

지역계수 설정을 위한 지역별 지진발생특성 분석

Analysis of Regional Seismic Characters for Establishing Seismic Zone Factor

권 기 혁* / 황 완 선** / 서 치 호***

Kwon, Ki-Hyuk / Hwang, Wan-Seon / Seo, Chee-Ho

Abstract

The seismic zone factor is evaluated according to the regional characteristics of seismic response based on the historical and instrumental earthquake data. This study aims at arranging regional seismic characteristics by the analysis of earthquake data recorded in the Korean Peninsula and providing the fundamental data to be used for establishing seismic zone factor considering the domestic seismic characteristics. This paper provides the seismic characteristics in the Korean Peninsula according to the historical and instrumental records and then presents fundamental data for establishing seismic zone factors in domestic region.

key words : Hazard map, Instrumental earthquake, Historical earthquake, Establishing Seismic Zone

요 지

지진 지역계수는 역사지진과 계기지진의 기록을 기초로 한 지진의 지역성이 고려된 지역적 지진특성을 고려하여 평가되어진다. 본 연구는 국내 지진자료의 분석을 통해 지역별 지진발생 특성을 정리하고 국내의 지진환경 특성을 검토하여 지진지역 계수 설정을 위한 기초 자료의 제공을 목적으로 한다. 이 연구를 통해 역사지진과 계기지진에 각각의 특성을 정리 하였고 이를 비교하여 우리나라의 지진발생 특성에 대한 기초 자료를 얻을 수 있었다.

핵심용어 : Hazard map, 계기지진, 역사지진, 지진지역평가

1. 서 론

지역계수는 각국 내진설계기준에서 자국의 여건에 따라 기존 연구결과를 근거로 지진지역을 구분하여 규정하고 있다. 우리나라의 구조설계기준인 KBC-2005에서도 지진지역을 1, 2로 구분하여 지역계수를 규정하고 있다.

그림 1은 KBC-2005에 규정에 따른 지진지역을

나타낸 것이다. 이 지역계수는 국내 지진환경에 대한 연구가 미비하여 국외 기준인 International Building Code 2000 (IBC-2000) 이란 미국 설계지침을 근간으로 미국지역의 발생빈도 2400년인 지진의 2/3 규모를 설계지진으로 하고 지반가속도보다는 건물의 응답가속도를 직접대상으로 하고 있어, 국내의 지진 환경과는 상이할 수 있다.

지진의 규모와 발생빈도는 지역성에 따라 다르기 때문에 일정규모 이상의 지진이 어느 만큼의 빈도로

* 정희원 · 서울시립대학교 건축학부 · 건축공학전공 부교수 (e-mail : khkwan@uos.ac.kr)

** 서울시립대학교 대학원 · 건축공학전공 석사과정

*** 정희원 · 건국대학교 공과대학 · 건축공학과 교수

생기는가는 지역이 가지고 있는 여건에 따라 큰 차를 나타낸다. 그러므로 지진동의 지역성을 충분히 파악하고 각종 구조물의 내진설계와 지진대응 방재계획에 반영하는 것은 지진 발생 시 피해를 경제적으로 경감시키기 위한 예방단계에서 가장 필수적인 사항이다.

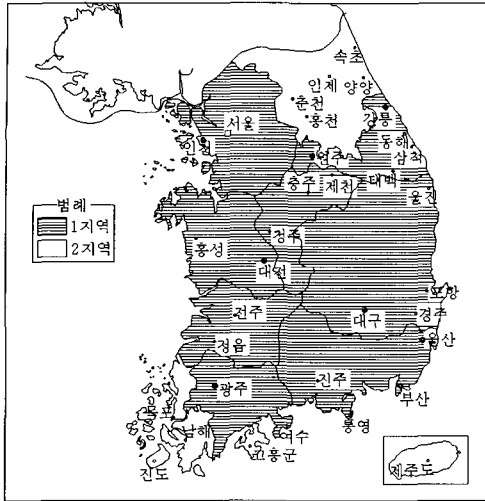


그림 1. KBC-2005의 지역계수

내진설계개념에서는 지진의 발생빈도와 규모를 근거로 강진지역, 중약진지역, 무진지역으로 지진구역을 분할하고 있으며, 한반도는 중약진지역으로 분류되고 있다. 중약진지역은 지각변동운동이 활발한 지역인 강진지역과는 달리 비교적 안정된 대륙지역이므로 지각변동운동이 활발치 않다. 그러므로 이 지역에서의 지진재해 평가는 강진지역과는 다른 지반운동 특성을 나타내며, 한반도 또한 이에 해당된다.

본 연구는 국내 지진자료의 분석을 통해 지역별 지진발생 특성을 정리하고 국내의 지진환경 특성을 검토하여 지진지역 계수 설정을 위한 기초 자료의 제공을 목적으로 한다.

