붕괴위험지구 투자우선순위 결정 개선방안

Improvement In the Determination of the Investment Priority for Collapse Hazard Areas

허보영* · 최우정**

Heo, bo young · Choi, Woo jung

Abstract

In this study, we suggested an improvement methodology in determining the investment priority for collapse hazard areas using the quantitative analysis on the investment effect for the damage area criteria. Eleven areas were selected for the analysis in order to consider historical disaster records, and analyzed the its effect using the benefit cost analysis based on the damage area design criteria. Damage areas using steep slop standard and numerical simulation standard (rockfall 4.0) are established, calculated in terms of benefit cost analysis on damaged areas using the guideline for the recovery of natural disasters, disaster insurance, statutory standard price of fair market value, traffic congestion costs, and studied the benefit cost analysis in collapse hazard areas. Results of this study can be used to improve the determination of the investment priority for collapse hazard areas.

Key words : Collapse hazard areas, Damage area design, Investment effect analysis, Benefit-Cost analysis

요 지

본 연구에서는 자연재해위험지구 정비사업 중 붕괴위험지구의 피해위험지역 설정에 따른 투자대비 예방효과에 대한 정량적인 분석을 통해 붕괴위험지구에 대한 투자우선순위 결정 개선방안을 제시하였다. 과거재해이력 등을 고려하여 11개 붕괴위험지구를 선정하였으며, 피해위험지역 설정방법에 따른 비용편익분석을 실시하여 사업효과를 분석하였다. 붕괴위험지구에 대한 비용편익 분석을 실시하기 위하여 급경사지 범위기준과 수치모의 범위기준으로 피해위험지역을 설정하였으며, 자연재해 복구지침, 풍수해 보험, 시가표준액, 교통혼잡비용으로 피해위험지역 내의 편익항목들을 산정하고 이를 정량화하여 비용편익분석을 실시하였다. 본 연구의 결과를 활용함으로써 붕괴위험지구에 대한 투자우선순위 결정 방안을 개선할 수 있을 것으로 기대된다.

핵심용어 : 붕괴위험지구, 피해위험지역 설정, 투자효과분석, 편익-비용 분석

1. 서 론

재해사전예방사업의 하나로 소방방재청에서는 1998년부터 자연재해위험지구 정비사업을 실시하고 있다. 이 사업은 재해 위험지역에 거주하는 주민의 생명과 재산을 보호하고 안전한 생활을 유지할 수 있도록 하는 것을 목적으로 하고 있다. 2011년 현재 소방방재청에서 추진 중인 자연재해위험지구는 총 211개소이며, 유형별로 살펴보면 침수위험지구 145개소, 유실위험지구 24개소, 고립위험지구 8개소, 붕괴위험지구 27개소, 취약방재시설지구 5개소, 해일위험지구 2개소이다. 재해사전예방사업은 무엇보다 우선 추진되어야 하지만 자연재해위험지구 정비사업과 관련된 예산이 한정되어 있기 때문에, 정비사업의 효율성을 높이기 위해서는 한정된 예산의 배분에 필요한 투자우선순위를 합리적으로 결정하여 사업을 시행해

야 한다.

현재까지 주로 활용되고 있는 투자우선순위를 결정하는 요소인 비용편익분석 모형은 “치수사업 경제성 분석 개선방안 연구”(국토연구원, 2001) 결과에서 제시된 것이며, 편익(Benefit)을 인명피해(사망, 부상), 이재민 피해액, 농작물 피해액, 기타 피해액(건물, 농경지, 공공시설 등)으로 정의하면서, 인명피해와 이재민 피해액, 기타 피해액은 침수면적과 홍수빈도에 따라 농작물 피해액은 침수시간에 따라 산정하도록 구성되어 있다. 이상에서 언급한 바와 같이 투자우선순위 결정 방안 가운데 기존에 사용되던 비용편익분석 모형은 침수면적이나 홍수빈도와 직접적인 관련이 없는 붕괴위험지구 등 다른 유형의 자연재해위험지구 정비사업의 투자우선순위를 결정하기 위한 모형으로는 적합하지 않다.

