

우리나라 지진공학 현황

State of Earthquake Engineering Research in Korea

장 승 필¹⁾ 김 재 관²⁾
Chang, Sung Pil Kim, Jae Kwan

1. 서 론

최근 들어 세계 각지에서 발생한 대지진으로 인하여 수 많은 인명 및 재산피해가 발생하고 있다. 미국 캘리포니아 노스리지(Northridge)지진(1994), 1995년 일본의 효고현에서 발생한 지진은 판 내부 지진에 의해서도 엄청난 피해를 입을 수 있음을 일깨워 주는 중요한 계기가 되었다⁽¹⁾. 정부에서도 이러한 점을 인식하고 일본 효고현 남부지진 이후 범정부적인 자연재해대책법령을 제정하여 대규모 자연재해로 인한 인명 및 재산피해를 최소화 할 수 있는 각종 대책을 강구하고 있다. 이에 따라 건교부에서도 SOC 등 주요시설물에 대한 내진설계기준 보강을 위한 연구용역을 실시하여 1998년 2월 [내진설계성능기준작성준칙]을 마련, 시행하도록 함으로써 일단 주요 신설구조물에 대해서는 우리나라의 지진환경을 고려하고 소요내진성능을 확보하기 위한 기본 틀을 마련하였다.

본 논문에서는 1996년부터 본격화되기 시작한 지진공학연구에 대한 전반적인 현황을 파악함을 그 목적으로 한다. 이를 위해 지금까지 구축되어 있는 지진재해 방재대책 현황, 지진공학 관련 연구 현황, 지진공학 관련 교육현황등의 자료를 정리함으로써 현황분석을 수행함과 동시에 그 문제점을 파악코자 한다. 그리고 이를 토대로하여 지진공학연구의 향후방향에 대한 대책을 강구하고자 한다.

2. 우리나라 지진재해 방재대책 현황

최근의 대형지진에 대한 지진피해사례를 분석하여 보면, 지진으로 인하여 대재난이 발생하는 유형은 지진에 대한 대비 소홀과 지진에 대비하였지만 지진의 세기를 과소 평가한 두 가지로 압축될 수 있는 것으로 생각된다. 현재 연구되고 있는 지진에 대한 대비책으로는 (1)지진예측, (2)지진조기경보, (3)내진설계, (4)지진후 신속대응시스템 등의 4종이 있다. 이 중 지진예측 및 지진조기경보는 우리나라의 지진환경에 비추어 볼 때 타당한 대책이 아니라고 판단된다. 우리나라는 강진지역에 속하지 않으므로, 우리나라의 지진위험수준에 적합한 내진설계를 도입하고 이와 병행하여 지진재해대응체계를 구축하여 나가는 현실적인 정책을 채택하고 있다.⁽²⁾

¹서울대학교 지구환경시스템공학부 교수, 정회원

²서울대학교 지구환경시스템공학부 부교수, 정회원

2.1 지진재해대응체계 구축현황

2.1.1 기상청

기상청은 일본 효고현-남부지진을 계기로 우리나라의 지진방재대책의 보강계획을 수립하여 추진하고 있다. 현재까지의 추진현황과 향후 추진계획을 소개하면 다음과 같다.

1) 현재까지의 추진현황

1996년부터 1999년까지 지진방재조직 및 중앙 행정기관별 업무분담 등 지진방재 종합대책을 수립하였다. 이에 근거하여 기상청은 지진담당관실을 신설하고 지진관측망 확충 사업을 수행중에 있으며, 현재 지진관측망 27개소와 가속도 관측망 42개소, 지진분석 시스템을 설치를 도입 완료하였다.

2) 향후 추진계획

내진설계 기준강화 및 대상시설물 확대와 노후 지진관측장비 교체 및 보강계획 등의 정부 지진방재 종합대책 보완을 추진중에 있으며, 앞으로 2001년까지 지진정보 자동통보시스템구축 및 지진관측망 확충사업을 지속적으로 추진할 예정이다 있다.

2.1.2 서울시

서울시 또는 수도권 지역에서 발생할 가능성이 있는 지진에 대한 서울시의 대응책을 수립하는 데 있어서 정책의 기본방향을 제시할 목적으로 서울시 지진대응모델개발에 대한 연구를 1999년 5월에 수행하는등 지진재해 대응기술 확립에 노력하고 있다. 또한 기존 조적조 건축물에 대한 내진보강방안에 대한 연구가 현재 진행중에 있다.

2.1.3 대구시

대구시는 지진방재대책으로써 지진방재대책을 법제화하고 지진대비 훈련실시등의 지역단위 지진 방재대책을 수립하였다. 또한, 재해대책본부의 운영, 소방대책, 피난대책등의 응급 조치에 관한 사항 및 복구대책을 수립하고 있다.

2.1.4 목포시

목포시의 방재계획은 5년마다 수립하는 방재기본계획과 매년 수립하는 방재집행계획이 있다. 또한 매년 지방자치단체가 수립하는 지역방재계획과 수자원공사·한국전력공사등 각급 행정기관에서 수립하는 방재세부 집행계획이 있다.

2.2 내진 설계실시 현황

1995년 12월 지진발생시 대규모 피해가 우려되는 건축물, 교량 등 20개 시설물에 대하여 내진설계기준을 개별법에 정하도록 의무화하는 등의 지진방재대책 수립근거가 자연재해대책법에 마련되었다. 이들 시설물의 내진설계현황을 정리하면 표 1과 같다.^{(3),(4)} 1972년 원자력 구조물에 대하여 내진설계가 도입된 이후에, 1988년 건축물, 1991년 고속철도, 1992년 도로교량, 1993년 댐

등에 지진하중에 대한 고려가 포함되었다. 1999년에는 항만시설과 어항시설에 대한 내진설계기준이 수립되었다. 그리고 공항시설과 도시철도시설은 2000년도부터 건설교통부과제의 일환으로서 지진공학회가 연구과제를 수행하고 있다.

