

도로수해응급복구 지원을 위한 LBS 활용 시스템 개발 연구

최현상, 구지희, 장성현

한국건설기술연구원 GIS/LBS연구센터

{hyunsang@kict.re.kr, jhkoo@kict.re.kr, jsh@kict.re.kr}

A Study of LBS System Development for Supporting the Emergency Flood Recovery Works at the Highway

Choi Hyun Sang, Koo Jee Hee, Jang Sung Hyun

요약

우리나라는 매년 수천억에서 수조원에 이르는 수해피해가 발생하고 있다. 특히, 국가 교통의 중추인 도로 수해로 인한 사회·경제적 손실이 매우 큰 실정이다. 간선도로에서의 수해발생시 최단시간 내에 수해 위치와 피해 현황 등을 파악하고 이에 대한 응급복구 및 관리가 필요하고, 수해발생 특성상 전국적으로 산재하여 나타나는 피해 지역에 대한 현황을 효과적으로 파악할 수 있는 시스템이 필요하나 아직까지 이러한 시스템은 지원되지 못하고 있다.

이에 본 연구에서는 기존에 각 지역별로 이루어진 문서기반의 수해복구·관리에서 벗어나 웹 GIS 및 모바일 기술을 이용하여 전국 간선도로망의 수해피해 및 복구현황을 총괄 관리할 수 있는 시스템을 개발하고자 하였다. 이를 위해 첫째, 국내 간선도로 수해관련 현황조사 및 도로재해 관련 국외 현황 분석을 실시하고, 수해복구 업무분석을 통해 문제점을 파악하였다. 둘째, 수해복구업무를 담당하고 있는 국도유지관리사무소의 방문조사 및 업무분석을 통해 수해현장 지원을 위한 Mobile 지원시스템 구축 방안을 도출하고, 전국적인 도로수해관리를 위한 Web기반 관리시스템 구축 방안을 제시하였다. 셋째, 업무분석 결과에 대해 정형화·표준화하여 수해복구업무 표준안을 제시하고, Mobile 지워 시스템 및 Web 관제 시스템을 시범 구축하였다.

1. 서론

우리나라는 매년 수천억에서 수조원에 이르는 수해피해가 발생하고 있으며, 이 가운데 국가 교통의 중추인 간선도로 수해로 인하여 사회·경제적 손실이 매우 큰 실정이다. 수해로 인한 피해를 보면, 2002년의 경우 간선도로에서 총 655건의 수해가 발생하였으며, 태풍 루사에 의해서만 간선도로에 131건의 수해가 발생하였고, 강원도의 경우 국도와 지방도 378개소

(174km)와 농어촌도로 244개 노선이 유실된 바 있다. 이와 같은 대규모 수해 발생시 전국적인 기간도로 수해현황 파악, 장비지원, 우회도로 안내 등을 지원할 수 있는 체계가 부족하여 많은 애로사항이 발생한 바 있다. 특히, 간선도로에서의 수해 발생시 최단시간 내에 수해 위치와 피해 현황 등을 파악하고 이에 대한 응급복구 및 관리가 필요하나, 이에 대해 체계적으로 지원할 수 있는 지원도구가 제대로 마

련되어 있지 않은 것이 현실이다.

이러한 제반 문제점들을 보완하기 위해 정확한 수해위치 파악과 신속한 현장지원 방안이 마련되어야 하며, 이를 위해 GIS 기술과 Mobile 기술을 활용한 시스템을 구축하고, 이를 현장에 적용하는 것이 필요하다. 즉, 현장요원이 직접 현황을 파악하여 전화나 Fax 등을 이용하여 보고하는 기존 방식을, 이동통신과 GPS, 디지털 카메라 기술 등이 결합된 Mobile 시스템을 통해 좀 더 신속·정확한 현장관리 방식으로 전환하는 것이 필요하다. 이와 더불어 현장에서 발송되는 정보들을 자동으로 수집·관리하기 위한 Web 관제시스템을 도입함으로써, 지역적으로 산재되어 나타나는 재해 현황을 중앙에서 체계적으로 통합 관리할 수 있는 체계가 필요하다. 더 나아가 이를 바탕으로 재해지역 안내, 우회도로 안내 등 대국민 서비스를 제공하여 국민 생활에 편의를 제공하는 것도 역시 필요하다.

