

1936년 지리산 지진에 대하여 On the 1936 Chirisan Earthquake

김 성 균*

Kim, Sung Kyun

Abstract

The Chirisan Earthquake occurred on July 4, 1936 was the largest earthquake known to have occurred in Southern Korea in the twentieth century. After, the magnitude of the earthquake was estimated to be $M_L = 5.0$. It was recorded at eleven seismological stations and tremors were felt throughout the Southern Peninsula. However, damages were restricted in relatively narrow area including the SSangysa Temple and nearby town Sukmoon. Fairly detailed report(Hayata, 1940) was published and some researches based on the report have been performed. The present study briefly introduces damages and researches corresponding the earthquake. Intensity attenuation and peak ground acceleration are also evaluated.

1. 서 론

1936년 7월 4일에 지리산 남쪽 쌍계사 부근에서 발생한 지진은 근세기에 한반도 육상에서 발생한 규모가 큰 지진 중의 하나이다. 이 지진은 한반도 내의 5개 지진관측소와 일본의 6개 관측소에 기록되었으며, 한반도 남부 전역과 일본의 쓰시마까지 광범위하게 감진되었다. 그러나 그 피해는 경남 하동군 화개면 일원의 좁은 지역에 집중되어 나타났다. 이 지진에 대한 보고는 隼田公地(1940)에 의하여 상세하게 이루어졌으며, 발생시각과 진앙지 및 발생깊이는 다음과 같다.

- 발생일시: 1936년 7월 4일 06시 02분 16.8초
- 진앙지: $35^{\circ} 14' N$, $127^{\circ} 39' E$ (쌍계사 부근)
- 발생깊이: 약 10 Km

이 보고서의 자료를 이용한 빛빛의 후속연구가 수행되었다. 본 연구에서는 이 결과들을 간략히 소개하며, 특히 진도감쇠와 진앙지에서 작용한 수평가속도에 대하여 고찰해 보기로 한다.

* 전남대학교 자연과학대학 지구환경과학부(지질환경전공) 교수

2. 과거의 연구

이 지진에 대한 공식적인 보고는 隼田公地(1940)에 의하여 이루어졌다. 그에 따르면, 이 지진에 의한 피해상황은 다음과 같이 요약할 수 있다.

- 주된 피해 구역은 화개면 일원으로, 화개장터에서 쌍계사에 이르는 도로가 수 십개소 붕괴되었다(13개소 1006m).
- 특히 쌍계사 부근의 2개소에서는 대규모 산사태로 거대한 암반과 큰 나무가 흘러내렸다.
- 쌍계사 진감선사 대공탑비(국보 47호)가 파손되었다.
- 쌍계사 종무소 벽과 천정이 무너졌으며, 종무소 들레의 석담이 붕괴하였다.
- 소형 파고다탑(높이 2.5m)의 윗단이 전도하여 추락하였다.
- 인명피해: 부상 1인, 가옥피해: 전파(3), 반파(10), 총재산피해: 12,000원

이 보고서에는 11개 지진관측소에서 기록된 P파 초동의 주시와 P-S시간이 수록되어 있다. Lee(1979)는 이 주시자료를 이용하여 최초로 한반도의 지진파 속도구조를 제시하였다. 또한 김상조등(1983)은 이 지진의 주시자료와 그 후 한반도에서 발생한 주요지진의 주시를 합하여 좀 더 상세한 지각구조 모델을 제시하였다.

한편, Shimazaki(1982)는 이 지진의 초동방향과 한반도에서 발생한 다른 몇 개 지진의 초동을 이용하여 합성단층면해를 얻었다(그림 1). 물론 이 단층면해는 한반도에서 발생한 몇 개의 지진이 같은 메카니즘을 갖고 있다는 가정이 포함되어 있으며, 해의 신빙성을 높이기 위하여 대구와 부산 관측소의 관측파형과 계산파형을 맞도록 해를 조절하였다. 이 메카니즘은 동서방향의 압축장내에서 역단층운동에 주향이동운동 성분이 가미된 것으로, 한반도 주요지진에 대하여 Jun(1990)이 얻은 결과와 대체로 유사하다. 이 지진발생후 상세한 진도조사에 의하여 진도분포도가 작성되었다. 이를 이용한 몇 개의 진도감쇠식(Lee, 1984; 김성관, 1986; Baag, 1997)이 제안되어 있다.

지진의 절대적인 크기를 나타내는 규모(magnitude)는 1935년 Richter가 남부 캘리포니아 지진에 대하여 처음으로 도입한 것이기 때문에 지리산지진 발생시에는 규모가 산정되지 않았다. 그 이후 여러 연구자에 의하여 규모산정이 있었으며, $M_L = 4.5 \sim 5.0$ 이 제시되었다. 예를 들면, 한국동력자원연구소(1983)는 각 관측소에 기록된 지진기록의 절대진폭으로부터 일본에서 널리 쓰이고 있는 Tsuboi규모(Tsuboi, 1954)를 계산한 결과 5.0을 얻었다.

