

## 일본의 내진 설계 개념과 발전동향 조사

# Investigation of the Concept and Development of the Seismic Design Procedures in Japan

김승훈\*                      윤장근\*\*                      한상환\*\*\*                      이리형\*\*\*\*  
Kim, Seung-Hun    Yoon-Jang Keun    Han, Sang-Whan    Lee, Li-Hyung

---

### Abstract

Seismic design codes in japan have been developed from the experience obtained from the past earthquakes. After the Hyogoken-nanbu earthquake occurred in 1995, the seismic design code have adopt the performance-based design methodology. This study introduces the concept and evolution of seismic design in japan. These studies can be utilized as a basic material in establishing new seismic design procedure in Korea

---

### 1. 서론

일본의 내진설계 분야는 1995년 고베지진을 계기로 성능규정화에 대응하기 위해 1998년에 건축 기준법을 개정하였다. 일본의 내진설계는 아직까지 허용응력설계와 보유수평내력의 확인이라는 2 단계설계를 기본으로 하고 있지만 일본건축학회에서는 건물의 성능기준과 이에 대한 성능검토를 기본으로 하는 중강도형 지침과 인성보증형 지침을 제시하고 있다. 내진 선진국인 일본의 성능에 기초한 내진설계 개념을 고찰하는 것은 국내 내진 기준의 방향 설정에 있어서 중요한 기초자료가 될 수 있다. 본 논문에서는 지진피해 경험으로부터 발전되어 온 일본 내진설계의 변천과정을 조사하였고 단계별로 내진요구성을 제시한 건축기준법과 학회 지침의 내용을 살펴보았다. 또한 일본 내진설계 개념의 발전동향으로부터 향후 성능규정형 설계법의 방향에 대해서도 살펴보았다.

### 2. 내진구조 관련 법령과 지침

일본의 건축구조에 대한 법률로서는 건축기준법 제20조 및 제21조의 두 개의 조문이 있다. 구체적인 기술적 규정은 건축기준법시행령(施行令) 규정에 위임되어 있으며 간접적이지만 구조강도에 관계가 깊은 규정으로는 법제37조 및 제38조의 규정이 있다. 또한 구체적인 기술적 규정의 일부는 건설대신고시(告示)에 위임되어 있으며 각 규정의 운용 및 해설에 대해서는 건설성통달(通達)이 있다.

---

\* 한양대학교 박사과정  
\*\* 한양대학교 석사과정  
\*\*\* 한양대학교 조교수, 정회원  
\*\*\*\* 한양대학교 교수, 정회원

(재)일본건축센타와 (사)일본건축학회는 연구결과로부터 여러 지침과 기준을 제시한다. 이러한 지침과 기준은 법령으로서의 구속력은 없지만 그 기술적 타당성으로부터 건축확인 등에 있어 참고가 되고 있다.

### 3. 내진기준의 변천

내진공학은 학문으로서 완성된 것이 아니라 많은 지진재해 경험이 있을 때마다 발생한 문제점을 극복하는 경험공학이다. 또한 건축물에 요구되는 기능이나 성능은 문화, 경제 등 그 시대의 사회적 배경에 크게 영향을 받는다. 따라서 지진피해와 사회적 배경에 의해 개정되는 내진설계 기술의 변천과정을 이해하는 것은 일본의 내진설계 개념을 이해하기 위한 기초단계라고 할 수 있다.