이에 본 연구에서는 간선도로 수해응급 복구에 적용 가능한 Mobile 및 Web 관제 시스템을 구축하고, 이를 통한 도로 수해 응급복구 지원 방안에 대해 연구하고자 한다.

2. 도로관리현황 및 수해발생 현황

2.1 도로관리현황

도로의 유지관리는 일부 민자사업으로 시행된 시설물을 제외하고는 대부분 정부 주도하에서 이루어지고 있다. 전국 도로 총 연장은 2003년 말을 기준으로 97,253km이고, 이 가운데 일반국도의 총 연장은 14,235km이다. 관리주체로는 고속도로는 한국도로공사, 일반국도는 건설교통부 산하의 국도유지건설사무소, 특별·광역시도, 지방도 이하는 지방자치단체에서 관리하고 있다. 이 가운데 본 연구의

주요 대상인 일반국도의 유지관리업무는 6개의 권역별로 구분된 지방국도관리청 산하 18개 국도유지건설사무소에서 전담으로 시행하고 있다. 6개 지역에 따른 산하 국도유지건설사무소와 관리대상 도로연장 및 구조물 수량은 표 1과 같다.

표 1. 지방국도관리청별 국도관리 현황

국도 관리청	산하국도유지 건설사무소	도로연장 (km)	노선수 (개)
서울	2	1,088	15
원주	3	1,987	17
대전	4	2,370	22
익산	4	3,528	19
부산	5	4,178	25
제주	-	313	5

제주지방국도관리청 및 18개 국도유지건설사무소에는 각각 구조물과, 보수과, 관리과의 조직을 두고 있으며, 구조물과에서는 교량, 터널, 지하차도, 보도, 육교 등 구조물 중심의 유지관리업무를 주로 수행하며, 보수과에서는 도로상의 구조물을 제외한 포장, 부속시설물, 안전시설물, 난석방지시설물, 소구조물 등 시설물에 대한 유지관리업무를 수행하고 있다.

2.2 도로수행현황

우리나라의 수해 발생은 대부분의 홍수 관련 재해들이 여름철 장마시기와 태풍의 발생 시기에 집중되어 있음을 알 수 있다. 이는 국내의 강우특성상 우기에 해당하는 6~9월에 장마와 태풍이 발생하여 년평균 강수량의 70~80%가 집중되기 때문이다.

2002년에는 8월, 10월 집중호우와 태풍 「루사」로 인해 그 피해가 극심하였고, 15호 태풍 「루사」만으로 기간도로에 131건의 수해가 발생하였으며, 강원도의

경우 국도, 지방도 378개소(174km)와 농어촌도로 244개 노선이 유실된 바 있다. 표 2는 연도별 국도와 지방도의 수해발생 건수를 나타낸 표이고, 표 3은 2002년 태풍 루사로 인한 수해 발생 현황을 나타낸 것이다.

표 2. 연도별 도로수해 복구현황(건)

등급	2002	2001	2000	1999	1998
국도	648	43	51	198	262
지방도 및 군도	2,244	513	677	1,109	1,487
계	2,892	556	1,307	1,307	1,749

표 3. 태풍 루사로 인한 간선도로 수해현황

	도로유실 (건)	법면유실 (건)	낙석 (건)	침수 (건)	기타 (건)	계 (건)
고속도로	6	4		1		11
국도	27	26	33	32	3	120
계	33	30	33	33	3	131

중앙재해대책본부의 발표에 따르면, 작년도 태풍 매미에 의하여 피해를 입은 지역은 거의 대부분이 작년 루사 때와 유사한 피해 규모와 양상이 나타났다. 태풍 매미로 인한 우리나라의 피해 현황은 2003년 9월 30일 06시를 기준으로 인명피해 130명, 재산피해 4조 7,810억원으로 태풍 루사로 인한 피해에 버금가는 피해가 발생하였으며, 재산피해액 4조 7,800억원 가운데 도로, 하천 등 공공시설에 대한 피해만 약 3조 2,640억원에 달하는 것으로 조사되었다.

