태연구분야 중장기 연구계획

안홍규 (하천해안항만연구실 / 연구위원)

- >> 1차분류 | 하천복원기술
- >> 2차분류 | 하천내생태서식처 확보기술

키워드

생물서식처, 하천복원, 환경평가

07

하
천
해
안
항
만

일본 토목연구소(PWRI : Public Works Research Institute)에서는 하천복원과 관련해서는 하천생태팀, 자연공생연구센터에서 주된 업무를 수행하고 있다. 하천생태팀은 하천 및 호소의 환경보전에 관한 연구를 수행하고 있으며, 자연공생센터는 독립된 별도기관으로 나누어 하천호소의 자연환경보전 복원을 위하여 생태 및 수리실험을 통한 기초적 연구와 기술개발과 같은 응용적 연구를 병행하고 있다.

최근 일본에서는 하천의 상하류 연속성을 확보하고 자연형 하천 만들기를 통하여 하천내 수환경의 개선을 위한 다양한 중장기 연구계획을 수립하고 이 계획에 따라 연구가 진행중에 있다. 10개년으로 계획된 연구내용은 아래와 같다.

연구기간 : 2006년 - 2015(10개년간 계획)

주요 연구 항목 및 내용

- **생물서식처의 복원 및 평가(2006-2015)**
 - 하천공사가 야생동물의 행동에 미치는 영향예측 및 모니터링에 관한 연구
 - 재래 어종보호를 위한 수계 환경정비방법의 개발
 - 수생생물의 서식환경조사법과 생태적 기능의 해명에 관한 연구
- **하천의 물질 동태(2007-2012)**
 - 댐 저수지에 의한 수질변화의 유형화 및 하류생물체의 영향 평가법에 관한 연구
 - 하천을 유하하는 영양염류와 하천생태계의 관련성 규명에 관한 연구
- **하천 식생관리 및 평가(2005-2011)**
 - 하천의 식생관리수법 개발에 관한 연구
- **하천 및 호소 기능평가 및 복원기술(2006-2012)**
 - 호소 및 습지환경의 복원기술에 관한 연구
 - 수변식물의 환경안정 기능에 관한 연구

● 과거의 환경복원 (2009-2015)

- 하천 지형에 따른 생태적 기능평가에 관한 연구



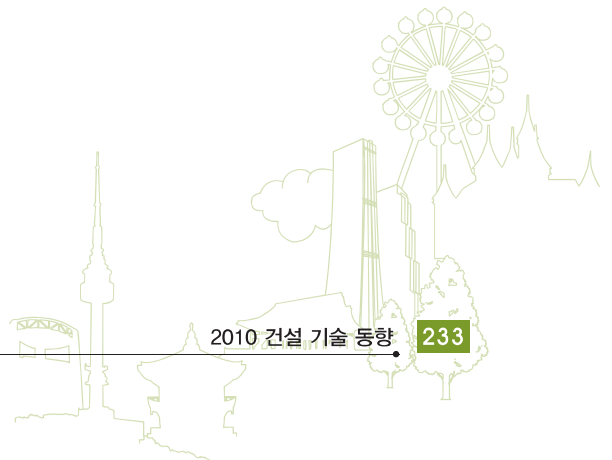
〈그림 1〉 중장기 연구 개념도

■ 관련(참고)사이트

<http://www.pwri.go.jp/index.html/>

■ 출처

<http://www.pwri.go.jp/team/rrt/index.html/>



템즈 하구 2100(Thames Estuary 2100) 사업

황승용 (하천해안항만연구실 / 수석연구원)

- >> 1차분류 | 하천항만 관리기술
- >> 2차분류 | 하천시설 유지관리기술

키워드

TE2100, 템즈 하구, 기후변화, 홍수 위험관리, 전략계획

07

하천
해안
항만

영국 런던(London)과 템즈(Thames) 하구에서 100년을 내다보는 홍수 위험관리 전략계획(strategic flood risk management plan)인 ‘템즈 하구 2100(TE2100: The Thames Estuary 2100)’ 사업의 일환으로 2002년에 시작된 실행 계획이 영국 환경청(Environment Agency)에 의해 2009년 4월에 완료되었다.

템즈 하구에서 하천 홍수 및 해일에 의한 위험에 노출될 수 있는 육지는 350 km²이고, 그 중 생물 서식처로 지정된 구역이 55 km²이다. 또한 50만 채 이상의 주택에 125만 명이 거주하고 있으며, 4만 동의 상업 및 산업 시설이 포함된 자산 가치는 2,000억 파운드에 달한다.

템즈 하구에 해일과 홍수를 막기 위한 시설은 환경청에 의해 운영되는 템즈 하구언과 그 외 8개의 주요 하구언이 있으며, 여기에 더해 3,000 개 이상의 기관에 소유된 36개의 산업용 수문, 400개 이상의 가동 수문, 그리고 330 km가 넘는 제방이 있다. 금세기 템즈 하구의 홍수 위험 관리에서 대두되는 현안으로, 1) 기후 변화에 따른 해수면 상승(매년 3mm 정도)과 강수량의 증대, 2) 30년 혹은 그 이상 된 수방 시설의 노후, 3) 마지막 빙하기로부터 비롯된 지반 침하(매년 1.5 mm)와 하천 지형 변화, 4) 사회-경제적 개발에 의한 구역 내 자산 가치 상승에 따른 홍수 피해의 잠재적 증대, 그리고 5) 홍수 위험에 대한 공중의 안일한 인식 등을 꼽을 수 있다.

템즈 하구 2100 계획에서 충족되어야 될 조건은 1) 기술적 타당성과 적용성, 2) 환경적 지속가능성, 3) 경제적 정당성, 그리고 4) 사회적·정치적 수용 가능성 등이다. 따라서 사업의 전략적 목적은 런던과 템즈 하구에서 다음 100년에 걸쳐 변화되는 기후와 다양한 사회경제적 조건에 의해 제기되는 이해 당사자들의 요구와 대두되는 현안을 포함하고, 지속 가능하며, 위험 기반의 홍수 관리 계획을 수립하는 것이다.

홍수 위험 관리의 단계를 그 정도에 따라 1에서 5까지 전략적 수준을 나누어 5개의 정책을 수립하고, 계획의 시간 단계를 ‘초기 25년간’ (2010년부터 2034년), ‘중기 35년간’ (2035년부터 2069년), 그리고 ‘세기말까지’ (2070년부터) 3단계로 구분한다. 런던과 템즈 하구를 총 8개 사업 구역(action zone)으로 나누어 각각에 대해 홍수 위험 관리 정책에 따른 정책 단위(policy unit)에 대해 실행 방안을 제시하고 각 방안을 다시 제시된 시간 단계 별로 나누어 사업 내용, 주체, 방법, 계획에 대한 참여 방법을 상술하고 있다. 이 전략계획은 관련 기관과 협의 및 공청회(2009년 7월)를 거쳐 보완되고, 환경법에 의한 영향 평가를 마친 뒤 2010년에 영국 정부(DEFRA: Department for Environment Food and Rural Affairs)에 제출된다.

