

KBC 2005 내진설계기준의 주요 개정내용과 영향

이 한 선 (고려대학교 건축공학과 교수)

1. 머리말

1976년 홍성지진에도 불구하고 1985년 멕시코지진 이전까지만해도 우리나라에서는 일반적으로 지진에 대한 위험도가 낮다고 생각하여 건축물 설계시 지진의 영향을 고려하지 않았다.

그러나, 1985년 멕시코지진에서 나타난 막대한 인명과 재산피해에 자극을 받아 1988년 관계법령에 내진설계관련 조항이 처음으로 추가되고, 건축물의 구조기준 등에 관한 규칙에 내진설계에 대한 사항이 포함되게 되었다. 대한건축학회(Architectural Institute of Korea)에서는 2000년에 다른 하중기준들과 함께 내진설계기준도 일부 개정하였으나(AIK 2000), 1994년 미국 노스리지 지진과 1995년 일본 고베지진 등의 대형지진을 겪으면서 획기적으로 발전한 선진외국의 내진공학과 최근 국내에서 시도되는 다양한 구조형식의 구조시스템을 수용하기에는 부족한 점이 많았다.

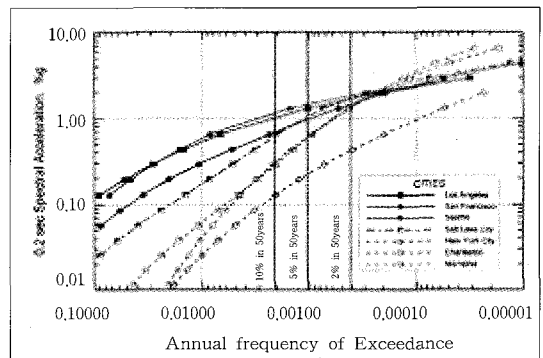
이러한 필요성에 의해 2002년부터 IBC 2000을 근간으로 대한건축학회에서 내진설계기준 개선을 위한 연구를 수행하였고, KBC 2005 기준은 이 연구 결과에 따라 IBC 2000의 내진설계 개념을 대폭 수용하되 우리나라의 현실적인 상황을 고려하여 일부 수정된 것이다.

본고에서는 이러한 KBC 2005 기준 중 내진설계 기준의 개정배경을 소개하고, 그에 따른 문제점과 전망을 제시하고자 한다.

2. KBC 2005 내진설계 기준의 주요 개정내용

가. 설계지진의 새로운 정의

초기 우리나라의 내진설계 기준은 미국기준에 큰 영향을 받은 것이 사실이며, 미국에서의 내진설계 기준 역시 IBC 2000을 기준으로 그 전과 후가 크게 다른 면을 나타내고 있다. 특히, 미국 IBC 2000의 설계지진의 정의는 그 이전에 사용되던 정의와 큰 변화를 보여주고 있는데, IBC 2000 이전에 적용하던 설계지진은 재현주기 500년으로서 지반운동을 기준으로 표현하였지만, IBC 2000에는 재현주기 2400년 지진의 2/3을 설계지진으로 정하고, 지반가속도를 대상으로 하기보다 건물의 응답가속도를 직접대상으로 하였다. 설계지진을 이와 같이 바꿀 경우 차이점을 <그림-1>을 통해 확인할 수 있다.



<그림-1> 지진의 연간 초과빈도와 스펙트럼 가속도

〈표-1〉 지진 위험도 계수

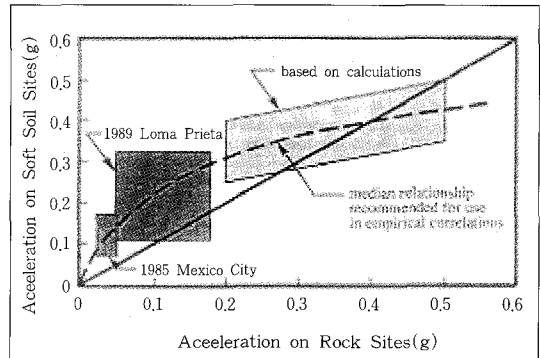
재현주기(년)	위험도계수, I
50	0.40
100	0.57
200	0.73
500	1.00
1000	1.40
2400	2.00

가로축은 연간 초과빈도, 세로축은 단주기 스펙트럼가속도를 의미하며, 실선은 강진지역을, 점선은 중·약진지역을 의미한다. 50년에 2% 초과수준 지진, 즉 재현주기 2400년 지진과 50년에 10% 초과 확률 지진, 즉 재현주기 500년 지진의 세기를 비교해 보면 LA나 샌프란시스코 등의 강진지역에서는 500년 재현주기 지진이 2400년 재현주기 지진의 2/3 크기의 응답가속도를 보여주는 반면, 기타 중·약진 지역에서는 약 1/5 정도 크기의 응답가속도를 보여주고 있다. 따라서, IBC 2000의 설계지진은 미국 서부의 강진지역의 경우 이전과 달라진 점이 없는 반면, 미국 중·동부지역의 설계지진은 대폭 증가된 것을 알 수 있다. 우리나라 KBC 2005의 내진기준은 이러한 새로운 설계지진의 정의를 그대로 받아들이고 있다.