표 1. 주요지진과 내진설계법의 제언

시기	제언	내용
Nobi지진 M8.0 (1891)		
		· 벽돌조가 파괴되고, 연약지반에서 지진피해가 컸다 · 수평방향의 관성력에 대해 안전성 검토의 필요성
1916년	가옥내진구조론 <사노도시키>의 제언	· 등가정적수평력 제언 · 동경의 예상진도를 0.3으로 제시 · 각 기둥이 분담하는 지진력을 剛度에 따라 분배 · 설계용 지진력을 수평진도로 표기
1919년	도시계획법, 시가지건축물법	· 일본 최초의 건축물에 관한 국가 법률 · 6대도시(도쿄,요코하마,나고야,교토,오오사카,고베)에 적용
Kanto 대지진 M7.9 (1923)		
1924년 6월	시가지건축물법 시행규칙 개정	· RC조 피해는 (1) 불규칙한 평면형, (2) 벽이 작은 구조에서 발생 · 반면 RC조의 내진성 및 내화성은 높이 평가되었다. · 설계진도 0.1의 도입 · 간토지진에 의한 도쿄의 최대 지동가속도를 0.3g정도로 평가 · 구조물을 강제로 가정하여, 진동에 의한 증폭을 무시 · 재료강도에 대한 허용응력도의 안전율을 3정도로 고려
1924년 12월	구조강도계산규준 <건축학회>	· 연직하중과 지진력에 의한 응력을 조합 · 설계용 지진력을 일정한 수평진도로서 산정 · 횡력에 의한 구조물해석에서 적재하중을 절반까지 저감
1937년 5월	시가지건축물법 시행규칙 개정	· 실의 용도를 세분화하여 기둥의 연직력 저감 · RC조에 관해 철근의 인장 허용응력도를 완화
1938년 6월	철근콘크리트 구조계산규준 개정	· 설계진도는 탄성체의 경우 0.1보다 크게 사용하도록 지적
제2차 세계대전		
1941년 12월	건축물의 내진구조요항 <일본학술진흥회>	· 비상시의 재료를 절약하는 설계 요구 · 지진동 특성으로 지반의 탁월주기가 다르다는 점 · 내진성 향상을 위해 건물중량을 경감할 것 · 수평강도와 강성을 크게 할 것 【구조계획상】 · 잘 정리된 평면으로 할 것 · 내진벽을 균등하게 배치할 것 · 견고한 대지를 선정할 것 【내진계산방법상】 · 건물 상부에서 수평진도를 크게 할 것 · 지하에서 수평진도를 저감할 것
1942년	전시건축규격작성위원회 <건축학회>	· 설계하중을 크게 하는 반면 재료의 안전율을 작게하여 건축재료의 절약 유도 · 설계용 수평진도는 보통지반에서 0.15, 연약지반에서 0.20
1950년	건축기준법, 건축기준법 시행령 제정	· 수평진도 $k=0.2$ 이상 채용 · 탄성거동을 바탕으로 $k=0.2$ 의 수평력에 대해 탄성범위 내에 있는 강도를 건물에 부여하면 대지진시에도 건물이 보전할 수 있다

시기	제안	내용
Tokachi-oki 지진 M7.9 (1968)		<ul style="list-style-type: none"> <li>· RC조 피해는 순라멘 구조에서 기둥의 압괴 및 붕괴</li> <li>· 피해원인으로는 (1) 지표진도 0.2의 초과 가능성, (2) 충분한 빙어강도 부족 등이 있다</li> </ul>
1971년	건축기준법시행령 개정	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 철근콘크리트의 전단보강근 간격에 관한 개정</li> </ul>
1971년 5월	단기 허용응력도설계 <일본건축학회>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 허용전단력의 크기가 종국전단력이 되게끔 개정</li> <li>· 기둥 및 보의 허용전단력 산정 식 제안(전단저항모델 상정)</li> </ul>
1977년 4월	내진진단규준· 내진개수지침 간행 <일본특수건축안전센터>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 1968년 Tokachi-oki지진 후에 건설성, 문부성, 건설회사에서 내진진단 및 보강기술을 각각 개발</li> </ul>
Miyagiken-oku 지진 M7.4 (1978)		<ul style="list-style-type: none"> <li>· 평면적으로 변심이 큰 건물 피해</li> <li>· 높이방향으로 감성분포가 변하는 건물 피해</li> </ul>
1981년	건축기준법 개정	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 지반, 건물의 고유주기, 평면·입면의 밸런스 등 건물의 동적응답성상에 미치는 영향을 고려</li> <li>· 중소지진, 대지진 두 개의 크기에 대해 각각 허용응력도설계, 보유수평내력의 검토를 하는 2단계 설계법 채용</li> </ul>
Hyogoken nanbu 지진 M7.2 (1995)		<ul style="list-style-type: none"> <li>· 건물에 작용하는 지진동의 크기와 예상되는 손상정도에 관한 공통인식 부족</li> <li>· 건축물의 성능규정화로 건물의 성능을 건축주와 설계자가 확인하면서 설계</li> </ul>
1998년	건축기준법 개정	성능규정화