2. 지진자료 분석

2.1 우리나라의 지진 기록

지역의 지진환경을 결정하는데 있어서는 지역에 발생된 지진의 기록 자료를 수집·분석하는 것이 가장 기초적인 작업이다. 지진 기록 자료의 분석결과는 그 지역의 지진활동을 예측할 수 있으며, 지진 발생 빈도·규모를 추정하는 근거로 활용되어 진다. 지진 기록 자료는 지진 계측기가 사용되기 이전의 문헌상의 기록을 근거한 역사지진과 계측기 기록을 근거한 계기지진의 두 종류가 있으며, 우리나라의 역사지진은 서기 2년부터 계기기록이 시작된 1905년까지의 1900여 년간의

기록을 가지고 있다. 계기지진은 1905년 인천관측소가 설치된 이후 계속되었고, 1977년부터 본격적인 지진 계측이 시작되어 현재에 이르고 있다. 현재 우리나라에서 보유하고 있는 계측 지진 자료는 총 100년 정도의 자료가 있다.

2.1.1 역사지진

우리나라의 지진에 대한 최초의 문헌분석은 1912년 일본지진학자 和田(와다)가 삼국사기, 고려사, 조선왕조실록 등 주요 역사서에 나타난 지진 징후(땅 흔들림, 가옥 붕괴 등)기록 등을 조사한 것이다. 이 분석을 통해 서기 2년부터 1905년 까지 기간에 1644회에 달하는 지진기록을 찾았고, 이를 다음의 4단계 진도로 구분하여 정리하였고, 和田의 자료는 역사기록만을 분석한 자료로서 진앙을 추정하지는 않았다.

표 1. 和田연구자의 진도구분

단계	1	2	3	4
징 후	단순히 땅이 흔들림	소리가옥의 흔들림	다소 피해 발생	사상자 발생 건물 붕괴

역사기록은 지진계의 기록과 달리 진원요소에 대한 추정이 어렵지만 지역의 지진활동을 분석하기 위해서는 진앙에 관한 추정은 필수적이다. 국내 지질학자들이 역사지진의 진앙 추정에 사용하는 대표적 방법은 다음과 같다(이기화 1998).

1. 지진 피해에 관한 기술이 있는 경우 최대 피해 지역으로 간주한다.
2. 최대 피해지역이 명시되지 않고 감진지역만 기술된 경우 감진지역의 중심지점으로 정한다.
3. 사료에 기재된 지명이 현재의 지명과 다르므로 한국지명 연혁고(권상노, 1961)를 참조 하였다.
4. 감진지역이 기술되지 않은 경우, 그 당시 왕조의 수도로 간주한다. 삼국시대, 고려시대에 발생한 다수의 지진이 이 경우에 해당한다.
5. 동일일자에 발생한 지진이라도 감진지역이 서로 멀리 격리되어 있고, 그 중간지역의 감진 기록이 없는 경우 서로 다른 지진들이 발생한 것으로 간주하고 진앙들은 별도로 결정한다.

이러한 방법을 이용한 진앙의 결정은 진앙지역에 살고 있는 일반 대중들의 경험에 따라 크게 영향을 받음으로 지역의 인구밀도가 진원 결정에 중요 요인이 된다. 따라서 인구밀도가 높은 도성이나 주요도시의 지진빈도가 높게 나타나며, 지진의 크기를 표현하는데 있어서도 과장될 수 있다. 역사지진의 크기는 기록에 의존하고 있기 때문에 지진의 피해 정도에 따라 결정

되는 진도만을 추정할 수 있다. 진원의 추정과 유사하게 역사서에 나타난 피해상황에 대한 기록과 감진 지역 등을 근거로 하여 진도를 추정하게 된다.

2.1.2 계기지진

우리나라의 지진 관측 역사는 1905년 인천 관측소의 설치로 시작되어 1963년 WWSSN관측소(서울)가 이어졌고, 1977년 기상대가 서울과 광주에 이동식 지진계를 설치함으로 본격화 되었다. 1980년대 이후에서 일본-미국 등의 협조로 광대역 지진계(STS)가 설치되었다. 지진 관측의 역사는 크게 두 시기로 구분될 수 있으며 전반기는 1905년에서 1977년까지, 후반기는 1978년에서 현재까지이다. 전반기의 관측 자료는 연구자별로 제공하는 자료에 차이가 있고, 김소구 연구자가 가장 많은 자료를 제공하며, 제공내용 역시 충실하다. 관측된 총 지진 수는 476개이다. 후반기 관측 자료는 기상청에서 발행되는 지진 관측 보고서의 형태로 제공되고 있다. 기상청의 1978년에서 2000년까지의 지진 관측 보고서는 23년간 총 469회의 지진이 발생한 것으로 기술하고 있다. 2000년 이후에는 연보형식으로 계기 지진자료를 제공하고 있다.

2.2 역사지진자료의 분석

2.2.1 분석방법

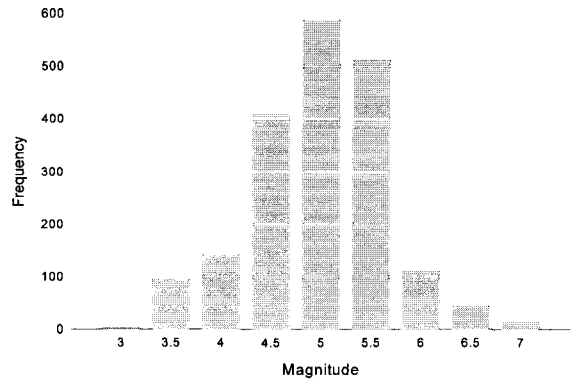
우리나라의 역사지진에 관한 연구는 다수의 연구자들이 행하였으나 주요한 연구자는 표 2에 정리된 연구자라 할 수 있다. 표 2에는 각 연구자가 제시한 역사지진의 일반사항을 정리하였다.