3. 국도 수해복구 업무분석

도로에서 발생한 수해와 관련한 복구업무의 분석을 위해 본 연구에서는 다양한

관리기관에 대하여 조사하였다. 우선 건설교통부 국도유지건설사무소에 대한 업무 분석을 실시하였고, 한국도로공사, 지방자치단체(고양시), 중앙재해대책본부 등에서 진행되는 업무에 대해서도 조사하였다. 그 가운데 국도유지건설사무소의 조직에 있어서 많은 경우 구조물과나 보수과에서 수해관련 업무를 담당하고 있으며, 수해 발생시 현장출동에서부터 현장 확인, 상황 즉보, 응급복구, 항구복구 등에 대한 일련의 업무를 현장에서 진행하고 있다. 그림 1은 국도유지건설사무소에서 수행하고 있는 재해관련 업무 처리체계를 보여 준다.

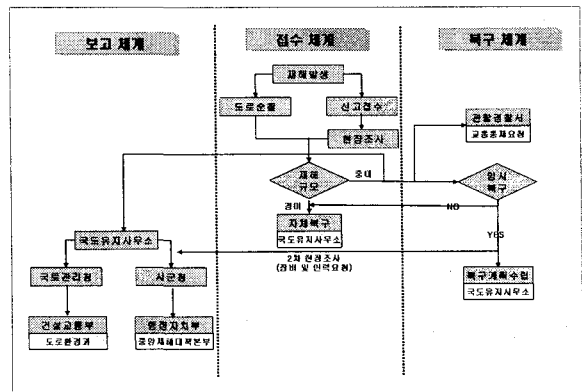


그림 1. 국도유지사무소 재해관련 처리체계

복구장비의 사용 및 관리에 있어서 경미한 재해의 경우, 주로 자체장비를 사용하고 중대한 재해발생시에 일부 민간장비를 임차하여 사용하기도 한다. 그 처리 순서는 (1)일반국도의 유지관리를 담당하는 지방국도관리청 산하 국도유지건설사무소는 수해로 인한 피해사고 발생에 대한 민원 혹은 순찰을 통해 사고를 접수하며, (2)접수된 사고정보를 기초로 응급복구를 위한 우선적인 인원과 장비배정을 요청하여 응급조치를 수행하게 되고, (3)응급조치 이후에는 복구계획을 수립하고, 자체 혹은 발주공사를 통해 수해로 인해 피해 입은 도로의 복구가 이루어지게 된다.

국도유지건설사무소에서 도로 재해와 관련하여 보고하는 내용으로는 노선명, 피해위치, 피해일시, 교통량, 피해현황 (내용, 물량, 금액), 복구현황 (조치내용, 장비·자재, 인원), 현상태 및 조치계획 등이 포함된다. 이러한 보고 내용 중 GPS와 디지털 사진기를 탑재한 PDA를 이용한 지원 시스템을 활용함으로써 보다 정확하고 신속한 보고가 가능해 질 수 있다. 이와 더불어 재해복구비 지원을 위해 사고 지점별로 재해대장을 작성하고 이를 토대로 복구비가 산정되어 진다. 재해대장의 주요 내용으로는 피해사진, 강우량, 발생일시, 발생원인, 발생지역, 총 피해액, 피해물량 등이며 일선 담당 공무원들이 수기로 작성하게 된다.