#### 4. 일본의 내진설계 동향

일본건축학회의 「철근콘크리트 구조계산규준」(1971)에서는 기본적으로 허용응력도에 의하고 있지만 단기허용응력도 및 종국강도에 따른 보, 기둥의 전단강도 산정식의 채용 등 부분적으로 종국강도의 개념을 바탕으로 하였다. 이후 일본에서는 구조물의 종국시 특성에 입각한 설계법을 채용하는 것을 중요하게 인식하여 1981년 건축기준법시행령에서 보유수평내력의 검토를 추가하였고 1986년 건축학회의 「철근콘크리트구조 운영위원회」는 「내진설계 소위원회」를 설치하여 약 2년에 심의를 거쳐 「종국강도형 내진설계 지침」(1990)을 작성하였다. 또한 지침으로서의 미해결 문제를 해결하기 위해 「인성설계소위원회」를 설치하여 1992년에 「인성설계소위원회보고서」를 발표하였다.

1995년에 효고현-남부지진이 발생함으로써 (1) 직하형 상층 지진동의 레벨과 성질, (2) 구조물의 실제입력으로서 상정해야 할 극대지진동, (3) 지진후의 기능유지나 보수가가능성을 고려한 손상제어, (4) 시공주에 대한 성능표현, (5) 최저 기준 이외의 설계목표 등 「종국강도형 내진설계 지침」에서 확실하지 못했던 문제점들이 지적되었다. 이를 계기로 「종국강도형 내진설계 지침」의 구성 및 내용은 여러 부분 대폭 재검토되었고 1997년에 「인성보충형 내진설계 지침」이라는 새로운 지침이 제시되었다. 이 지침은 종국강도 지침안의 개정판으로서가 아닌 변형으로 정의한 설계기준으로 내진성능을 규정한 것으로서 「종국강도형 내진설계 지침」(1990)과 마찬가지로 현행설계법과 동등한 동가정적지진력에 의한 전체 항복메카니즘의 실현을 목표로 하고 있다. 이 지침에서는 효고현-남부지진의 피해로부터 부정형 구조에 관한 규정을 설계지침에 반영하기에는 더욱 충분한 연구성과가 필요하다고 판단하여 적용범위를 정형 구조물로 한정하였다.

#### 5. 건축기준법 및 학회 지침의 내진요구성능

##### 5.1 건축기준법 (1998년)

건축물  $i$ 층의 설계용 지진력은 다음과 같다.

$$Q_i = C_i W_i \quad \begin{array}{l} \text{1차 설계에서} \quad C_i = Z R_i A_i C_o \\ \text{2차 설계에서} \quad C_i = D_s F_{es}(Z R_i A_i C_o) \end{array}$$

【여기서,  $C_i$  : 층전단력계수,  $W_i$  :  $i$ 층의 고정하중과 지진시 적재하중의 합,  $Z$  : 지역계수(1.0, 0.9, 0.8, 0.7),  $R_i$  : 진동특성계수,  $A_i$  : 지진층전단력의 높이방향의 분포를 표현한 계수,  $C_o$  : 표준전단력계수,  $D_s$  : 구조특성계수(0.25~0.55),  $F_{es}$  : 강성과 편심에 의한 형상계수(1~3.0)】

건축기준법에서는 높이 60m이하의 건축물의 내진설계에 있어서 두 단계의 지진력을 고려한다.

- (1) 내용년한 중에 몇 번은 있을 정도의 지진(중지진동)에 대해 건축물의 기능을 유지한다.
- (2) 건축물의 내용년한 중에 한 번 있을 정도의 지진(대지진동)에 대해 건축물의 가구에 부분적인 균열이 생기더라도 최종적으로 건물의 붕괴로부터 인명을 보호한다.

