

지자체별 지역 및 시설물별 안전도 평가 방안

A Methodology for Evaluating Regional and Structural Safety to Each District

박무종*, 전환돈**, 정상만***

Moo Jong Park, Hwan Don Jun, Sang Man Jung

요지

자연재난은 발생원인에 따라 바람, 강우, 적설, 과고등으로 구분할 수 있다. 이러한 재난원인은 자연현상의 일부로 발생하였으나, 경제가 발전함에 따라 과거에 비해 재해에 안전한 사회를 요구하게 되어 재해저감을 위한 투자와 방재정책 개발의 필요성이 증대되고 있다.

기존에는 자연재난을 저감시키기 위하여 연최대치 강우를 통계 분석하고 강우-유출관계를 이용하여 장래에 발생할 홍수량을 예측하여 자연재난을 저감할 수 있도록 설계하는 것이 일반적인 재난저감계획 수립으로 간주되었다. 그러나, 재해예방을 위해서는 과거에 발생한 재난의 지역적 특성을 분석하여 재난발생 위험과 피해규모를 파악함으로써 재난계획 수립의 기초자료로 활용할 필요성이 있다. 이러한 자연재난에 대한 대책 수립은 국가차원에서 필요하며 이를 위해서는 지역별 안전도 평가의 필요성이 증가하게 된다. 그러나 이러한 연구를 수행하기 위해서는 방대한 자료를 바탕으로 풍수해 발생특성을 분석하는 연구와 지자체 또는 지역별 재난피해저감 능력을 수치적으로 나타낼 필요성이 있다. 따라서, 공학적인 면뿐만 아니라 행정적인 면을 동시에 고려하는 학제간 연구가 필요하다.

본 연구에서는 우리나라에서 주로 발생하는 풍수해에 의한 자연재난 특성을 파악하고 재난발생 확률을 고려한 재난피해규모와 재난피해 저감능력을 비교하여 전국 234개 지자체별 지역 및 시설물별 안전도를 평가하고자 한다. 과거 10년간 재해연보에 수록된 지자체별 피해현황을 지자체별 특성을 고려하여 분석, 지자체별 연평균 피해규모를 소방방재청의 지역별 안전도 지침서에 의거, 10등급으로 분석하였다. 또한, 지자체별로 투자우선순위 및 방재예산편성의 효율성 극대화를 위해 지자체별 시설물별 피해현황을 분석하는 기법을 개발하여 지자체별 시설물별 안전도 진단지표를 설정하였다. 분석된 결과는 지자체별 시설물별 재해저감을 위한 풍수해저감 종합계획, 재난보험제도 도입등의 기초자료로 적용될 수 있다.

핵심용어 : 자연재난, 지자체, 진단지표, 안전도 평가

1. 서 론

우리나라는 매미, 루사등 대형수해로 국가예산의 10% 이상을 복구와 피해보상을 위해 지출하고 있는 심각한 상황이 발생하고 있다(심재현, 2005). 또한, 국회사무처(2003)에서는 사후복구비의 10%만 사전예방에 적절히 투자한다면 피해규모를 반으로 줄일수 있다고 지적하고 있다. 따라서 지역적 혹은 지자체의 재난위험도, 피해발생규모, 재난피해저감능력을 연계한 종합적인 안전관리 역량 평가시스템을 구축하여 지역특성을 고려한 재난예방사업 추진 및 대응계획수립 등을 수립할 필요성이 있다.

안전관리 역량시스템의 구축을 위해서는 지자체별 안전도에 대한 평가가 선행되어야 한다. 안전도(safety)란 위험이 생기거나, 사고가 날 염려가 없는 정도를 나타낸다. 안전도와 위험도는 밀접하게 연관되어 있으며,

* 정회원 · 한서대학교 토목공학과 교수 · E-mail : mjpark@hanseo.ac.kr

** 정회원 · 고려대학교 BK21 글로벌리더 건설사업단 연구전임강사 · E-mail : hwandonjun@korea.ac.kr

*** 정회원 · 공주대학교 건설환경공학부 교수 · E-mail : smjeong@kongju.ac.kr

위험도가 높으면 안전도가 낮아지고, 위험도가 낮으면 안전도가 높아진다(이창희 등, 2007). 해외에서는 위험도 평가, 혹은 위험도 분석에 대한 연구(FEMA, 2001, 2003)가 주로 이루어지고 있으며, 국내에서는 소방방재청(2006)에 의해 지역별 안전도에 대한 적용사례가 있다.