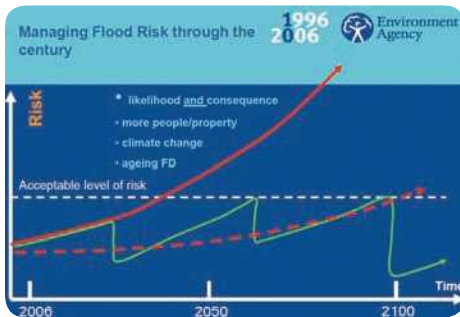


Fig. 1 Managing Flood Risk through the century



Fig. 2 TE2100 Plan Area

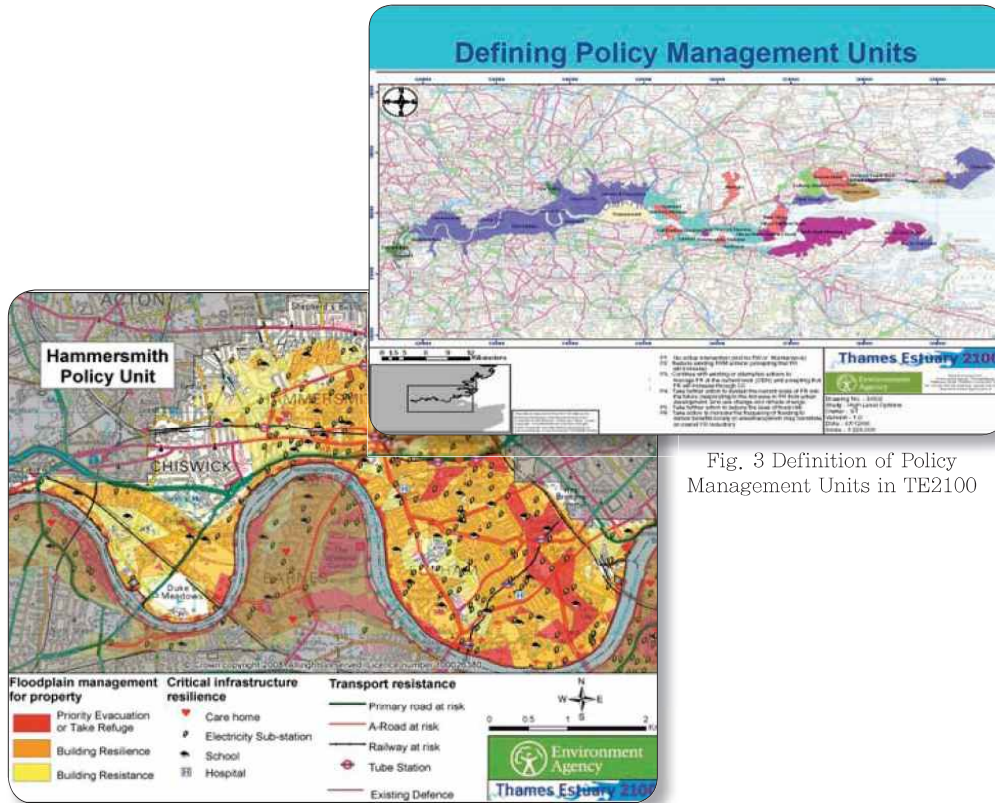


Fig. 3 Definition of Policy Management Units in TE2100

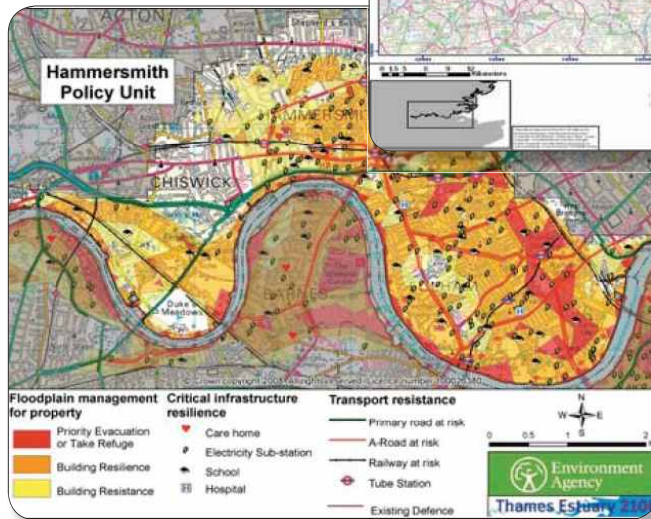


Fig. 4 Hammersmith Policy Unit in Action Zone 1 (West London)

■ 관련(참고)사이트

<http://www.environment-agency.gov.uk/>

■ 출처

Environment Agency, 2009, Thames Estuary 2100 – Managing flood risk through London and the Thames estuary. TE2100 Plan – consultation document.

일본 재단법인 하천환경관리재단의 중점 연구

안흥규 (하천해안항만연구실 / 연구위원)

- >> 1차분류 | 하천복원기술
- >> 2차분류 | 하천내 생태서식처 확보기술

키워드

하천관리, 하천복원, 환경평가

07

하
천
해
안
항
만

하천환경관리재단은 1975년에 창설된 기관으로, 하천환경의 정비 보전에 관한 종합적인 조사연구, 연구성과의 활용을 포함한 각종 계몽활동, 하천공원의 관리, 하천정비기금의 운영을 통하여 하천환경 질의 향상을 목표로 연구를 수행하는 기관이다.

하천환경관리재단에서는 이러한 목적을 달성하기 위하여 일본 하천환경의 현상과 국민 요구를 파악하여 현재 일본에서 사회적으로 요구되는 고품화 사회, 고도정보화, 공익 법인개혁과 같은 행정개혁 등을 수렴하여 중기적인 목표를 세우고 연구를 수행하고 있다.

올해로 건립 35주년을 맞이한 하천환경관리재단은 2010년부터 다음과 같은 5개의 중점 프로젝트를 선정하여 연구를 수행할 계획이다.



〈그림 1〉 수환경 관리지표 구축의 개념도

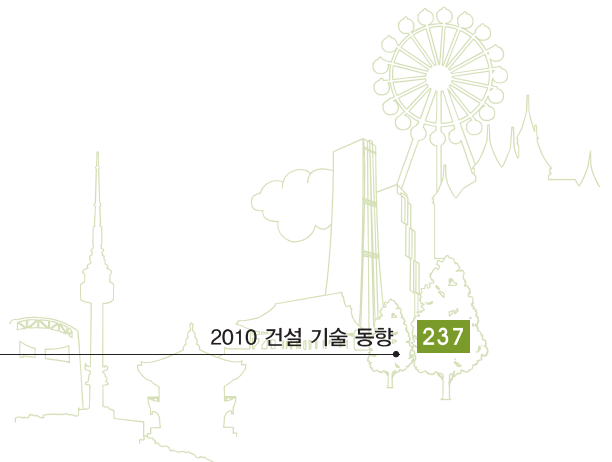
주요연구 항목	연구목표
하천환경교육 추진에 관한 연구	<ul style="list-style-type: none"> ● 하천환경교육시책에 관한 연구 ● 하천에 관한 교육시책(치수/이수/환경 등)에 관한 연구 ● 방재교육에 관한 조사연구 ● 하천의 안전이용 및 이용조정에 관한 조사 연구
하천 시민연대 추진에 관한 조사연구	<ul style="list-style-type: none"> ● 하천의 시민연대 방법에 관한 연구 ● 재해시 시민연대 방법에 관한 연구
하천 수환경 보전에 관한 조사연구	<ul style="list-style-type: none"> ● 수환경관리지표 구축에 관한 연구-수환경모니터링에 관한 연구 ● 수환경관리지표 구축에 관한 연구-물질순환에 관한 연구 ● 수환경기구해명의 심화에 관한 조사연구(호소 수환경관리) ● 수환경기구해명의 심화에 관한 조사연구(기수역 환경보전) ● 수환경개선대책기술 확립에 관한 연구 ● 수환경시책의 실시 및 관리 종합화에 관한 연구 ● 하천 정화도수시설의 효과적 운용에 관한 연구
하천환경 정비와 보전 및 하천이 용에 관한 종합적 조사연구	<ul style="list-style-type: none"> ● 하천환경 관리 기본계획 책정에 관한 조사연구 ● 하천환경 관리기술 향상에 관한 연구 ● 종합토사관리에 관한 조사연구 ● 하천환경 보전방책에 관한 조사연구 <ul style="list-style-type: none"> -하천환경 정비와 보전 연구 -수변환경 재생 연구 -호소 정비에 관한 연구
하천 유지관리에 관한 연구	<ul style="list-style-type: none"> ● 하도관리 시스템구축에 관한 조사연구 ● 제방식생관리에 관한 연구 ● 증수시 하도내 수림속 유희에 관한 조사연구 ● 하천경관관리에 관한 조사연구 ● 전통적인 치수시설 도입과 유지관리에 관한 조사연구 ● 유목 재해경감대책에 관한 연구 ● 하천수목 관리에 관한 연구

■ 관련(참고)사이트

<http://www.kasen.or.jp/>

■ 출처

<http://www.kasen.or.jp/work/pdf/res02-04-204.pdf/>



제방 응급 복구 기술 개발

이두한 (하천해안항만연구실 / 수석연구원)

- >> 1차분류 | 하천복원기술
- >> 2차분류 | 응급복구

키워드

제방붕괴, 응급복구,
워터블럭 튜브(water block tube)

07

하
천
해
안
항
만

2005년의 허리케인 카트리나로 제방 붕괴로 큰 피해가 발생한 이후 제방 붕괴 시의 응급 복구 기술에 대한 관심이 고조되었다. 이에 따라 2007년에 국토안보부(Department of Homeland Security)의 지원하에 미공병단 연구개발센터(ERDC, Engineer Research and Development Center)에서 제방 응급 복구 기술 개발을 착수하였다.