표 1 20개 시설물에 대한 내진설계실시현황

시설물종류	실시현황
(1) 건축법에 의한 건축물	1988
(2) 도로법에 의한 도로	1992
(3) 원자력법에 의한 원자로 및 관계시설	1972
(4) 특정다목적댐법에 의한 다목적 댐	1993
(5) 전기사업법에 의한 발전용 수력설비 및 화력설비	건축법과 댐의 상위기준 준용
(6) 공항법에 의한 공항시설	2000-수행중
(7) 철도법에 의한 철도	1999. 7
(8) 도시철도법에 의한 도시철도	2000-수행중
(9) 한국고속도로건설공단법에 의한 고속철도	1991
(10) 항만법에 의한 항만시설	1999. 12
(11) 어항법에 의한 어항시설	1999. 12
(12) 총포, 도검, 화약류 등 단속법에 의한 화약류 저장소 및 취급소	미실시
(13) 석유사업법에 의한 석유정제시설, 석유비축시설 및 석유저장 시설	?
(14) 수도법에 의한 수도시설	2000. 1. 1
(15) 농어촌정비법에 의한 농업생산 기반시설	?
(16) 도시가스사업법, 고압가스안전관리법 등에 의한 도시가스, 고압가스, 액화석유가스의 저장시설	도시가스사업법(98) 고압가스, 액화가스(2000. 1. 1)
(17) 기타 대통령령으로 정하는 시설물	?

?: 확인되지 않은 사항

3. 우리나라 지진공학 관련 연구 현황

3.1 지진공학관련 연구기관

현재 활발히 지진공학 관련 연구를 수행하고 있는 연구기관으로는 한국지진공학회, 지진공학연구센터, 국립방재연구소, 도로공사, 지진·방재연구소, 초대형구조시스템연구센터, 한국기계연구원, 한전전력연구원, 한국원자력안전기술원, 한국원자력연구소 등이 있다. 이들 연구기관과 연구기관이 수행하고 있는 지진공학 관련 연구현황을 간략히 소개하면 다음과 같다.

1) 한국지진공학회

한국지진공학회는 세계 각지의 대지진으로 지진에 대한 경각심이 높아진 가운데 국가 차원의 지진대책을 수립하려는 정부와 엔지니어 및 연구자의 노력에 힘입어 1996년 11월 28일 설립되었다. 이후 건설교통부과제를 비롯하여 다른 국내 및 국외의 지진공학 연구기관과 유기적인 관계를 유지하면서 다양한 연구과제를 수행중에 있다.

2) 지진공학연구센터

지진공학연구센터는, 1997년 6월 과학기술부와 한국과학재단의 지원하에 한국지진공학회의 주요 참여 회원과 대학 및 관계기관 연구자가 주축이 되어 설립되었다. 현재 수행하고 있는 연구과제는 지진운동·지반공학분야, 구조물 해석 및 설계에 대한 실용적 연구, 구조물 내진성능 평가와 향상, 지진재해관리 및 경감대책 연구의 4개 분야와 1개의 정보보유시스템 과제를 수행하고 있다.

3) 국립방재연구소

국립방재연구소는 지진을 비롯한 각종 재해로부터 시민생활의 안정을 도모하고 산업활동의 장애요인을 제거하며 국가기반시설물들을 보호하기 위한 예방적 재해 대책과 예방위주의 선진 방재기술을 개발하기 위하여 1997년 9월 2일 설립되었다.

아울러 국가간 방재분야의 교류를 통한 연구의 활성화와 국제협력 증대를 통하여 국제적 대형 재해·재난사고 발생시 공동 대처방안 수립을 도모하는데 목적이 있다.

4) 도로공사

한국도로공사는 1969년 2월 14일, 도로 건설 및 유지관리, 그리고 그에 부대되는 사업을 행하여 도로교통발전에 기여하기 위하여 설립되었다. 지진공학과 관련해서 수행하고 있는 연구내용을 살펴 보면, 고속도로 교량의 내진설계 지침 마련 및 기준 정립, 교량의 내진성능 평가기법 정립 및 내진성능 향상방안 마련, 교량의 면진설계 적용방법 연구와 장대교량의 내풍 및 제진대책 연구가 있다.

5) 지진·방재연구소

최근의 대지진에 따라, 서울시도 안전한 도시 서울을 구현하기 위한 핵심사안으로서 지진·방재분야의 연구를 역점적으로 수행하기 위하여 기존의 방재공학센터를 지진·방재연구소로 개편하

여 지진대비 안전을 위한 지반 및 내진기술 연구, 비상대응체계 연구역량을 보강 강화코자 2000년 1월 1일 지진·방재연구소를 설립하였다. 지진·방재와 관련된 주된 연구분야를 살펴보면 비상대응체제등 도시방재시스템 연구, 도시 지진, 화재, 기타 재해·재난관련 정책에 관한 조사·연구 및 도시 지진, 화재, 기타 재해·재난에 관련된 정보데이터베이스 구축 및 활용 등이 있다.

6) 초대형구조시스템연구센터

급변하는 세계정세 속에서 한국을 21세기에 건설 선진국으로 도약하게 하기 위하여 첨단 건설 기술의 전략적 육성을 목표로 설립된 초대형구조시스템연구센터는 1999년까지 초고층 철근콘크리트 구조시스템 연구, 철골 및 복합화 구조시스템 연구, 대공간 구조물의 시스템 및 구조적 거동 특성에 관한 연구, 구조시스템 수치해석 기법 연구 및 건설자동화 시스템 기법 연구를 과제로 수행하면서 세부과제로 내진관련 연구를 수행하고 있다.