따라서 본 연구에서는 피해위험지역 설정 방법에 따라 붕

*정회원 · 국립방재연구원 책임연구원(E-mail : bboo0915@korea.kr)

**정회원 · 국립방재연구원 시설연구관

괴위험지구에 대해 비용편익분석을 실시함으로써 붕괴위험지구를 위한 투자우선순위 결정 개선방안을 마련하고자 한다.

2. 분석과정과 방법

붕괴위험지구에 대한 비용편익분석을 실시하기 위해서 전국적으로 분포되어 있는 사업지구 중에서 ① 재해경감대책협의회에서 조사된 2010년 급경사지 붕괴위험지역, ② 최근 5년간 가장 큰 산사태 피해가 발생한 지역, ③ 2011년 현재 붕괴위험지구로 선정되어 추진 중인 지구를 기준으로 하여 총 11개의 분석 대상 사업지구를 선정하였다. 선정된 붕괴위험지구의 비용편익분석을 실시하기 위한 절차 및 방법은 다음과 같다.

그림 1. 본 연구의 분석과정과 방법

2.1 피해위험지역 설정

본 연구에서는 붕괴위험지구에서도 침수위험지구와 마찬가지로 붕괴로 인해 피해를 입을 것으로 예상되는 면적 즉, 피해위험지역 면적을 산정하여 이를 기준으로 편익을 산정하였다. 이를 위해 본 연구에서는 ① 일본의 국토교통성의 급경사지 피해위험구역(국립방재연구소, 급경사지 붕괴위험지역 범위 기준에서 인용), ② Rockfall을 활용한 낙석이동거리 예측 방법(이하 수치모의에 의한 범위기준)을 사용하여 붕괴위험지구의 피해위험지역을 설정하였다.

① 급경사지 붕괴위험지역 범위기준

급경사지 붕괴위험지역 범위기준은 일본의 국토교통성에서 제시하고 있는 토사재해와 관련된 비용편익분석 매뉴얼 가운데 붕괴에 의한 피해위험지역을 설정하는 방법 가운데 하나이며, 경사도 30° 및 높이 5m 이상의 급경사지에서 인가와 공공시설에 피해를 줄 우려가 있는 범위를 의미한다.

일반적인 급경사지의 붕괴위험지역 범위기준은 급경사지의 하단으로부터 해당 비탈면 높이의 2배(대략 50m 정도) 정도이며, 만약 50m 초과시에는 50m로 제한하고 있다(국립방재연구소, 강우자료를 활용한 예경보시스템 국내적용성 연구, 2008).

그림 2. 급경사지 붕괴위험지역 범위기준 단면도

② 수치모의에 의한 범위기준

대상지구에 대해 낙석시뮬레이션을 실시하여 사면에서 토사낙석 등이 이동하는 예상 거리를 추정함으로써 피해위험지역을 설정하는 방법이다. 낙석시뮬레이션은 낙석이 발생할 가능성이 있는 경우, 이 낙석이 어떻게 사면을 낙하하는지 추정하여, 낙석 방호시설의 설치 위치나 규모를 검토할 때 사용된다.

2.2 편익항목 설정

붕괴위험지구는 각 지역별로 다른 특성을 가지고 있기 때문에 각 지구별로 선정되는 편익항목은 다르다. 본 연구에서는 우선 최근 10년 동안 발생했던 급경사지 붕괴위험지역의 피해로 인해 발생한 손실 항목들을 근거로 붕괴위험지구

그림 3. 수치모의를 통한 이동거리 예시

대해 대분류(인적손실, 물적손실), 중분류(사유시설, 공공시설), 소분류(건축물, 농림시설, 축산시설, 기타시설, 도로 및 교량, 국립공원시설, 농업시설, 학교시설, 산림시설, 철도시설, 군시설, 문화재시설, 기타시설), 세부항목(주택, 펜션, 컨테이너, 집단숙박시설, 공장매물, 경작지 유실, 비닐하우스, 축사파손, 가축입식, 차량파손, 티널붕괴, 도로유실, 담장 및 펜스, 임야파괴, 문화재파손, 전기가스수도)로 구분하여 편익항목들을 제시하였다.