주요 연구자들이 제시한 자료는 연구자마다 지진수와 규모에 있어서 차를 보이고 있다. 지진총수, 빈도수 및 규모에서 김소구(1) 연구자가 높은 값을 나타내고 있다. 세 연구자의 기록을 분석하면 동일 년월일에 발생한 지진들이 기록되어 있고, 이를 동일 지진이라고 보면 (1)과 (2)는 976개 지진이 (2)와 (3)은 32개, (1)과 (3)은 122개, 세연구자 간에는 915개의 지진이 중복 기록 된 것으로 조사되었다.

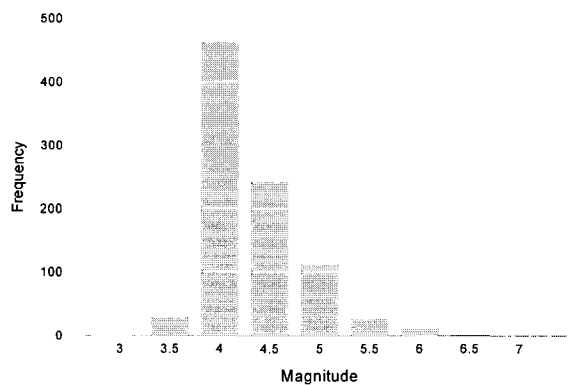
표 2. 주요 연구자의 역사지진 자료

연구자 일반사항	김소구(1)	이기화(2)	김우한외 5인(3)
지진수	1923	887	389
규모범위	3~7.6	3.35~6.35	4.25~6.25
연평균 발생빈도	1.01	0.47	0.20
크기표현	규모	진도(MMI)	규모, 진도

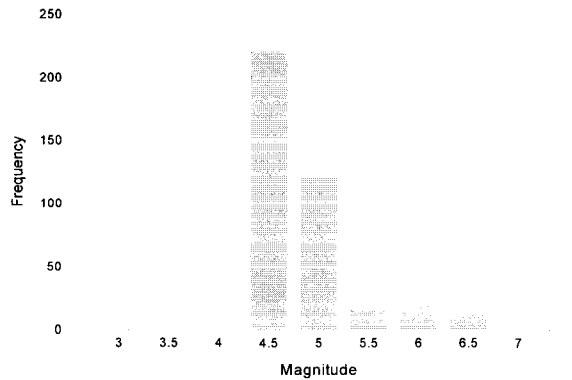
* 이기화 연구자는 진도만을 표시하여 카르닉의 식으로 규모로 변환하였음.



(a) 김소구



(b) 이기화



(c) 김우한 외 5인

그림 2. 각 연구자의 역사지진기록 비교

본 연구에서는 역사지진자료를 (1)연구자의 기록을 토대로 다른 연구자의 중복된 자료를 제외한 다른 지진기록을 추가하고, (2)와 (3)의 중복된 지진의 경우는 (2)연구자의 지진을 추가하여, 총 2024개의 역사지진 기록을 분석대상으로 하였다.

그림 2는 각 연구자가 제시한 자료를 계급(규모)별 발생횟수 및 누적횟수를 표현한 것이다. 세 연구자 중 김소구 연구자의 지진 발생빈도와 규모는 정규분포 형식을 나타내고 있다. 이들을 통계적으로 분석하여 정리하면 표 3과 같다.

표 3. 역사지진의 통계분석

연구자 분석내용	김 소 구	이 기 화	김우한 외 5인
평균규모	4.88	4.17	4.58
평균오차	0.015	0.016	0.025
중앙값	5	3.85	4.25
표준편차	0.669	0.479	0.493
신뢰수준(95%)	0.030	0.032	0.049

세 연구자의 자료 중 (1)연구자의 자료가 평균규모가 가장 크며, 중앙값 역시 큰 것으로 나타난다. 1997년 건설교통부에 시행단 “내진설계 기준 연구(II)”에서도 위의 세 연구자의 역사지진 자료를 제시하고 있으나, (1), (2)연구자의 자료는 그 이후 상당히 추가 보완되었다.

1997년의 자료를 대상으로 세 연구자의 지진기록을 구텐베르크-리히터 식으로 규모에 대한 누적빈도 분포를 분석한 연구결과에서 조선시대 이전의 역사지진 기록은 신뢰성이 적은 것으로 평가되었고, 조선시대 이후 규모 5이상에서는 구텐베르크 식을 만족하는 직선 식을 나타내어 신뢰성이 있는 것으로 판단하였다. 이러한 결과는 초기의 역사기록이 부실하여 소규모 지진에 대한 추정이 불가능한데서 오는 것으로 역사지진이 갖는 한계라고 할 수 있다. 역사지진의 추정은 기록에 의존할 수밖에 없고, 기록은 시대의 발전에 따라 정밀도가 높아짐으로 세월의 흐름에 따라 역사지진 자료의 신뢰성도 당연히 높아지지만, 역사지진은 긴 기간 동안의 지진 자료를 제공하는데 큰 의의가 있고, 초기 기록에서 큰 규모의 지진기록은 신뢰성이 있으므로 초기 지진 중 큰 규모의 지진을 분석대상에 포함시키기 위해 전 기간에 걸친 역사지진을 분석대상으로 하였다.