7) 한국기계연구원

지진, 풍, 진동 및 충격 등에 의한 구조물과 장비시스템의 진동을 제어하기 위한 여러가지 수동형, 반능동/능동형 제진장치의 설계와 활용기술에 관한 연구를 중점적으로 수행하고 있다. "제진장치를 활용한 제진설계기술 개발과제"로 국가지정연구실(NRL)로 지정되어 대형구조물의 지진 진동제어와 장비시스템의 진동/충격 절연을 위한 여러가지 제진장치 설계기술과 이를 활용한 최적 제진설계에 관한 연구를 수행중이며, 제진장치에 관한 연구로 "초고층 건물의 비탄성 내진 해석 및 진동제어기술 개발"과 산자부 공업기반과제의 위탁으로 "초고층 철골구조물의 진동제어 장치 실용화에 관한 연구"를 수행중에 있다.

8) 한전전력연구원

지진 및 단층과 관련된 연구는 그동안 분리 수행되어 왔던 원자력 중장기연구개발사업과 국책 기획사업의 연구내용을 통합하여 2000년부터 2, 3단계 연구를 6년간 수행할 계획이며, 연구 분야는 지진재해대응 기반연구와 지진안전성평가 기반연구로 크게 2개 분야로 구분되며 원자력 연구개발 중장기사업에서는 지진안전성평가기반 연구분야를 지원하고 있다. 위의 연구 분야 중 지진 안전성평가 기반연구는 활성단층 평가기반 및 DB 구축, 신기단층 조사, 원전 내진설계를 위한 기반구축으로 구성되며, 지진재해대응 기반연구는 지진/GPS 관측망을 구축하고, 지각구조, 지진원 특성, 지진 전파특성 등 지진특성 연구를 포함하고 있다.

9) 한국원자력안전기술원

가동중 원전의 확률론적 내진안전성 평가 방법 연구등을 통해 원전 내진안전성 재평가 방법에 관한 연구를 하고 있으며, 대만 화련 대형내진모델시험 지진계측자료 분석등을 통하여 원전구조물 지진 피해평가 프로그램을 개발하고 있다. 또한 활동성단층 평가방법 및 기준 개발을 통한 지진안전성 평가기반 기술개발을 수행하고 있으며, 확률론적 지진재해도 평가 방법 연구등을 통하여 원전 부지의 지질 및 지진재해도 평가기술 연구를 수행하고 있다.

10) 한국원자력연구소

원자력연구소에서는 원전의 내진 안전성 향상을 위한 연구를 원자력 연구개발 중장기계획에 따라 수행하고 있다. 액체금속로의 면진시스템에 관한 연구를 90년대 초반부터 현재까지 수행하여

왔으며, 90년대 중반까지는 사용후핵연료 중간저장조의 면진구조에 관한 연구를 수행하였다. 90년대 후반에는 역사지진 평가와 관련된 불확실성 저감을 위한 초가삼간의 내진성에 관한 연구 및 우리나라의 지진동 특성을 규명하기 위한 계기지진 기록을 분석하였다. 이외에도 원전의 내진 여유도 및 취약도 분석에 관한 연구를 수행하고 있다.

11) 민간기업

또한, 현대는 1축과 2축방향 진동대를 보유하고 지진모의 실험과 진동특성 실험을 통한 방진, 제진성능평가 등의 연구를 수행하고 있으며, 유니슨산업주식회사는 내진개발팀을 두고 구조물의 지진격리장치, 지반진동전파 차단재와 관련된 제품개발을 수행하고 있다.

이외에도 한국수자원공사와 한국고속철도건설공단에서 지진공학과 관련된 연구를 수행하고 있다. 비록 자료에 제약은 있었으나, 이들 연구기관에서 수행했거나 수행하고 있는 지진공학 관련 연구과제를 분석하여 보면 다음과 같다. 먼저 연구 기관별 지진공학 관련 연구과제 현황(그림 1)을 보면, 한국지진공학회와 지진공학연구센터가 수행하고 있는 연구과제가 많은 부분을 차지하고 있음을 알 수 있다. 연도별 지진공학 관련 연구과제 현황(그림 2)을 보면, 1998년에 가장 많은 연구과제가 수행되었고 그 이후로도 꾸준히 연구 활동이 지속되고 있음을 보여준다. 또한 연구 분야별 지진공학 관련 연구과제 현황(그림 3)을 보면, 내진설계와 기존시설물 내진성능 평가 및 향상부분이 35%로 많은 부분을 차지하고 있음을 알 수 있다.