표 2. 입력지진동과 내진요구성능

설계법	지진동 입력레벨	내진요구성능
1차 설계 허용응력도 설계	중지진동 ·진도 5정도 ·최대가속도 80~100gal 정도 ·표준전단력계수 $C_o=0.2$ 이상	·모든 응력도 ≤ 재료의 단기허용응력도 ·장벽, 마감재, 개구부재, 배관설비 등의 파손·탈락·변형 방지 ·인명손상, 방화안전성의 저하, 피난상의 장애 방지
2차 설계 보유수평내력 확인	대지진동 - 간토 대지진급 ·진도 6~7정도 ·최대가속도 300~400gal정도 ·표준전단력계수 $C_o=1.0$ 이상	·층간변형각 ≤ 1/200 ·특정 층에 변형·손상의 집중 방지(강성률 ≥ 0.6) ·비틀림 진동에 의한 변형·손상 방지(편심률 ≤ 0.15) ·보유수평내력 > 필요 보유수평내력 ·최대수평변형, 인동간격 검토

### 5.2 철근콘크리트 건축물의 중국강도형 내진설계 지침·동해설 (1990년)-일본건축학회<sup>6)</sup>

높이 45m이하의 건축물의 내진설계에 있어서 두 단계의 지진력을 고려한다.

- (1) 중진에 대한 항복메카니즘 설계에서 설계자는 건물에 바람직한 항복기구를 계획하여 필요한 수평내력 및 변형성능을 확보한다.
- (2) 강진에 대한 항복메카니즘 보증설계에서 계획된 항복메카니즘이 설계자의 의도대로 형성되도록 항복한지를 계획하지 않은 부재의 강도를 확보한다.

표 3. 입력지진동과 내진요구성능

설계법	지진동 입력레벨	내진요구성능
1단계설계 항복메카니즘 설계	건물의 사용연한 중 수회 경험 이 예상되는 지진동(중지진동) ·가속도 100~120cm/s <sup>2</sup> ·속도 15~20cm/s 정도	·층간변형각 ≤ 1/200 ·균열발생은 허용하나, 철근의 항복은 허용하지 않음
2단계설계 항복메카니즘 보증설계	건물의 사용연한 중 1회 경험 이 예상되는 지진동(대지진동) ·가속도 300~400cm/s <sup>2</sup> ·속도 40~50cm/s 정도	·설계한계변형 : $R=1/100$ ·보정계수 : 보 1/50, 기둥 1/67, 내진벽 1/75, 경계보 1/40

### 5.3 철근콘크리트 건축물의 극한강도설계 지침서 (1993년)-US·Japan PRESS Project<sup>7)</sup>

이 지침은 중국강도형 내진설계 지침의 절차를 일부 도입한 새로운 지침으로 높이 60m이하의 건축물의 내진설계에 있어서 두 단계의 한계상태를 고려한다.

- (1) 중진에 대한 건축물 설계는 사용한계상태의 내진성능기준을 만족하도록 한다.
- (2) 강진에 대한 건축물 설계는 극한한계상태의 내진성능기준을 만족하도록 한다.

PRESS 지침에서는 건축물의 높이에 따라 비선형 해석과 탄성 해석으로 구분하여 설계한다.  
 1) 높이 31m 이상인 건물은 비선형 해석 절차에 의해 내진설계를 한다. 각 한계상태에서의 내진 요구성능은 표 4와 같다. 이 때 설계용 응력은 사용한계상태에서  $Q_i = (ZR_i A_i C_B) W_i$ , 극한한계상태에서  $Q_{umi} = (ZR_i A_i C_{umB}) W_i$ 로 한다.

표 4. 표준전단력계수와 내진요구성능

설계법	표준전단력계수	내진요구성능
사용한계상태 설계법	$C_B=0.2$	<ul style="list-style-type: none"> <li>구조부재에서 휨항복이 발생하지 않는다.</li> <li>각 층의 층간변형각은 1/200이하로 한다.</li> </ul>
극한한계상태 설계법	$C_{umB}$ (표 5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>설계한계변형 <math>R_{u1}</math>에서 각 층의 휨하중저항능력 &gt; <math>Q_{umi}</math>의 90%</li> <li>설계보증변형 <math>R_{u2}</math>에서 각 층의 휨하중저항능력 &gt; <math>Q_{umi}</math></li> <li>설계한계변형 <math>R_{u1}</math>, 설계보증변형 <math>R_{u2}</math> 규정(표 5)</li> </ul>

