

제 5 장 연구성과의 활용 및 추가연구 필요성

제 1 절 연구성과 향후 활용방안

1. 산악지 도로 선형/배수 설계 및 재해예측지도개발

▪ 본 연구에서는 산지하천 수충부 및 토석류 현상을 계측하고 분석하는데 필요한 전자, 정보, 통신, 제어 등 각 분야의 첨단관측기법 등이 사용될 수 있으며 이들 분야에 대한 연계·협력 연구는 방재산업 기술 개발을 촉진할 수 있을 것으로 판단된다.

▪ 본 연구의 성과인 산사태 및 토석류 위험도 평가모델은 강우를 고려한 최초의 산사태 및 토석류 위험도 평가 모델이며 사용자가 쉽게 산사태 및 토석류 위험지역을 판단할 수 있고 그에 대한 적절한 대비책을 마련할 수 있게 해준다. 또한 대안노선 프로그램 같은 경우 산악지도로 설계시 또는 보수가 필요한 국도 및 고속도로 구간에 대해 산사태 및 토석류로 인한 위험성 및 적절한 우회도로 및 방호 대책을 설치 할 수 있게 하므로 산악지도로의 설계 및 대안노선 선정시 실시 설계에 반영이 가능한 하나의 지표로 활용 가능하다.

▪ 강원도의 재난관련 공무원들의 산사태 및 토석류 위험에 대한 예방, 대비, 대응에 활용이 가능하며, GIS 기반의 위험지도 제작을 통한 주민 홍보 및 교육 자료로 활용 가능하다. 시스템은 다른 지역에 확대 적용 가능하다.

▪ 산사태 및 토석류 Database는 연구단 홈페이지를 통해 제공할 예정이며 Database 제공시 적절성을 판단하여 사용자에게 제공될 예정이다.

▪ 지속적인 산사태 및 토석류 위험도 평가 모델의 개선은 산사태 예·경보시스템의 좀 더 정확성을 높여 줄 뿐만아니라 신뢰성있는 유발강우산정을 가능하게 할 것이다.

▪ 우기시의 집중호우로 인하여 강원도 산간지역을 중심으로 홍수 및 토석류 유출에 의한 도로의 유실, 파괴, 침하 발생 등으로 장기간 도로가 폐쇄되어 지역의 관광산업이 극도로 위축된 사례가 여러 차례 발생하였다. 따라서 본 연구를 통하여 도로인접 사면의 우기시 산사태 및 토석류 발생 가능성에 대한 정량적이고, 객관적인 평가방법 구축 및 D/B 구축으로 우기 시에도 도로를 안정적으로 사용할 수 있게 되어 지역의 관광산업 육성에 매우 큰 도움이 될 것으로 기대된다.

- 도로 비탈면 배수시설 바닥경사의 최소 기준은 4.5° 이상으로 설계하는 것이 바람직하다. 하류부 수로의 바닥경사가 4.5° 이상일 경우, 하류부 배수구에서의 토석류 퇴적 유무는 접근 수로 경사에 상관없이 배수구의 바닥경사와 토석류의 유사체적 농도의 함수로 결정되는 것으로 나타나기 때문에 배수 구조물의 토석류 피해 저감과 시공성 및 경제성 측면에 합리적인 것으로 보인다.

2. 산지하천 수충부 방재기술 개발

- 본 연구에서는 산지하천의 특성을 보다 정확히 규명하기 위해 국내에 축적된 수리수문자료 등을 연구기관에서 수문순환의 규명 및 수문성분 해석에 활용될 것으로 기대되고 산지하천에서의 지속적인 계측은 시험유역 내의 수문순환특성을 규명한 것으로 기대된다.

- 산지하천 시험유역을 지속적으로 운영하여 수리수문자료를 구축하고, 강원지역에 대한 연구를 바탕으로 우리나라하천의 특성 및 설계기법을 개발하여 효율적으로 확산시킬 수 있을 것이다. 특히 호우 시 많은 피해가 발생되고 있는 강원도의 하천 수충부의 방재설계 선진화 기술개발의 연구결과는 정부에서 추진하는 풍수해에 대한 예방적 차원의 재해대책에 직접적으로 기여할 수 있을 것이다. 또한 강원지역 산지하천 제방 및 수충부 설계, 유지관리, 정책수립에 활용되어 효과적으로 활용할 수 있을 것이다.

- 지리정보시스템을 이용한 홍수유출해석 기법에 대한 연구는 기존 운영 중인 수공구조물의 안정성 검토 및 관리, 새로이 설계, 시공하는 수공구조물의 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 판단된다. 최근 집중호우로 인한 산지하천의 유역의 홍수 및 토석류로 인하여 많은 인적, 물적 피해가 증대되고 있어 대처계획 수립의 필요성에 대한 관심이 많아지고 있다. 따라서 본 연구에서 개발된 홍수량 산정 프로그램이 수공구조물의 안정적 운영과 설계, 시공을 위한 기초자료로 사용될 것으로 판단된다.

