

KBC2009에 따른 강구조내진설계매뉴얼 소개



박태영 소장
옥타곤엔지니어링기술연구소
건축구조기술사, 집필위원장

2009년도에 발간된 『내진설계예제집』에서는 『건축구조기준 2009』의 0306 지진하중편에 새로이 도입된 지진력저항시스템의 적용과 개정된 지진하중의 적용에 초점을 맞추느라 KBC2009에서 전면 개정되어 실무자들이 기준을 적용하는데 많은 어려움을 느꼈던 “0713 강구조의 내진설계”부분을 충분히 다루지 못하였습니다. 이 점을 고려하여 이번에 발간하는 『강구조내진설계매뉴얼(KSEA732-10)』은 지진력저항시스템 중 $R > 3$ 인 가새골조(보통중심, 특수중심 및 편심 가새골조), 모멘트골조(보통, 중간 및 특수 모멘트골조) 그리고 기타 지진력저항시스템(좌굴방지가새골조, 강판전단벽 및 특수트러스모멘트골조외) 등을 다루고 있으며 그 외에도 설계절차를 비롯하여 특기사항 및 부재의 설계방법들에 관해 상세하게 기술하였습니다.

또한, KBC2009의 제5장 콘크리트구조와 제7장 강구조의 내진설계개념이 공히 역량설계(capacity design)개념을 토대로 한 내진설계법을 채택하고 있습니다. 이 『강구조내진설계매뉴얼(KSEA732-10)』은 실무자들이 내진설계의 주요 핵심 개념인 역량설계법의 개념을 이해할 수 있도록 집필하기 위하여 많은 노력을 기울였으며, 한편으로 기준에서 요구하는 다양한 사항을 검토 및 설계하는 법을 예시하기 위하여, 예를 들면 특수모멘트골조시스템에서 패널존의 검토 및 보강방법을 보여주기 위하여 보의 부재크기를 다소 크게 가정하였음을 해아려 주시길 바랍니다.

아울러 이번 「강구조내진설계매뉴얼(KSEA732-10)」에서

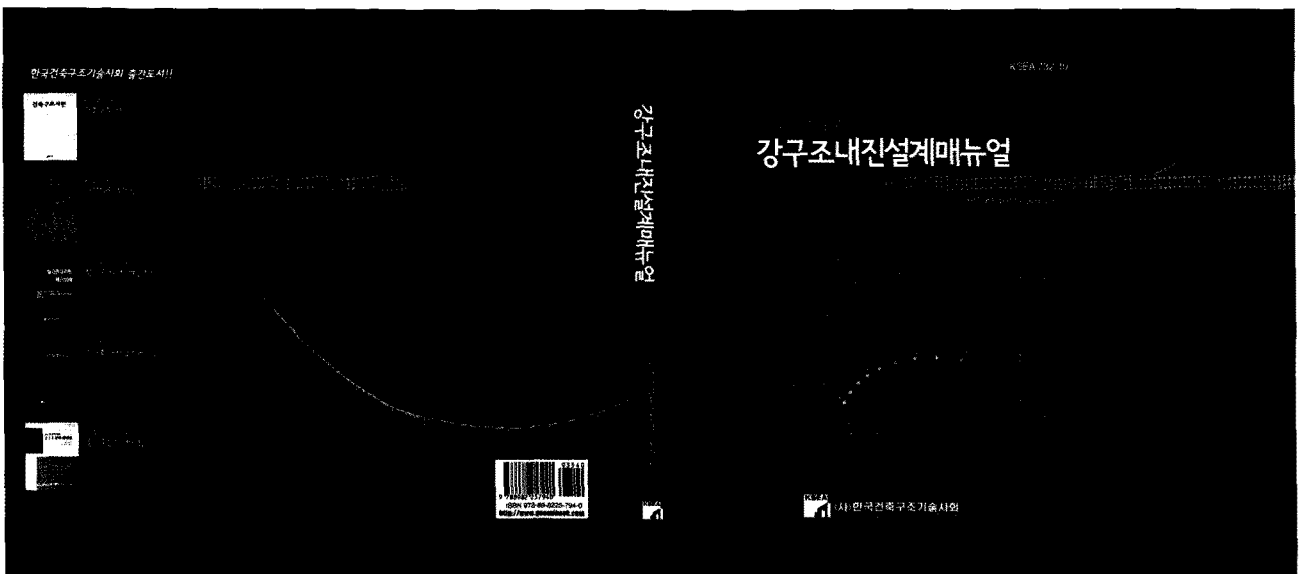
실무자들이 강구조물을 설계하는데 편리하게 이용할 수 있는 많은 설계도표(Design Aid)들을 시간 및 지면관계로 다루지 못한 점은 아쉽긴 합니다마는, 곧 건축구조기술사회에서 현대 제철과 협의하여 집필에 들어갈 예정인 「강구조설계편람(가칭)」에서 우선적으로 필요한 설계도표들만이라도 작성하여 심기로 잠정 합의하였습니다.