특히, 이것을 우리나라에 적용할 경우, 〈표-1〉의 지진위험계수에서 보듯이 2400년 재현주기 지진의 최대지반 가속도는 500년 재현주기 최대지반 가속도의 2배에 해당하고 이것의 2/3배에 해당되는 지반가속도는 현재 설계지반가속도의 (4/3)배가 되는 것을 알 수 있다. (〈표-3〉의 $M=1.33$ 참조)

나. 지반등급의 새로운 정의

1985년 멕시코시티와 1989년 Loma Prieta 지진의 지반 내부의 지진기록들을 분석한 결과 지반 가속도는 암반에서의 지진 가속도 크기와 그 상부 지반의 특성에 따라 〈그림-2〉와 같이 비선형적으로



〈그림-2〉 암반과 연약지반에서 최대지반 가속도의 비교

변함이 밝혀졌다. 〈그림-2〉로부터 낮은 암반 최대 가속도에서는 그 상부의 부드러운 지반에서 몇 배로 증폭될 수 있지만, 높은 암반 최대 가속도 수준에서는 보다 작게 증폭하거나, 오히려 감소할 수도 있음을 알 수 있다.

KBC 2005에서 도입된 지반계수는 이와 같은 새로운 내용을 반영한 것으로서 지표 상부 30m에 대한 지반 특성에 따라 결정되며, 지반 특성은 〈표-2〉에서 보듯이 전단파 속도, 표준관입시험, 비배수 전단 강도 등에 따라 결정된다. 〈표-2〉는 지반을 AIK 2000에 따라 4가지로 구분한 지반그룹과 IBC 2000에 따라 6가지로 구분한 지반그룹의 상호관계를 비교하여 보여준다. 이를 보면 변화 전후의 지반그룹이 정확히 일대일로 대응되지 않음을 알 수 있다.

S_{DS} 와 S_{D1} 은 0.2초 고유주기와 1초 고유주기의 건물이 탄성적으로 지진에 반응할 때 예상되는 최대 응답 가속도를 뜻하며, 이것은 지반의 종류(S_A , S_B , S_C , S_D , S_E)에 따라 〈표-3〉과 같이 주어진다. 이 S_{DS} 와 S_{D1} 값과 〈표-4〉에 주어진 식을 통해 지진하중을 산정하게 된다.

〈그림-3〉은 우리나라의 지진지역 1에서 탄성스펙트럼을 지반조건에 따라 비교한 결과를 보여준다.

이 그림으로부터 단주기 영역에서 부드러운 지반의 경우 스펙트럼 가속도는 3.5배 증가한 것을 발견할 수 있다. 이것은 저층 건축물의 리모델링시 연성 증가보다 강도증가의 보강책을 사용할 경우 구내진

〈표-2〉 지반등급 및 정의

지반종류		지반종류의 호칭	상부 30m에 대한 평균 지반 특성		
AIK 2000	IBC 2000 (KBC 2005)		전단파속도 (m/초)	표준관입시험 \bar{N} (\bar{N}_{ch}) (타격회수/30cm)	비배수전단강도 (kPa) \bar{S}_v
S ₁	S _A	경암 지반	1500초과	-	-
	S _B	보통암 지반	760에서 1500		
S ₁ S ₂	S _C	매우 조밀한 토사 지반 또는 연암 지반	360에서 760	> 50	> 100
	S _D	단단한 토사 지반	180에서 360	15에서 50	50에서 100
S ₃ S ₄	S _E	연약한 토사 지반	180미만	< 15	< 50
	S _F *	-	1. 액상화가 쉽고, 매우 민감한 점토 및 약하게 결합되어 붕괴되기 쉬운 지반 등 지진하중에 대하여 잠재적인 파괴나 붕괴위험이 있는 지반 2. 토탄이나 유기질이 다량 함유된 점토 3. 매우 두껍고 중간정도 굳은 점토		

* KBC 2005에서는 삭제

기준에 따를 때보다 강도를 3.5배 증가시켜야 함을 뜻한다.