- 본 연구를 통해 산지하천에서의 홍수 시 유사량 측정이 꾸준히 이루어져 기존 유사량 산정공식에 대한 적용성 분석 및 산지하천에 적합한 유사량 산정공식을 개발하여 하상변동 예측 모형개발을 통해 실제 유사량에 대한 데이터 베이스가 구축되어 국내 하천의 유사량 산정공식에 적합성을 파악 및 분석을 하여 기존 유사량 산정공식과 실측자료의 유사량 산정공식의 개발 결과에 대한 차이를 보정할 수 있을 것으로 판단된다. 산지하천에 적용이 어려운 기존의 소류사측정기 대신 개발한 소류사측정기를 하천에 적용시켜 적합성에 대한 판단 및 분석을 통해 현재 미흡한 소류사 특성에 대한 자료를 취득하게 될 것이다. 태풍과 집중 호우에 따른 만곡수충부에서 범람과 세굴에 의한 피해를 줄이고자 하상세굴 및 하상변동에 대한 설계기법 및 하상반응 등을 예측하는데 중요한 자

료가 될 것이다.

- 유속 및 유량에 따른 수충부의 위치별 유속 분포, 수심변화에 대한 자료 취득이 가능하여 홍수에 의한 만곡부에서의 흐름특성 정량화할 수 있으며, 단면 변화 및 조도 특성에 따른 흐름특성을 파악하여 최적의 단면 제안하여 흐름 특성에 따른 세굴발생 메커니즘 및 발생량 예측할 수 있다.

- 본 연구를 통하여 개발되는 홍수위 변동 추정기법은 산지하천도로 설계기술 개발과 제방설계 기법 등 다양한 설계업무를 담당하는 엔지니어의 실무에 즉각적으로 적용이 가능할 뿐만 아니라 동시에 국내에서 그 동안 연구가 부족했던 산지하천 만곡수충부의 홍수위상승 특성분야의 연구를 지속적으로 수행하면 기존 편수위 산정식의 문제점을 보완하고 국내 산지하천 실정에 적합한 산정식을 제시할 수 있을 것이다. 특히, 산지하천 수충부 현장조사 및 수리모형실험은 홍수위변동의 특성을 밝히는 향후 연구의 가능성을 확인하는 계기가 되었으며, 관련 후속연구도 활발히 수행되어 국내 학문의 수준을 한 단계 높일 수 있는 계기가 될 것으로 기대된다.

- 우리나라 산지하천의 설계 기법이 선진화되어 하천도로의 홍수피해를 저감 할 수 있으며, 수충부 구조특성에 의한 유속저감과 그에 따른 피해저감 평가를 할 수 있다. 또한 계측시스템을 통해 교량구조물의 거동을 수집 및 정리·분석하여 안전설계 및 최적관리 기법에 대한 제안이 가능하며, 정확한 거동을 파악함으로써 보수·보강시 활용이 가능할 것이다.

- 본 연구는 세부적으로 하도계획, 수충부 보강, 호안설계 및 평가 등의 분야가 상호 유기적인 관계를 가지고 있어 수충부 방재설계에 관련되어 있는 설계사, 호안 제작사 등이 연계되어 다양한 전공 분야에서의 활용이 기대된다. 정부는 2002년, 2003년 태풍 등을 계기로 2003년 8월 수해방지 대책의 일환으로 각종 산지하천 수충부 도로 설계기준 등을 대폭 강화하고 있으며, 하천의 설계빈도 증가시키고, 이에 맞도록 교량의 계획고를 높이는 등 설계기준을 대폭 강화하고 있어 본 연구의 호안설계기법이 하천설계기준 등의 지침에 반영되어 보다 강화된 기준에 부합될 수 있을 것이다.

3. 토석류 제어기법 개발

- 개발되어진 토석류 발생 저감공법들은 지방서와 같은 국가기준에 반영하여 토석류 재해를 예방하기 위한 사망시설공사 시에 산림청, 지방자치단체, 기업 등의 설계 및 시공 실무자들이 이를 활용할 수 있도록 한다면 현장상황에 알맞은 저감대책을 적용하는데 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

- 토석류 재해 저감을 위한 시설 기준 및 제도 개선을 위한 연구결과는 토석류 재해저감을 위한 “기술지도 서적 발간” 및 “설계기준·시방서·지침”에 반영되어 일선 실무자들(설계자, 시공자 및 유지관리 종사자)의 실무지침으로 활용될 뿐만 아니라 연구과정중 발간된 연구보고서는 재해관련 공무원들의 비탈면 재해예방을 위한 정책 자료로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

- 향후 토석류에 의한 사고와 피해를 획기적으로 저감시킬 것으로 기대되며, 적절한 시점에서의 토석류 방지사설물에 대한 유지보수를 통해 적은 예산으로 큰 사고를 미연에 방지하여 국가예산의 효율적인 사용과 함께 국가의 대국민 신뢰도를 높이는 효과를 거둘 수 있을 것으로 판단된다.