앞으로도 건축구조기술사회에서 발간할 책자에 집필위원으로 참여하시는 분들에게서는 이 일이 우리 구조기술사회의 위상을 높이는 사업의 일환임을 명심하시어 희생과 봉사의 정신을 바탕으로 사명감을 갖고 적극적으로 임해주시길 당부드리며 또한 기대합니다.

2. 집필목적

이 매뉴얼은 KBC2009 0713 강구조내진설계 기준을 올바르게 적용할 수 있도록, AISC(American Institute of Steel Construction2006) Seismic Design Manual을 참조하여 작성하였으며, 지진력저항시스템 중 $R \leq 3$ 인 가새골조와 모멘트골조시스템, $R > 3$ 인 가새골조(보통중심, 특수중심 및 편심 가새골조), 모멘트골조(보통, 중간 및 특수 모멘트골조) 그리고 기타 지진력저항시스템(좌굴방지가새골조, 강판전단벽 및 특수트러스모멘트골조외) 등을 다루고 있으며 특징으로는,

- 1) KBC2009기준은 KBC2005에 비해 많은 내용이 변경되



〈KBC 2009에 따른 강구조내진설계매뉴얼 표지〉

었으며, 그 중에서 특히 강구조내진설계기준은 이전 기준에 비해 매우 복잡하고 새로운 내용이 많이 포함되어, 실무자들이 새 기준에 따른 강구조내진설계를 하는데 많은 어려움을 토로하므로, 새 기준을 쉽게 이해하고 설계에 적용할 수 있도록 지진력 저항시스템별 설계과정 및 참고사항 등을 상세히 수록해 놓았다.

- 2) 이 매뉴얼을 만들기 위하여 참조한 AISC2005조차도 전면 개정하면서 틀린 부분이 여기저기 발견되고 이해하기 어려운 부분이 곳곳에 있어, 복잡한 내진설계를 따라가다 보면 숲속으로 들어가 어디가 어딘지 나무만 보고 숲을 보지 못하는 문제점을 해결하기 위하여 이 매뉴얼에서는 우리기준에 따라 본문의 내용을 한눈에 알아볼 수 있도록 특기사항을 포함한 상세한 설계절차를 별도로 정리해 놓았다.
- 3) 참조한 매뉴얼에 단순한 값만 있는 부분은 원리에 입각한 식을 만들고 또한 식 풀이 과정을 만들어 이해하기 쉽게 기술하였다.
- 4) 가능한 한 우리나라 기준에 맞도록 방법과 절차를 바꾸었으나 우리나라기준이 없거나 부족한 부분은 외국기준을 참고하여 설계 예를 보여주도록 하였다.

3. 집필내용

3.1 1장의 구성

1장에서는 강구조내진설계에 대한 기본적인 개념과 새로

운 기준에 따른 내진설계 방법에 대한 일반사항 및 절차, 여러 가지 지진력 저항시스템의 개념을 서술하여 설계자들이 강구조내진설계에 대한 개념과 방법에 대해 더 쉽게 이해하고 적용할 수 있도록 하였다.

3.2 2장의 구성

제2장 R≤3 가새골조와 모멘트골조시스템

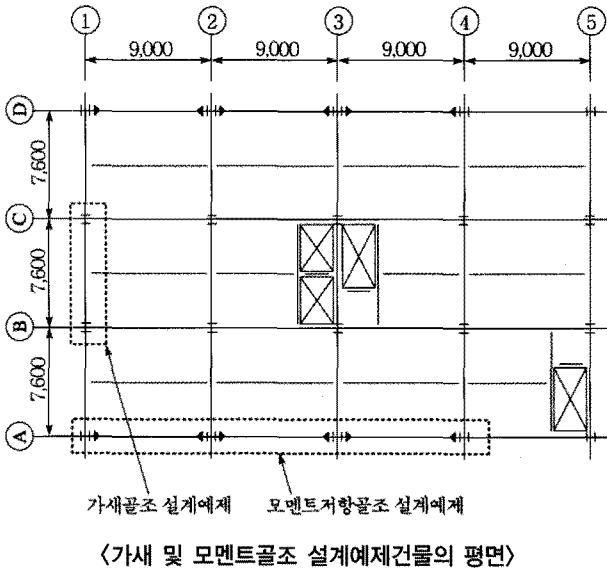
2.1 가새골조 지진력저항시스템 개요

2.2 모멘트골조 지진력저항시스템 개요

기준 “0701.1.1 내진설계기준의 비적용”에 따라 <표 0306.6.1> 지진력저항시스템에 대한 설계계수에서 강구조설계기준의 일반규정만을 만족하는 철골 구조시스템 즉, 반응수정계수R을 3으로 적용할 수 있는 가새골조와 모멘트골조시스템의 부재와 접합부에 적용되는 설계요소와 필요사항들을 설명하였다.