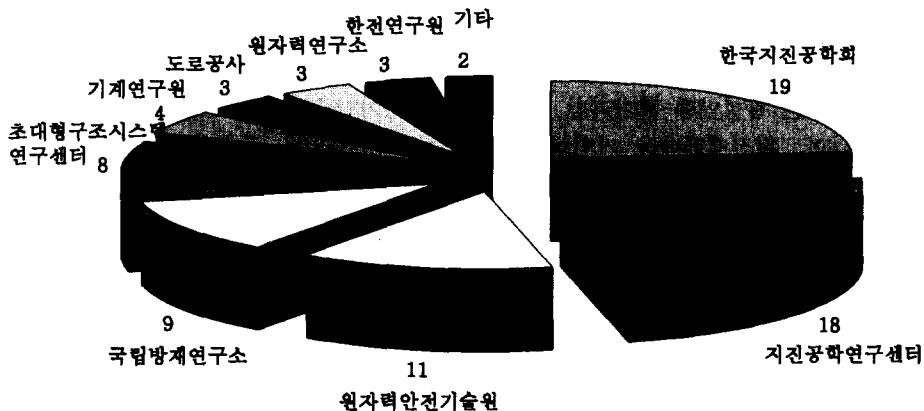


그림 1 연구 기관별 지진공학 관련 연구과제 현황

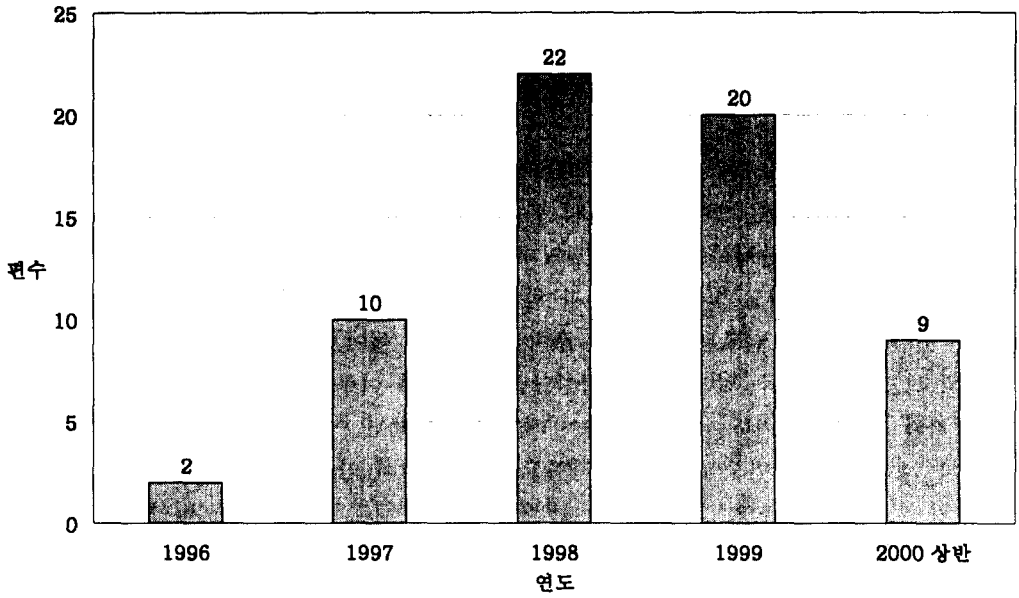


그림 2 연도별 지진공학 관련 연구과제 현황

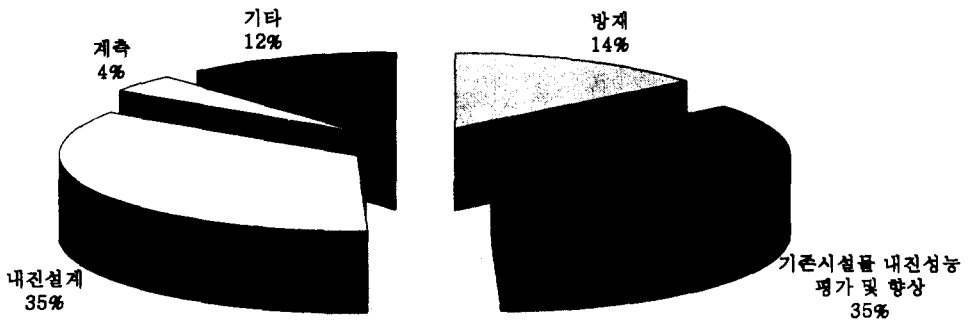


그림 3 연구 분야별 지진공학 관련 연구과제 현황

3.2 지진공학관련 연구논문발표 실적현황⁽⁵⁾

우리나라도 지진위험성을 내재하고 있지만 강진지역만큼 크지는 않다. 내진설계가 도입된 것도 최근의 일로써 지진공학 관련 연구자들은 지진학, 지질학, 구조공학 등의 분야에서 부분적으로 연구를 수행하여 왔다. 여기서는 지진관련 연구동향을 이해하기 위하여 관련 학술지에 발표된 연구논문을 조사하였다. 조사분야는 크게 지진 및 지질을 포함하는 지구물리학과 구조공학 두 분야이다.

지구물리학과 관련하여 1975년부터 1999년까지 “지질학회지”, “지구물리”, “한국지진공학회는 문집”에 발표된 연구논문은 95편이다. 그림 4 는 각 세부분야에 대한 논문의 분포도이다. 탐사 분야에는 지진학자의 단층탐사를 포함하고 있다. 단층분야의 연구논문은 전체의 28%로 가장 많으며 공학적 지진(지진재해도 및 지진감쇠)과 탐사분야가 각각 20%, 17%로 뒤를 잇고 있다. 그림 5 는 세부분야의 연도별 발표논문 편수의 추이이다. 최근 들어 단층활동에 관한 연구가 정력적으로 수행되고 있음을 알 수 있다. 이는 양산단층의 활동성 여부가 관심의 대상으로 단층연구(A분야)의 증가와 연관된 것이다. 역사지진분야(G분야)가 1995년 이후 꾸준히 증가세를 보이는 것도 주목할만한 점으로 이의 연구성과는 지진재해도 및 지진감쇠 연구에 이용되고 있다.

구조공학 분야와 관련하여 1990년부터 1999년까지 “콘크리트학회지”, “대한토목학회논문집”, “한국강구조학회논문집”, “대한건축학회논문집”, “한국지진공학회는문집”에 발표된 논문을 대상으로 하여 유사한 작업을 수행하였다. 그림 6 에서와 같이 구조응답 및 설계분야(F분야)가 전체의 54%로 가장 많고 그 다음으로 기초격리 및 제어(G분야), 구조실험(E분야)가 각각 15%, 11%로 뒤를 잇고 있다. 연도별 연구추이를 나타내는 그림 7 을 보면 구조응답 및 설계분야(F분야)는 매년 강세를 보이고 있고 기초격리 및 제어(G분야)도 꾸준히 증가하고 있음을 알 수 있다.