극한한계상태설계에서 표준전단력계수  $C_{umB}$ , 설계한계변형  $R_{u1}$ , 설계보증변형  $R_{u2}$ 은 설계한계변형에서 내진벽에 의해 지지되는 밑면 전도모멘트(OTM)의 비  $b_w$ 에 따라 정해진다.

$$b_w = S_w Q_i H_i / (S Q_i H_i)$$

【여기서,  $H_i$  :  $i$ 층의 층높이,  $w Q_i$  :  $i$ 층의 내진벽에 의해 전달되는 층전단력의 합,  $Q_i$  :  $i$ 층의 전체 층전단력,  $S$  : 1층부터 꼭대기 층까지의 합】

표 5. 표준전단력계수  $C_{umB}$ , 설계한계변형  $R_{u1}$ , 설계보증변형  $R_{u2}$

$b_w$	표준전단력계수 $C_{umB}$	설계한계변형 $R_{u1}$	설계보증변형 $R_{u2}$
$0.0 < b_w < 0.3$	0.30	1/100	1/50
$0.3 < b_w < 0.7$	0.35	1/120	1/60
$0.7 < b_w < 1.0$	0.40	1/150	1/75

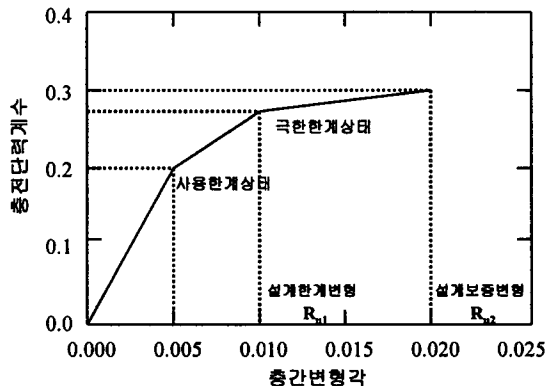


그림 1. PRESS지침에서의 성능기준

2) 높이 31m 미만인 건물은 탄성 해석 절차에 의해 내진설계를 한다. 각 한계상태에서의 내진요구성능은 표 6과 같다.

표 5. 입력지진동과 내진요구성능

설계법	표준전단력계수	내진요구성능
사용한계상태 설계법	$C_B=0.2$	<ul style="list-style-type: none"> <li>구조부재에서 휨항복이 발생하지 않는다.</li> <li>층간변형각               <ul style="list-style-type: none"> <li><math>0.00 &lt; b_s &lt; 0.30 : 1/600\text{rad}</math></li> <li><math>0.30 &lt; b_s &lt; 0.70 : 1/800\text{rad}</math></li> <li><math>0.70 &lt; b_s &lt; 1.00 : 1/1000\text{rad}</math></li> </ul> </li> </ul>
극한한계상태 설계법	$0.0 < b_s < 0.3 : C_{uns}=0.30$ $0.3 < b_s < 0.7 : C_{uns}=0.35$ $0.7 < b_s < 1.0 : C_{uns}=0.40$	<ul style="list-style-type: none"> <li>구조물의 휨하중저항능력 <math>&gt; Q_{uni}</math></li> </ul>

여기서,  $b_s$  : 설계용 지진하중을 받는 내진벽에 의해 지지되는 밀면 전도모멘트의 비

#### 5.4 철근콘크리트구조물의 인성보증형 내진설계지침(안) (1997년)-일본건축학회<sup>8)</sup>

등가정적해석으로 확인이 가능한 지표로서 목표성능을 설정하여 다음의 3단계 한계상태에 대해 목표성능을 만족하는지를 확인한다.

- (1) 사용한계상태에 대해 사용성을 검토한다.
- (2) 설계한계상태(손상제어한계상태)에 대해 복구 가능성을 검토한다.
- (3) 중국한계상태(붕괴한계상태)에 대해 안전성을 검토한다.

