

# 오대산 지진자료에 의한 거리감쇠식 추정에 관한 연구

## A Study on the Presumption for Attenuation Relation by MT. O-dae earthquake data in Korea

권기혁\* · 황완선\*\* · 유혜란\*\*\*

Kwon, Ki Hyuk · Hwang, Wan Seon · Yu, Hye Ran

### Abstract

In Korean Building Code 2005(KBC-2005), the Seismic Zone Factor is regulated by separating the seismic zone into two part. This seismic zone factor is not matched to regional seismic characteristics of our country because the factor is based on International Building Code 2000 (IBC-2000) of USA. This study inquiry for having a sufficient grasp of the seismic characteristics of south Korea region and applying for the seismic cope plan. We have collected and analyzed earthquake record happened in domestic region. There are two kinds of earthquake record. One is Historical earthquake data, another is Instrumental earthquake data. I used Instrumental earthquake record data which reliance is higher than historical earthquake data for proposing attenuation formulas by analyzing a correlation the epicenter and the distance.

**keyword** : earthquake, seismic zone factor, seismic disaster, historical earthquake, instrumental earthquake, attenuation, KBC

### 1. 서 론

세계 각국의 지진지역은 지진위험도를 근거로 하여 구분되고 있다. 또한, 지진재해도는 각국의 지역적인 특성 및 지진발생 특성을 고려하여 만들어지고 있다. 이러한 지진재해도 작성시 가장 중요한 요소 중 하나는 진원으로부터 거리에 따라 지진가속도가 감소하는 감쇠현상이다. 감쇠는 규모의 크기, 진앙거리 및 암석조건에 따라 변화한다. 즉, 지진원은 일정한 에너지의 크기를 가지고 발생되지만 여러 가지 조건에 따라 에너지 크기가 상쇄되어 전달되는 것이다. 따라서 임의의 지역에서 지진발생시 그 지진에 따른 주변지역에 미치는 영향을 간접적으로 예측할 수 있어 지진재해도 작성시 재해손실을 추정할 수 있는 근거 자료가 될 수 있다. 우리나라의 감쇠식에 관한 연구는 소수 연구자가 연구하고 있으나 역사적 문헌정보에 바탕을 둔 역사지진데이터를 기본으로 하고 있어 보다 과학적 뒷받침이 될 수 있는 계기지진을 사용하여 분석할 필요가 있고, 지반조건 등 더 많은 기초적 연구가 뒷받침되어야 할 것이다.

본 연구는 가장 최근에 발생한 지진중 규모(4.9)가 가장 큰 2007년 1월 20일 발생한 오대산 지진과 규모 3.4 이상의 7개 지진의 관측소별 계측 최대지반가속도를 비교하고, 기존 적용된 거리감쇠식에 오대산지진의 각 관측소별 동서성분과 남북성분에 최대가속도 값과 비교하여 기존 거리감쇠식과 우리나라 지진동의 특성의 차이를 알아보고, 오대산 지진데이터를 중심으로 총 8개 지진의 관측소별 계측 최대지반가속도를 회기분석하여 우리나라 지진동의 특성을 반영한 거리감쇠식을 도출하고자 한다. 본 연구에선 진앙지와 계측지의 거리에 상관관계를 통해 우리나라 지진동의 특성을 파악하기 때문에 각 지진의 수직성분은 다루지 않았다.

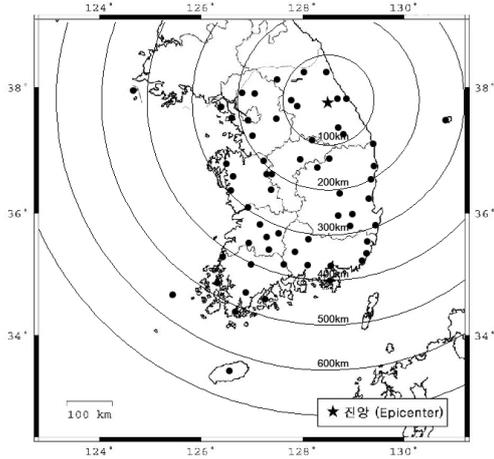
\* 정회원 · 서울시립대학교 건축공학과 부교수 · E-mail : khkwan@uos.ac.kr

