

# 우리나라 지진발생 가능성과 그 대책

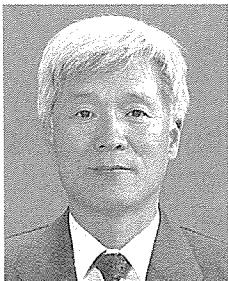
2년전 5천여명의 인명피해를 입힌 일본 고베시의 지진은 우리를 불안하게 하고 있다. 78년 홍성지진에 이어 우리나라도 중급지진이 해마다 10여개꼴로 계속 발생하고 있다. 이제 우리나라도 결코 지진에 대한 안전지대가 될 수 없다. 효율적인 지진방재대책을 위하여 정부차원의 전문위원회를 구성하여 종합적인 대책마련이 시급하다.

## 지진방재 종합적인 대책 마련 시급 78년이후 중급지진 연 10개꼴 발생

실은 재해 당사국은 물론 비교적 지진안전지역으로 인식되어 왔던 인근 국가들에까지도 충격적으로 받아들여졌다. 이후 우리나라의 당국자 및 전문가들은 물론 일반 국민들도 지진에 대한 인식을 새롭게 해 오던 터에, 지난해 12월 13일 영월에서, 지난 78년 홍성 지진 이후로 최대 규모의 강진이 발생함으로써 모든 국민들의 지진재해에 대한 불안감을 한층 더 가중시키게 되었다. 지진 다발지역인 일본과 지리적으로 가까운 우리나라는 지금까지 적지 않은 지진이 발생했음에도 불구하고 그 강도가 미약하여 마치 우리나라의 지진에 대해 안정권에 놓여 있다는 생각이 보편화되어 있으나, 학자들 간에는 한반도의 지

張丞弼

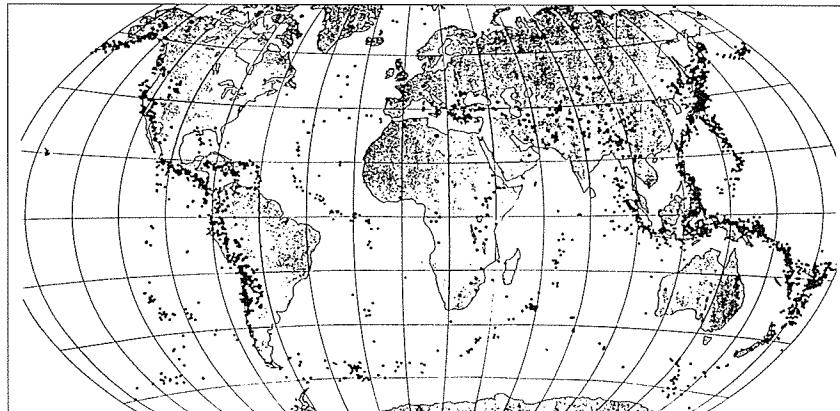
〈서울대 토목공학과 교수/한국 지진공학회 회장〉



### 50년마다 진도7 이상 발생

지금부터 2년여 전인 1995년 1월 17일 일본 고베시의 아와지섬 북부를 진원으로 하는 효고현 남부지진은 5천5백명이 넘는 막대한 인명피해와 시 전역의 산업 및 도시기반시설의 철저한 기능

상실을 초래해 근대 일본의 최대 재해를 야기시켰다. 특히, 이 지진재해가 지진에 대해 비교적 안전지대라고 인식되어 왔던 고베 지역에서 그것도 지금까지 지진 방재분야에서 최선진국임을 자부해 왔던 일본에서 발생했다는 사



▲ 지진의 세계적 분포

진발생 가능성에 대해 많은 논란이 있어 왔다. 한편, 최근 우리나라에서는 사회기반시설이 대폭 확충되거나 계획중에 있으며 각종 구조물이 고층화, 대형화되고 지하공간의 이용도가 높아지고 있다. 이러한 산업 및 생활권의 확충과 고밀도화는 그와 동시에 재해의 대형화를 가져올 수 있으며, 따라서 비록 발생가능성이 낮은 재해원인에 대해서도 충분히 검토하고 그 대비책을 세워야 될 것이다. 다행히 일부 시설물에 대해서 내진 대비책을 강구하도록 의무화하고 있으나, 외국의 경우를 그대로 따르고 있어 국내의 특성에 적합하지 않으며 아직도 그 범위나 세부적인 사항에서 외국과 비교하면 상당히 미흡한 실정이다. 따라서 우리나라의 지진발생에 대한 역사적 사실과 현황을 정확히 파악하고, 해외 지진피해발생의 내용 및 복구과정을 회고하는 한편, 이를 근거로 하는 체계적이고도 공학적인 방재대책의 방향을 제시함으로써 향후 발생할 수도 있는 강진과

그 재해에 대비해야 할 것으로 판단된다.