분석에 사용된 역사지진에 대한 쿠펜베르크-리히

터 식($\log N=a-bM$)을 적용하여 b값을 계산하면 $b=0.744$ 로 나타나며, 이 값은 1978년에서 2000년까지의 계기지진 b값 0.789보다 낮은 값을 보인다. 역사지진의 세기별 발생빈도 및 규모별 발생빈도를 그림 3으로 정리하였다.

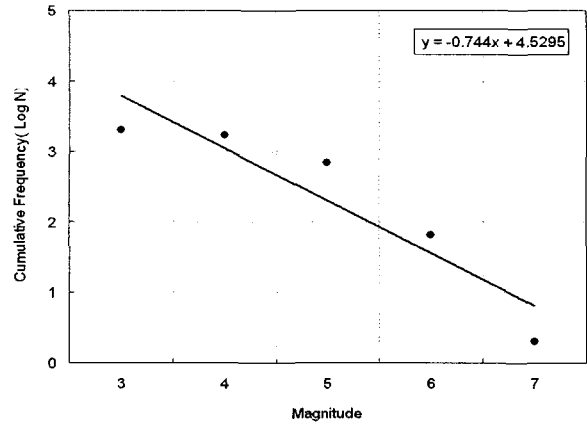
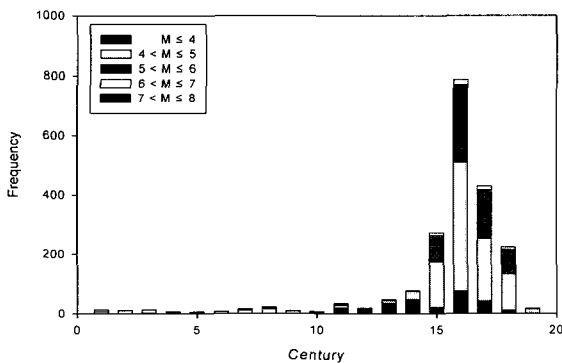
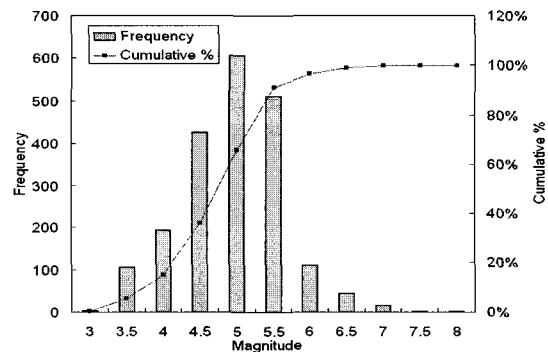


그림 3. 역사지진의 b값 분석

그림 4에서 세기별 발생빈도는 15세기 이후 급격한 증가를 보이고 있으며 규모별 발생횟수의 분포는 정규분포형태와 유사하며 평균규모는 4.84, 최빈값은 규모 5이고, 최대 규모 7.6, 최소 규모 3을 나타내고 있다. 세기별 발생횟수와 규모별 발생횟수를 그림4(b)를 통해서 보면 15세기 이전 기록에서 소규모 지진기록이 극히 적은 것을 알 수 있으며, 이로 인해 역사지진의 규모별 분포형태가 정규분포형태를 갖게 되는 것을 알 수 있다. 또한 역사지진 자료를 우리나라 대도시와 행정구역별로 나누어 발생횟수-빈도-규모 등을 정리함으로써 역사지진을 통해 각 지역의 지진발생 특성을 분석하고 이 자료를 통해서 해당 지역에 대한 일정 기간 내에 발생가능 최대 규모의 지진을 추정하는데 참고한다.



(a) 역사지진(AD~1904)의 세기별 발생횟수



(b) 역사지진의 규모별 발생횟수

그림 4. 세기별 발생횟수

2.2.2 지역별 역사지진 분석

역사지진의 발생지역별 진도와 횡수를 정리하면 표 4와 그림 5가 된다.

표 4. 역사지진(AD2~1904년)의 지역별 발생횟수

지역	서울	대전	대구	부산	울산	광주	경기	강원
횟수	182	13	53	35	18	17	166	76

지역	충남	충북	전남	전북	경남	경북	제주
횟수	167	95	78	150	79	313	3

지역별 누적 발생횟수는 경북지역이 313회로 가장 높은 빈도를 나타내고 있으며, 도시별로는 서울지역 182회로 가장 높다. 대전, 울산, 광주 지역은 발생빈도가 극히 낮은 것으로 나타났으며, 광역자치구에서는 강원, 제주지역이 낮은 값을 나타내고 있다.