〈표-3〉 지반조건과 응답가속도

	지진지역 1 (A=0.11)		지진지역 2 (A=0.07)	
	S _{DS}	S _{D1}	S _{DS}	S _{D1}
S _A	2.0M * A	0.8MA	1.8MA	0.7MA
S _B	2.5MA	1.0MA	2.5MA	1.0MA
S _C	3.0MA	1.6MA	3.0MA	1.6MA
S _D	3.6MA	2.3MA	4.0MA	2.3MA
S _E	5.0MA	3.4MA	6.0MA	3.4MA

* M=1.33

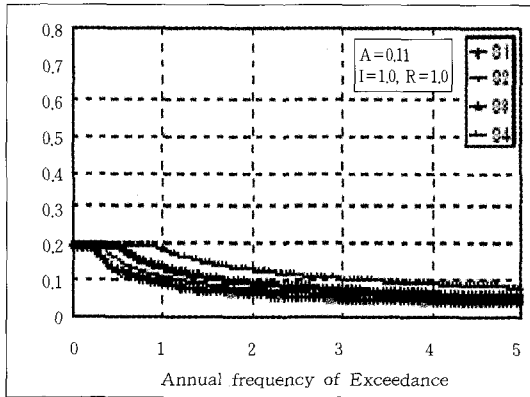
다. 성능기반 설계개념에 의한 내진설계 범주의 정의

건물이 지진시 받게 되는 최대가속도(설계스펙트럼 가속도) S_{DS}, S_{D1}과 그 건물의 용도 혹은 중요성을 가늠하는 내진등급에 따라 설계와 해석시 다른 수준의 요구사항이 적용된다. 이를 위해 내진설계범주라는 개념을 도입하고, 모든 건물을 A에서 D에 이르기까지 분류하는데, D에 가까울수록 설계시 높은 수준의 성능을 요구하게 된다. 〈표-5〉는 건물이 받는 최대가속도 S_{DS}, S_{D1}과 건물의 내진등급에 따

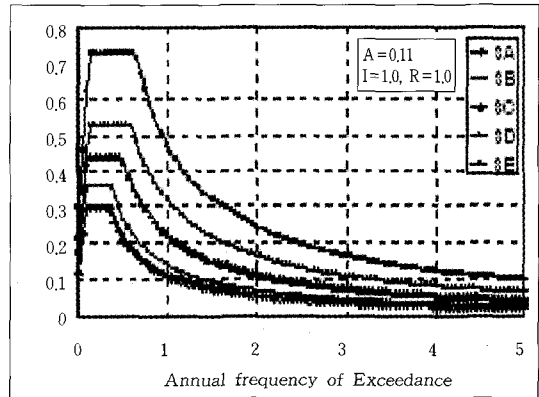
〈표-4〉 우리나라의 밀면 전단력 변화

AIK 2000	KBC 2005
허용응력 수준	강도설계 수준
$V = \frac{AIS}{1.2 \sqrt{T}R} \quad W \leq \frac{1.75AI}{R} W$	$V = \frac{S_{D1}}{(R/I_e)T} \quad W \leq \frac{S_{DS}}{R/I_e} W$
A:지역계수(0.11, 0.07) S:지반계수(S ₁ , S ₂ , S ₃ , S ₄)	S _{D1} , S _{DS} :응답스펙트럼 가속도(표-3) 지반분류:5그룹(S _A , S _B , S _C , S _D , S _E)

I, I_e:중요도계수, R:반응수정계수, T:고유주기, W:유효 건물무게



(a) AIK 2000



(b) KBC 2005

〈그림-3〉 탄성스펙트럼 비교

라 형성된 매트릭스에서 건물에 요구되는 내진설계 범주가 결정됨을 보여주고 있다. 이것은 현재 세계적인 추세인 성능에 기초한 내진설계 개념을 도입하였음을 의미한다.

〈표-6〉에서 기반조건, 지진지역과 내진등급에 따라 KBC 2005에서 정하는 내진설계범주를 정리하였다. 우리나라 공동주택은 15층 이상이 대부분이기 때문에 내진등급 “특”에 해당하고, 일부 15층 미만인 아파트는 내진등급 I에 해당한다. 15층 미만의 아파트의 경우 지진지역 1에서는 기반조건이 S_A, S_B 이면 내진설계범주 C이하, 기반조건이 $S_C \sim S_E$ 이면 내진설계범주 D에 속하고, 지진지역 2에서는 기반조건이 $S_A \sim S_C$ 이면 내진설계범주 C이하에 속한다. 따라서, 우리나라의 고층 공동주택의 대부분이 내진설계범주 D에 속하게 된다.

라. 초과강도계수와 구조시스템 제한

일반적으로, 구조요소는 예상되는 설계지진동을 대표하는 비탄성 응답스펙트럼에 해당하는 지진력에 대해 선형 탄성 해석결과 얻어진 내부 힘의 분포를 바탕으로 설계된다. 그러나, 예상되는 극심한 수준의 지진동이 발생할 경우 구조물내에서 생성되는 내부 힘과 변형은 구조물이 항복하기 시작하는 점을 훨씬 넘어서 좌굴하거나 비탄성적으로 거동하게 된다.