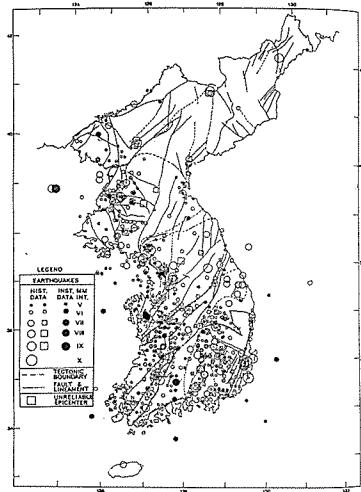
〈한반도 지진역사〉 최근 국내외적으로 지진에 관한 보도를 자주 접하게 되면서 국내에서도 우리나라의 지진활동에 대한 관심이 급격하게 높아지고 있다. 이와 관련하여 가장 일반적인 지진에 대한 관심은 역시 한반도가 지진의 안전지대인가라는 점이다. 이러한 질문에 대한 이해를 돋기 위해서 먼저 한반도에서 발생한 역사 및 계기지진에 대해서 간략하게 살펴보기로 한다. 과거 한반도에 지진이 있었던 사실은 여러 가지 역사기록과 금세기 초반부터 이루어진 지진관측자료를 근거로 하고 있다. 지금까지 밝혀진 역사기록상의 유감지진은 약 1천7백회에 달하는 것으로 나타나 있다. 이 자료만 가지고 보더라도 한반도에서 사람들이 피부로 감지할 수 있을 정도의 지진이 매년 1회 정도 발생하였음을 알 수 있으며 역사기록의 불완전성과 지진의 시간적·공간적

주기성을 감안하면 이보다 훨씬 빈번한 지진활동이 있었음을 짐작할 수 있다. 특히 이들 지진 중에서도 인명 및 재산피해를 수반한 수정머켈리(MM)진도 7 이상의 피해지진이 과거 2000년 동안 약 40회 이상 있었던 것으로 나타나고 있으며, 이는 평균 50년에 1회 이상의 피해지진이 발생한 것을 의미한다. 이들 역사지진에 대한 통계적 분석결과에 의하면 한반도의 지진발생 주기는 약 2백~3백년이고 이러한 지진활동의 특성은 북동 중국과 일본의 서남부 지역의 지진활동의 특성과 유사한 것으로 나타나 있다. 이들 역사지진들에 대한 기록을 보면 대규모 지진에서 보여주는 여러 가지 특징들을 잘 보여주고 있는 바, 다음은 그 몇 가지 예를 역사기록에서 발췌한 것 들이다. “경주의 땅이 갈라지고 샘물이 솟았다”(34년 경주). “경주의 땅이 흔들리며 민속이 부서져 죽은 자가 1백명이나 되었다”(779년 경주). “땅이 갈라지고 궁 밖에서 수척 높이의 샘물이 솟아올랐다”(1298년 강화). “한강변에 지진이 일어나 말을 먹이던 땅이 길이 24자, 폭 5자로 갈라졌다”(1385년 서울). “담과 집이 무너지고 사람이 많이 깔려 죽었다”(1455년 남원). 이처럼 땅이 갈라지고 건물이 무너지며 샘물이 솟아오르는 정도의 대규모 지진이 역사기록에 자주 나타나고 있음은 우리나라가 지진 안전지대라는 인식이 잘못된

것임을 극명하게 보여주고 있는 것이다. 한편 우리나라에서 지진 계를 이용한 관측이 시작된 것은 1905년 이후이다. 그러나 우리나라에서 본격적으로 지진관측이 시작된 것은 1963년 서울의 W-WSSN관측소의 설치와 1977년 기상청에서 서울과 광주에 이동식 지진계를 설치한 이후이다. 이러한 계기지진에 의해서 관측된 우리나라의 지진은 1978~1982년 사이의 18년동안 약 3백 10개가 관측되었으며 이들 중 규모 3.0 이상의 중급 지진은 약 1백60개로 연평균 10개 정도가 발생하였으며, 1978년 홍성지진에 해당하는 규모 5 이상의 지진도 4개가 발생하였다.