소방방재청(2006) 제안한 지역별 안전도 평가방법은 지역별 안전도를 재난발생확률을 고려한 재난위험과 과거 재난피해규모를 곱하여 위험을 발생시킬 수 있는 평균피해금액으로 산정하였다. 또한, 행정 절차에 따른 평가지표를 이용하여 산정한 피해저감능력을 산정하고 평균피해금액과 피해저감능력을 메트릭스 형태로 구성하여 지역별 안전도를 평가하였다. 지역별 안전도는 지자체별 재난발생 위험과 피해규모, 피해저감 능력 파악이 가능하다. 그러나, 지자체 특성을 반영한 재난저감 계획을 수립하기 위한 피해시설물별 피해규모와 저감능력에 대해 구체적으로 평가하는 것은 불가능하다. 따라서, 본 연구에서는 소방방재청(2006)이 제안한 지역별 안전도 평가방법을 검토하고 시설물별 안전도 평가방안을 제안하고자 한다.

2. 본 론

2.1 소방방재청(2006)의 지역별 안전진단 방법

지역별 안전도 진단은 크게 자연재난 위험 및 예상재난피해규모의 산정과 재난피해 저감능력 산정, 산정된 예상피해액 및 저감능력 점수를 표준화점수·변환점수로 환산하고 피해액 및 저감능력 변환점수의 진단 등급 부여(1단계~10단계)하여 Matrix에 근거한 지역안전도 진단 등급을 부여한다.

2.1.1 자연재난 위험 및 재난피해규모의 산정

가) 재해연보자료의 자연재난 피해 자료에서 자연재난 유형별로 재난의 강도(magnitude)에 따라 바람·강우·적설은 4단계, 파고(파랑)는 3단계의 분류기준을 설정한 후 분류기준별로 각 지역별 재난발생수를 계산하여 재난유형 및 분류기준별로 연간 재난발생확률을 산정한다.

나) 재해연보자료의 자연재난 피해 자료를 기초로 각 지역별로 재난유형 및 분류에 따른 연평균 피해규모를 산정한다.

다) 재난피해규모의 산정은 재난으로 인한 지역의 경제적 손실을 산정하는 것으로 각 년도의 재난원인별 재난피해액을 불변가치로 환산한 후 시·군·구별, 재난유형별 분류기준으로 재난피해건수 및 피해액 자료를 재구축한다.

라) 각 재해유형별 연평균 발생확률에 불변가격으로 전환된 연평균 피해규모의 평균값을 곱하여 재난유형별 평균 피해액을 산정한다.

마) 재난유형별 평균피해액을 합산하여 각 지역별로 재난에 의한 연평균 피해규모를 산정한다.

바) 각 지역별로 도출된 연평균 피해규모를 기초로, 각 지역의 재난발생위험을 표준화 하여 등급화한다. (1등급~10등급)

표 1. 자연재난의 원인별 적용기준

| 발생 유형 | 적용 | 발생 유형 | 적용 |
|------------|----|----------------|----|
| 강우, 바람 | 강우 | 바람, 파고 | 바람 |
| 강우, 바람, 눈 | 적설 | 바람, 눈, 한파 | 적설 |
| 눈, 바람 | 적설 | 기타 강우 들어간 복합유형 | 강우 |
| 파고, 바람, 강우 | 바람 | | |