반응수정계수는 기본적으로 구조물이 전적으로 선형탄성 반응을 할 경우, 주어진 지진동에서 달성하게 되는 밀면전단력의 설계 밀면전단력에 대한 비를 나타내는데, 이는 〈그림-4〉에서 보듯이 연성감소계수 R_d 와 초과강도계수 $R_o(=Q_o)$ 로 나눌 수 있

〈표-5〉 설계스펙트럼 가속도와 내진등급에 따른 내진설계범주 결정(KBC 2005)

단주기 영역				1초 주기 영역			
S_{Ds}	내진등급			S_{D1}	내진등급		
	특	I	II		특	I	II
$0.50g \leq S_{Ds}$	D	D	D	$0.20g \leq S_{D1}$	D	D	D
$0.33g \leq S_{Ds} < 0.50g$	D	C	C	$0.14g \leq S_{D1} < 0.20g$	C	C	C
$0.17g \leq S_{Ds} < 0.33g$	C	B	B	$0.07g \leq S_{D1} < 0.14g$	C	B	B
$S_{Ds} < 0.17g$	A	A	A	$S_{D1} < 0.07g$	A	A	A

〈표-6〉 내진등급에 따른 내진설계범주

지반조건	지진지역 1					지진지역 2				
	S_{DS}	S_{DI}	내진등급			S_{DS}	S_{DI}	내진등급		
			특	I	II			특	I	II
S_A	0.293	0.117	C	B	B	0.168	0.065	A	A	A
S_B	0.366	0.146	D	C	C	0.233	0.093	C	B	B
S_C	0.439	0.234	D	D	D	0.279	0.149	D	C	C
S_D	0.527	0.336	D	D	D	0.372	0.214	D	D	D
S_E	0.732	0.497	D	D	D	0.559	0.317	D	D	D

다. R_o 는 R중에서 구조물의 비탄성거동으로 인한 지진반응의 감소(구조물의 연성능력)를 나타내고, $R_o (= Q_o)$ 는 설계지진력에 대한 실제 구조물의 초과강도를 의미한다. 설계하중 V_s 에서 첫 소성힌지가 발생한 후 구조물이 완전항복강도 V_Y , 즉 최종 파괴 메카니즘에 도달하기 위해서 많은 부분에서 추가적인 소성힌지가 생성되어야 한다. 이때 상부벽체를 지지하는 하부기둥과 같은 경우 최종 메카니즘에 이르기까지 충분히 견딜 수 있어야 하므로, 설계력으로서 V_s 보다 $V_Y = Q_o V_s$ 를 사용하는 것이 바람직하다. 따라서, IBC 2000과 KBC 2005에서는 이러한 부재에 대해서는 특별하중조합에 의해 지진하중 (V_s)에 초과강도계수를 곱하여 얻은 값에 대해 설계하도록 규정하고 있다. 〈표-7〉는 AIK 2000, IBC 2000, 그리고, KBC 2005에서 제시하는 반응수정계

수와 시스템 초과강도계수를 비교하여 보여준다. IBC 2000에서 제시하였던 특수상세를 가진 횡력저항시스템에 적용한 구조시스템과 건물의 높이제한 규정이 KBC 2005에서는 삭제되었다.

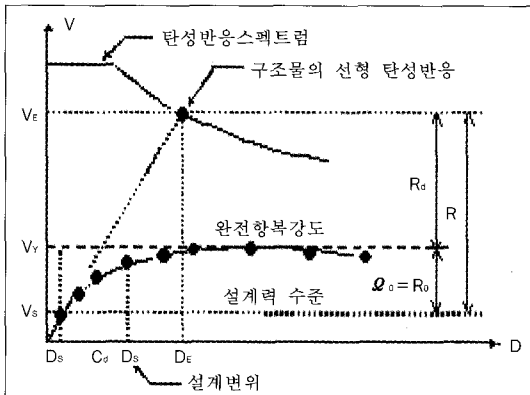
바. 내진설계범주에 따른 특별 요구사항

(1) 동적해석법과 지진의 방향성 고려

내진설계범주 A, B에 해당하는 구조물의 경우 등가정적해석법, 또는 그 보다 정밀한 해석법으로 구조물 해석을 수행하도록 하고 있으나, 내진설계범주 C와 D인 건물에 대해서는 〈표-8〉에 나타난 바와 같이 건물의 높이와 비경형성에 따라 동적해석을 수행해야 하는 건물을 구분하고 있다. 우리나라에서는 그동안 지진하중에 대한 고려를 건물의 임의의 연직축에 대해 각각 고려하는 것으로 만족하였으나, 실제로 지진은 항상 수평방향으로 연직축 2개의 지진 작용이 있으며, 이를 동시에 고려하는 것이 보다 현실에 가까운 것이라고 볼 수 있다. 따라서 신 내진 기준에서는 내진설계범주 D나 C의 비평행시스템에 대해서는 두 직교방향의 지진을 동시에 고려하는 것을 요구하는 방법으로서 100/30법과 SRSS법을 제시하고 있다.