특히 우리나라의 현재 지진관측망이 미약한 점을 감안하면 소규모 지진들은 이보다 훨씬 빈번하게 발생하고 있을 것으로 판단된다. 그러나 우리나라 사람들은 대부분 우리나라가 지진에 관한 한 안전하다고 믿고 있는 것이 현실이며, 정부 차원에서도 지금 까지 지진에 대한 적절한 대처를 하지 못하였다. 이는 우리나라에서 지진이 발생할 때마다 지진 전문가들에게 한결같이 “한반도가 지진의 안전지대인가”라는 질문만을 반복적으로 되풀이하고 있는 점과 아직도 한반도에 본격적인 지진관측망이 설치되어 있지 않은 사실이 잘 반영하여 주고 있다. 이와 같은 지진에 대한 잘못된 인식은 근년에 한반도에 대규모 지진이 거의 없었고, 최

근에 발생된 몇개의 지진도 인구 밀도가 비교적 낮은 지역에서 발생하여 피해정도가 경미했기 때문이었다고 생각된다. 그러나 위에서 살펴본 바와 같이 우리나라도, 서울을 포함하여, 거의 전국적으로 항상 지진이 발생할 가능성을 가지고 있으며 언제까지나 행운에만 의존할 성질의 것이 아님을 분명하게 깨달아야 한다. 한반도의 지진문제에 대처하기 위한 가장 중요한 과제는 우선 한반도 및 주변지역에 대한 전문적인 지진연구의 수행이라고 할 수 있다. 지금까지 한반도의 지진연구는 매우 한정된 수준에서 벗어나지 못하고 있는 실정이며 매번 지진이 발생할 때마다 원론적인 이야기를 반복할 수 밖에 없는 실정이다. 원래 지진학은 하나의 관측과학(observational science)의 성격을 가지고 있다. 그러나 우리나라에는 아직 본격적인 지진관측망이 세워지지 않아서 지진연구의 핵심자료인 지진데이터가 축적되지 못한 실정이다. 따라서 지금까지 한반도의 지진연구는 주로 이론적인 연구나 양적·질적으로 극히 제한된 지진데이터를 바탕으로 이루어져 왔다. 따라서 이와 같은 충실한 데이터를 근거로 이루어지지 않은 지금까지의 대부분의 국내 지진연구결과들은 불행하게도 한반도의 지진에 대한 설명과 대책수립에 거의 도움이 되지 못하는 실정이며 이러한 상황에서 지진 대책의 수립은 불가능하며 공염



▲ 역사지진 및 계기지진 분포도

불에 불과하다고 할 수 있을 것이다. 이러한 관점에서 우리나라에 체계적인 지진관측망의 구축이 가장 시급한 선결과제라고 할 수 있다. 나아가서 이러한 지진 관측망을 운영하고 지진자료를 수집, 관리하며 지진연구를 주관 할 기관의 설립도 필요하다고 할 수 있다.

〈외국의 최근 피해사례〉 1985년 9월19일 멕시코 지진이 발생한 것을 비롯하여, 최근 10여년 간에는 1988년 12월 7일의 Armenia 지진, 1989년 10월 17일의 Loma Prieta 지진, 1994년 1월 17일 Northridge 지진 그리고 1995년 1월 17일 일본 Kobe시에 초유의 피해를 초래한 효고현 남부지진 등 대지진들이 발생하여 전 세계적으로 큰 영향을 주었다. 이들 지진은 큰 피해를 초래하였을 뿐 아니라, 사회의 지진에 대한 준비태세와 내진설계 방법 및 수준에까지 큰

변화를 가져오게 한 계기가 된 점에서 이 기간동안 다른 지역에서 발생한 유사한 크기의 지진보다는 중요한 의미를 가지고 있다. 따라서 상기 5개 지진의 특성과 피해상황 그리고 얻어진 교훈 등을 살펴보기로 한다.

〈1985년 멕시코지진〉 1985년 9월 19일과 20일에는 남미의 멕시코에서 약 36시간의 간격을 두고 규모 8.1과 7.5 지진이 차례로 발생하였다. 진원은 멕시코의 침강구역인 Michoacan Gap에서 시작되었다. 그 중 19일에 발생한 지진에 의해서 약 1만명이 사망하였고, 약 5만명이 주거지를 잃었으며, 약 2백동 이상의 고층건물이 붕괴하였다. 큰 피해가 초래된 멕시코시는 진원으로부터 약 360km 떨어진 곳에 위치하고 있었으며 분지로서 기반암까지의 길이는 수 km가 되고 지하 수십미터까지는 단단한 퇴적층으로 되어 있으며 그 위에