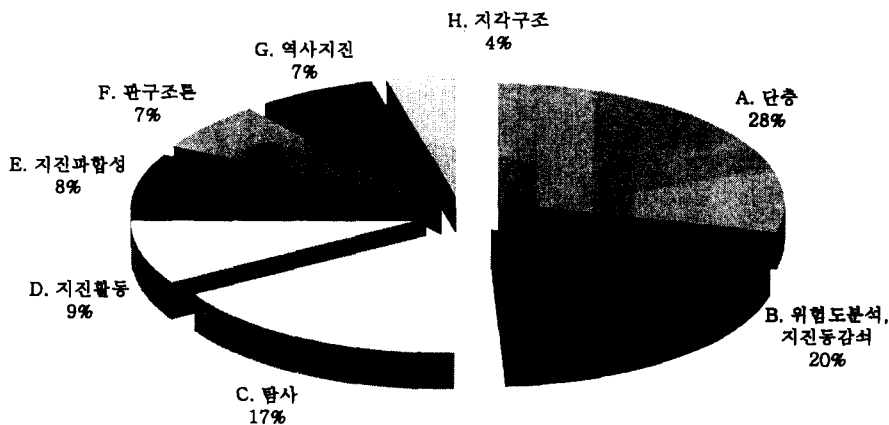


그림 4 지구물리학 분야 논문 분포도

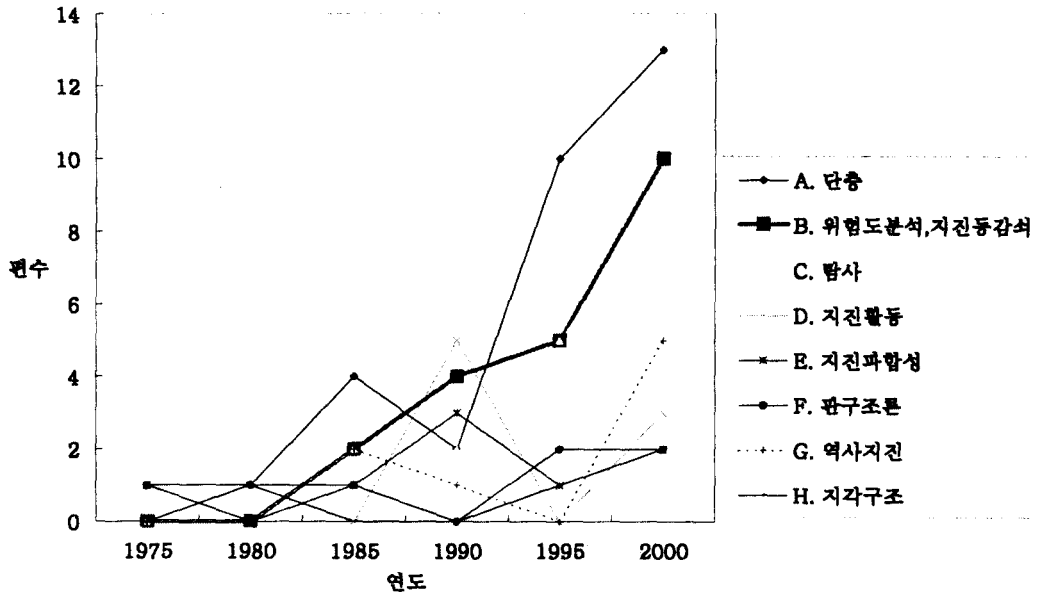


그림 5 지구물리학 세부분야 논문의 연도별 추이

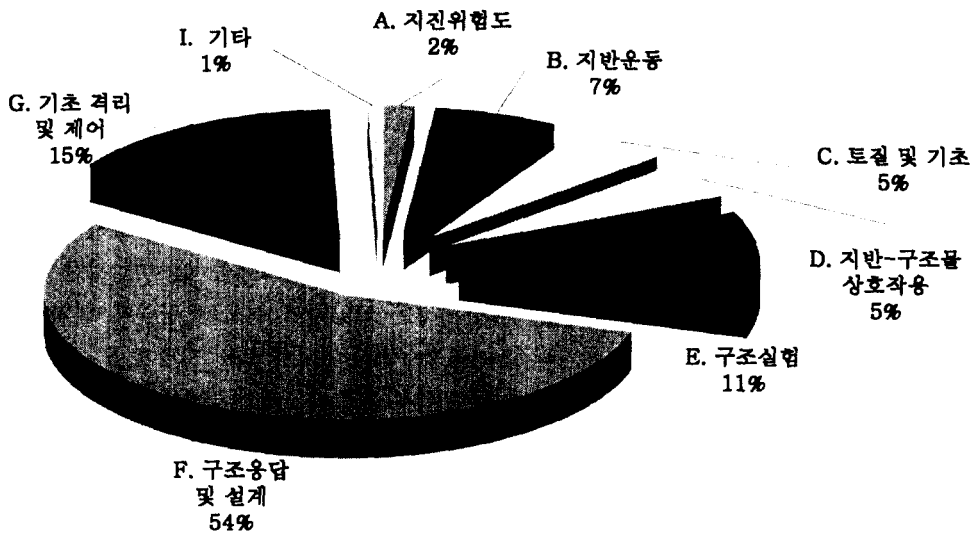


그림 6 구조공학 분야 논문 분포도

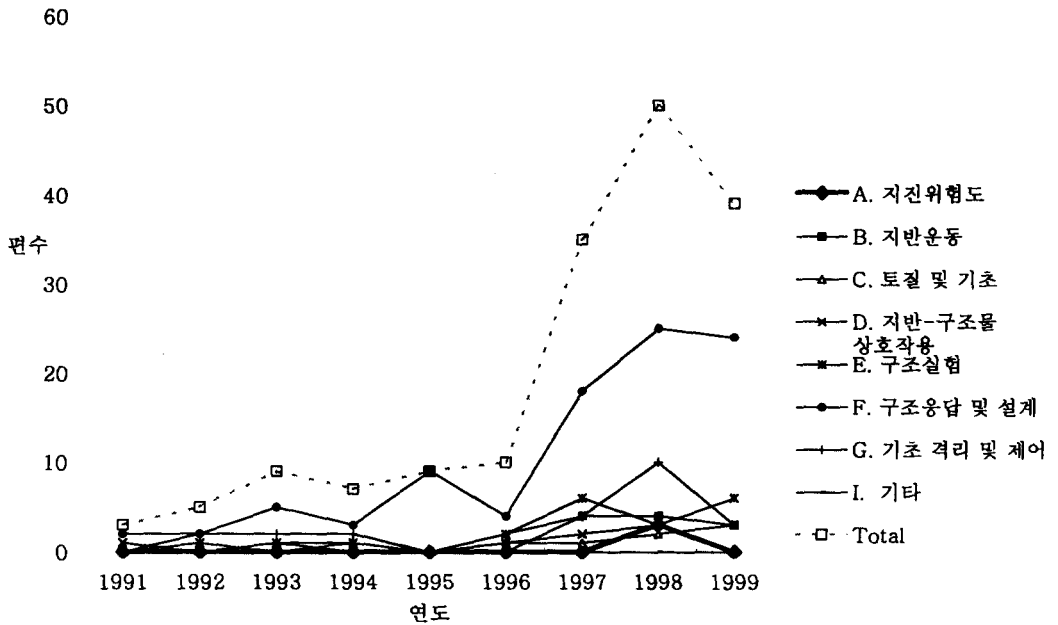


그림 7 구조공학 세부분야 논문의 연도별 추이

3.3 지진계측망 현황

한국의 주요 지진관측기관으로는 기상청, 한국자원연구소, 한전전력연구원, 원자력안전기술원, 지진공학연구센터가 있으며, 몇 개의 대학에서 자체 또는 한국자원연구소와 공동으로 관측망을 운영하고 있다. 또한 원자력발전소와 댐 등에도 가속도 계측설비가 운영 중에 있다.⁽⁶⁾

3.3.1 기상청

기상청의 지진관측은 1963년 3월 미국 지질조사소가 전세계 지진관측망 구축사업의 하나로 서울에 국제표준지진계(World-Wide Standard Seismograph : WWSS) 1대를 설치한 것을 계기로 시작되었다. 그 후 1977년 일본 Katsujima사의 지진계 2를 도입하여 서울과 광주에 설치하여 2점 관측을 실시하였으며, 1980년 말에 미국 Teledyne-Geotech사의 관측소용 지진계 3대와 이동식 지진계 2대를 도입·설치하므로써 6개소 관측망을 구성하게 되었다. 현재 총 12개소의 아날로그 지진계를 운영하고 있으며 1998년 18개소(각 3성분 계측)의 디지털 관측소를 설치하여 시험 운영 중에 있다. 기상청에서는 지진자료 자동 처리 프로그램으로 미국 Kinematics사의 Antelope를 구입하여 1999년 5월말에 설치 완료하였고, 2000년에는 24대의 지진계를 추가로 설치할 예정에 있다.

3.3.2 한국자원연구소

한국자원연구소의 지진관련 연구는 1980년대 초부터 주로 원자력발전소의 지진안전성 분석에 관한 연구로 시작되었다. 1982년 IBRD 차관에 의해 S-500 지진계와 Teledyne사에서 제작한 아날