각 지역별 지진발생 특성을 비교하기 위해 그림 6에 대상구역 전체를 규모별로 점유비율을 표시하는 방식으로 표현하였다. 경기지역에서는 규모 4 미만의 지진이 가장 큰 빈도를 나타내는 특징을 보인다. 이는 고려-조선의 도읍지가 경기지역에 있어서 소규모 지진에 대해서도 비교적 정확한 기록이 존재하여 기인된 것이다. 규모별 발생빈도에서 규모 5~6이 경기지역을 제외한 지역에서 높은 값을 나타내고 있으며 특히 경북지역에서 높은 빈도 값을 보인다. 지진 발생 빈도에서는 경기지역이 높지만 규모면에서는 경북지역이 높은 값을 나타낸다. 서울지역에 비해 기록상에서 불리함에도 불구하고 이 지역의 지진 발생 빈도가 서울과

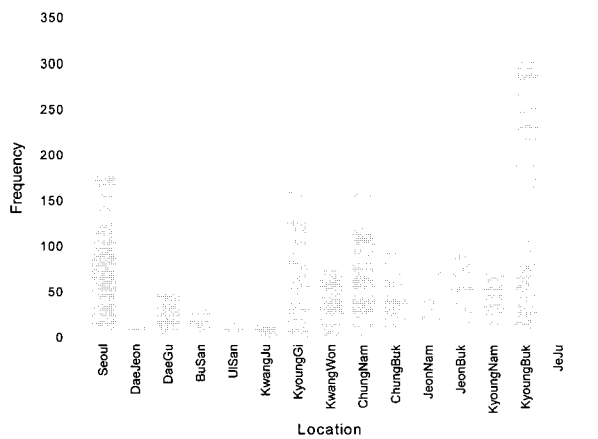


그림 5. 역사지진(AD2~1904)의 지역별 발생횟수

유사하고 규모면에서는 서울지역보다 높은 것을 볼 때 서울지역 보다 지진 위험도가 상당히 높을 것으로 추정된다. 역사지진에서 최대 규모인 7.6은 강원도 양양지역 북부이며 7.3의 지진은 경남 경주 북부지역에서 발생하였다. 강원지역의 지진발생횟수는 총 76회로 다른 지역에 비해 적은편이나 규모면에서는 높은 값을 갖는 지진의 비율이 높은 편이다. 제주지역은 지진발생빈도(3회)가 극히 미미했다.

2.2.3 계기지진의 분석

우리나라의 지진계를 이용한 관측은 1905년 이후이며, 관측소가 증가되어 보다 정밀한 관측은 1978년 이후라 할 수 있다. 현재 계기지진자료 1905년에서 1977년까지를 전기관측기록, 1978년에서 현재까지를 후기관측기록이라 할 수 있으며, 역사지진과는 달리 진앙, 진원, 규모들이 비교적 정확히 기록-제시되고 있다.

계측기간이 100년 정도로 대규모 지진의 발생을 고려할 때, 극히 짧은 기간의 자료라 볼 수 있어 신뢰할 수 있는 발생가능 지진의 규모나 위치추정에는 어려움이 있다. 그러나 100년이란 기간이 충분하지는 않지만, 자료의 정확성이 기록에 의존한 역사지진에 비해 높고, 특히 진앙에 있어서는 정확하다고 평가할 수 있으므로 계기지진을 지역별로 분류하여 분석함으로써 지진발생위치를 선정하는 데에는 기본적인 자료가 되리라 본다. 본 연구에 사용된 계기지진자료는 전기 자료는 김소구 연구자가 제시한 자료를, 후기자료는 기상청에서 제공한 자료를 합하여 만들어 졌으며 역사지진과 동일하게 이중 북한지역 자료를 배제한 총 756개의 지진을 대상으로 하였다.

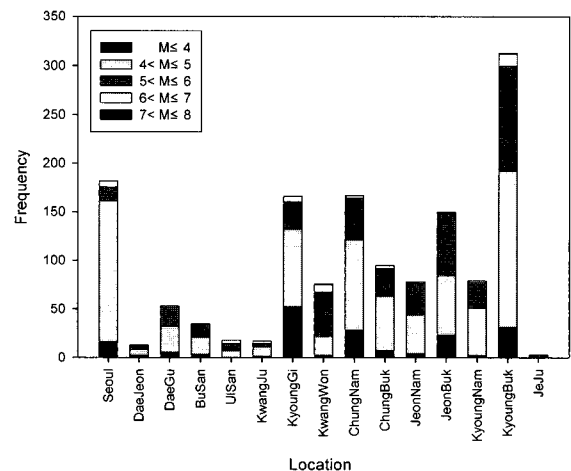


그림 6. 역사지진의 지역별 규모별 발생횟수

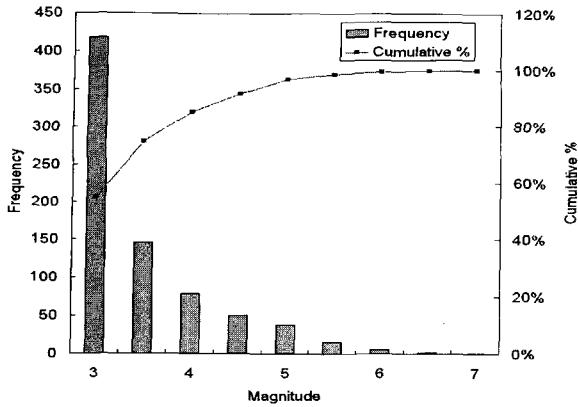


그림 7. 계기지진의 규모별 발생횟수

그림 7은 남한지역 전체의 계기지진자료를 규모별, 발생횟수와 누적빈도를 나타낸 것이다. 계기지진자료의 평균규모 3.19, 표준오차 0.032, 최대 규모 7 및 최빈값 3이 된다. 누적빈도율에 있어서는 규모 5.0까지가 96.7%를 차지하고 있다.