\*\* 서울시립대학교 건축공학과 대학원 석사

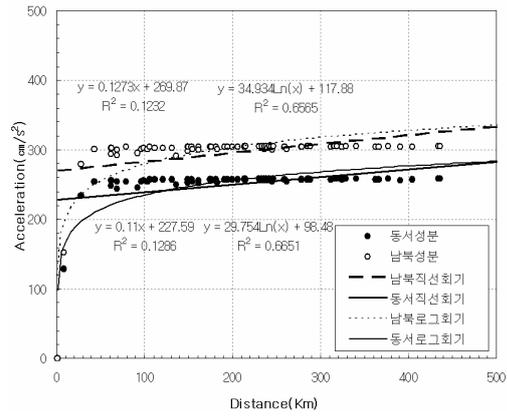
\*\*\* 서울시립대학교 건축공학과 대학원 박사과정

## 2. 계측자료의 분석

본 연구에서는 오대산 지진을 중심으로 하여 최근 발생한 지진 중 그 규모가 큰 지진을 대상으로 각 지진의 관측소별 지반가속도 값이 존재하는 것을 대상으로 하였다. 각각의 계기지진에 관측소별 진앙거리와 최대가속도 값은 기상청에서 발간하는 지진연보의 2004년부터 현재까지 자료를 기초로 하여 규모 3.4이상의 계기지진 총 8개의 실제 관측소별 최대지반가속도 값을 비교하였다. 그림 1 (a)는 오대산 지진의 진앙과 관측소의 위치를 표시한 것이다.



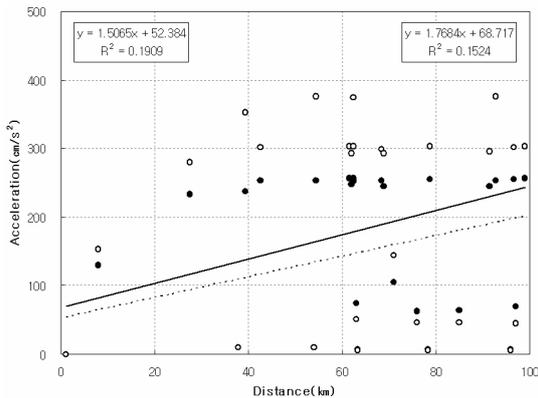
(a) 관측소 분포도



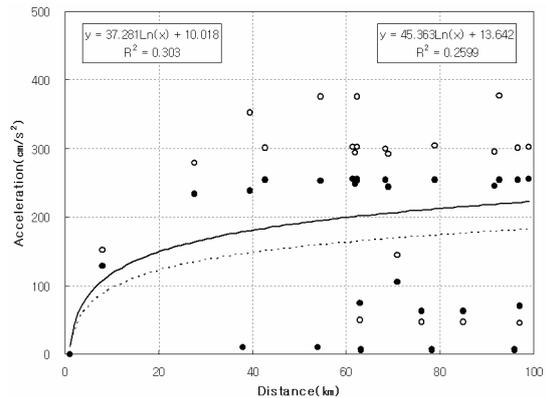
(b) 지진데이터 회기분석

그림 1. 각 지진의 거리별 관측소 분포도

그림 1에서 (b)는 오대산 지진의 관측소별 계측데이터를 회기분석한 그래프이다. 오대산지진은 본 연구에 사용된 유감지진 데이터 중 기록관측소 수가 72개로 가장 많고, 규모는 4.9로 두 번째로 큰 값을 가지고 있다. 동서성분과 남북성분의 데이터를 각각 직선과 로그형태의 회기분석을 수행하였다. 직선회기선과 로그회기선의 교차점이 100km부근에서 발생하고 있어 100km구간까지 대부분의 감쇠현상이 발생되고, 이후 구간에서 직선에 가까운 형태를 나타내고 있다.