현행 도로수해 처리체계는 사고접수, 인원 및 장비요청 등에 있어 전통적인 통신수단(전화, Fax 등)을 이용하고 있어 정확한 위치파악이나 상황파악에 많은 시간이 소요되는 단점이 있어, 본 연구에서 GIS와 무선통신기술, GPS 기술을 도입한 Mobile 시스템을 개발함으로써 응급복구

처리를 효과적으로 지원하고자 한다. 또한, 여러 수해현장의 상황을 관제하고 모니터링 할 수 있는 Web 기반의 시스템을 구축함으로써 동시다발적으로 발생하는 수해현장 관리에 효과적으로 활용할 수 있고, 재해대장 작성 기능이나 통계정보 처리 기능들의 개발을 통해 일선 담당자의 업무처리에 도움을 주고자 한다.

4. 시범 시스템 구축

3장의 업무분석 결과를 토대로 Mobile 지원시스템과 Web기반 관제시스템의 프로토타입을 개발하였다. Mobile 시스템 개발을 위해 CDMA, GPS, 디지털카메라가 탑재된 PDA 장비를 사용하였고, Web 기반 관제시스템 개발을 위해 Web GIS 기술을 적용하였다. 다음은 본 연구에서 목표로 하는 시스템에 대한 전체적인 개념도이고, 개념도 상의 각 개체들은 인터넷과 무선통신망을 이용하여 네트워크에 참여하도록 구성하였다.

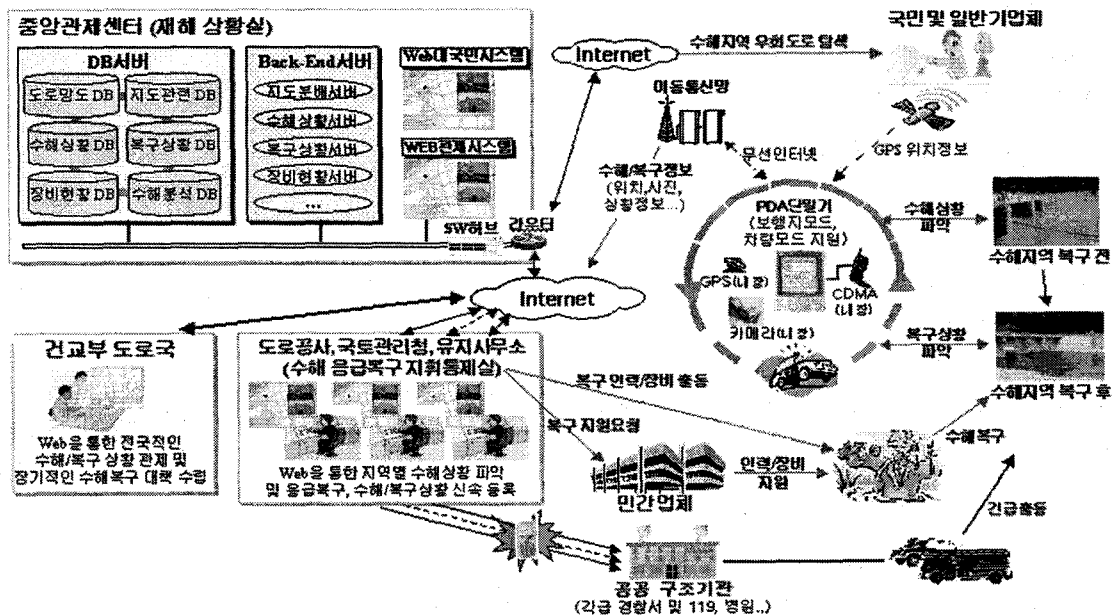


그림 2. 국도유지사무소 재해관련 처리체계

4.1 Mobile 시스템 개발

Mobile 시스템은 현장요원의 신속한 업무처리를 주목적으로 개발하였으며, 이를 위해 메뉴의 구성과 항목입력 등을 최대한 간소화 하였다. Mobile 시스템의 주요 메뉴는 긴급전송, 속보전송, 일상점검, 환경설정 등으로 구성되며, 이와 더불어 GPS를 이용한 자동 위치 입력, 디지털카메라를 이용한 현장사진 활용, CDMA 모듈을 활용한 자료 전송 등의 기능을 기본으로 개발되었다. 그림 3은 PDA상에서 구현된 Mobile 시스템의 메인 화면이고, 그림 4는 각각의 메뉴별 실행 화면 예를 보여주고 있다.