표 6. 입력지진동과 내진요구성능

한계상태	지진동 입력레벨	내진요구성능	확인항목
사용한계	<ul style="list-style-type: none"> <li>건물의 공용기간 중 수회 일어나는 지진동</li> <li>최대 가속도 <math>80 \sim 100\text{cm/s}^2</math></li> </ul>	$R_u = 1/200$	<ul style="list-style-type: none"> <li>층간변형각 <math>\leq 1/200</math></li> <li>항복현지의 신뢰강도 <math>&gt;</math> 설계용 용력</li> <li>전단균열강도 <math>&gt;</math> 설계용 용력</li> </ul>
설계한계	<ul style="list-style-type: none"> <li>수백년에 한번 발생할 가능성 있는 지진동</li> <li>최대 속도 <math>50\text{cm/s}</math>정도</li> </ul>	$R_u = 1/120(\text{골조})$ $= 1/150(\text{벽식})$	<ul style="list-style-type: none"> <li>1층의 층전단력계수 <math>&gt;</math> 필요 밀면전단력계수</li> <li>층간변형각 <math>\leq</math> 전체변형각 <math>R_u \times 1.5</math></li> <li>비힌지(잠재힌지)의 휨신뢰강도 <math>&gt;</math> 필요강도</li> </ul>
중국한계	<ul style="list-style-type: none"> <li>천년 이상의 재현주기를 갖는 지진동</li> <li>최대 속도 <math>50\text{cm/s}</math>이상</li> </ul>	$R_u =$ 보 $1/50$ 기둥 $1/67$ 내진벽 $1/75$ 경계보 $1/40$	<ul style="list-style-type: none"> <li>전단신뢰강도 <math>&gt;</math> 필요강도</li> <li>부착(정착)신뢰강도 <math>&gt;</math> 필요강도</li> <li>축력 <math>\leq</math> 한계축력</li> <li>변형능력 <math>&gt;</math> 필요변형</li> </ul>

## 6. 금후의 내진설계 방향

현재 일본에서 사용되고 있는 건축구조설계의 체계는 사양규정형의 설계체계라고 불리고 있다. 이것은 세부적으로 규정된 기·규준의 사양규정에 따라 설계를 진행하는 방법이며 설계의 프로세스를 규정한 설계법이다. 설계부터 시공까지 각종 기·규준이 준비되어 있고 규격·치수도 세부적으로 규정되어 있다. 따라서 균질한 일정레벨의 성능을 가진 건물을 대량으로 건축하기에 좋은 방법이었고 이제까지 잘 기능하여 왔다고 생각한다. 그러나 각 규정으로부터 얻어지는 부재강도나 인성은 그 성능과의 관계가 명확하지 않아 설계된 건물의 구조성능을 정량적으로 파악하기 어렵다. 또한 사양이 규정되어 있지 않은 새로운 기술·재료·공법 등의 적용에는 인·허가를 포함하여 많은

시간이 요구되므로 새로운 기술의 개발을 방해하는 면도 가지고 있다. 이러한 배경에서 새로운 설계법의 연구가 시작되었다. 이것이 성능규정형 설계법이다. 이 설계법은 설계의 프로세스는 규정하지 않고 설계된 건물이 가져야할 성능을 규정한다. 성능규정형 설계법은 다음과 같은 절차로 진행된다.

먼저 계획건물의 요구성능을 정하고 다음으로 건물의 제원을 설정하여 필요한 해석을 수행한다. 해석결과에 따라 보유성능을 평가하여 보유성능이 요구성능을 만족하면 종료된다.(그림 2)