(a) 직선 회기분석



(b) 로그 회기분석

그림 2. 100km 구간 직선 및 로그 회기분석

100km를 경계로 지반가속도가 감쇠되는 크기의 경향성이 다르므로 100km까지의 구간과 이후구간을 분리하여 다시 회기분석하였다. 100km까지는 전자의 회기식을 적용하고, 이후 구간은 후자의 회기식을 사용하되

y절편 값을 전자의 회기식에서 100km에서의 지반가속도 차값을 적용하는 형태로 거리감쇠식을 표현하고자 한다. 100km구간까지의 회기식은 오대산지진 데이터와 나머지 지진 데이터를 모두 포함하여 직선 및 로그 회기분석 하였으며, 그 결과는 그림 2와 같다. 표 1에 각각의 회기식과 상관계수를 정리하였다. 각각의 회기식 중 상대적으로 큰 값을 나타내는 동서성분의 상관계수(R2)값은 직선회기식이 0.1909로 분석되었으며, 로그 회기식은 0.303으로 상대적으로 높은 상관관계를 보여주고 있다.

표 1. 총 8개의 분석대상지진 100km구간 회기분석식

구 분	회기식	상관계수
동서 직선회기	$y = 1.5065x + 52.384$	0.1909
남북 직선회기	$y = 1.7684x + 68.717$	0.1524
동서 로그회기	$y = 37.281\text{Ln}(x) + 10.8018$	0.3030
남북 로그회기	$y = 45.363\text{Ln}(x) + 13.642$	0.2599

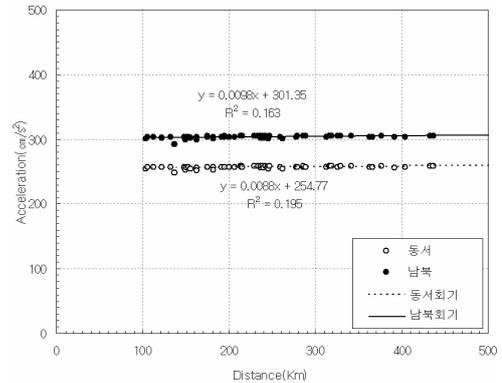


그림 3. 오대산 지진데이터 100km이후 구간 직선회기분석

100km 이후 구간의 감쇠현상에 경향성은 직선형태로 미소한 기울기 값을 가지고 감쇠되기 때문에 그림 7과 같이 각각의 지진데이터를 직선 회기분석하여 동서성분과 남북성분 중 큰 값을 선택하고, 그 값들의 기울기에 평균값을 사용한다.

### 3. 거리감쇠식 제안

진앙지에서 100km까지 구간과 100km이후 구간별 감쇠식을 도출하였는데, 100km까지 구간은 8개의 지진데이터를 회기분석한 직선식과 로그식 중 비교적 상관계수 값이 높은 로그식을 사용하고, 100km이후 구간은 각 지진의 직선회기식의 기울기 값에 평균값을 사용하는 감쇠식을 제안한다. 단 100km이후 구간의 y절편값은 100km구간의 최대값을 적용한다. 제안 거리감쇠식은 아래와 같다.

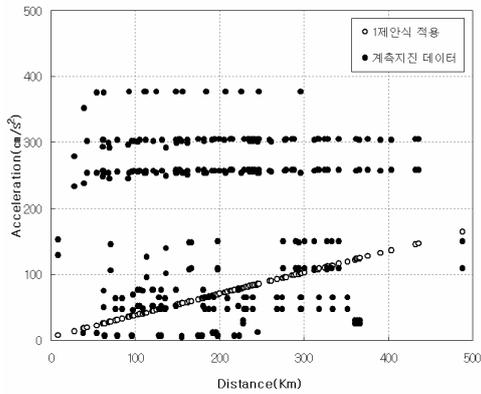
$$y = 45.363\text{Ln}(x) + 13.642 \quad (\text{식 1}) \cdots 100\text{km이하 구간}$$

$$y = 45.363\text{Ln}(100) + 13.642 + 0.0172x = 0.0172x + 222.546 \quad (\text{식 2}) \cdots 100\text{km초과 구간}$$