표층은 수십미터 두께의 연약 점토 또는 실트로 이루어져 있었다 (진단파 속도 90m/sec). 지진피해는 주로 이러한 지역에서 발생하였다. 이 지역에서 관측된 최대 지반가속도는 약 0.2g에 달하였고, 감쇠비 5%의 응답스펙트럼은 1.1g까지 도달하였다. 0.2g의 지반가속도는 진앙거리가 360km 이상임을 고려할 때 매우 큰 값이고, 특히 응답스펙트럼이 1.1g까지 이른 것은 다른 지진 기록에서는 찾아보기 어려운 것이었다. 강진지속시간은 아주 길었으며(약 30초), 주기 2초에서 큰 최대 공진증폭이 관측되었다. 지반운동의 이러한 특성으로 인하여 고유주기가 약 2초인 고층건물이 붕괴되거나 큰 피해를 경험하였다. 따라서 멕시코지진은 부지특성에 의한 지진피해의 영향이 크게 부각된 지진이었다. 멕시코지진으로 인해 결과적으로 멕시코의 내진설계규정을 수정하게 되었고, 특히 부지 또는 지반특성의 중요성에 대한 주의를 환기시켰고, 이에 관한 많은 연구가 이루어지게 되었다.

〈1988년 Armenia지진〉 1988년 12월 7일 구소련 Armenia공화국에서 규모 6.8의 강진이 발생하였다. 이 지역은 Arabian판과 Eurasian판이 충돌하고 있는 지역으로서 역단층이 지배적인 단층운동의 형태였다. 이 지진에 의해서 피해를 주로 받은 도시는 Spitak와 Kirovakan

그리고 Leninakan시 였다. Spitak는 바로 진앙지역에 위치하고 있었으며 Kirovakan은 진앙으로부터 35km, Leninakan은 약 40km 떨어져 있었다. Armenia의 수도인 Yerevan은 진앙으로부터 약 100km 거리에 있었다. 12월 7일 지진으로 인하여 Spitak, Kirovakan 그리고 Leninakan시에는 세계적으로 그 유례를 찾아보기 힘든 대재난이 초래되었다. 총 약 2만5천명에서 6만명으로 추정되는 사망자가 발생하였고, 50만명 이상이 주거지를 상실하였으며 경제적 손실에 대한 초기 평가액은 70억 달러를 초과하였다. 1988년 Armenia지진에 의해서 발생한 지반운동의 세기는 미국 캘리포니아 또는 일본에서 예상되는 지진에 의한 지반운동의 세기에 비하면 그렇게 높은 수준이 아니었다. 그럼에도 불구하고 Armenia에서 상상을 초월하는 대재난이 초래되었던 원인은, 내진설계 등 지진에 대한 대비가 지극히 소홀하고 부실하였기 때문이었던 것으로 알려졌다. 그 한 예로 1970년에서 1980년 사이에 주택에 대한 수요가 급증하고 급속한 도시화가 진행되면서 많은 건물이 정밀내진설계없이 표준도에 의하여 단기간에 신축되었다. 만약, 같은 수준의 지진이 미국 캘리포니아에서 발생하였더라면 경미한 피해만 발생시켰을 것이라는 것이 많은 전문가들의 공통된 견해이다. Armenia 지진으로부



▲ 11층 아파트건물이 마치 성냥팡이 허물어지듯 무너졌다.

터 지진에 대한 철저한 대비와 완벽한 내진설계 시공의 중요성을 다시금 깨닫게 된다.

**〈1989년 Loma Prieta지진〉**  
 1989년 10월 17일 규모 7.1의 강진이 캘리포니아에서 발생하였다. 진앙은 샌프란시스코 남쪽 75km의 Loma Prieta 산중에 위치하고 있었고, 진원 깊이는 약 18.24km로 추정되었다. 지진을 일으킨 단층은 산 안드레아스 단층계에 속하고 있었다. 진앙지역에서의 최대 지반가속도는 0.65g에 달하였으나 다른 도시에서는 캘리포니아의 설계지반운동의 수준보다도 낮았고, 지속시간도 10~15초로서 규모 7.1의 지진에 비해서는 비교적 짧았다. 그럼에도 불구하고 75km 이상 떨어진 샌프란시스코에서 조차 상당한 피해를 초래하였으며, 샌프란시스코시의 기반시설을 시험하는 기회를 제공하였다. 그 원인은 샌프란시스코만에 퇴적된 절토층에 의해서 지반운동이 증폭되고 그리고 성토지역에서 액상화가 발생되었기 때문인 것으로 판단한다. 이 지진으로 인해 지반의 영향의 중요성이 인식되고 내진설계 기준의 개정으로 이어졌다. 또한 사회기반시설의 내진설계가 중요하다는 것이 새롭게 인식된 계기가 되었다.

**〈1994년 Northridge지진〉**  
 1994년 1월 17일 산 페르난도 계곡의 Northridge에서 규모 6.8



▲ 지진이 발생하면 급수시설 파괴등으로 인해 화재진압을 못하기 때문에 피해가 더 크다.