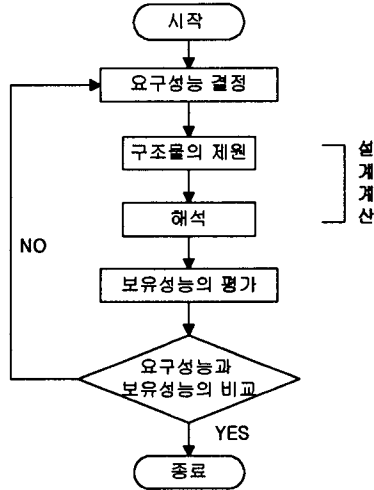


그림 2. 성능설계의 흐름도

여기서 요구성능은 하중레벨과 성능레벨의 양쪽에서 결정된다. 여러 하중(상시, 적설, 지진, 풍)에 대해 몇 가지 하중의 크기(하중레벨)를 생각한다. 각 하중레벨을 대상으로 하고 기둥이나 보 등의 주요구조, 가벽이나 마감재와 같은 비구조부재, 설비 등에 대해 안전성, 피난로확보, 업무계속, 거주성 등의 여러 관점에서 요구성능을 설정한다. 즉 이 집합체가 건물전체의 구조성능으로 나타나게 된다. 지진시 주요구조에 대한 요구성능 MATRIX의 예는 다음 표와 같다.

표 7. 지진시 주요구조에 대한 요구성능 MATRIX의 예

하중레벨	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>	
재현주기	20년	100년	500년	1000년	
50년간 초과확률	92%	39%	9.5%	4.9%	
주요 구조의 등급	A	· 무피해 · 변형제한*	· 계속사용 가능 · 상시하중 지지부재의 탄성잔류변형 제한	· 보수후 사용 가능 · 잔류변형 제한	
	B	· 무피해 · 변형제한*	· 계속사용 가능 · 상시하중 지지부재의 탄성잔류변형 제한	· 보수후 사용 가능 · 잔류변형 제한 · 붕괴하지 않음 · 인명보호	
	C	· 계속사용 가능 · 상시하중 지지부재의 탄성잔류변형 제한	· 보수후 사용 가능 · 잔류변형 제한	· 붕괴하지 않음 · 인명보호	-
	D	· 보수후 사용 가능 · 잔류변형 제한	· 붕괴하지 않음 · 인명보호	-	-

\* 비구조부재와 관련되어 결정되는 기준이고 확실히 제한치를 주는 것이 아니다.

## 7. 결론

일본의 내진설계는 허용응력도설계로부터 발전하여 종국강도의 개념을 도입하고 종국강도에서 확실하지 못한 부분은 인성보증 개념으로 보충하여 보다 나은 내진설계법으로 나아가고 있다. 효고겐-남부지진의 결과 (1) 직접적인 성능평가의 제시, (2) 응답변형으로 인한 한계상태설계법, (3) 신뢰성이론을 배경으로 한 계수설정, (4) 손상을 제어하기 위한 부재설계 등은 금후 성능설계법에서 추가되어야 할 내용으로 제시되었으며 이러한 내용을 바탕으로 일본의 내진설계는 신뢰성설계를 도입하여 보다 명쾌한 목표성능을 규정하는 작업을 수행하고 있다.

본 논문에서는 일본 내진설계기준의 발전동향과 금후 성능규정형 설계법의 방향에 대해 조사하였다. 일본의 내진설계 개념은 설계규정을 한계상태설계법 또는 성능규정형 설계법으로 이행하려는 세계적인 추세를 따른 것이며 이러한 내진 선진국의 사례조사 및 분석은 국내 차세대 내진설계 개념을 정립하는데 있어 중요한 기초자료로서 활용될 것으로 기대된다.

## 감사의 글

본 연구를 지원해 주신 과학기술부의 자연재해방재 기술개발사업단과 초대형구조시스템연구센터(STRESS)에 감사드립니다.

## 참고문헌

1. 日本建築技術者指導センター(1998), “基本建築關係法令集 平成11年版”
2. 日本建築センター(1997), “建築物の構造規定-建築基準法施行令第3章の解説と運用”
3. 日本建築センター(1995), “日本建築構造基準變遷史”
4. 日本建築學會,(1995), “阪神・淡路大震災調査情報編集委員會”
5. 日本建築學會(1991), “鐵筋コンクリート構造計算規準・同解説”
6. 日本建築學會(1990), “鐵筋コンクリート構造物の終局強度型耐震設計指針・同解説”
7. PRESS(Precast Seismic Structural System) Guidelines Working Group(1993), “Ultimate Strength Design Guidelines For Reinforced Concrete Buildings”,
8. 日本建築學會(1997), “鐵筋コンクリート構造物の靱性保證型耐震設計指針・同解説”
9. 建設省建築研究所, 鋼材俱樂部(1995), “新設計體系研究會研究報告書”