2.3 편익항목 정량화

이상에서 설정된 편익항목들을 사업실시 후 피해경감효과로 보기 위해서는 편익들을 정량화 시켜야 한다. 본 연구에서는 각 편익항목들을 정량화시키기 위해서 다음의 네 가지 방법을 활용하였다.

① 자연재해복구비 산정지침(2010) : 자연재해복구비 산정지침의 복구비용 산정기준(단가)을 활용하여 선정된 편익항목을 정량화시키는 방법이다. 이 지침은 자연재난 발생시 국가 및 자치단체가 부담하는 지원금을 책정해 놓은 것이다. 이 지침을 바탕으로 재난지역에 대한 지원금을 지급하며, 이것은 재해연보의 피해액 산정을 위한 근거가 된다.

② 풍수해보험 : 풍수해보험 상품의 보상금액을 활용하는 방법이다. 본 연구에서는 주택, 온실에 대해 보상하며, 시설의 소유자가 보험사를 통해 개별가입하는 풍수해보험 1의 보상금액 중 시설물 복구기준액 70% 보상형을 활용해 분석하였다.

③ 시가표준액 : 해당 자치단체에서 제공하는 토지를 제외한 건물의 가격 즉 “시가표준액”을 활용하는 방법이다. 본 연구에서는 각 건물의 시가표준액을 물적피해에 대한 편익으로 정량화시키는데 활용하였다.

2.4 비용편익분석

이상에서 붕괴위험지구 각 지구에서 발생하는 편익항목을 산정하고 정량화하는 방법을 제시하였다. 비용편익분석을 실시하기 위한 각 인자들 및 방법은 다음과 같다.

① 비용 : 비용편익분석을 하기 위한 비용은 수행중인 사업에 대해서 분석을 실시하므로, 따로 산정하지 않고 사업에 투입된 총 사업비로 하였다.

② 할인율 : 비용편익분석에서 할인율의 적정 수준을 고려하는 것은 매우 중요하다. 할인율의 적정기준에 대한 견해는 국가마다 다양하며, 결정방법 또한 상이하다. 그러나 아직까지 이에 대한 연구가 실시된 바가 없기 때문에 본 연구에서는 재해위험지구 관리지침에서 사용하고 있는 할인율 7.5%를 적용하였다.

③ 분석기간 : 재해위험지구 관리지침에서 사용하고 있는 50년을 적용하였다.

④ 유지관리비 : 재해위험지구 관리지침에서 사용하고 있는 사업비의 0.5%를 적용하였다.

2.5 분석공식

비용편익분석을 실시하기 위해서 재해위험지구 관리지침에

서 재해위험지구에 대한 비용편익분석 방법으로 제시하고 있는 다음의 공식을 사용하였다.

$$\frac{B}{C} = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}}$$

여기서, B: 편익, C: 비용, r: 할인율, B_t: t년차에 발생하는 편익, C_t: t년차에 발생하는 비용, t: 분석기간, t': 사업기간

3. 분석결과

붕괴위험지구에 대한 비용편익분석을 실시하기 위하여 ① 급경사지 범위기준과 ② 수치모의 범위기준으로 피해위험지역을 설정하였으며, ① 자연재해 복구지침, ② 풍수해보험, ③ 시가표준액, ④ 교통혼잡비용으로 피해위험지역 내의 편익항목들을 산정하고 이를 정량화하여 비용편익분석을 실시하였다. 급경사지 범위기준과 수치모의 범위기준으로 구분한 피해위험지역 설정에 따라 B/C값을 분석하여 도출된 결과를 통해 붕괴위험지구 정비사업의 사업효과를 정량적으로 확인할 수 있었다.