- 예방적 유지관리에 따라 주기적인 점검과 적절한 보수·보강방안을 제시함으로써 사후복구가 아닌 사전대비로의 정책변화와 예산절감효과를 기대할 수 있다.

제 2 절 추가연구의 필요성

1. 산악지 도로 선형/배수 설계 및 재해예측지도개발

- 본 연구를 통하여 구축된 산사태 및 토석류 Database는 실제 산사태와 토석류의 거동을 파악하고 연행기작을 규명하기엔 부족한 상태이나 세계최초의 실험대형 토석류 실험장치를 통하여 실제 토석류의 이동거리 및 규모에 대한 지속적이고 경험적인 실험을 바탕으로 Database 구축 및 분석을 실시하여 토석류의 영향 인자 및 관련 변수를 산정하여 토석류 관련 연구를 진행 할 계획이며 좀 더 실질적이고 합리적인 산사태 및 토석류 위험도 평가 모델의 개발이 필요하다.

- 제한된 연구기간과 인력을 토대로 산사태 및 토석류의 기초연구가 부족한 상태에서 국내 최초의 강우특성을 고려한 GIS기반의 산사태 및 토석류 위험도 평가 프로그램이 개발되었다. 그러나 프로그램 개발시 사용된 산사태 및 토석류 Database는 강원권에 상당부분 치중되어있고 연구기간이외에 발생 한 산사태 및 토석류에 대해서는 연구결과가 불확실한 상황이므로 추가적인 Database구축 및 모니터링이 필요할 것이다.

2. 산지하천 수충부 방재기술 개발

- 우리나라는 국토의 약 70% 정도가 산지로 이루어져 있으며, 하천의 대부분이 상·사류가 혼재된 중산간지 하천의 특성을 갖고 있으므로 본 연구결과에 대한 활용도가 높다고 할 수 있다. 상·사류가 혼재된 중산간지 하천의 하상변동을 모의할 수 있는 국내의

유일무이한 모형이나, 그간 수자원분야에서 사용해오던 외국의 모형에 비해서는 개발 및 보완 기간이 짧은 것도 사실이다. 현재 활용되고 있는 외국의 모형들을 예로 들면 관련 이론변경 및 사용자 편의성에 따라 짧게는 몇년에서 길게는 몇십년에 걸쳐 모형이 수정되고 보완되어 가며 발전하고 있는 실정이다. 따라서 본 연구의 성과를 더욱 극대화하기 위해서는 모형 보급을 통해 실무에서 모형을 사용하며 발생하는 문제점 및 보완사항 등을 파악하여 국내의 하천특성에 맞게 모형을 지속적으로 보완·발전시켜 나갈 필요가 있다.

- 강원권 산지하천의 피해방지 목적을 달성하기 위해서는 관련법규나 설계기준의 개선이 중요할 것이며, 설계자 개인의 판단이 아닌 정량적이고 합리적 기준에 의해서 계획, 설계, 평가하는 방법이 관리지침으로서 제시되어야 할 것이다. 본 연구과제를 수행함으로써 홍수시 수충부의 피해를 예방하거나 최소화 할 수 있는 호안공법의 설계기준이 정립될 수 있으나, 현재 적용되고 있는 시공재료의 한계성 등을 고려하여 방재시설분야에 대한 신소재적용에 관한 연구가 향후 지속되어야 할 것으로 사료되며, 이와 더불어 치수적인 목적에 치우쳐 자칫 인공적인 하천조성이 될 수 있을 것으로 판단되므로 치수와 환경을 고려하는 하천공법이나 호안을 개발하는 연구가 지속되어야 할 것으로 판단된다. 본 연구의 대상범위를 강원지역의 특성을 고려하여 산지하천, 급류하천에 중점을 두었기 때문에, 설계기법이나 평가프로그램 등에서 생태나 환경에 대한 고려가 부족하다. 따라서, 향후 추가 연구 시에는 이에 대한 보완과 충분한 검증도 이루어져야 할 것이다.

3. 토석류 제어기법 개발

- 최근 설치되고 있는 다양한 저감시설물에 대한 설치효과를 분석 할 수 있는 해석 프로그램을 개발할 필요성이 있다.

- 토석류 저감시설물의 효과를 검증할 수 있는 다양한 규모에서의 토석류 모형실험이 요구된다.

- 토석류 해석모형을 2차원으로 확장하여 활용성을 높일 필요가 있다.

- 기존 시공되어온 사방시설 유지관리가 미흡한 바, 이를 보완하며 추가적 기술 진보를 위하여 시공자료 및 사방시설에 대한 DB화 작업이 필요하다.

- 자료 축적을 통한 기존시설 및 신규시설에 대한 공학적 접근을 통해 보다 체계적 시공 및 유지관리 방법 정립이 필요하다.