의 강진이 발생하여 로스엔젤리스 전지역에 큰 지반진동을 일으켰다. 이 지진으로 인하여 58명의 사망자가 발생하였고 1천5백 여명이 부상으로 병원에 입원하였다며 약 8만에서 12만5천에 이르는 건물과 구조물들이 붕괴되거나 파손되었다. 이 지진은 자연재해로서는 미국 역사상 가장 큰 경제적 손실을 초래한 것으로 추정되고 있다. Northridge지진은 그 때까지는 알려지지 아니한 단층에서 발생하였으며 캘리포니아에서 발생하는 지진형태와는 다른 역단층 운동에 의하여 일어났다. 진원이 주택과 아파트, 상가, 병원, 학교, 대학교 등이 있는 교외의 중심가 아래에 위치하고 있어서 효고현 남부지진과 마찬가지로 큰 피해를 초래하였다. 이 지진에 의한 지반가속도는 진앙지역에서 수평방

향으로 최대 1.82g, 수직방향으로 최대 1.18g에 달하였으며 이러한 수준의 지반운동은 그 유례를 찾아보기 힘들 정도로 큰 것이었으며 광범위한 지역에서 캘리포니아의 설계지반운동의 강도 수준을 훨씬 초과하였다. 전반적으로 1970년 이후 개정된 내진설계규정에 따라서 설계된 건물과 교량 등은 대체로 만족할 만한 내진성능을 발휘한 것으로 판단된다. 그러나 건물에 있어서 비구조재의 영향에 대해서는 추가연구가 필요한 것으로 생각되며 프리캐스트 콘크리트 구조들이 일반적으로 좋은 거동을 보이지 아니하였다. 교량의 경우에는 교대에서의 지반과의 상호작용의 중요성이 부각되었다. 특히 Northridge지진에서는 상하수도 및 가스배관망에 대한 내진설계의 중요성이 크게 부각되었으

며, 이와 관련하여 기존시설의 보수보강에 대한 연구가 필요한 것으로 밝혀졌다.

**〈1995년 효고현 남부지진〉**  
 1995년 1월17일 새벽 5시 06분에 일본 고베시 아래를 남북방향으로 지나가는 단층계가 전단파괴되면서 강진이 발생하였다. 이 지진의 진앙은 지하 아카시해협 근처에 위치하고 있었으며 진원 깊이는 약 13km였다. 이 지진은 1994년 1월17일에 발생한 Northridge지진과 같이 도심지의 바로 아래 얕은 곳을 지나가는 단층이 전단파괴되어 발생하였기 때문에 특히, 지반이 크게 흔들렸고, 현대 대도시의 기능을 장기간 마비시킨 대재난이 초래되었다. 이러한 형태의 지진을 일본 매스콤에서는 도시적 하형 지진이라고 명명하였다. 이 지진으로 인하여 약 5천5백명 이상의 사망자가 발생하였고, 7만5천동 이상의 건물이 붕괴하거나 심한 피해를 경험하였으며 한신 고속 도로의 500m에 달하는 교량구간이 전도되는 것을 비롯하여 도로 교와 철도교, 고가도로교 등에 큰 피해가 발생하고 철도시설, 항만시설 등 교통시설이 장기간 그 기능을 상실하였다. 뿐만 아니라, 상수 및 가스관망이 손상되어 도시의 기능에 큰 장애요인이 되었고 가스 공급시설의 파손으로 인해 화재가 발생하여 큰 재산 손실을 가져왔다. 1995년 지진이 발생한 단층은 유사 이래

움직인 기록이 없었고, 따라서 이 지역은 지진활동이 경미하다고 인식되어 왔었기 때문에 특히 충격이 커던 것으로 생각된다. 도심지 아래를 가로지르는 단층에서 지진이 발생하였기 때문에 그 지반 진동의 강도도 매우 높아서 수평가속도가 0.8g 이상 기록되었고, 수직가속도도 0.45g 이상 기록되었다. 이러한 지반 가속도 크기는 일본의 설계지반 운동의 강도를 훨씬 상회하는 높은 값이었다. 이와 같이 높은 지반 가속도로 인해 액상화현상이 광범위하게 발생하여 포트아일랜드 등 매립인공섬, 항만시설, 호안시설, 도로, 철도, 교량에 직접적인 피해를 초래하였다. 도심지의 현대적 고층건물에도 설계 지반가속도를 초과하는 수준의 지반운동으로 인해 중간층이 취성파괴되는 형태의 피해가 발생하였다. 그러나, 1989년 이후 개정된 시방서에 따라서 설계된 교량에는 그 피해가 경미하였으며 이는 내진설계기준의 타당성과 효과를 입증한 예라고 하겠다. 고베지진의 교훈은 지진에 대한 대비는 어떤 특정시설이나, 건물의 내진설계도 중요하지만 도시 전체적 기능이 지진 후에도 유지되어야 한다는 요구조건 즉, 시스템적인 접근이 필요함을 선명하게 보여주었다는 것이다. 그리고, 무엇보다도 역사적으로 지진 활동이 없었거나 경미하였다고 하여서 미래에 지진이 발생할 가능성이 없다고 믿는 것은 극히