제방의 누출이나 월류가 발생할 경우에는 중장비나 인력 동원이 불가능할 수 있으므로 헬기나 바지선으로 접근하여 누출이나 월류부를 매우 신속하게 복구하여야 필요가 있다. 또한 월류나 누출은 다양한 형태와 규모로 발생하므로 여러 상황에 유연하게 적용할 수 있도록 개발되어야 하며, 응급복구로 인하여 추가적인 파괴가 발생하지 않는 구조여야 한다.

위와 같은 조건을 고려하여 워터 튜브를 이용한 몇가지 응급복구 기술이 제시되어 모형실험 및 실규모 실험이 완료되었다. 제방 파괴의 형태에 따라 누출수의 형태는 크게 고수심 누출과 저수심 월류로 구별되는데, 이에 따라 각기 다른 형태의 응급 대응 기술이 제시되었다.



<그림 1> 고수심 제방 누출



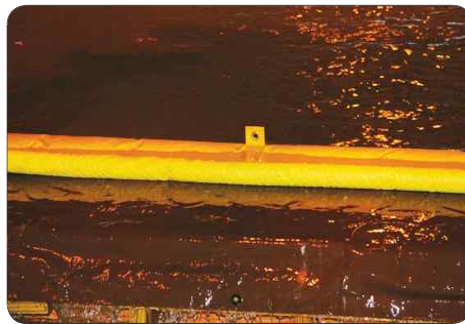
<그림 2> 저수심 제방 월류

워터 튜브는 원기둥 형태의 튜브로 일부를 물로 채워 일정한 중량을 주면서 월류부를 막는 구조로 제시하였다. 구체적인 형태와 적절한 물 채움 비율은 수리모형실험을 통해서 테스트하였으며, 준실규모로도 실험을 수행하여 검증하였다.

수리모형실험 및 준실규모 실험을 통해서 튜브 형태의 응급 처치 구조물이 제방의 누출이나 월류를 차단할 수 있음을 확인하였다. 그러나 실제 응급 대책으로 적용성은 충분히 검증된 상태는 아닌데, 튜브를 원하는 시간 내에 원하는 위치에 설치하는 것은 완전히 해결된 상태는 아니다.



〈그림 3〉 고수심 누출 수리모형실험



〈그림 4〉 저수심 월류 수리모형실험



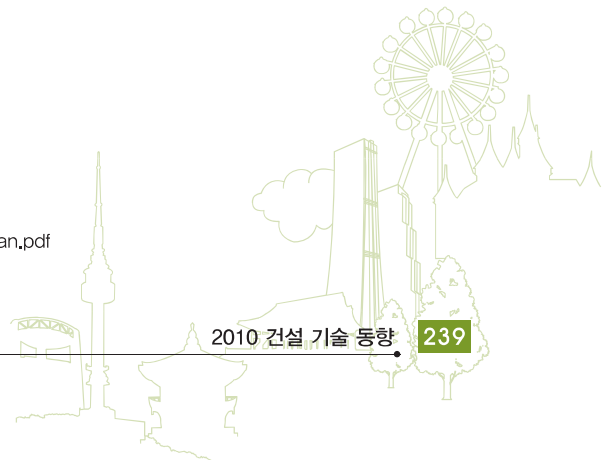
〈그림 5〉 고수심 누출 준실규모 실험

■ 관련(참고)사이트

<http://chl.ercdc.usace.army.mil/>

■ 출처

http://chl.ercdc.usace.army.mil/rrlb/docs/RRLB_DHS_Report-Final23jan.pdf



ADaptive Hydraulics Modeling(ADH)

이두한 (하천해안항만연구실 / 수석연구원)

- >> 1차분류 | 하천공학
- >> 2차분류 | 하천수리해석

키워드

하천수리해석, 수치모형, ADH, 가변 격자

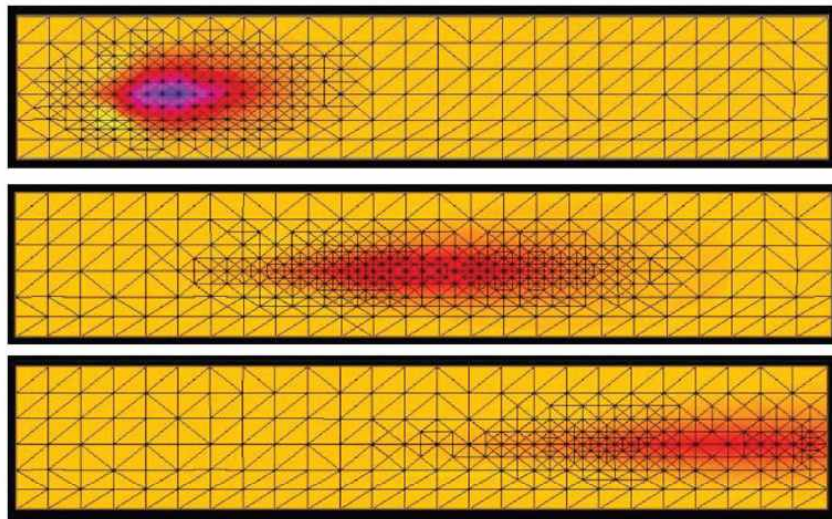
ADaptive Hydraulic Modeling

07

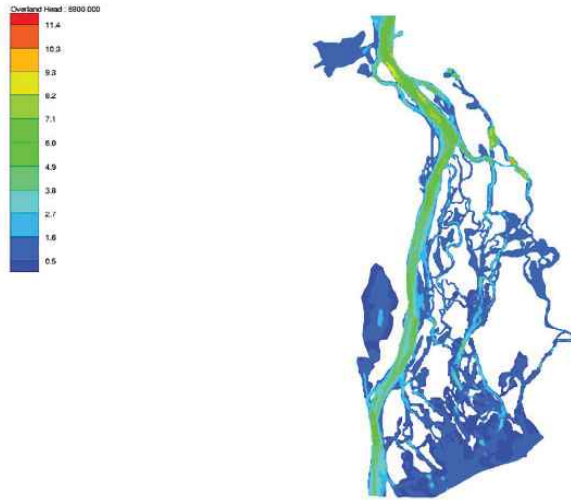
하
천
해
안
항
만

ADH는 미공병단 ERDC(Engineer Research Development Center)의 CHL(Coastal and Hydraulics Laboratory)에서 2007년에 개발한 최신 수치모형으로 지하수 해석, 2차원 천수방정식 해석, 3차원 흐름 해석 등이 가능한 모형이다. ADH의 장점은 가변 격자(adaptive meshes)를 이용하므로 계산의 효율성을 보장하면서도 정확도를 향상 시킬 수 있다는 것이다. 즉, 수치 해의 빠른 수렴을 보장한다. 또한 마름-젖음(wetting and drying) 과정, 완전 연계 유사 이송 등의 계산이 가능하며 선박 이동의 모의도 가능하여 다양한 하천해석 분야에 적용할 수 있다. 계산 수행은 단일 처리 및 병렬 처리가 가능하고 윈도우 및 유닉스 기반에서도 운용할 있다.