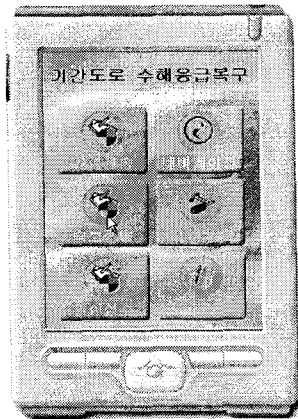


그림 3. Mobile 시스템 메인화면

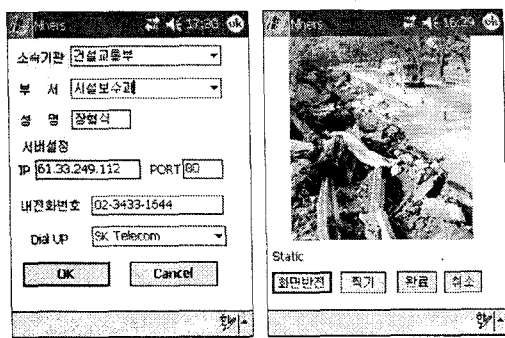


그림 4. Mobile 시스템 실행 화면 예

4.2 Web 관제시스템 개발

Web 관제시스템은 도로망 및 주요지점에 대한 기본도를 바탕으로 Mobile 시

스템을 통해 현장에서 접수되는 각종 도로수해 현황을 신속하게 관리하는 것을 주목적으로 개발되었다. 이를 위해 Web 관제시스템의 주요 메뉴는 신고접수, 재해대장관리, 우회도로안내, 수해현황관리, 통계관리, 장비 및 인력관리 등으로 구성되어 있다.

이들 기능 가운데 본 시범시스템에서는 신고접수, 재해대장관리, 통계관리를 우선적으로 개발하였다. 신고접수 기능은 기본적으로 Mobile 시스템으로부터 전송된 수해정보를 보여주는 기본적인 기능 외에 전화 등을 통해 접수된 신고내용을 관제요원이 Web 시스템 상에서 입력할 수 있도록 지원하는 기능으로 지도상에서 재해발생지점을 등록하고 정보를 입력할 수 있도록 구성하였다. 재해대장관리 기능은 각각의 재해별로 수기로 작성하던 내용을 DB에 저장된 정보를 이용하여 규정된 양식에 맞게 자동적으로 재해대장을 작성할 수 있도록 지원하는 기능이다. 통계관리 기능은 국도유지건설사무소별, 노선별, 재해종류별 통계 등 여러 가지 기준별로 통계자료를 볼 수 있도록 지원하는 기능이다. 다음의 그림 5는 Web 관제시스템의 메뉴 구성도이고, 그림 6은 각각의 메뉴 구현결과를 보여주고 있다.