그림 4는 11개의 분석대상지구에 대한 비용편익분석 결과를 나타내고 있다. 각 지구에 대한 B/C값은 급경사지 범위기준과 수치모의 범위기준에서 대부분 1이상을 나타내는 것으로 분석되어 사업에 대한 정량적 효과가 있는 것으로 판단되었다.

피해위험지역 설정에 따른 분석결과 급경사지 범위기준의 B/C값이 수치모의범위기준에 비해 약간 크게 산정되는 것으로 분석되었다. 이것은 급경사지 범위기준에서의 피해위험지역이 대부분 최대 50m까지의 범위로 산정되어 수치모의에 의한 낙석이동거리에 비해 크게 나타났기 때문인 것으로 판단된다.

각 지구별 B/C 값은 사업면적, 사업비, 사업기간 등의 사업지구의 특징에 따라 다르게 나타났다. 또한 피해위험지역 내의 편익항목에 따라서도 차이를 나타내고 있는 것을 알 수 있었다. 특히 다른 지구와 달리 월림지구의 경우 사면 하단에 도로만 위치하고 있어 복구지침에 의한 B/C값과 교통혼잡비용을 활용한 B/C값(1.53)만이 산정되었다.

오동도지구의 경우 사면 하단에 주차장이 위치하고 있어 피해발생시 예측되는 피해금액에 이 항목을 추가하여 산정하였다. 망산공원지구의 경우 시가표준액을 적용했을때 다른 지구에 비해 B/C값이 크게 나타났는데, 이것은 이 지구에서 복구지침이나 풍수해보험의 건축물 복구비에 비해 시가표준액

표 1. 편익정량화 방법별 특징

	적용범위	특징
복구지침	사유시설 공공시설	자연재해복구비 산정지침에서 분류하고 있는 다양한 편익항목들을 모두 활용할 수 있음
풍수해보험	사유시설 일부	사유시설 중 주택, 축사, 비닐하우스에 한정되어 있어 다양한 편익항목에 적용하기 어려움
시가표준액	사유시설 일부	사유시설 중 개별건물에 한정되어 있어 다양한 편익항목에 적용하기 어려움

그림 4. 피해위험지역 설정에 따른 지구별 B/C 값

이 약 2배로 컸기 때문인 것으로 판단된다.

향후 편익항목 정량화에 있어서 개개의 건물에 대한 가격을 반영하는 시가표준액을 활용하는 것이 바람직하다고 생각되지만 아직까지는 시가표준액을 사용할 경우 피해위험지역 내의 모든 개별 건물에 대한 가격정보를 입수하기가 어렵고, 개별건물 외의 다양한 편익항목을 정량화 시킬 수 없었기 때문에 현재까지는 다양한 편익항목들을 정량화 시킬 수 있는 복구지침을 활용하는 것이 가장 바람직하다고 판단된다.

편익정량화 방법별 분석결과는 그림 4에서 보는바와 같이 복구지침에 의한 값이 다른 방법에 의한 값보다 대체적으로 크게 나타났는데, 이것은 풍수해보험과 시가표준액에 의한 적용범위가 사유시설 일부에 한정되어 있는데 비해서 복구지침의 경우 사유시설 및 공공시설, 특히 본 연구와 같은 붕괴위험지구의 경우 산림시설(산사태)이 편익 항목에 포함되었기 때문인 것으로 판단된다.