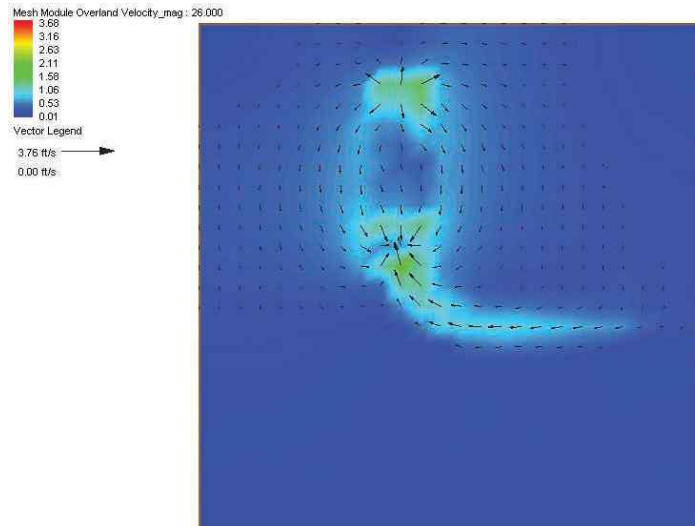
CHL 홈페이지에서는 2차원 천수방정식 모형을 무료로 제공하고 있으며 후처리는 SMS 모형의 후처리 시스템을 이용할 수 있다. 현재 제공되는 버전은 2009년 3월 13일 버전으로 지속적인 보완이 이루어지고 있다.



<그림 1> 가변격자에 의한 농도 변화 모의



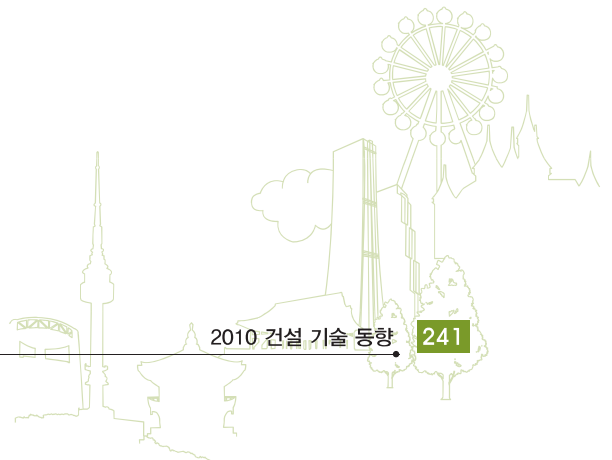
〈그림 2〉 Wet and Dry에 의한 미시시피강 흐름 모의(수심)



〈그림 3〉 선반 운항에 따른 유속 변화 모의

■ 관련(참고)사이트
<http://chl,erdc,usace,army,mil/>

■ 출처
<http://adh,usace,army,mil/>



월파에 의한 호안/제방 내측의 피해

김영택 (하천해안항만연구실 / 수석연구원)

>> 1차분류 | 항만공학

>> 2차분류 | 해안항만 수리모형실험

키워드

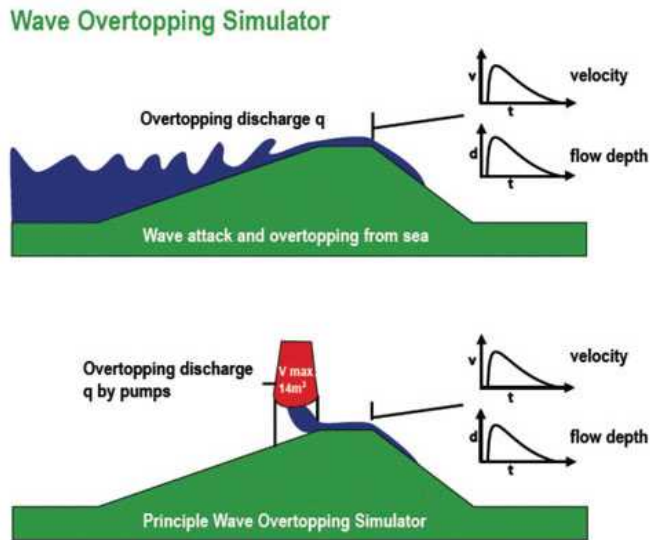
해안항만수리모형실험, 월파, 호안

Erosion strength of inner slopes of dikes against wave overtopping

항만구조물에 있어 월파(Wave overtopping)는 구조물 배후지 항만운용 및 접안된 선박의 안정성에 영향을 줄 수 있는 중요한 설계 인자 중의 한 가지이다. 월파에 대한 연구 방법으로는 현장관측, 수리모형실험 및 수치해석 등 다양한 방법 등을 들 수 있다.

최근 2007년 유럽내 연구모임(EA-영국, ENW-네덜란드 및 KFKI-덴마크)을 중심으로 Overtopping Manual을 작성하여 항만구조물 설계시 월파량 예측을 위한 공식 및 설계기준을 제시하고 있다. 그렇지만 이는 구조물과 파랑간의 상호 관계에 대한 월파량 산정 및 예측이 목적일 뿐 구조물에서의 월파 이후 구조물 배후면에서의 피해에 대해서는 제시되어 있지 않다. 또한 이는 소규모 수리모형실험을 통해서 규명할 수도 없는 문제이다.

이에 Deltares(구 Delft Hydraulics) 등을 중심으로 월파모의장치(wave overtopping simulator)를 제작하여 실제 호안/제방에서 월파된 해수가 배후면으로 낙하, 유하시 사면에서의 쇄굴 등에 대하여 모의를 하기 위한 연구가 진행중에 있다(그림 1 및 그림 2 참조).



〈그림 1〉 월파모의장치 개념도

위와 관련된 연구 성과는 2008년 예비 연구결과가 제시되었으며, 지속적으로 연구가 진행중인 것으로 보고되고 있다. 또한 본 연구결과는 향후 해안호안/제방 설계 등에 적용될 수 있을 것으로 판단된다.

07

하
천
해
안
항
만



〈그림 2〉 월파모의장치를 이용한 호안에서의 월파 실험장면

■ 관련(참고)사이트

<http://www.vandermeerconsulting.com/>

■ 출처

<http://www.vandermeerconsulting.com/>

[http://www.deltares.nl/\(구, Delft Hydraulics\)](http://www.deltares.nl/(구, Delft Hydraulics))

<http://www.overtopping-manual.com/>



런던 하천사업계획 - 인간과 자연을 위한 하천복원 기술, 2009.1

여흥구 (하천해안항만연구실 / 연구위원)

- >> 1차분류 | 하천복원기술
- >> 2차분류 | 자연형하천 관리기술

키워드

런던하천사업계획, 하천복원, 웹기반 정보공유

07

하
천
해
안
항
만

The London Rivers Action Plan

- A tool to help restore rivers for people and nature, January 2009 -

영국하천복원센터의 웹상에서 제공하고 있는 가이드라인 성격의 하천복원사업계획서이다. 영국 환경청(EA), 하천복원센터(RRC) 및 유관기관(Great London Authority, WWF-UK, London Wildlife Trust, Thames Rivers Restoration Trust 등)전문가들이 작성한 이 사업계획의 목적은 런던의 하천복원 전략을 전파하는 것으로 과거 런던의 하천복원 전략과 함께 런던지역 하천복원 촉진의 성공적인 역할을 기대하고 있다. 이 계획은 환경청의 템즈강 유역 홍수관리 계획의 전파 지원, 블루리본정책* 실현을 통한 지속가능한 재생산 기여 등의 역할을 수행한다. 이 계획의 또 하나의 주목적은 인간생활에 하천이 미치는 영향을 공개토론의 장으로 끌어내는 것이다. 하도 및 수변서식처 개선, 홍수방어구조물 개선, 도심지의 잃어버린 하천 복원 등 100여개의 사업들에 대한 평가가 포함되어 있다.