2.2.4 지역별 계기지진 분석

계기지진자료를 지역별로 구분하여 발생횟수를 정리하면 그림 8과 같다.

발생횟수 면에서는 경상도 북부지역이 높은 편이며, 경기도 지역이 다음으로 높다. 충북·제주지역은 낮은 횟수를 보인다. 대도시에서는 대구가 가장 높은 횟수를 서울·광주가 낮은 횟수를 보인다.

그림 9는 대상구역 전체를 규모별로 분류하여 표현하였다. 이 그림에서 전 지역에서 최빈도를 나타내는 규모 3.0이며, 부산지역만 규모 5.0이 큰 값을 내고 있다. 이것은 부산지역이 지진다발지역인 일본에 인접하고 있어 큐슈 근해 지진의 영향을 받기 때문에 일어나는 특이 현상이라 할 수 있다. 규모 6.0이상을 기록한 지역은 부산, 경기, 경북, 전남의 4지역뿐이고, 규모 7은 경북지역 한 곳이다. 전반적으로 규모가 증가

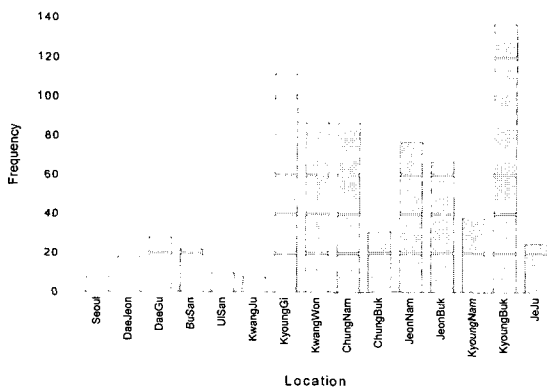


그림 8. 계기지진의 지역별 발생횟수

하면 발생빈도는 낮아지는 현상을 보이며, 규모3과 3.5 사이에서 큰 감소를 나타내는 것이 일반적이다. 발생횟수와 규모의 관계에서 분포형태는 부산지역을 제외한 다른 지역은 유사한 형태를 나타내고 있다.

계기지진의 경우는 1978년 이후 발생한 지진에 대해 대도시 지역에서 느낀 유감지진에 대한 자료를 제공하고 있다. 지역별 자료를 비교하여 표 5에 정리하였다. 이 자료는 우리나라의 지진특성 중 거리감쇠를 추정하는데 중요한 자료로 활용될 수 있다.

표 5. 주요지역 유감지진 (MMI진도 사용)

분류	서울	인천	대전	대구	부산	울산	광주
유감횟수	33.0	18.0	24.0	24.0	24.0	17.0	12.0
최대규모	5.3	5.2	5	5.2	6.6	5.2	5
유감진도	I	I	II	IV	I	II	I
거리 (km)	373 평안북도 서부	167 충북 속리산	448 백령도	210 울진	475 큐슈	182 속리산	168 홍성
최대유감진도	III	III	III	IV	III	III	III
탈생규모	4.5	4.0	3.5	3.9	4.2	4.2	3.9
거리 (km)	170 황해도 사리원	40 강화도	25 공주	44 대구 남서부	78 경주	25 경주	57 전북 전주시

표에서 서울지역 유감지진 횟수(33)가 가장 높고 최대유감진도는 대구의 4.0이 가장 크며, 유감진도의 크기는 발생한 지진의 규모보다는 진원과의 거리에 큰 영향을 받는 것을 알 수 있다.

2.3. 역사·계기 지진의 비교

역사지진기록과 계기지진기록의 규모·횟수관계를 통계 처리 후에 얻은 결과를 표 6에 정리하여 비교했다.

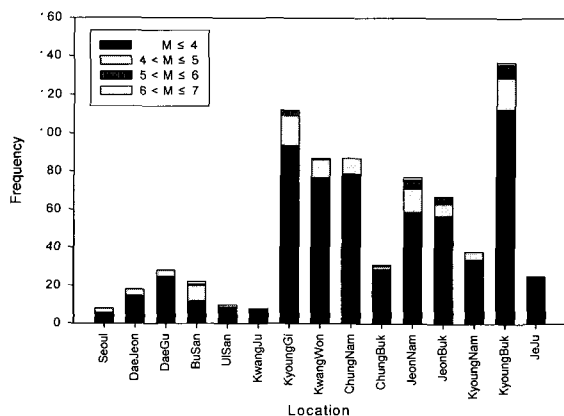


그림 9. 계기지진의 지역별 규모별 발생횟수

표 6. 역사지진과 계기지진의 기술통계값

비교항목 지진종류	평균 규모	평균 오차	중앙 값	최빈 값	최소 값	최대 값	관측 수	신뢰 수준
역사지진	4.84	0.02	5	5	3	7.6	2024	0.029
계기지진	3.19	0.03	3	3	1.7	6.6	756	0.062

역사지진기록에서 나타난 규모에 관련된 결과치는 계기지진의 결과치보다 모두 큰 값을 나타내고 있다. 규모는 31%, 중앙최빈값은 66%, 최대값은 9% 정도 크게 나타나고 있다.