로그 기록계인 Portercorder 6대로 이동식 지진관측망을 구성하여 양산단층 일원에서 최초로 약 2달간 시험가동을 시작하였다(한국동력자원연구소, 1983, 국토이용지질조사연구). 그후 80년대에는 매년 약 2-3개월씩 주로 양산단층 일원과 전남지역 및 충청지역에서 이동식 지진관측망을 운영하면서 지역별 지진발생 특성을 파악하였다. 1991년 일본과 함께 서태평양과 동남아시아에 걸쳐 광대역 지진관측망을 구축하는 POSEIDON (Pacific Orient SEismic Digital Observation Network) Project의 일환으로 포항에 광대역 지진계 STS-1을 설치하였다. 이와 함께 일본 나고야대, 교토대 및 규슈대와 공동으로 15개 임시 지진 관측소를 1991년과 92년에 약 2-3개월간 운영하여 디지털 지진관측을 실시하였다. 1995년 월성원전 부근 양산단층 북부 4개 지역에 3성분 디지털 지진관측소를 설치하여 Trigger 방법에 의해 지진관측을 시작한 이래, 1996년 거제도를 포함한 양산단층 남부에 5개 지진관측소를 추가하였다. 지진관측소는 계속 증설되어 1999년 현재 포천, 간성, 강화도, 보길도 등 전국에 21개 지역 지진관측소(각 3성분계측)와 철원의 infrasound 시추공 4개소 및 원주의 KSRS array 26개 관측소를 설치 운영하고 있다.

3.3.3 한전전력연구원

원자력 발전소의 지진 안전성 평가를 위해 원전 부지 주변에 총 8개소(각 3성분 계측)를 설치 운영 중에 있으며, 향후 8개소를 추가 확충할 예정이다. 한국자원연구소와 네트워크가 구축되어 있어 모든 자료가 실시간으로 자원연구소로 전송되어 자동 처리되고 있다. 한전에서는 원전부지 지진관측망 외에도 원전의 지진대비를 위하여 현재 가동중에 원전에 호기당 4~5개의 지진응답계측기를 설치하여 지진을 관측하고 있다.

3.3.4 원자력안전기술원

원자력 발전소 부지인근의 지진활동 감시 및 지진안전성 평가기술 개발을 위하여 원전 부지내에 4개소(월성, 고리, 울진, 영광; 각 3성분 계측)를 설치하였다. 기록계는 24bit A/D board를 채택하고 있고, 모든 관측소에는 가속도센서만 설치되어 운영되고 있다.