*) "The London Plan" 의 "Blue Ribbon Network"과 관련된 것으로 이 네트워크의 정의는 런던의 템즈강과 운하망, 지류 및 도크, 저수지, 호수 등 런던의 모든 수공간을 포함하며 심지어 관거까지도 포함된다. 런던의 시장, 자치구 및 각 기관은 정책, 의사결정, 기타 활동시 이 블루리본네트워크의 전략적 중요성을 인식해야함을 명시하고 있다.

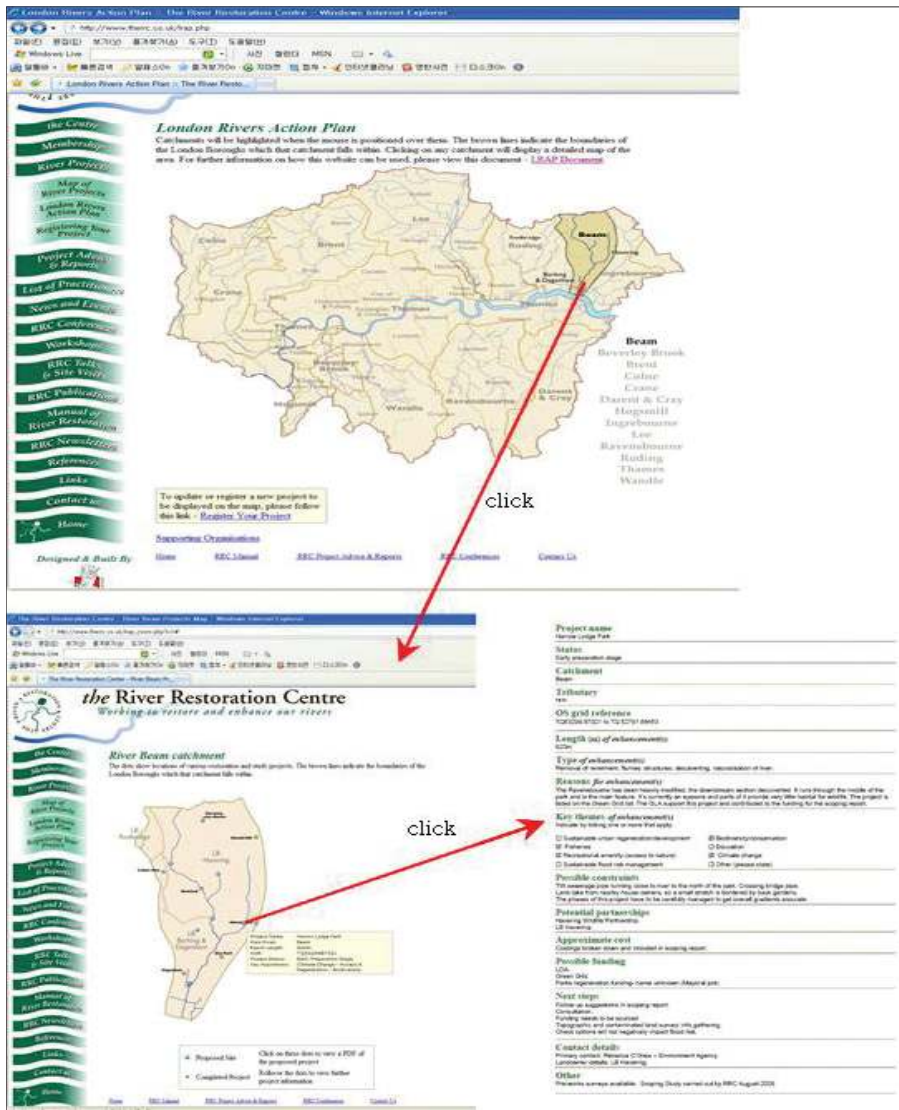
■ **관련사이트**

<http://www.london.gov.uk/thelondonplan/policies/4c-01.jsp>

런던의 심볼인 템즈강은 런던의 33개 자치구를 흐르는 지류들과 함께 녹색공간, 생물서식처, 레크레이션공간 제공 등 지역사회와 밀접하게 연결되어있다. 이들은 국내 도시하천과 유사하게 20세기를 거치며 홍수방어와 도시개발을 위해 심하게 개조되었다. 21세기 들어 기후변화 및 지속가능한 도시생활을 위해 런던의 하천들은 홍수관리 개선, 지속가능한 재생산, 서식처개선, 등 런던시민들의 보다 나은 삶의 수준을 위한 하천복원이 시도되었다.

이 계획은 5대 주요목표로 1) 보다 자연적인 과정을 이용한 홍수관리개선, 2) 기후변화의 부정적 충격 완화, 3) 도시 재생산을 통한 자연환경과 인간의 재연결, 4) 레크레이션 및 개선된 삶의 질로 보다 가까워 짐, 5) 야생 서식처 강화를 들고 있다. 이 계획에서는 상기의 5대 목표에 대한 정책방향, 현 상황 등이 기술되어 있고 웹기반의 정보활용 방법에

대해 설명되어있다. 웹상에서 관심지역을 클릭함으로써 상세내용에 접근하는 방식으로 런던의 13개 소유역에 대해 각 유역의 하천사업에 대해 사례연구, 완료사업, 계획된 사업에 대한 정보를 제공하고 있으며 오늘날 런던 하천복원을 위한 모든 관심분야에 대한 검토를 가능하게 하고 있다.

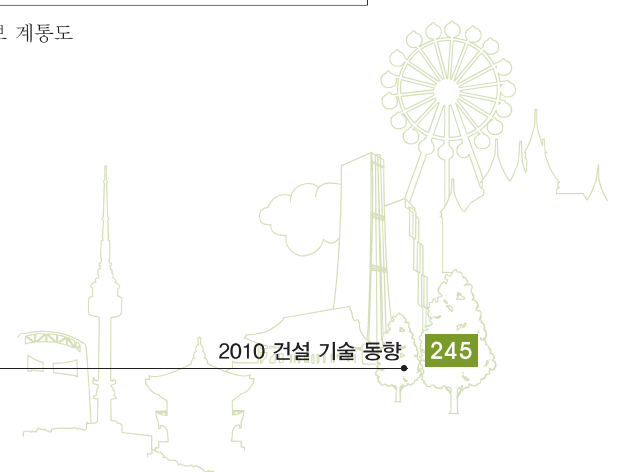


기
타
사
항

〈그림 1〉 하천복원사업 정보 계통도

■ 관련(참고)사이트
<http://www.therrc.co.uk/lrap.php/>

■ 출처
<http://www.therrc.co.uk/lrap/lplan.pdf/>



제방 등의 조경식재 및 식생 관리 지침

윤광석 (하천해안항만연구실 / 연구위원)

- >> 1차분류 | 하천공학
- >> 2차분류 | 하천시설물

키워드

제방, 조경식재, 식생, 지침, 홍수재해저감시설

Guidelines for landscape planting and vegetation management at levees, floodwalls, embankment dams, and appurtenant structure

07

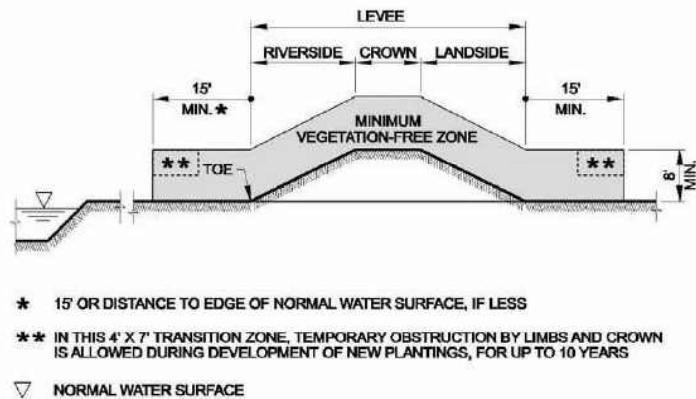
하
천
해
안
항
만

미공병단에서 제방, 홍벽, 댐 및 부속시설물에서이 조경식재 및 식생에 대한 가이드라인을 제시한 기술보고서(ETL 1110-2-571)이다. 이 보고서는 제방, 홍수벽, 흙댐 및 부속시설물의 시설물의 안전성을 침해하지 않고 심미적이고, 환경 측면에서 유리한 식재방법을 제공한다. 이 지침에서는 홍수재해 저감시설물과 이 식재에 의해 안정성이 저하되지 않는 최소규정을 제시한다.