위험한 태도임을 일깨워 주었다.

### 공학적 방재대책 초보단계

우리나라에서는 1905년 인천에 최초로 지진계를 설치 운영해 온 이래 해방후 약간의 공백기가 있긴 했지만, 현재는 12개소의 지진계측기 및 온라인 관측망을 통하여 규모 3.0 이상의 지진발생을 감시·관측할 수 있는 정도의 지진 관측 서비스를 보유·운영해 오고 있다. 또 1978년 10월7일 발생한 홍성지진의 피해를 계기로 지진을 자연재해로 간주한 이래, 중앙재해대책본부에서는 1992년에 지진대비 기본지침을 마련하여 각 지방자치단체별로 자체 대응계획을 수립·운용함으로써 지진발생시 피해를 최소화하도록 하고 있다. 그러나 이러한 방재대책이란 주로 지진재해 발생시 대피, 구조, 그리고 복구 등의 관점에서 이루어지고 있으며 시설물의 내진설계 등을 통한 예방차원의 공학적 방재대책은 아직 초보적인 수준에 머물고 있는 실정이다. 또 기존의 지진관측망이 그 규모 및 설비가 충분하지 못할 뿐만 아니라, 그 내용 면에서도 지진관측 수준에 머물고 있어서, 계측 결과를 공학적 목적으로 이용하기에는 절대적으로 부족한 상황이다. 우리나라에서 주요 시설물에 대한 내진설계의 개념은 원자력발전소 건설의 시작과 함께 비롯되었다고 할 수 있다. 1970년대 초 당시 외국에서 도입된 원자력발전소의 설계

## 특집 II

에서는 그 특유의 안전성 확보를 위하여 천년에서 만년 사이에 한번 정도 발생할 정도로 그 확률이 지극히 낮은 지진을 대상으로 정밀한 내진설계가 수행되었다. 이러한 사실은 그 후 발생된 홍성지진의 피해 기록과 함께 이하 산업시설에 대한 내진설계의 필요성을 자연스럽게 제기하는 계기가 되었다. 이를 계기로 1986년에 이르러서는 20층 이상의 고층건물에 대해서 내진설계를 시작하였고, 이와 함께 대한건축학회에서 3년간에 걸쳐 수행한 연구 용역의 결과를 토대로 일반 건축물에 대한 내진설계기준을 마련, 건축법 시행령 및 건축물 구조기준 등의 규칙에 반영하여 1988년 8월부터 건축물의 내진설계를 전면적으로 시행하기 시작하였다. 이 규칙에서는 층수가 6층 이상이거나 연면적 10만m<sup>2</sup> 이상인 건축물에 대해서는 별도로 정한 내진설계가 이루어지도록 규정하고 있다. 이어서 1991년도에는 고속철도 콘크리트구조물의 설계표준시방서에, 1992년도에는 도로교표준시방서에 각각 내진설계규정을 새로 포함시켜 적용해 오고 있다. 그러나 이러한 내진설계 기준들은 기술내용의 충분한 검토와 이해없이 외국 설계기준을 그대로 따르고 있기 때문에 일관성 및 체계성이 결여되어 있다. 특히 내진설계의 관건이 되는 설계지진운동은 우리나라의 지질 및 지진 특성에 기초해야 함에 불구하고, 지진기록

〈표〉 수정 머켈리 진도 등급 (MMI)