3.3.5 지진공학연구센터

국내의 지진응답계측은 주로 기상청의 국가지진관측망과 연구기관의 고유목적에 의하여 운영되어 왔으므로, 지진으로 인한 피해 저감을 위한 강진동 지진응답계측 시스템이 없었던 게 사실이었다. 따라서 지진공학연구센터에서는 1999년부터 최대지반가속도 1g까지 측정이 가능한 K2 가속도계를 이용하여 강진동을 관측하고 있다. 센터가 보유하고 있는 K2 가속도계는 모두 2기이며 서울대학교 지진관측소와 서울대학교 지진공학연구센터에 각각 1기씩 설치되어 있다.

3.3.6 대학 및 기타 관측망

자원연구소와의 학·연 공동연구 일환으로 자원연구소가 대학내에 관측소를 설치하였고, 운영은 대학에 위임하여 운영하고 있다. 또한 수자원공사와 가스공사 등에서 지진계를 설치하여 지진안전성을 모니터링 할 예정이다.

상기 언급한 관측소들의 전체적인 분포는 그림 8과 그림 9에 표시하였고, 그림 8은 속도센서가 설치된 관측소들의 분포이고, 그림 9는 가속도 센서가 설치된 관측소들의 분포를 나타낸 것이다.

표 2 주요기관 지진응답계측 현황

기관	지진응답 계측기	주요 계측기 모델	최대 계측범위	기능
기상청 (KMA)	속도계	STS-2	13 mm/sec	지진발생 통보
	가속도계	SS-1 ES-T	0.5g	
자원연구소 (KIGAM)	속도계	STS-2 JC-V100	13 mm/sec	지각구조 규명 및 지진발생 특성 연구
	가속도계	ES-T	0.5g	
한전전력연구원 (KEPRI)	속도계	JC-V100	13 mm/sec	원전주변 지진활동 감시
	가속도계	ES-T	0.5g	
원자력안전기술원 (KINS)	가속도계	ES-T	0.5g	원전 지진 안전성 평가
지진공학연구센터 (KEERC)	가속도계	K2 1083	1g	강진동 측정

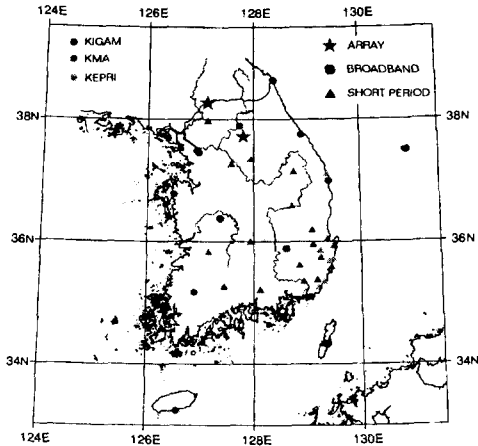


그림 8 광대역 및 단주기 속도 관측소의 분포도

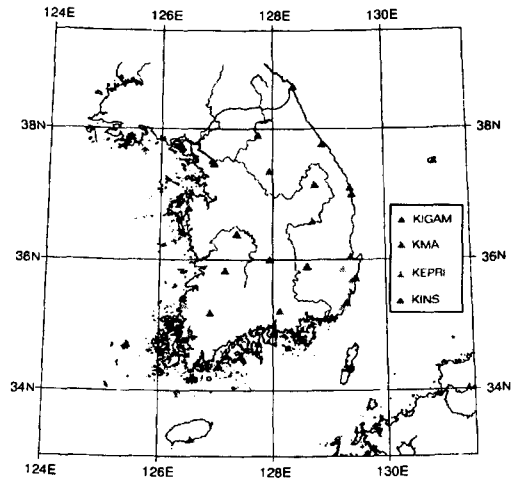


그림 9 가속도 관측소의 분포도

4. 우리나라 지진공학 관련 교육현황

4.1 지진공학관련 개설과목 현황

이번 조사를 위하여 30여개의 토목공학 관련학과와 40여개의 건축공학 관련학과를 인터넷 홈페이지를 이용하여 조사하였다. 서울대학교 지진공학연구센터에 소속되어있는 9개 대학을 중심으로 조사를 실시하였으며 그 외 국공립대 및 사립대를 추가하여 조사하였다. 진동학/동력학/내진공학 등을 주제로 하는 과목을 조사하였으며 각 학과의 홈페이지에 교과과정이 제공되지 않아 누락된 경우도 있다. 표 3과 4는 전국 13개대학 15개 학과의 학부와 대학원에 개설된 지진공학관련 과목

이다. 전체 20건의 조사결과 중에서 진동학관련 과목이 8건으로 가장 많았으며, 동력학관련 과목이 7건, 내진공학 관련 과목이 4건, 방재관련 과목이 1건이었다

표 3 지진공학관련 개설과목 현황(학부)

대학교명	학과	학부	과목명	학점수
경북대학교	건축공학과	학부	건축방재론	3학점
경북대학교	건축공학과	학부	내진학특론	3학점
단국대학교	토목환경공학과	학부 4	진동론	
부산대학교	토목공학과	학부 4	진동공학개론	
성균관대학교	토목환경공학과	학부 3	구조동역학	3학점
연세대학교	토목공학과	학부 3	구조진동	3학점
울산대학교	토목공학환경공학부	학부	소음 및 진동	
전주대학교	토목환경공학과	학부	동역학	
KAIST	토목공학과	학부	지반동역학	3학점

표 4 지진공학관련 개설과목 현황(대학원)