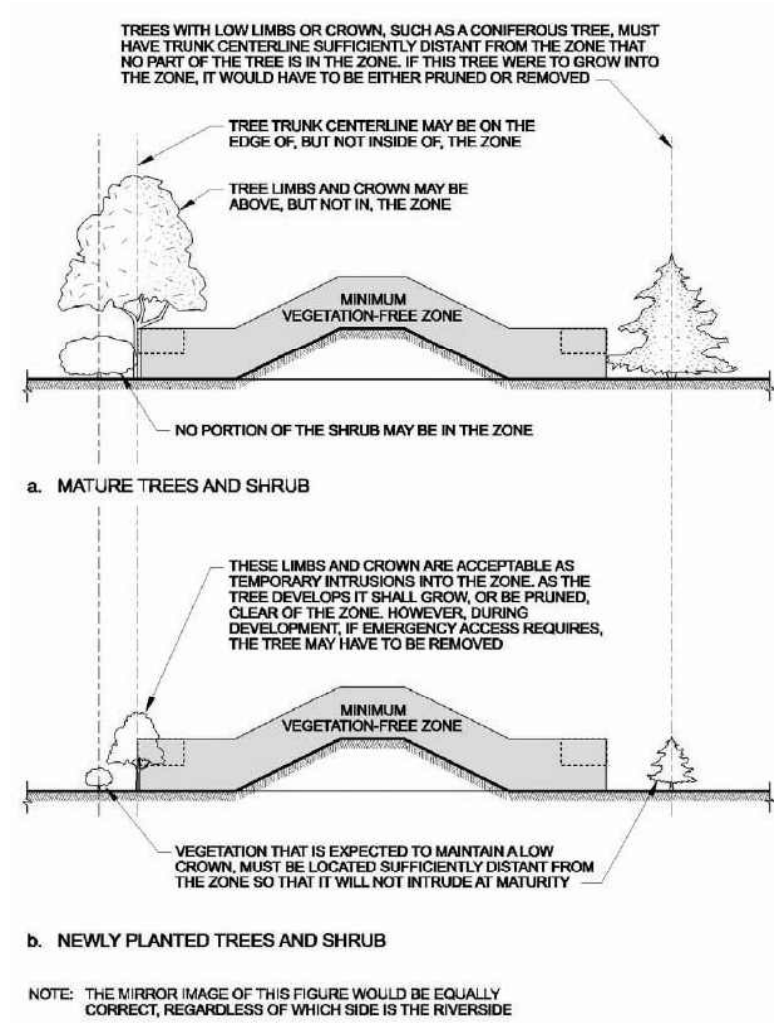
홍수재해저감 시설을 설치할 때, 조경식재의 목적은 심미적, 환경·생태적 조건에 대한 악영향을 최소화하거나 경감시키는데 있다. 또한, 축조구조물의 침식방지나 수질과 동물서식처와 같은 생태적 환경과 경관을 개선할 수 있다. 이를 위한 세부적인 사항들이 지침에 수록되어 있다.

지침의 주요내용은 제방, 홍수벽 및 흙댐에서의 식생금지구역, 식생관리구역, 뿌리의 영향, 무근구역을 설정하는 방법, 홍수재해저감시설의 설계시 고려사항, 식생의 유지·보수 방법 등이다.

<그림 1 및 2>와 같이 제방과 같은 홍수재해저감시설의 안정성이 저하되지 않는 식생 제한 구역을 두고 있으며, 식재 방법에 대한 지침을 제시하고 있다.



<그림 1> 제방 단면-기본개념도



〈그림 2〉 식생금지구역의 적용

■ 관련(참고)사이트

<http://chl,erdc.usace.army.mil/chl.aspx?p=s&a=PROGRAMS;15>

■ 출처

<http://140,194,76,129/publications/eng-tech-ltrs/etl1110-2-571/toc.htm>

유럽하천복원센터 (European Center for River Restoration)

우효섭 (하천해안항만연구실 / 선임연구위원)

- >> 1차분류 | 하천복원기술
- >> 2차분류 | 유럽의 하천복원기술

키워드

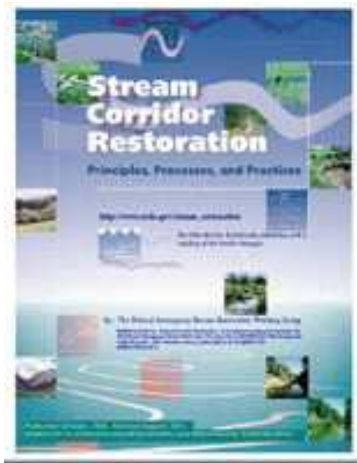
하천복원, 유럽하천복원센터(ECRR), 가이드라인

07

하
천
해
안
항
만

- EU 국가 내 개별적으로 추진한 하천복원사업을 EU 차원에서 효율성 제고를 위해 각국 별로 관련 정보의 수집, 교환, 전파를 위한 국가 내 조직과 EU 차원의 국제조직의 필요성 제기에 따라 1999년에 설립된 비영리 단체
- 1999년에 22개국에서 55명이 덴마크에 모여 이사회 등 관리 기구와 향후 사업계획을 확정
- 1999년 설립 후 첫 3년은 덴마크에서 사무국 역할을 하였으며, 그 다음 4년은 네덜란드의 RIZA(내륙 물관리 및 하수처리 연구소)에서, 2006년 중반부터 향후 3년간은 이탈리아 환경부 지원으로 이탈리아 '하천복원센터'에서 담당
- 주요활동 사항: 하천복원관련 우수사례를 네트워크(웹사이트 전자뉴스레터 등)를 통해 전파, 컨퍼런스/현장견학/워크숍/훈련 등 주관, 사람 간 연결 및 국가 간 연합활동 장려, 유럽 외 네트워크와 연계, 하천복원 관련 데이터베이스 구축/운영 등
- 현 회장 : Bart Fokkens, Rijkswaterstaat – Centre for Water Management THE NETHERLANDS
- 하천복원 주제별 자료 데이터베이스: ECRR에서 제공하는 가장 유용한 정보 중 하나는 전 세계의 주요 하천복원 관련 자료(가이드라인 등)를 다음과 같이 9개의 주제로 나누어 각 주제별로 제시하고 있다는 것임
- 일반 가이드라인
- 지형적 과정의 복원
- 어류의 하천복원
- 홍수위험과 하천복원
- 수질
- 도시하천
- 하천복원과 의사결정 과정
- 모니터링
- 유역규모 복원사업

그 중 하나가 일반 가이드라인으로 분류된 미국에서 1999년 발간되어 2001년 일부 수정된 “수변복원: 원리, 과정 및 실무”이며, 다른 한 예는 도시하천으로 분류된 EU 발간 “URBEM(도시하천유역향상기법)” 임



Stream Corridor Restoration : Principles, Processes and Practices (1998)

Restoration practitioners share simultaneously in the good fortune and responsibility of participating in a new endeavor – stepping beyond the current concept of natural resources conservation to a newer concept of restoring the living environment to an ecologically viable condition – to create places that improve rather than degrade over time. Oliver Wendell Holmes once said, “A mind stretched by a new idea can never go back to its original dimension.” This document is a result of an unprecedented cooperative effort among fifteen Federal agencies and partners to produce a common reference on stream corridor restoration. It responds to a growing national and international public interest in restoring stream corridors. Increasingly, feature articles, case studies, and published papers

focus on stream corridors as critical ecosystems in our living environment. The recent 25th anniversary of the Clean Water Act also has helped focus attention on stream corridor restoration.