2.1.2 자연피해 저감능력

- 가) 지역에서 발생하는 재난의 피해를 저감하기 위해 지자체가 보유하고 있는 대처능력으로 지자체의 재난 대처 활동에 대해 진단한다.
- 나) 재난피해저감활동 부문의 진단은 각 지자체가 재난피해저감을 위하여 어떤 활동들을 수행하고 있는지를 진단하는 것으로, 『풍수해(태풍, 호우, 홍수, 강풍, 해일)』 진단지표와 『설해·한파피해』 진단지표를 사용하여 진단한다.
- 다) 재해연보에서 도출된 10개 유형의 자연재해를 풍수해, 설해·한파분야로 분류한다.
- 라) 풍수해 분야는 태풍, 호우, 홍수, 강풍, 해일 등에 의한 침수 및 바람피해로 구분한다.
- 마) 설해·한파 분야는 설해, 한파 등에 의한 눈피해 및 기온하강 피해로 구분한다.
- 바) 풍수해분야 진단항목은 6개 부문 총 800점(가점 30점, 감점 20점), 설해·한파분야 진단항목은 4개 부분 총 200점으로 구성

표 2. 자연재난의 저감능력 총괄 진단항목

| 분야 | 단계 | 진단부문 | 배점 |
|-------|----|--------------------------------|-------|
| 합계 | | 10개 부문 | 1,000 |
| 풍수해 | 소계 | 6개 부문 | 800 |
| | 예방 | 풍수해관리 및 경감 유관기관·단체 및 민간협력 | 330 |
| | 대비 | 대비 계획 및 사전점검 방재 전문성 강화 및 홍보 | 170 |
| | 대응 | 예·경보 및 대응 | 60 |
| | 복구 | 재해복구 | 60 |
| 설해·한파 | 소계 | 4개 부문 | 200 |
| | 예방 | 설해·한파관리 | 30 |
| | 대비 | 대비 계획 및 사전점검 전문성 강화 및 홍보 | 80 |
| | 대응 | 설해·한파대응 | 30 |
| | | | 60 |

2.1.3 자연피해 저감능력 진단

- 가) 지역별 안전도 진단 수식의 기본개념에 의해 수치가 낮을수록 지역이 재난으로부터 안전한 등급으로 설정한다(가장 안전 1 <-----> 10 가장 위험) .
- 나) Matrix형태로 등급을 부여하여 불합리한 등급결정 가능성을 감소시킨다.
- 다) 등급부여 기준 : 재난피해규모 대비 재난피해저감능력 등급에 따라 1차로 등급을 부여한다.
- 라) 모든 재난피해규모 등급에서 재난피해저감능력이 최대 등급을 받을 경우 지역 안전도 진단에서 1등급을 받을 수 있도록 등급을 조정한다.

2.2 시설물별-지역별 안전진단 방법

소방방재청(2006)의 안전진단 방법은 자연피해저감능력을 예방, 대비, 대응, 복구에 따른 업무 절차에 따라 분류를 수행하였으나, 실제 진단결과를 이용하여 저감대책을 수리하는데는 한계가 있다. 이러한, 문제점은 저감능력을 진단하는 진단지표를 시설물별로 구분하여 안전도를 평가함으로써 개선될 수 있다. 따라서 지자체별 시설물별 피해 진단을 위한 별도의 진단지표를 개발하여 이를 정량화하여 복구예산 편성 및 투자우선순위 결정에 사용하였다.

2.2.1 시설물별-자연재난 위험 및 재난피해규모의 산정

지역별 안전도를 위한 자연재난 연평균 피해규모 산정과 산정 방식은 기본적으로 동일하다. 재해연보자료의 지역별 시설물별 피해를 위해서 분류된 24개 시설물중 경제적 손실이 큰 상위 6개 시설물별 피해액을 불변가치로 환산한 후 연평균 피해액을 산정하였다. 지역별 시설물별 연평균 발생 확률에 불변가격으로 환산된 연평균 피해액을 곱하여 지역별 시설물별 연평균 피해규모를 산정하였다.