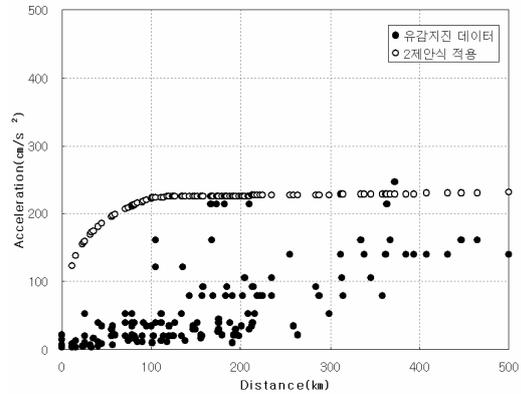
### 4. 거리감쇠식 적용

앞절에서 제안한 식1의 경우 계측지진데이터의 관측소별 거리를 적용하여 비교하였고, 식 2의 경우 유감지진데이터의 진앙거리를 적용하여 지진 데이터와의 유사성을 확인하여 보다 적용성이 높은 식을 최종 제안하고자 한다. 각 그래프는 가속도 값의 차로서 표현하였고, 그림 4의 (a)는 식 1에 계측지진 데이터를 적용한 산점도와 실제 계측지진 데이터와 비교한 그래프이다. 오대산 지진의 경우 크게 벗어나는 것으로 나타났으며, 전체적으로 큰 유사성을 찾을 수 없었으나 100km부근까지 지반가속도의 대부분이 감쇠되는 계측데이터가 정확성 면에서 높다고 판단되지만 안전성만을 고려하였을 때, 식 1에 의해 서서히 감쇠되는 특성 또한 고려되어야 할 것으로 판단한다. 그림 (b)는 식 2에 유감지진데이터를 적용한 경우를 비교한 그래프이다. 식 2에 의해 나타내진 산점도 범위 안에 유감지진 데이터의 산점이 대부분 포함을 하고 있으나 100km구간에서 상대적으로 식 2가 많이 감쇠되는 것을 볼 수 있다. 두 식 중 각각의 지진데이터에 정확하게 맞는 식을 찾을 순

없었으나 관측소별 계측지진을 회기분석하여 도출한 식 2의 경우 유감지진 데이터 중 2개의 데이터를 제외한 나머지 데이터가 제안식의 범주 안에 형성되고 있어 식 2의 감쇠크기를 최대치로 설정하여 본 연구에서 최종 거리감쇠식으로 제안한다.



(a) 식 1에 계측지진 데이터 적용시



(b) 식 2에 유감지진 데이터 적용시

그림 4. 제안식 적용

## 5. 결론

본 연구는 오대산 지진의 계측자료를 중심으로 우리나라의 지진감쇠 특성을 반영한 감쇠식을 설정하는데 기초적 자료를 제공하고자 수행되었다. 본 연구를 통해서 얻어진 연구결과는 다음과 같다.

(1) 최근 발생된 계기지진 중 상대적으로 규모가 큰 8개의 지진에 관측소별 지반가속도값을 비교한 결과, 진앙지에서 100km까지 거리에서 감쇠가 크게 나타나고, 100km를 초과하면 감쇠가 미소하게 나타난다.

(2) 오대산 지진을 중심으로 계측지진자료를 회기분석하여 검토한 결과

100km 이내 구간에서는  $y = 45.4 \ln(x) + 13.6$ ,

100km 초과 구간에서는  $y = 0.02x + 222.5$ 를 감쇠식으로 제안할 수 있으나,

100km 초과 구간에서는 거리가 지진감쇠에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 볼 수 있어 우리나라의 지진 특성은 지진거리 감쇠식이 100km 이내에서만 유용하다 할 수 있다.

## 참고문헌

1. 경제복 외 3인(2007), “2007년 1월 20일 오대산 지진의 진도, 단층면해 및 단층과의 관계분석”
2. 김준경(2007), “후쿠오카 지역에서 발생한 12개 지진의 지진원 및 지진파 감쇠값에 관한 연구”
3. 소방방재청 방재연구소(2007), “현대사회의 재난관리와 U-Safe Korea 실현”
4. 연관희 외 3명(2005), “울진앞바다 지진의 추계학적 지진동 평가”, 한국지진공학회 학술발표대회 논문집
5. 최인길 외 4인(2006), “2005년 Fukuoka 지진기록을 이용한 국내 및 일본의 지진동 감쇠 특성 평가”
6. 한국건축학회(2005), “국내의 지반특성을 고려한 지반가속도 및 지진재해지도에 관한 연구”