(2) 구조요소의 설계

건물의 층강변위는 탄성해석결과 얻어진 값에 반응수정계수가 아닌 변위증폭계수, C_o 를 사용토록 하



〈그림-4〉 연성감소계수와 초과강도계수의 정의[4]

〈표-7〉 철근콘크리트 건물의 반응수정계수, 시스템 초과강도 계수 및 변위증폭계수

기준 횡력저항 시스템	AIK 2000		IBC 2000						KBC 2005			
	구조 시스템	R	구조 시스템	R	Q_0	R_a	높이제한(m)		구조 시스템	R	Q_0	R_a
							SDC C	SDC D				
내력벽	전단벽	3.0	특수 전단벽	5.5	2.5	5	NL	NP	전단벽	4.5	2.5	4
			보통 전단벽	4.5	2.5	4	NL	50				
건 물 골 조	전단벽 가새골조	4.0	특수 전단벽	6	2.5	5	NL	50	전단벽	5	2.5	4.5
		3.5	보통 전단벽	5	2.5	4.5	NL	NP				
모멘트 골 조	연성MRF	5.0	특수MRF	8	3	5.5	NL	NL	중간 MRF	5	3	4.5
	보통MRF	3.5	중간MRF	5	3	4.5	NL	NP	보통 MRF	3	3	2.5
이 중 골 조	전단벽 + MRF	5.5	특수 전단벽	8	2.5	6.5	NL	NL	전단벽 + 중간 MRF	5.5	2.5	4.5
			+특수MRF	6	2.5	5	NL	50				
			+중간MRF	7	2.5	6	NL	NP				
			보통 전단벽	5.5	2.5	4.5	NL	NP				

MRF:모멘트 저항 골조, SDC:내진설계범주, NL:제한 없음, NP:허용 안됨.

고 있고, 해당건물의 내진등급에 따라 층간변위의 제한이 다르게 적용되는 것이 이전의 기준과 다르다.

KBC 2005에서는 해석방법과 마찬가지로 구조요소의 설계에 있어서 내진설계범주와 비정형성에 따라 지진의 방향성의 고려방법과 우발편심 고려시 비틀림증폭계수의 포함여부를 정하고 있다. 특히, 내진설계범주 C 이상이면 비틀림비정형인 건물의 경

우, 특별히 비틀림 증폭계수 A_x 를 사용하여 강성중심과 질량중심 사이의 편심을 증폭시켜 주도록 하고 있다. KBC 2005에서는 조적채움벽과 같이 강성이 큰 비구조요소의 지진 반응시 구조적 역할을 고려할 것과, 지진저항시스템에 포함되지 않는 건물골조 시스템 중의 골조부분에 대해서 지진에 의한 변형을 고려해서 설계토록 요구하고 있다. 그리고, IBC 2000의 경우 내진설계범주 D에 해당하는 구조물은

〈표-8〉 내진설계범주별 해석방법 및 특별 요구사항

내진설계범주	동적해석 대상 건물	지진의 방향성 고려	비틀림 증폭계수
A, B	해당 없음	두 직교방향에 대해 별도 해석	불고려
C	<ul style="list-style-type: none"> • 70m 이상 또는 21층 이상의 정형구조물 • 20m 이상 또는 6층 이상의 비정형구조물 	비평행시스템의 경우만 고려 100/30법 또는 SRSS법 사용	고려
D	<ul style="list-style-type: none"> • 높이 70m 이상인 정형 구조물 • 5층 이상 또는 높이 20m를 초과하면서 중량 비정형 또는 기하학적 비정형에 해당하는 구조물 • 아래의 모든 구조물 비틀림비정형, 면외 어긋남, 강성비정형, 횡력저항 수직저항요소의 비정형 강도 불연속 	모든 경우에 고려 100/30법 또는 SRSS법 사용	고려

이웃 건물과 일정 간격 이상 떨어져 있도록 규정하고 있으며, KBC 2005에서도 이 규정을 그대로 따르고 있다.

(3) 강성 비구조요소의 구조적 영향과 비지진저항골조의 변형적합성 검토 요구

내진설계범주 D에 해당하는 건물에 대해서는 특별히 다음 2가지의 사항을 검토하도록 요구하고 있다.

첫째, 강성이 큰 비구조요소에 연결되어 있는 모멘트골조는 이러한 요소의 영향으로 인해 수직하중 및 지진력 저항능력이 저해되지 않도록 설계하여야 한다. 변위증폭계수와 중요도계수를 사용하여 계산된 설계 층간변위에 해당하는 변형에서 구조시스템에 대한 이 요소의 영향을 고려하고 대비하여야 한다. 또한 어떤 구조물이 비정형성을 갖는지 여부를 결정할 때에도 이 요소들의 영향을 반드시 고려하여야 한다.

둘째, 고려하는 방향의 지진력저항시스템에 포함되지 않은 모든 구조요소는 설계층간변위로부터 발생하는 모멘트와 전단력 뿐만 아니라 수직하중을 저항할 수 있도록 설계되어야 한다. 이것은 현재 건물 골조시스템에서 지진하중을 전단벽이 100% 부담하고 골조는 중력하중에 대해서만 설계토록한 것들 더 이상 허용하지 않음을 뜻한다.