3. 진도감쇠와 가속도

당시의 진도분포는 隼田公地(1940)에 의하여 그림 2와 같이 상세하게 작성되었다. 감진된 지역의 총 면적은 $69,220\text{km}^2$ 로 보고되어 있다. 그러나 이 면적은 바다를 제외한 육상만의 면적이므로, 이 진도분포도로부터 바다를 포함한 개략적인 면적을 구할 수 있다. 북미대륙에서 얻어진 감진면

적과 규모와의 관계식(Nuttli and Zollweg, 1974; Sibol and Bollinger, 1987))을 이용하여 지리산지진의 규모를 계산하면, 5.0보다 작은 4.4정도가 된다. 이와 같이 감진면적으로 계산한 규모가 작게 나타나는 이유는 선행 연구자들이 지적한 바와 같이, 한반도에서의 진도감쇠가 북미지역에 비하여 빠르기 때문이다. 그림 2의 진도분포도로부터 각각의 진도에 해당하는 면적과 같은 면적의 원을 가상하여, 그 반경을 구할 수 있으며, 이 반경을 감쇠거리로 간주할 수 있다. 이와 같이 얻은 자료를 북미대륙의 대표적인 감쇠곡선(Anderson, 1980)과 비교한 것이 그림 3이다. 물론 그림 2에 나타난 진도분포도가 JMA진도로 되어 있어 이것을 MM진도로 되어 있는 북미대륙의 곡선과 비교하기 위하여 두 진도사이의 관계를 이용하여 MM진도로 통일하였다. 따라서 이와 같이 진도전환에 따른 오차가 개입될 여지가 크다고 볼 수 있으나, 이것을 감안하더라도 지리산지진의 진도감쇠는 북미대륙에 비하여 빠르다고 볼 수 있겠다.

당시의 조사보고에 의하면, 쌍계사 경내의 진감선사 대공탑비가 파손된 것으로 나타나 있다. 그러나 크게 세부분으로 나뉘어 파손된 것으로 보아 이 탑비가 진도에 의해 파손된 것으로 추정된다. 만일 진도에 의한 것이라 한다면 그 지진당시에 작용한 수평가속도를 추정해 볼 수 있다. 그림 4와 같이 폭과 높이가 각각 b , h 인 탑에 지진동으로 인한 수평가속도 A_h 와 수직가속도 A_v 가 작용할 때 실제로 탑에 작용하는 수직가속도는 중력가속도 g 와 수직가속도의 합 또는 차인 $g \pm A_v$ 로 나타낼 수 있으며, 탑이 전도하기 위해서는 이들 사이에 다음의 관계가 만족되어야 한다(Okamoto, 1973).

$$\frac{A_h}{g \pm A_v} = \frac{b}{h} \quad (1)$$

물론 위의 관계식은 지금처럼 단순화한 것이며, 이 식에서 구할 수 있는 수평가속도는 탑의 전도에 가장 이상적인 방향 즉 탑의 두께가 얇은 쪽으로 수평가속도가 작용한 경우에 성립하므로 이러한 의미에서 여기서 얻은 가속도값은 최소값을 의미한다고 볼 수 있다. 진앙지 근처에 강진계의 기록이 없는 경우에는 위의 방법으로 개략적인 가속도값을 추정해 볼 수 있다(Okamoto, 1973).

위 식에서 수직가속도값을 수평가속도의 대략 2/3로 가정할 때, 전도된 탑의 폭과 높이를 알면 쉽게 이 탑에 작용한 수평가속도값을 계산할 수 있다. 쌍계사 경내의 탑에 대하여 실측한 얇은 쪽의 폭과 높이는 각각 22.204 cm로 그 폭에 대한 높이의 비는 대략 1/10이다. 이 비로부터 식 (1)을 이용하여 얻은 수평가속도는 0.09~0.11g가 된다. 물론 이 값은 최소한의 추정치로 해석할 수 있다.

참고문헌

- 김성권(1986), "한반도내 인공 구조물의 적정 내진설계진도", *광산지질*, 19, p.297-304.
- 김상조, 김소규(1983), "지진파를 이용한 남한의 지각구조 연구", *광산지질*, 16, p.51-61.
- 한국동력자원연구소(1983), "한반도의 지진위험도", 한국동력자원연구소.
- 俣田公地(1940), "智異山南麓 雙溪寺強震報告, 朝鮮總督府 觀測所 彙報", 第1號, p.145 -157.
- Anderson, J.G.(1980), "On the attenuation of Modified Mercalli Intensity with distance in the United States", *Bull. Seis. Soc. Am.*, 68, p.1147-1179.
- Baag, C.E.(1997), "Seismic wave attenuation in the Korean Peninsula", in *The International Workshop and Seminar on Probabilistic Seismic Hazard Analysis*, Taejon, Korea.
- Lee, K.(1979), "On the crustal structure of the Korean Peninsula", *Jour. Geol. Soc. Korea*, 15, p.253-258.
- Lee, K.(1984), "A study on intensity attenuation in the Korean Peninsula", *Jour. Geol. Soc. Korea*, 20, p.140-146.
- M.S. Jun(1990), "Source parameters of shallow intraplate earthquakes in and around the Korean Peninsula and their tectonic implication", Doctorial Thesis, Uppsala Univ.
- Nuttli, O.W. and Zollweg, J.E.(1974), "The relation between felt area and magnitude for central United States earthquakes", *Bull. Seis. Soc. Am.*, 64, p.73-85.
- Okamoto, S.(1973), "Introduction to earthquake engineering", University of Tokyo Press, pp 571
- Shimazaki, K.(1982), "Midplate, plate-margin, and plate boundary earthquakes and stress transmission in Far East", *International Symposium and Study Tour on continental Seismicity and Earthquake Prediction*, Beijing, China.
- Sibol, M.S. and Bollinger, G.A.(1987), "Estimation of magnitudes in Central and Eastern North America using intensity and felt area", *Bull. Seis. Soc. Am.*, 77, p.1635-1654
- Tsuboi, C.(1954) Determination of Gutenberg-Richter's magnitude of earthquakes occurring in and near Japan, *Zishin(II)*, 7, p.185-193.