4. 결 론

본 연구에서 수행된 피해위험지역 설정에 따른 붕괴위험지

구 정비사업 효과분석에 대한 분석 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 자연재해위험지구 정비사업 가운데 붕괴위험지구를 대상으로 피해위험지역 설정에 따라 비용편익분석을 실시한 결과, 11개의 분석대상 붕괴위험지구에서 대부분 사업효과가 있는 것으로 분석되었다.
- 2) 붕괴위험지구의 피해위험구역을 설정하는 방법은 급경사지 범위기준과 수치모의에 의한 범위기준이 모두 적합하다고 판단되지만, 수치모의에 의한 분석은 대상지구의 사업면적이 대부분 작기 때문에 대상지구에서 위험단면을 추출하기가 어렵고, 본 연구에서 수치모의 방법으로 사용한 Rockfall을 실행하기 위한 입력변수(낙석이동 속도, 표준편차 등)의 기준에 따라 값이 달라 질 수 있기 때문에 항상 일정하지는 않다. 따라서 붕괴위험지구의 피해위험구역을 설정하는 방법은 급경사지 범위기준을 활용하는 것이 적절하다고 판단된다.
- 3) 편익항목을 선정하는 것은 각 지구별 특징에 따라 다르게 나타나기 때문에 동일한 항목을 정해 놓고 적용하기는 어렵다. 제시된 항목에서 각 지구에 해당되는 편익항

목을 선택하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.¹⁾ 편익 항목을 정량화시키는 방법은 자연재해복구비 산정지침, 풍수해보험, 시가표준액, 도로혼잡비용이 편익항목의 특성에 따라 적용될 수 있다. 본 연구의 분석결과 현재까지는 자료 습득과 분석이 용이하며, 하나의 방법이 최대한 다양한 편익항목을 정량화 시킬 수 있으면 가장 적합한 방법이라고 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 제시된 방법들 가운데 자연재해복구비 산정지침을 편익항목 정량화 방법으로 제시하였다.

본 연구에서는 자연재해위험지구의 유형가운데 하나인 붕괴위험지구에 대해 투자대비 예방효과를 분석함으로써 사업효과를 정량적으로 산정하였으며, 붕괴위험지구의 투자우선순위를 결정하기 위한 개선방안을 제시하였다. 본 연구의 결과는 향후 붕괴위험지구에 대한 투자우선순위 결정함에 있어서 새로운 기준으로 활용될 수 있을 것이다.

¹⁾제시된 항목 이외의 편익항목이 존재할 경우 포함시킬 수 있으며, 그에 따른 정량화 방법을 제시하여 적용할 수 있다.

참고문헌

국립방재연구소 (1998) **재해피해산정의 합리적 방안**.
 국무총리 국무조정실 수해방지대책기획단 (2003) **수해방지사업의 적정투자규모 산정 및 평가체계 구축운영방안 연구**.
 국정감사 정책자료집 (2007) **재해사전예방 강화를 위한 국가예산의 효율적 투자방안**.
 국토교통성 하천국 (2005) 治水經濟調査マニュアル (案).
 국토교통성 (2004) 公共事業評價の費用便益分析に関する技術指針.
 소방방재청 (2005) **자연재해위험지구 관리지침**.
 소방방재청 (2005) **자연재해위험지구 관리제도 개선연구**.
 소방방재청 (2006) **재해사전예방 강화 및 투자확대 방안**.
 소방방재청 (2008) **방재의 경제성분석 및 국가경제 파급효과 연구**.
 소방방재청, 재해연보 1998~2009
 심재현, 이중설(2001) **홍수재해 사전예방대책의 경제성분석, 안전 실천 시민연합 토론회 자료집**.
 한국지방재정학회 (2006) **재해예방사업의 효과 제고를 위한 사업 계획수립기준 연구**.
 한국지방행정연구원 (1995) **재해피해의 합리적인 산정방법**.
 한국지방행정연구원 (1996) **재해피해조사 절차 및 피해액산정의 개선방안**.
 Venton, C. and Venton, P. (2004) Disaster preparedness programmes in India. A cost benefit analysis, Humanitarian Practice Network, London.

◎ 논문접수일 : 12년 03월 06일
 ◎ 심사의뢰일 : 12년 03월 22일
 ◎ 심사완료일 : 12년 04월 05일