바. 비구조요소 및 공작물의 내진설계 강화

AIK 2000의 경우 비구조요소에 대한 설계 요구사항은 단순하였다. 그러나, KBC 2005에서는 이러한 비구조요소에도 내진설계범주가 적용되고, 그의 하중, 상대변위, 그리고 정착에 대하여 매우 상세한 검토를 요구하고 있다. 뿐만 아니라 지금까지 건축물로 분류되지 않으면서 기타 토목구조물로도 정의되지 않은 많은 공작물, 예로서 창고내 물류저장탱크, 건물 옥상의 광고탑 등에 대한 내진설계 규정도 명확하게 제시하고 있다.

3. KBC 2005 내진설계기준의 영향과 보완 필요성

가. 연약지반 위의 건축물에 대한 지진하중의 대폭적인 증가

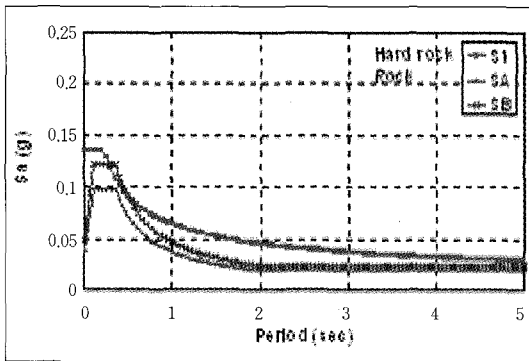
〈그림-5〉와 〈그림-6〉은 각각 보통 내력벽 구조 시스템을 갖는 15층 이상 아파트($I_E=1.5$)의 설계스펙트럼과 중간 모멘트 저항골조를 갖는 15층 미만 건물($I_E=1.2$)의 설계스펙트럼을 비교하고 있다.

〈그림-5〉에서 내력벽 시스템의 경우 암반에서는 대부분의 주기영역에서 AIK 2000의 설계스펙트럼이 크지만, 연암반보다 부드러운 지반에서는 2초 이상의 주기를 제외하고는 KBC 2005가 큰 값을 보여 주었다. 특히 부드러운 지반의 경우 가속도가 일정한 영역에서는 KBC 2005가 2배정도 크다. 〈그림-6〉에서 15층 미만의 중간 모멘트 골조의 경우 암반에서는 AIK 2000과 KBC 2005가 비슷한 값을 보여주었으나, 그보다 부드러운 지반에서는 KBC 2005가 큰 값을 보여주었다. 특히 부드러운 지반의 경우 가속도가 일정한 영역에서 KBC 2005에 의한 설계스펙트럼이 2.5배 정도 큰 값을 보여준다.

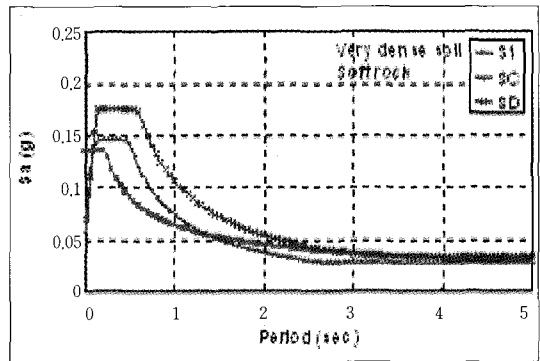
나. 구조시스템 제한과 특수 내진상세 기준의 필요성

큰 지진 발생시 건물이 탄성거동을 하도록 설계하는 것은 비경제적이며, 건물이 어느 정도의 손상을 감수하더라도 붕괴는 방지하는 수준의 설계가 바람직하다. 건물은 이러한 요구사항에 맞게 적절한 상세로 설계되어 비탄성변형을 통해 많은 지진에너지를 흡수할 수 있어야 한다.

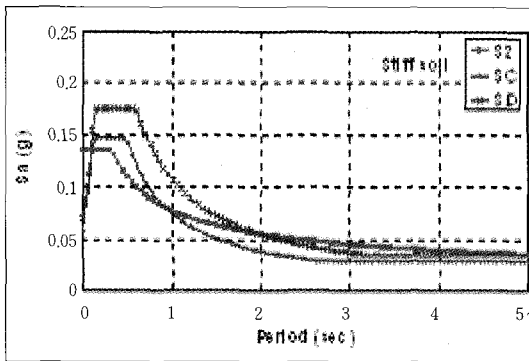
IBC 2000에서는 〈표-7〉에서 보듯이 구조시스템을 관련내진상세의 수준에 따라 특수, 중간, 보통 등으로 구분하고 있다. 내진설계범주 D의 경우 특수 모멘트 저항골조로 이루어진 모멘트 골조 시스템 건