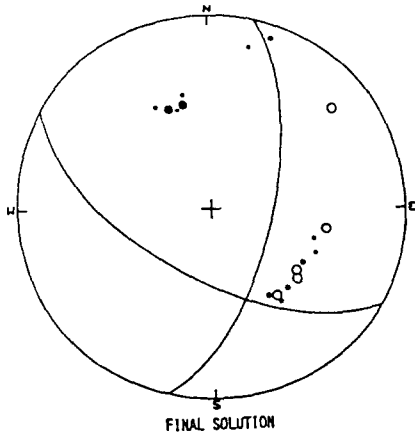


Fig. 1 A composite fault plane solution for the Chirisan Earthquake (Shimazaki, 1982).

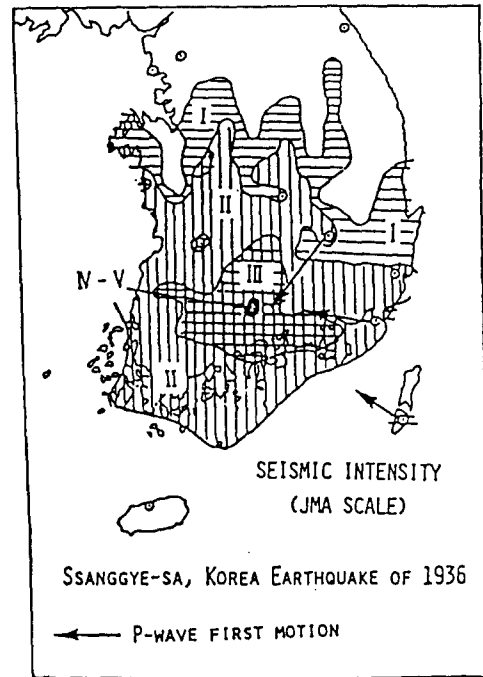


Fig. 2 Intensity map for the Chirisan Earthquake.

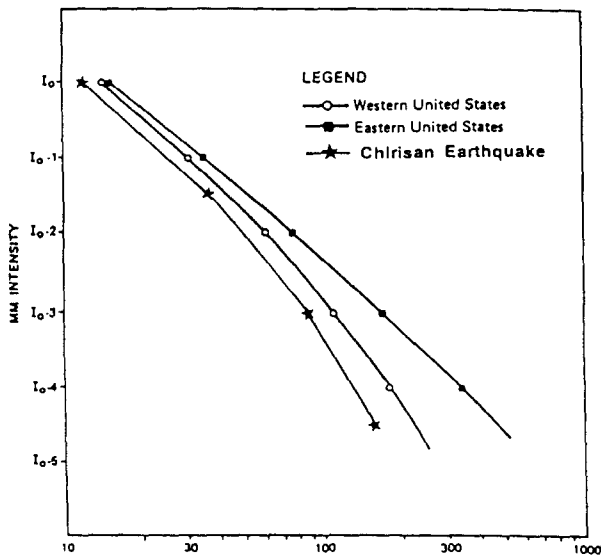


Fig. 3 Intensity attenuation with distance.

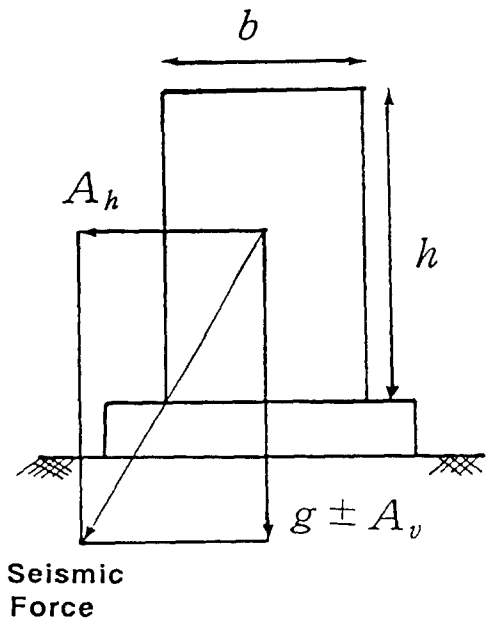


Fig. 4 Relation between forces acting on a typical monument.