관측수는 역사지진 2024개, 계기지진 756개이지만 기간 100년을 기준으로 하였을 때, 역사지진은 106.5개가 발생한 것으로 나타나 계기지진 관측수의 14%에 해당되는 값을 보인다. 이는 역사지진이 사람의 느낌을 기준으로 하기 때문에 낮은 규모의 지진을 기록하지 못함에 기인한다. 규모별 100년간의 발생빈도를 비교하면 표 7과 같다.

표 7. 규모별 발생빈도 비교

규모 구분	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8
역사	0.2	5.6	10.2	22.5	31.9	27	5.8	2.4	0.9	0.1	1
계기	418	146	79	50	38	16	6	2	1	0	0

표 7에서 두 지진은 규모 5.0 이상에서는 유사한 분포형태를 보이지만 4.5 이하에서는 현격한 차를 보이고 있으며, 규모 3.0의 경우는 2000배 이상의 차를 보이고 있다. 따라서 역사지진기록 중에서 소규모 지진(3.0~4.0)의 기록 자료는 극히 저평가된 것으로 볼 수 있어 이 자료들의 신뢰성은 없는 것으로 판단된다.

지역에 상관없이 계기지진은 소규모 지진에서 역사지진보다 높은 특성을 보이며 강원·경기·충남지역은 상당히 높은 값을 나타내고 있다. 중규모의 지진의 경우는 부산지역을 제외하면 역사지진이 높은 값을 보이며, 특히 서울지역은 계기지진이 비해 월등히 높은 값을 보이고 있다. 대규모 지진의 경우는 두 자료 모두 발생빈도수가 적어 유사한 것으로 나타나고 있다.

지역별 비교에서 서울지역은 역사지진자료가 월등히 높은 값을 보이며 경기·강원지역은 계기지진이 높은 값을 보이며 대전·울산·충북·제주지역은 두 자료 모두 극빈의 발생빈도를 갖는 것으로 나타난다. 두 지진 자료의 지역별 지진에너지는 다음 식으로 구한다.

$$\log E = 1.5M + 11.8 \text{ (erg)} \quad (\text{쿠펜베르크, 1956})$$

대도시별로는 서울지역이 역사지진에서는 월등히 큰 최대값이나 계기지진에서는 가장 적은 값이며, 역

사지진에서 두 번째 큰 값인 대수가 최대값을 나타내고 있어 서울지역의 역사지진은 빈도나 규모면에서 과대하게 평가된 것으로 판단된다. 울산·광주지역은 역사계기지진 모두 낮은 값을 보이고 있으며, 대구·부산지역은 두 지진 모두 높은 값을 나타내고 있다. 도별로는 경북지역이 역사계기지진 모두 최대값을 나타내고 있고, 제주지역이 최소값을 나타내고 있다.

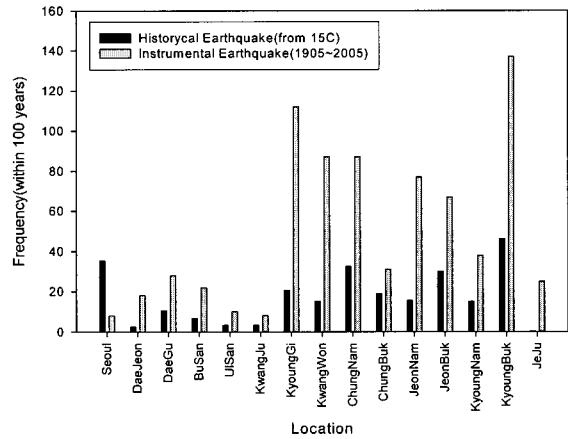


그림 10. 지역별 역사(15세기 이후) 계기 지진의 비교

역사지진의 전체 발생기간을 대상으로 하여 빈도를 분석하는 것이 역사초기 지진목록의 부정확성에 의해 신뢰성이 떨어짐으로 기록의 정확성이 높은 15세기 이후만을 대상으로 빈도를 분석하면 그림 10이 된다.

기록 년수와 같은 100년간의 발생빈도로 비교하여도 빈도수에서는 계기지진 역시 높은 값을 나타내고 있다. 15세기 이후의 100년간의 발생빈도에 근거한 지진에너지의 누적과 계기지진 에너지 누적결과를 그림 11에 정리하였다.

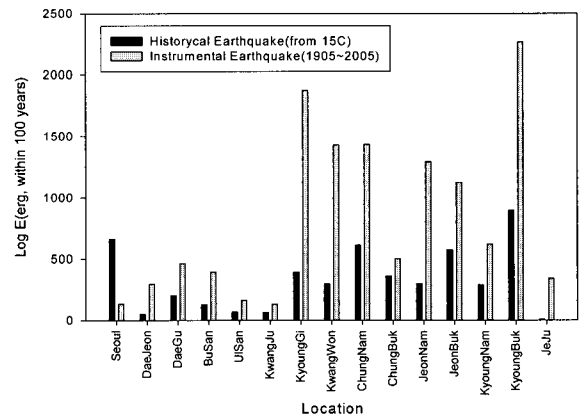


그림 11. 지역별 에너지 누적결과

그림 11에서 서울지역을 제외한 모든 지역에서 계기지진의 누적에너지 값이 상당히 큼을 알 수 있다.