URBEM project

The URBEM project will provide new tools, techniques and procedures to enhance watercourses located in urban areas. These tools will provide enough scope to cover the differing, multi-functional uses of urban watercourses and their adjacent communities across Europe. URBEM will provide for those who are involved in urban river rehabilitation, the best and most innovative practice with which to develop a comprehensive

rehabilitation scheme that will achieve the "maximum ecological potential" requirements of the Water Framework Directive. As river rehabilitation involves many aspects the project is targeted at different institutions involved in the enhancement of watercourses at all levels. The specific technical and scientific objectives of the URBEM research project are:

- To develop new tools to assess the potential for enhancement and rehabilitation of urban watercourses,
- To develop innovative urban watercourse rehabilitation techniques for use in future schemes,
- To develop decision making support procedures, including social, economic, environmental and safety aspects, to help planners and city authorities effectively prioritise and plan urban river rehabilitation projects that help to achieve "maximum ecological potential".
- All the documentation (case studies included) available at the website www.urbem.net/project-outputs.html

■ 출처 : <http://www.ecrr.org/>



홍수피해 저감을 위한 차세대 홍수관리 방안

김규호 (하천해안항만연구실 / 연구위원)

- >> 1차분류 | 하천복원기술
- >> 2차분류 | 차세대홍수 방어기술개발

키워드

홍수정책, 州홍수터관리자협회(ASFPM),
전국홍수정책포럼 (Gilbert F. White NFPF)

07

하
천
해
안
항
만

- ASFPM은 미국 내 미국 내 각 주에서 자체적으로 진행하고 있는 홍수터 관리, 홍수 피해 저감, 연방 홍수보험 프로그램, 홍수예방, 그리고 홍수예경보 및 피해복구에 관한 전문적이고 실무적인 지침 및 정책을 개발할 필요성에 따라 다학제간 연구를 위해 설립된 단체임.
- 주요 구성원으로 지역, 주, 연방 정부 홍수 재해 전문가, 연구기관, 보험회사, 현장 기술자, 그리고 각 분야(수문 예측, 비상대처방안, 수자원 등) 전문가들로 구성된 전문가 집단임.
- 현 회장 : Greg Main, CFM, Indiana DNR (gmain@dnr.in.gov)
- ASFPM Foundation은 홍수터 관리정책을 효율적으로 지원하고 CFM(Certified Floodplain Manager) 프로그램 개발, 각종 자료 수집, 배포 및 전국홍수정책포럼을 포함한 홍수터 관리에 관한 교육 지원을 위해 1996년에 설립된 ASFPM 산하 비영리 단체임.
- ASFPM Foundation은 2004년부터 3년마다 포럼을 개최하여 홍수터 관리에 관한 실무 및 이론에 대한 연구성과 발표회를 개최하고 있음. 포럼의 정식 명칭은 홍수터 관리 분야에서 보여준 Gilbert F. White의 공로를 기리기 위해 Gilbert F. White National Flood Policy Forum(NFPF)이라고 칭함. 개최년별 포럼의 주요 테마는 다음과 같음.
 - 2004년 : Reducing Flood Losses Is the 1% Chance Flood Standard Sufficient?
 - 2007년 : Floodplain Management 2050
 - 2010년 : Managing Flood Risk (예정)
- 현 회장: Larry Olinger
- 각 포럼 중 우리나라의 홍수 피해 저감 방안 마련에 직접적인 도움을 받을 수 있는 Floodplain Management 2050 에 대하여 요약하면 다음과 같음.
- 집중투자 및 장기간의 국가적 관리대책에도 홍수피해가 증가하는 원인 : 21세기 초 인구 성장과 이주, 기후 변화, 심각한 수자원 저하, 인프라 유지보수의 불이행, 천연자원을 희생한 개발, 공학적 해결방안에 대한 과도한 의존 등과 충돌 등이 제시됨.

- 홍수 피해에 대한 현재까지 인간의 적응 방안 : 토지 이용, 홍수 완화(유역 관리), 구조 변경(건물&단지 기준), 토지 고도, 보험, 구조, 비상대책, 구조적 홍수 방어와 보호 등임.

- 차세대 홍수 피해 저감 방안의 최적 개발 방향

- 홍수에 대한 추가적인 인간 적응 방안
 - (1) 하천 및 해양 공간
 - (2) 개개인의 책무
 - (3) 지리적 상호의존
 - (4) 인식 제고와 교육
- 다양한 적응 대책의 혼합
- 이행개선
 - (1) 지배구조 변화의 필요성
 - (2) 프로그램 변화의 필요성
 - (3) 연구 및 데이터의 필요성
 - (4) 후원과 기타 인센티브의 필요성
- 변화의 기회 이용

- **실행지침** : 최적 개발방향을 염두에 두고 다음과 같은 6가지 실행지침을 제시함.

- 하천과 해양, 인접 토지에 공간을 만들
- 정부 정책의 잘못된 인센티브를 수정
- 하천과 해안 지역의 자연스럽고 유익한 기능을 복원하고 증진함
- 수자원 지배구조의 르네상스 부흥
- 위험과 자원을 검증하고 공공과 개인의 소통 공간 마련
- 개인과 공공의 책임 부여

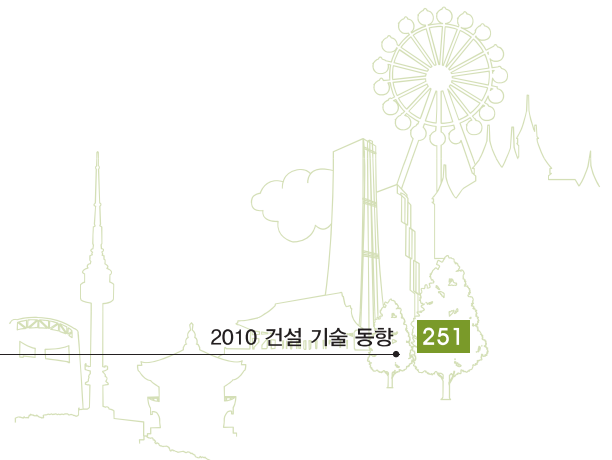


Association of State Floodplain Managers



ASFPM Foundation

■ 출처
<http://www.flood.org/>



하천 흐름 해석을 위한 ADCP 후처리 소프트웨어 VMS

이찬주 (하천해안항만연구실 / 전임연구원)