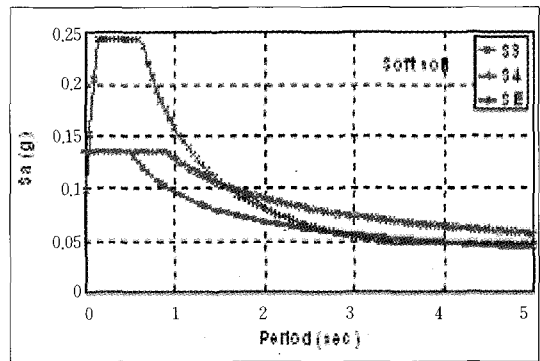
(a) 단단한 암반



(b) 연약 암반과 매우 단단한 지반



(c) 암반



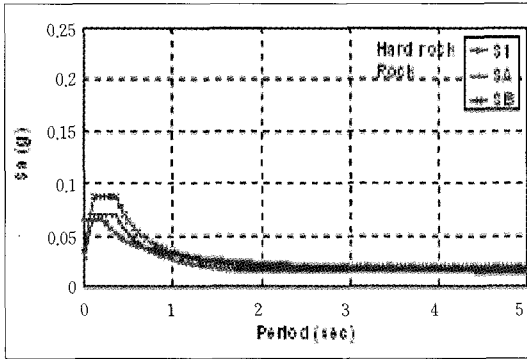
(d) 부드러운 지반

(AIK 2000:1.4E, R=3.0, $I_e=1.5$, KBC 2005:1.0E, R=4.5, $I_e=1.5$)

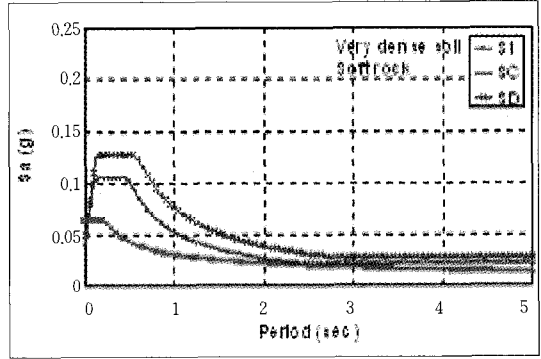
〈그림-5〉 강도설계용 스펙트럼 비교(내력벽 RC 구조)

물과 특수 전단벽과 특수 모멘트 저항골조로 이루어진 이중 골조시스템 건물은 높이의 제한을 받지 않는다. 특수 전단벽을 가진 내력벽 시스템과 건물 골조시스템, 그리고, 특수 전단벽과 중간 모멘트 골조로 이루어진 이중 골조시스템을 가진 건물은 높이가 50m까지만 허용되고, 그 이외의 건물은 허용되지 않는다. 이는 보통 모멘트 저항골조를 가진 모멘트 골조시스템의 건물만 허용되지 않는 내진설계범주 C의 시스템 제한과 비교할 때 건물의 상세 수준과 높이를 엄격히 제한하는 규정이다. 단, 높이가 50m로 제한되었을 경우 고려하는 방향에서 하나의 전단벽이 전체 지진력의 50%를 초과하여 저항하지 않고, 동시에 한 전단벽에서 비틀림 효과로 발생하는

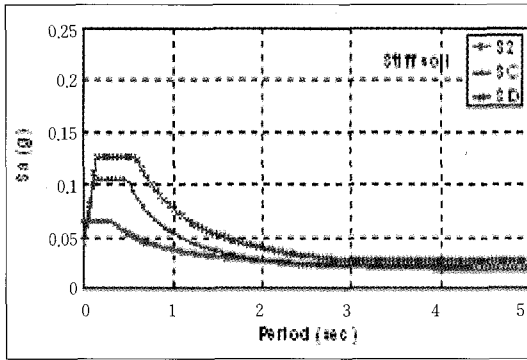
지진력이 전체 지진력의 20%를 초과하지 않는다면, 그 높이를 73m로 증가시킬 수 있다. 이러한 시스템 분류는 〈표-9〉에 나타난 콘크리트 건물에 대한 상세 기준인 ACI 318[8]의 내진상세 부분과 긴밀하게 연관되어 있다. 그러나, KBC 2005의 경우 〈표-7〉에서 보듯이 모멘트 저항골조 시스템만 철근 콘크리트 중간 모멘트 골조와 철근 콘크리트 보통 모멘트 골조로 구분하고 있을 뿐, 기타 특수한 내진구조시스템이 정의되어 있지 않다. 성능을 기반으로 한 설계개념이 처음 도입된 IBC 2000을 참고로 작성된 KBC 2005 내진기준이, 의도한 소기의 목적을 달성하기 위해서는 내진상세 기준의 미비로 인해 삭제된 특수 전단벽 및 특수 모멘트 저항골조를 도입



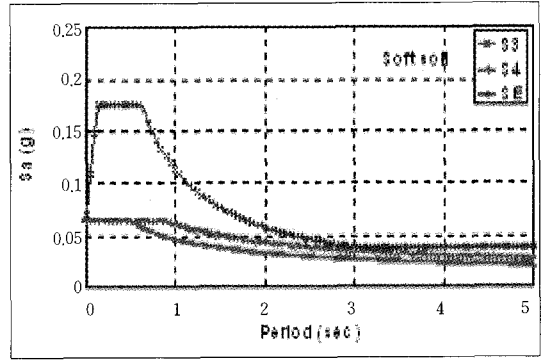
(a) 단단한 암반



(b) 연약 암반과 매우 단단한 지반



(c) 단단한 지반



(d) 부드러운 지반

(AIK 2000:1.4E, R=5.0, $I_e=1.2$, KBC 2005:1.0E, R=5.0, $I_e=1.2$)

<그림-6> 강도설계용 스펙트럼 비교(RC 중간모멘트 골조)

해야 할 것이다. 또한, 내진설계범주에 따른 구조시스템 및 높이제한도 정확히 IBC 2000을 따를 필요는 없지만, 경제성과 안전성 제고 및 설계자의 용통

성을 넓혀주기 위해 도입하는 것이 필요하다고 생각된다.