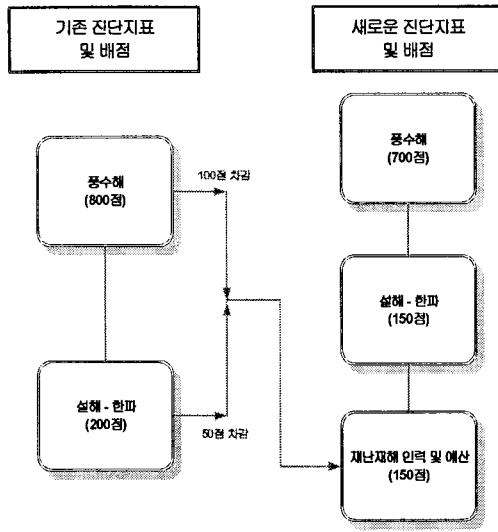


표 3. 총 피해액 상위 10개 부문

| 구분 | 총 피해액(억 원) |
|-------------|------------|
| 공공시설(하천) | 26,765 |
| 공공시설(도로) | 18,843 |
| 공공시설(소규모) | 15,141 |
| 공공시설(소하천) | 14,708 |
| 공공시설(수리) | 12,901 |
| 사유시설(비닐하우스) | 8,770 |
| 농경지 | 8,560 |
| 공공시설(사방) | 5,479 |
| 공공시설(군시설) | 5,442 |
| 사유시설(수산종양식) | 4,013 |

그림 1. 시설물별 재해저감능력 평가방안

2.2.2 시설물별 자연피해 저감능력 진단방안

지역별 시설물별 재난피해 저감능력은 새로이 제안된 진단지표를 기초로 한다. 그러나 지역별 재난피해 저감능력과 달리 시설물별 재난피해 저감능력은 진단지표의 진단내용에 따라 달라지므로 진단지표의 진단내용 중 시설물의 재난피해 저감능력에 직접적인 영향을 미치는 진단내용을 시설물별로 선정하여 산정하는 것이 정확한 시설물의 재난피해 저감능력 산정이 이루어질 것으로 판단된다. 이를 위해서 시설물별로 피해양상과 원인을 분석하고 피해를 유발시키는 인자를 저감시킬 수 있는 진단지표를 제안하였다. 표 4는 하천의 저감능력을 평가하는 진단지표이다. 이러한 시설물별 진단지표는 시설물별로 위험성을 평가할 수 있으므로 지자체별 재난에 대한 취약성을 객관적으로 정량화할 수 있으며, 정량화된 점수를 지자체별로 비교함으로써 취약요소를 쉽게 파악할 수 있다. 이는 정책결정자가 취약 요인에 대한 개선대책을 위한 의사결정 지원 시스템으로 활용가능하다.

표 4. 하천의 저감능력을 평가하기 위한 진단지표(예)

| 진단지표 | 개선대책(의사결정 지원) |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ◦ 하천정비기본계획 수립 현황 <ul style="list-style-type: none"> - 국가하천, 지방하천1급, 지방하천2급 ◦ 하천정비기본계획 개선 재수립 현황 <ul style="list-style-type: none"> - 국가하천, 지방하천1급, 지방하천2급 ◦ 하천정비 실적 <ul style="list-style-type: none"> - 국가하천, 지방하천1급, 지방하천2급 ◦ 하천 기성제 점검조사결과 정비계획 수립 여부 ◦ 기성제 정비계획에 따른 정비실적 ◦ 하천기성제 유지보수 정비사업비 적정예산 확보 ◦ 하천 하상안정을 위한 훼손저감대책 수립 추진여부 ◦ 하천 유수소통 장애물 제거 및 개선대책 추진진여부 ◦ 낙차공, 배수문 설치 및 점검보수 추진여부 | <ul style="list-style-type: none"> ◦ 하천정비기본계획 수립을 제고 <ul style="list-style-type: none"> - 하천관리 기관별 예산확보 및 사업추진 ◦ 하천정비기본계획 개선 재수립을 제고 <ul style="list-style-type: none"> - 하천별 우선순위에 따라 예산확보 사업추진 ◦ 하천정비사업 추진 확대 유도 ◦ 기성제 유지관리 점검조사 강화 ◦ 기성제 유지보수사업 추진 활성화 ◦ 하천 기성제 유지보수비 확충 ◦ 낙차공, 배수문 등 하천부대시설 설치 및 유지보수 유지 |