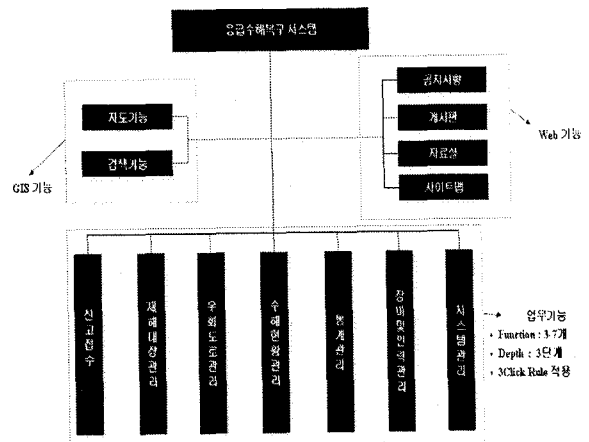


그림 5. Web 관제시스템 메뉴구성도

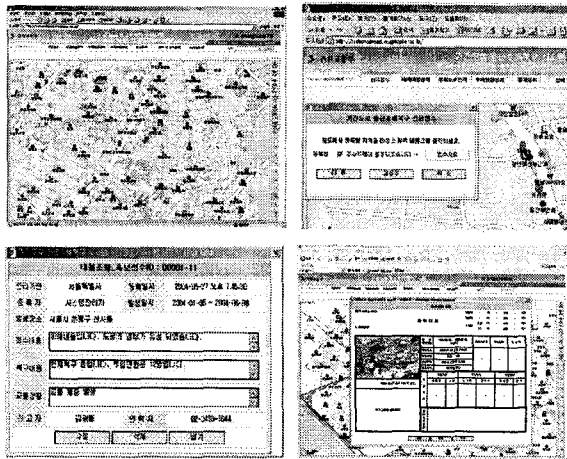


그림 6. Web 관제시스템 실행화면

5. 결론

본 연구에서는 기간도로수해응급복구업무의 효율성 및 정확성, 신속성을 높이기 위해서 Mobile GIS 기반의 현장업무지원 시스템을 시범 구축하였으며, 중앙관제시스템의 개발을 위해서는 Web기반의 중앙관제 시범 시스템을 개발하였고, 이들 시스템 개발에 있어서 Mobile GIS, GPS, LBS, 무선통신 기술을 활용하였다. 이를 위해 각 지방청 및 국도유지건설사무소에서 개별적으로 수립되어진 도로 수해복구 업무를 분석하여 표준화된 기간도로 수해복구 방안을 제안하여 업무의 표준화 및 통일성을 기하였다.

기존의 도로 수해복구업무는 음성 및 텍스트기반의 업무처리로 사고발생지역에 대한 정확한 상황판단 및 신속한 현장과약에 어려움이 있었으나 본 시스템의 개발을 통하여 GPS 및 GIS를 이용한 좌표 및 위치기반의 기간도로 수해복구 업무를 가능하게 하였고, 재해대장과 같은 문서기반의 업무를 전산화하여 업무의 신속성 및 효율성을 높일 수 있었다.

본 시스템의 활용도를 높이기 위한 주

기적인 시스템 사용 교육이 필요하며, 시스템의 안정도 및 안전도를 높이기 위한 수정·보완작업이 꾸준히 이루어져야 할 것으로 판단되며, 기간도로 뿐만이 아니라 피해발생률이 높은 지방도에 대한 수해복구업무까지 본 시스템을 적용하여 시스템의 효용성을 높일 필요가 있으며 전국의 도로 수해복구 관리를 위한 계획적이고 체계적인 시스템의 확장 방안을 수립할 필요가 있다.

감사의 글

본 연구는 건설교통부가 출연하고 한국 건설교통기술평가원에서 위탁시행한 2003년 건설기술기반구축사업(과제번호 03기반기술-A05)을 통해 진행되었으며, 지원에 감사드립니다.

참고 자료

- [1] 행정자치부 중앙재해대책본부(2001) 수해백서
- [2] 국립방재연구소(2000) 지형공간정보체계를 이용한 재해관리방안 연구
- [3] 국립방재연구소(2003) 우리나라 자연재해 발생추이분석 및 대응방안 연구
- [4] 한국전산원(2001) PDA를 이용한 이동행정서비스 지원시스템 구축
- [5] 국무총리 수해방지대책 기획단(2003) 수해방지대책 백서
- [6] Richard Webb(2002) Integrated Mobile Work Management and Mobile GIS, GITA Conference.