4. 향후 과제

KBC 2005 내진기준은 설계지진의 새로운 정의 및 지반특성 영향의 새로운 평가로 인해 경우에 따라 2배 이상 지진하중을 증가시키게 되었을 뿐만 아니라 근래 많이 건설되고 있는 필로티식 아파트의 경우 이 필로티 기둥에 초과강도계수를 적용한 하중에 대해 설계해야 하므로 그의 경제적 부담은 상당히 클 것으로 예상된다. 이러한 현상은 IBC 2000의 도입에 따라 미국 중·동부 지역에 일어난 일과 유사

<표-9> 중간 및 특수 내진상세와 ACI 내진상세 규정

지진 저항 요소	ACI 318 해당규정	
	중간상세	특수상세
골 조	21.10	21.2 ~ 21.5
벽체와 연결보	해당없음	21.2 ~ 21.6
격막과 트러스	해당없음	21.2, 21.7
기 초	해당없음	21.2, 21.8
지진력 저항에 상관없는 골조	해당없음	21.2, 21.9

하다고 할 수 있다. 이 지진하중의 증가가 우리나라 건설업계에 얼마만큼 경제적 부담을 증가시키는지 에 대한 정보는 아직 알려져 있지 않다. 그러나, 경제적 부담의 증가에도 불구하고 새 내진기준에서 성능기반 설계개념을 도입한 것은 진일보로 평가되어야 할 것이다. 다만, 이러한 개념을 보다 충실히 실

현시키기 위해서는 현재 구조시스템과 관련하여 상세기준의 미비로 부득이 삭제된 보다 발전된 지진저항 구조시스템을 빠른 시간내에 우리나라 기준에도 도입하여 지진하중 자체의 저감에도 기여할 뿐만 아니라 구조설계자에게 선택의 폭을 넓혀 주도록 하는 것이 요구된다. ▲

시사 용어 해설

▶ 적극적 채권 포트폴리오 전략(Active or Aggressive Bond Portfolio Strategy)

이자율 변동위험을 유리하게 이용하여 채권투자 수익을 극대화시키고자 하는 채권 포트폴리오 구성전략의 하나이다. 이 전략은 이자율 변동위험을 유리하게 이용하여 채권투자로부터 얻을 수 있는 수익, 즉 ① 이자수입, ② 이자를 채투자하여 얻는 수익, ③ 시세차익을 철저히 추구하는 것이다. 이 전략의 핵심은 수익률 예측(rate anticipation)과 채권비교 평가분석(sector valuation)으로 요약될 수 있다. 수익률 예측은 시장환경 변화에 대한 채권수익률의 기간구조 변화형태를 파악함으로써 가능하며 수익 극대화에 가장 적합한 방법이나 일관성 있는 수익률 기간구조 형태 파악이 쉽지는 않다. 채권비교 평가분석은 일시적으로 가격불균형 상태에 있는 채권을 발견하여 수익을 제고시키는 방법이다. 즉 시장에서 가격 이외의 모든 조건이 동일한 채권들을 비교평가 함으로써 상대적 저평가 혹은 고평가 채권을 찾아 수익을 제고하여 실현시키는 방법이다. 적극적 투자 전략의 대표적인 것으로는 채권교체 전략(swap), 수익률 곡선타기 전략, 매매시점 분석전략 등이 있다.

▶ 자산수익률(ROA, Return On Assets)

회사가 주어진 총자산을 수익창출 활동에 얼마나 효율적으로 이용하였는가를 측정해 주는 수익성 지표로서 세금차감 후 순이익을 평균 총자산으로 나눈 값이다. 총자산은 보통 취득원가에서 감상각비를 차감한 가치로 평가하여 기말자산과 기초자산의 평균을 사용한다.

▶ 지속가능발전(Sustainable Development)

“미래세대의 필요를 충족시킬 수 있는 능력을 훼손시키지 않으면서 현재의 필요를 충족시키는 개발”이라는 의미로 1987년 ‘세계환경개발이사회’에서 사용한 용어이다. UNEP에서는 “생태학적 회복력과 경제성장의 토대가 되는 천연자원의 보존, 합리적 사용 등은 물론 국내 및 국제적인 형평성을 향해 나아가는 과정”이라고 설명하고 있다.