진단지표는 자연재해 피해 저감능력을 진단하기 위한 것으로 시설물별 피해원인과 피해양상을 분석하고 이를 지표로서 결정하였다. 그러나, 적용면에서는 지역적 특징(도시지역, 자연지역, 해안지역등), 지형적 특징(산지지형, 평탄지형등), 하천의 유무(국가하천, 지방 1급하천, 지방 2급하천, 소하천), 피해의 양상(외수침수,

내수침수, 급경사지 붕괴, 고립 등) 등 다양성을 가지고 있어 이를 몇 개의 진단지표로 객관성을 확보할 수 있는 정량화는 불가능하다. 그럼에도 불구하고 수년간의 자료 축적과 적용을 통하여 계속적으로 수정보완을 통해서 좀더 정확성과 객관성을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

3. 결 론

전국 지자체의 시설물별 안전도를 평가하기 위해서 자연재난 위험 및 재난피해규모와 자연피해 저감능력을 표준화하여 각각 10등급으로 구분하고 이를 Matrix 형태로 각 지자체별 시설물에 대한 안전도를 제안하였다. 이는 지자체별 시설물별 취약요소를 파악할 수 있으므로, 정책결정자의 의사결정 시스템으로 이용가능하다. 즉, 시설물별 지역안전도 평가는 지자체별 재난에 대한 취약성 및 대비능력을 객관적인 지표로 정량화 할 수 있으며 이를 바탕으로 지자체의 특성에 맞는 재난대비 능력 향상을 위한 방안을 수립할 수 있을 것이다. 232개 지자체는 위치, 지형적인 특성, 자주 발생하는 재해원인이 다르므로 지자체별 재난대비 능력 향상을 위한 방안은 지자체별로 다르게 수립되어야 실질적인 재난대비 능력의 향상을 가져올 수 있다.

시설물별 지역안전도 평가를 통해서 지자체가 가지는 취약점을 파악할 수 있으며 이러한 취약점은 실질적인 예산투자를 통한 사업뿐 아니라 추가적인 예산투자 없이 재난에 대비하는 구조적인 개선을 통해서도 달성될 수 있을 것이다. 예를 들어 하천의 경우 하천정비기본계획의 수립 및 시행은 이미 수립되어 있는 하천정비기본계획의 이행여부를 판별함으로써 예산이 투입되는 사업이 필요한지 적절한 점검과 관리만으로 충분한지를 판별할 수 있을 것이다. 재난에 대비하는 구조적인 개선의 예로 방재담당 공무원의 전문화를 들 수 있다. 자신이 속한 지자체의 재난에 대비하는 취약한 부분을 미리 파악할 수 있으므로 방재공무원 개개가 취약점을 보완할 수 있는 방안을 재해가 오기전에 미리 숙지할 수 있을 것이므로 재해가 왔을 경우 좀 더 효율적인 대처가 가능할 것이다. 또한 지역별 안전도에 의한 결과는 지자체 담당 공무원 혹은 기관장이 해당지역의 재해피해 특성을 주변지역과 비교할 수 있어 주변지역과 연계한 재난피해 저감계획을 수립할 수 있을 것으로 사료되며 이를 통해서 개개 지자체가 마련한 사업의 시너지효과를 기대할 수 있다. 따라서 개개의 재난피해저감 사업의 효과를 극대화 할 수 있을 것이다.

감 사 의 글

이 연구는 소방방재청 자연재해저감기술개발사업(지역별 자연재난 대응을 위한 안전도 활용성 제고 기술개발) 연구비 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다

참 고 문 헌

1. 국회사무처(2003) 2003년도 제2회 추가경정예산안 분석보고서
2. 소방방재청(2006) “지역별 안전도 평가기법 지침서”
3. 심재현(2005) “선진 방재정책 및 기술개발의 필요성과 단계적 실천방안”, 춘천 물 포럼 논문집
4. 이창희, 이석민, 신상영, 여창건, 김윤중(2007) “도시지역 홍수재해에 대한 지역안전도 평가모형”, 한국방재학회 학술발표대회 논문집
5. FEMA(2002) “Understanding Your Risks: Identifying Hazards and Estimation Losses(FEMA 386-2 Draft)
6. FEMA(2003) "Flood Information Tool User Manual-HAZUS-MH"