대학교명	학과	대학원	과목명	학점수
강원대학교	토목공학과	대학원	구조진동학	
경상대학교	건축공학과	대학원	내진공학특론	
단국대학교	토목환경공학과	대학원	동력학특론	
동국대학교	토목환경공학부	대학원	동역학	
부산대학교	토목공학과	대학원	구조동역학 1, 2	
서울대학교	토목공학과	대학원	구조진동론	3학점
서울대학교	건축학과	대학원	건축구조진동론	3학점
연세대학교	토목공학과	대학원	내진 및 내풍공학	3학점
울산대학교	토목공학환경공학부	대학원	구조동역학	3학점
인하대학교	건축공학과	대학원	구조진동론	
KAIST	토목공학과	대학원	지진공학	3학점

4.2 내진설계관련 강습회

한국지진공학회는 1998년 도로교의 내진설계라는 주제로 제1회 강습회를 시작한 이후 매년 2회 씩 내진관련 강습회를 실시하고 있다. 그 주된 내용은 건축물 과 지중구조물의 내진설계, 구조물의 지진해석, 지진응답계측시스템 운영 및 구조물 진동 계측이었다. 일시 및 자세한 내용은 표 5에 잘 나타나 있다. 지반공학회에서 1997년 진동 및 내진설계라는 주제로 내진관련 강습회를 실시하였다. 1990년부터 시작된 전산구조공학회의 내진관련 강습회는 매회 정기적으로 실시되지는 않았으나, 지금까지 23회에 걸친 강습회에서 내진관련 주제를 꾸준히 다루어 왔다. 그내용을 간단히 소개하면, 구조물의 내진설계에 관한 것과 지반구조물 상호작용 및 면진설계등으로 되어 있다.

표 5 한국지진공학회 내진관련 강습회

구분	주 제	일 시	장 소	참가인원 (일반/학생)
제1회	도로교의 내진설계	1998. 1. 19-1. 21 (3일간)	한국과학기술회관 중강당	60 (60/0)
제2회	건축물의 내진설계	1998. 7. 13-7. 15 (3일간)	한국과학기술회관 중강당	45 (26/19)
제3회	지중구조물의 내진설계	1999. 1. 19-1. 21 (3일간)	서울대학교 기초전력공학연구소 국제회의실	75 (51/24)
제4회	구조물의 지진해석	1999. 7. 6-7. 8 (3일간)	서울대학교 에너지자원연구소 209호	70 (50/20)
제5회	지진응답계측시스템 운영 및 구조물 진동계측	2000. 1. 18-1. 20 (3일간)	시설안전기술공단 소강당	92 (69/23)
제6회	도로교의 내진설계	2000. 7. 4-7. 6 (3일간)	서울대학교 기초전력공학연구소 국제회의실	68 (68/0)

5. 현황분석과 향후대책

지진시 인명 및 시설물의 피해를 줄이기 위해서는 중앙 및 지방자치단체의 지진대응체계의 확립과 시설물의 내진성능을 확보하기 위한 내진설계규범의 정비, 합리적인 내진성능평가 방법 및 내진보강방안 등이 확립되어야 한다. 이를 위해서는 관련분야에 대한 지속적인 교육 및 연구투자가 선행되어야 한다. 또한, 연구결과를 효율적으로 적용·활용하기 위해서는 내진관련 기술자를 양성하고 산학연구를 통한 내진기술개발로 보다 유기적이고 합리적인 방재시스템을 구축할 수 있는 기틀을 마련하는 것이 중요하다.

지진대응체계는 각 지방자치단체에서 지진환경 및 사회경제적 여건을 고려한 대응모델을 개발하고 중앙정부차원에서 필요한 지원 및 재원조달 등의 상위체계를 확립하는 이원화된 대응체계의 구축이 바람직하다. 서울시와 6대 광역시에 대한 대응체계가 우선적으로 확립되어야 하고 중소도시에 대해서도 조속한 대응모델의 개발이 요구된다. 주요 시설물의 내진설계규범은 관련법에 의거하여 완료 또는 정비 중에 있어 신설구조물의 내진성능을 확보하기 위한 기반은 곧 구축될 전망이다. 그러나, 내진설계가 수행되지 않은 많은 기존구조물의 내진성능을 확보하기 위해서는 합리적인 평가방법과 보강방안이 확립되어야 한다. 교량, 건축물 및 댐과 같은 주요시설물에 대해서는 지침의 작성이 진행 중에 있으나 기타 주요시설물에 대해서는 신설구조물과 동등한 정도의 내진성능을 확보하기 위한 방안이 수립되어야 할 것이다.

내진관련 기술자의 양성을 위해서는 대학에서의 교육과 실무자를 위한 관련기술교육이 병행되어야 한다. 현재 여러 대학에서 관련교과를 개설하여 교육 중에 있고 유관 학회에서 기술강습회 등의 기술교육이 실시되고 있으나 한 단계 진보된 내진기술의 개발과 적용을 위해서는 보다 내진공학에 근접한 교과목의 편성과 보다 체계적이고 실무적인 내용을 다룰 수 있는 교육시스템을 정비

하고 산업체에서 기술개발을 위해 적극적으로 참여할 수 있는 프로그램을 개발할 필요가 있다.

특히, 중요한 것은 지속적인 교육과 연구투자를 위해서는 지진재해대책에 대한 국민 모두의 공감대를 형성할 수 있는 홍보 및 교육장치를 마련하여야 하고 전체적인 지진재해대책의 틀에서 추진되어야 하는 연구방향을 설정하고 효율적인 투자가 수행될 수 있도록 조정하는 기술위원회의 설립도 고려할 만하다.

6. 참고문헌

1. 한국지진공학회(1997), 내진설계기준연구(II)
2. 김재관(1999), 지진재해와 방재대책
3. 한국지진공학회(1998), 외국의 지진피해사례 연구를 통한 20개 법정시설물의 내진설계 타당성 분석
4. 행정자치부, 국립방재연구소(1998), 내진설계 제도 및 기준에 관한 연구(1)
5. 장승필, 고현무, 김재관, 한국지진공학의 현황 및 전망
6. 건설교통부(2000), 내진설계 기술기준 제정