- >> 1차분류 | 하천, 항만관리기술
- >> 2차분류 | 하천흐름 해석기술

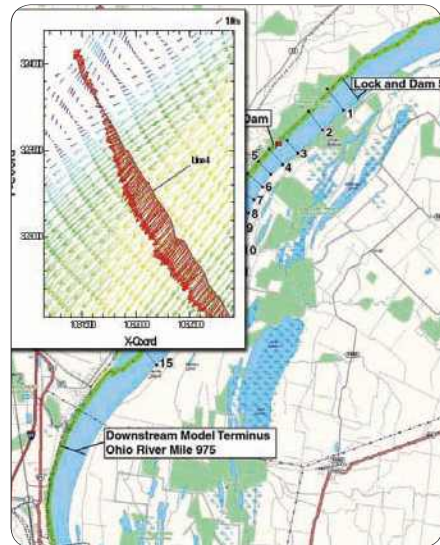
키워드

ADCP, 유속, 지도화, USACE, VMS

07

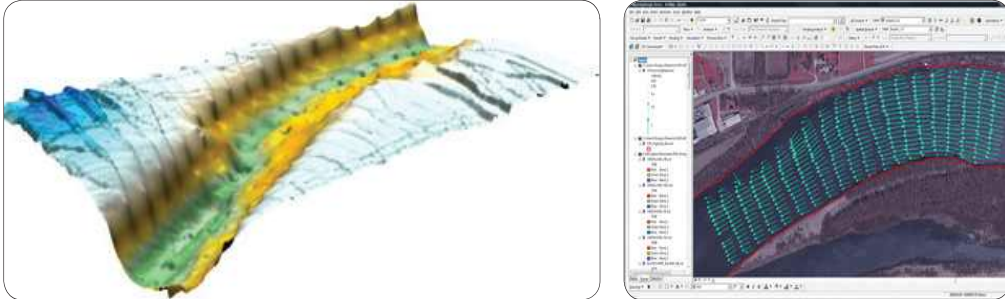
하천
해안
항만

- USACE(United States Army Corps of Engineers, 미육군공병단)의 해안수리실험실에서는 미국지질조사국(USGS)와 협력하여 ADCP를 이용하여 측정된 현장 하천의 유속장 자료를 활용하여 유속자료의 품질관리, 2/3차원 유속장의 해석 및 가시화, 수치모형 결과와의 비교 등을 목적으로 하는 후처리 소프트웨어를 개발하였다. 소프트웨어의 명칭은 VMS(Velocity Mapping Software)이며, 이는 미공병단에 의해 발주되어 IOWA대학에서 2009년 개발되어 현재 미공병단 해안수리실험실 홈페이지를 통해 제공된다.
- ADCP는 1980년대 이전에 해양 분야에서 사용되다가 1980년대 후반에 미국 USGS를 중심으로 하천유량측정 분야에 도입되었다. ADCP는 초창기 기존 유량측정 방법으로 측정하기 어려웠던 대하천, 감조하천 분야에 먼저 적용되었으며, 이후 일반적인 하천에도 포괄적으로 적용되었다. ADCP는 최근 세계 각국에서 유량 측정 분야에 널리 활용되는 장비이다.
- 하천 유량측정 분야에서 시작된 ADCP의 적용은 고정밀도 GPS 기술과 연계되어 하천 흐름을 계측하고 유속분포를 나타낼 수 있는 분야로 발전하였다. 하천 현장에서 측정된 2차원, 3차원 유속분포는 정확한 측위정보와 결합하여 수치지도나 웹기반 위성사진(예를 들면, GoogleEarth) 등에 바로 표현되는 지리정보로 제공될 수 있으며, 이에 따라 하천의 흐름해석을 위한 수치모형 결과와의 비교, 검증 자료로 제시되었다.
- VMS 프로그램은 이러한 배경하에 ADCP로 현장에서 측정한 유속자료를 매끄럽게 하고, 공간적인 평균화 및 향후 분석에 필요한 파일 포맷으로의 변경 등을 위해 활용된다. 이 프로그램은 미공병단 해안수리실험실 홈페이지에서 무료로 제공되며, 안내서 역시 제공된다.
- 측위정보를 포함하고 있는 ADCP 자료는 유속장과 함께 하천의 수심분포도 등을 표현하는데도 활용될 수 있다. 이러한



<그림 1> VMS 적용 사례(미국공병단)

개념에 기반하여 최근 수리지리정보시스템(hydrogeographic information) 분야가 점차 발달하고 있다.

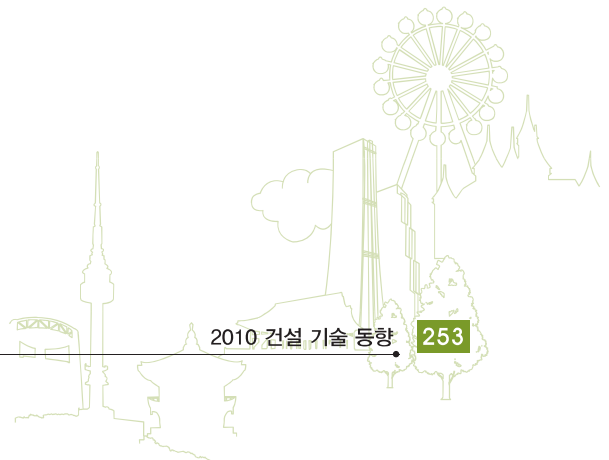


〈그림 2〉 ADCP를 이용한 수리지리정보 구축의 사례(미국)



US Army Corps of Engineers

■ 출처
<http://chl.erdc.usace.army.mil/vms>



하구역의 생태적 설계 가이드

여흥구 (하천해안항만연구실 / 연구위원)

- >> 1차분류 | 하천계획
- >> 2차분류 | 하구계획

키워드

하구계획, 생태적 설계, 웹기반 정보공유

07

하천
해안
항만

Estuary Edge : ecological design guidance^(#1)

이 가이드는 영국 환경청이 Thames Estuary Partnership과 함께 프로젝트를 수행하여 수립한 것으로서 하구개발 시에도 어떻게 지역환경을 보호 또는 강화시킬 수 있는지 보여주고 있다.

웹상에 9개의 PDF 파일형식으로 제공되고 있는 이 보고서는 정책, 법률 및 계획상 요구사항에서 영국의 하구역에 대한 주요정책으로 "Building a better environment: A guide for developers"를 언급하고 있다.(<http://www.environment-agency.gov.uk/business/sectors/32695.aspx>: A guide for developers (PDF file), 설계주안점으로는 주변토지이용, 육상지역의 배수, 홍수관리, 주운 안전도, 역사/문화유산, 야생생물과 녹지공간, 접근성, 교육/건축 및 예술, 재료의 내구성, 묻혀있을 수 있는 불발탄, 보상금 등 11항목을 기술하고 있다.



<그림 1> Bioengineered designs(case study sample)^(#2)

설계형식은 식물과 단단한 재료의 사용비중에 따라 Bioengineered designs, Biothnically engineered designs, Structurally engineered designs, Hard engineering의 4개 그룹으로 구분하고 각 형식의 주요내용을 도표로 비교하여 제시하고 있으며, 각 그룹의 설계안은 Case Study 형식으로 사례를 소개하고 있다.



Eastern wall, Greenwich Peninsula, London: Site 2 during construction

<그림 2> Structurally engineered designs(case study sample)^(#3)

하구관리 관련 연구는 영국에서 중요한 이슈 중 하나이다. 영국환경청은 런던과 템즈강 하구에 대한 홍수위기관리 전략(Thames Estuary 2100 plan: TE2100)을 2002년에 수립한 후, 6년여의 연구 및 자문/협의를 통해 TE2100 최종안을 웹상에서 제공하고 있다.(#4 이 계획은 단기(2010-2035), 중기(2035-2070) 및 장기(2070-2100)간에 홍수 관리를 위해 필요한 조치와 그 조치를 누가 수행할 것인가를 기술하고 있다. 또한 해수면 상승으로 인해 소멸될 수 있는 만조와 간조사이 서식처를 대체/조성할 수 있는 지역들을 제시하고 있다.

TE2100 Strategic aim

To develop a flood management plan for London and the Thames Estuary that is risk based, takes into account existing and future assets, is sustainable, includes the needs of stakeholders and addresses the issues in the context of a changing climate and varying socio-economic conditions that may develop over the next 100 years.

■ 관련(참고)사이트

(Last updated: 14 July 2010)

#1 <http://www.environment-agency.gov.uk/business/sectors/100745.aspx/>

(Last updated: 02 August 2010)

#4 <http://www.environment-agency.gov.uk/research/library/consultations/106100.aspx/>

■ 출처

#2 <http://publications.environment-agency.gov.uk/pdf/GETH1008BOYX-e-e.pdf/>

#3 <http://publications.environment-agency.gov.uk/pdf/GETH1008BOYZ-e-e.pdf/>