평균속도 (cm/sec)	진도값과 설명	평균최대가속도 (1g=980cm/sec <sup>2</sup> )
1 ~ 2	I. 특별히 좋은 상태에서 극소수의 사람을 제외하고는 전혀 느낄 수 없다. (로시-포렐 등급 I) II. 소수의 사람들, 특히 건물의 위층에 있는 소수의 사람들에 의해서만 느껴진다. 섬세하게 매달린 물체가 흔들린다. (로시-포렐 등급 I에서 II) III. 실내에서 현저하게 느끼게 되는데 특히 건물의 위층에 있는 사람이 더욱 느낀다. 그러나 많은 사람들은 그것이 지진이라고 인식하지 못한다. 정지하고 있는 차가 약간 흔들린다. 트럭이 지나가는 것과 같은 진동. 지속시간이 산출된다. (로시-포렐 등급 III) IV. 지진동안 실내에 서 있는 많은 사람들이 느낄 수 있으나 옥외에서는 거의 느낄 수 없다. 밤에는 잠을 깨운다. 그릇, 창문, 문 등이 소란하며 벽이 갈라지는 소리를 낸다. 대형 트럭이 벽을 받는 느낌을 준다. 정지하고 있는 자동차가 움직인다. (로시-포렐 등급 IV에서 V)	0.015g ~ 0.02g
2 ~ 6	V. 거의 모든 사람들이 느낀다. 많은 사람들이 잠을 깬다. 약간의 그릇과 창문 등이 깨지고 어떤 곳에서는 벽토(plaster)에 금이 간다. 불안정한 물체는 뒤집어진다. 나무, 전신주 등 높은 물체는 교란이 심하다. 추시계가 멈춘다. (로시-포렐 등급 V에서 VI)	0.06g ~ 0.07g
5 ~ 8	VI. 모든 사람들이 느낀다. 무거운 가구가 움직인다. 떨어진 벽토와 피해를 입는 굴뚝이 약간 있다. (로시-포렐 등급 VI에서 VII)	0.10g ~ 0.15g
8 ~ 12	VII. 모든 사람들이 밖으로 뛰어 나온다. 훌륭한 설계와 구조로 된 건축물에는 피해가 무시될 수 있고, 보통 건축물에는 약간 피해가 있으며, 열등한 건축물은 아주 크게 피해를 입는다. 굴뚝이 무너진다. 운전하고 있는 사람들이 느낄 수 있다. (로시-포렐 등급 VIII)	0.25g ~ 0.30g
20 ~ 30	VIII. 특별히 설계된 구조물에는 약간 피해가 있고 보통 건축물에는 부분적 붕괴와 더불어 상당한 피해를 일으키며, 열등한 건축물에는 아주 심하게 피해를 준다. 창틀로부터 창벽, 굴뚝, 공장, 재고품, 기동, 기념비, 벽들이 무너진다. 무거운 가구가 뒤집어진다. 모래와 진흙이 소량으로 분출된다. 우물물의 변화가 있고, 운전자가 방해를 받는다. (로시-포렐 등급 VIII에서 IX)	0.50g ~ 0.55g
45 ~ 55	IX. 특별히 설계된 구조물에도 상당한 피해를 준다. 잘 설계된 구조물이 기울어짐. 일반 설계 구조물에는 큰 피해를 주며, 부분적으로 붕괴한다. 건물은 기초에서 벗어난다. 땅에는 금이 명백하게 간다. 지하 파이프도 부러진다. (로시-포렐 등급 IX 이상)	0.60g 이상
60 以上	X. 잘 지어진 목조 구조물이 파괴된다. 대개의 석조 건물과 그 구조물이 기초와 함께 무너진다. 땅에 심하게 금이 간다. 철도가 휘어진다. 산사태가 강둑이나 경사면에서 생기며 모래와 진흙이 이동된다. 물이 튀어나오며, 둑을 넘어 쏟아진다. (로시-포렐 등급 X) XI. 남아있는 석조 구조물은 거의 없다. 다리가 부서지고, 땅에 넓은 균열이 간다. 지하 파이프가 완전히 파괴된다. 연약한(soft) 땅이 폭 꺼지고 지층이 어긋나간다(earthslumps). 기차 선로가 심하게 휘어진다. XII. 전면적 피해. 지표면에 파동이 보인다. 시야와 수평선이 뒤틀린다. 물체가 하늘로 던져진다.	

및 연구자료가 극히 빈약하여 외국의 설계 지반운동특성을 그대로 응용하고 있는 실정이다. 그나마 이들 이외의 주요 산업 및 도시기반시설에 대해서는 전혀 공학적인 내진대책이 수립되어 있지 않은 실정이다. 지진에 대

한 구체적인 공학적 방재대책의 수립은 시설물의 내진설계개념을 정립하는 것으로부터 출발한다. 우선 국내 실정에 맞는 지진의 특성이 규명되어야 하며, 다음엔 시설의 경제성, 공공성, 중요도 등에 따라 피해를 어느 정도 허