따라서 서울지역의 역사지진은 규모·빈도 모두에서 크게 과장되었음을 추정할 수 있다. 또한, 기존연구에서 제기된 것처럼 지난 100여년동안 서울, 수도권 지역에 지진활동이 없는 지진정지기(Seismic Gap)로서 지진에너지가 많이 축적되어 있기 때문에 앞으로 지진발생확률이 높다.(김소구, 2005)는 것을 의미 할 수 있다.

3. 결 론

지진 지역계수는 자국의 지진환경을 분석한 연구결과를 근거로 규정하여야 한다. 우리나라의 지진지역계수는 국외 기준을 근간으로 하여 국내 지진환경과 상이할 수 있다. 본 연구는 역사지진과 계기지진 자료의 수집과 분석을 통해 국내 지진지역계수 설정을 위한 기초자료로서 다음과 같은 결론을 도출하였다.

1. 역사지진은 지역의 인구밀도가 진원 결정에 중요 요인이 되며 다른지역과 상대적으로 인구밀도가 높은 도성이나 주요도시의 지진빈도나 크기가 크게 낸다.
2. 역사지진에 있어서 경북지역의 지진 발생빈도는 서울과 유사하지만 규모면에서 서울지역보다 높은 것을 볼 때 서울지역 보다 지진 위험도가 상당히 높을 것으로 추정된다. 강원지역의 지진발생횟수는 다른 지역에 비해 적은편이나 규모면에서는 높은 값을 갖는 지진의 비율이 높은 편이다.
3. 계기지진에 있어서 발생횟수는 경상도 북부지역이 높은 편이며, 경기도 지역이 다음으로 높다. 도시별로는 대구가 가장 높은 횟수를 보이며 서울·광주는 낮은 횟수를 보인다.
4. 두 지진을 비교해 보았을 때 서울지역은 역사지진 데이터에 있어서 최대값을 나타내고 있으나 계기지진에 있어서 최소값을 나타내는 반면 대구는 전자에 있어서 두 번째 큰 값을 나타내고 후자에 있어서 최대값을 나타내고 있다.
5. 계기지진의 누적에너지 값의 크기를 지역별로 비교하였을 때 서울지역을 제외한 모든 지역에서 크게 나타난다.

본 연구에서 기존 지진 데이터를 수집·분석을 통해 국내지진환경의 특성을 도출하고자 하였으나 여전히 국내 지진지역계수 설정을 위한 자료로서 미흡하다. 향후 진앙의 깊이, 지반조건, 지진동의 스펙트럼 등과 같은 과학적 근거를 통한 깊이 있는 많은 연구가 필요

할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 2005년 대한건축학회 건설기술기반구축사업-04기반구축A03-"건축물의 내구설계기법 정립을 위한 기후영향인자 도출에 관한 기본 연구" 로 이루어졌습니다.

참 고 문 헌

- 건설교통부(1997). "내진설계기준연구(II)"
- 김소구 (2000). "지진연구"
- 대한건축학회 (2005). 한국지진공학회, "국내 지반 특성을 고려한 지반가속도 및 지진재해지도에 관한 연구"
- 서울특별시 (2001). "지진의 이해"
- 서울특별시 (1999). "서울시 지진대응모델 개발"
- 행정자치부, 국립방재연구소 (2002). "지진에 대한 지역 위험도 분석 연구"
- 건설교통부 (2005). "건축구조설계기준"
- 김성균 외 7인 (1994). "지질공학원론", 교학연구사
- 일본건축학회 (1992, 2000). "지진하중"
- 일본건축학회 (2005). "지반운동"
- 이한선 (2005). "KBC 2005 내진설계 기준의 개요", 구조기술사회지, pp. 29~35.
- 이기화 (1998). "한반도의 역사지진자료", 지구물리학회지, vol. 1, pp. 3~22.
- 한상환 외 1인 (2000). "역사지진 기록을 기초로 한 지진규모와 위치 예측방법", 한국전산구조공학회 학술발표대회 논문집, pp. 323~330.
- 기상청 (2001, 2002, 2003, 2004). "지진연보"
- 기상청 (1978~2000년). "지진관측보고"
- 김주환 외 2인 (2003). "확률 및 통계학", 교우사
- 김소구 (2005). "일반지진학", 한국학술정보.
- 권상노 (1961). 한국지명연혁고, 동국출판사
- 和田雄治 (1912). 朝鮮古今地震考
- Gutenberg (1956). B. and Richter, C.F., Earthquake magnitude, intensity, energy and acceleration
- 충청남도(2002). "충남 지진대비 종합대책 수립 연구"
- ◎ 논문접수일 : 2006년 06월 07일
- ◎ 심사의뢰일 : 2006년 06월 08일
- ◎ 심사완료일 : 2006년 07월 21일