용할 것인지에 대한 판단이 이루 어져야 하며, 이에 따라 기술적인 세부 사항들이 규정되어야 한다. 이러한 내진설계기술에 따라 시설물이 설계되면, 이에 따라 요구되는 세부 기술적 사항들이 시공 중에 만족되도록 품질관리가 이루어져야 한다. 또 재해 발생 후에는 이러한 내진성 등이 유지되고 있는지를 평가하여, 필요한 경우 개선책을 마련하여야 한다. 이와 같은 공학적 방재대책의 정착을 위해서는 우선은 범 국가적인 지진대책기구설립 관련, 법규의 개정 및 제정, 내진설계기준과 시방서의 보완 및 신규 제정 등의 작업이 요구된다. 이와 함께 시방서적용 이전에 건설되었던 기존 시설물의 내진성에 대한 재검토 및 보강작업 등도 동시에 수행되어야 할 것이다. 특히, 내진설계에 있어서 핵심적인 부분이 되는 국내 특성에 맞는 설계지진의 결정을 위해서는 국내의 발생 지진에 대한 공학적 자료를 최대한 빨리 그리고 많이 확보하는 일이 시급하다. 이를 위해서는 국내 지진관측망의 양적 및 질적 확대가 최우선적으로 요구된다고 할 수 있다. 아울러 지진발생 후 피해를 최소화하고 신속한 피해복구를 위한 지진대비책인 지진시 주민대피, 화재진압, 이재민 구호, 피해 복구 등에 대한 철저한 사전 계획 수립 및 훈련실시 등에 대한 중요성을 재인식시켜야 한다. 또 지진발생전, 발생중, 발생 후의

국민행동요령 등에 충분한 사전 홍보·훈련을 통하여 지진 피해에 따른 인명 손상을 최소화하도록 하는 노력도 병행되어야 한다. 이상과 같은 현실을 감안할 때, 지난해 말에 있었던 지진 및 지진방재와 관련된 과학·기술인력을 결집하여, 정부, 학계, 산업체간의 관련 업무의 협조 및 조정역할을 할 구심체가 될 한국지진공학회의 창립은 아주 시의 적절하고 다행스러운 일이었다고 할 수 있다. 현재 이 학회에서 전교부로부터 용역을 받아 수행 중인 “시설별 내진설계기준보완” 용역이 완료(97년 말 예정)되면 모든 시설물에 대하여 일관성 있고 한단계 더 높은 수준의 내진설계를 위한 기틀을 마련할 수 있을 것으로 기대된다. 또 앞으로 계속적인 지진안전대책의 개선 및 향상을 위해서는 그동안 무관심했던 지진 및 지진공학에 대한 기초 및 응용연구를 통한 자료 및 기술축적이 필수적이고, 이를 위해서는 정부 및 산업체의 관련인재 확보 및 연구소 설립 등을 통한 관심 및 연구투자비의 증대가 절실히 요망된다.

역사 및 계기지진의 분석 및 고찰을 통해 우리나라를 포함하여 거의 전국적으로 크고 작은 지진발생 가능성이 상존하고 있음이 확인되었다. 또 해외지진 발생과 그 피해사례의 회고를 통하여 무차별적인 대규모 지진재해의 가공성은 경악할만 하지만, 충분한 사전대비를 통해서 그 재

해를 최소화할 수 있음도 알 수 있다. 특히, 오랜 연구와 우수한 방재대책에도 불구하고 많은 재해를 입은 효고현 남부지진은, 지금까지 의지해 왔던 지진예측 기술 및 방재대책을 무색하게 함과 동시에, 그동안 소홀해 왔던 국내 지진방재에 대한 종합대책 마련이 시급하다는 교훈을 주고 있다. 또 능률적이고 효율적인 지진방재대책을 위하여 정부차원에서 종합적인 전문대책위원회를 구성하여 이로 하여금 지진재해 방지를 위한 사회전체의 시스템적 접근과 분야별 협조 및 조정의 구심체 역할을 할 수 있게 하도록 하고, 또한 정부는 지진공학연구센터와 같은 연구기관을 설립하여 연구의 인적자원을 조직화하여 부족한 연구인력과 연구기자재를 보다 효율적으로 활용케 함으로써 학계와 산업체가 능동적으로 공동연구를 할 수 있도록 전폭적인 연구개발투자를 할 필요가 있겠다. 한편 한국지진공학회와 같은 지진전공학자들의 단체에서도 지진에 관련된 설계 및 시공관련 자료를 수집하고, 외국선진기술을 도입하여 이를 국내 기술자들에게 교육전파시키는 등의 신속, 원활한 정보교환과 학술교류를 통하여 지진공학 및 내진공학기술의 발전을 가능케 함으로써 민간 차원에서도 국가의 주요 산업시설과 도시기반시설 구조물을 위한 내진대책 수립에 보다 적극적으로 참여해야 할 것이다. ⑤