반응수정계수R을 3으로 적용할 경우 설계지진력은 커지게 되나, 골조 및 접합부 설계를 간단하게 할 수 있다는 장점이 있는데 반하여, 반응수정계수R을 3 이상의 지진력저항시스템으로 설계할 경우, 골조 및 접합부의 설계는 복잡하나 설계지진력이 작아져 물량을 절감 할 수 있는 장점이 있다.

따라서 2장에서는 이어지는 장에서 설명된 설계방법들과 비교를 위해 일반규정을 만족하는 반응수정계수가 3이하인



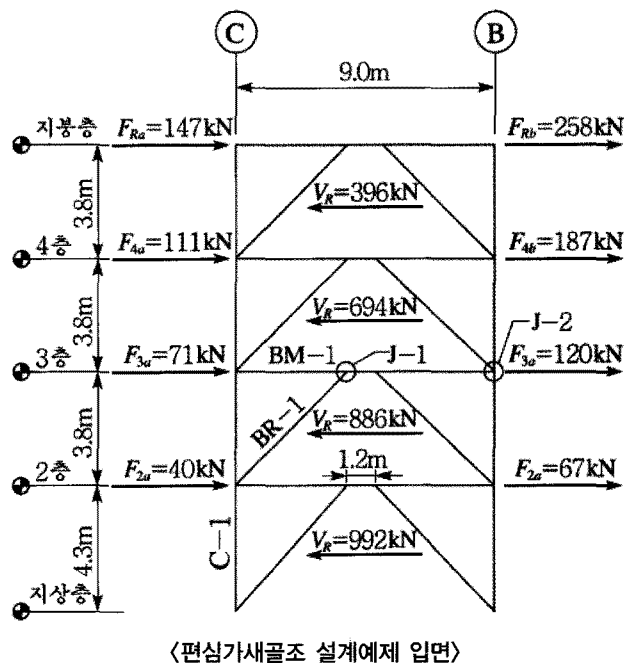
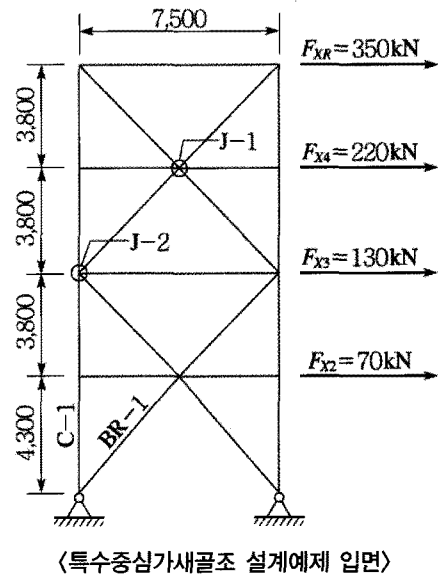
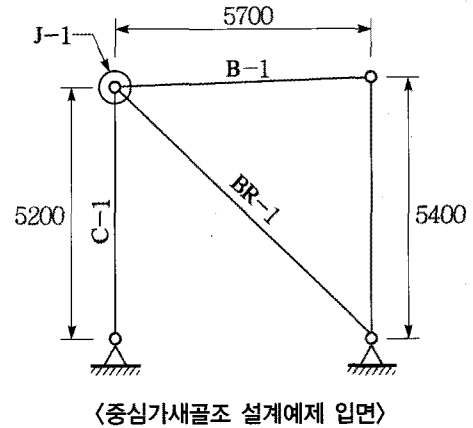
가새골조와 모멘트골조에 대한 설계방법을 설명하여 기본설계 개념을 이해하도록 하였다.

3.3 3장의 구성

- 제3장 R>3 가새골조시스템
- 3.1 보통중심가새골조시스템
- 3.2 특수중심가새골조시스템
- 3.3 편심가새골조

3장에서는 보통, 특수, 편심가새골조에 대한 기본개념과 설계방법 및 기준의 적용에 대해 서술하여 가새 종류에 대한 설계방법의 차이를 이해하기 쉽게 설명하였다.

보통중심가새골조(Ordinary Concentrically Braced Frame, 이하 OCBF)시스템도 주로 가새부재의 축강도와 축강성을 통하여 횡력과 횡변위에 저항하는 시스템이다. 중심가새골조는 이를 구성하는 부재(가새, 기둥 및 보)의 중심선의 교점이 거의 일치하기 때문에 대부분의 휨 거동이 배제된다. 특수중심가새골조(Special Concentrically Braced Frame, 이하 SCBF)시스템은 더 큰 연성을 확보하기 위한 많은 상세 요구조건이 있지만, OCBF시스템은 비탄성 변형이 거의 발생하지 않으며 제한된 시스템 연성을 고려하는 수준에서 조금 더 큰 지진력에 대하여 설계한다. OCBF시스템은 상대적으로 단순한 설계과정과 시공절차로 인하여 소규모건물과 비구조물에 주로 적용될 수 있다. OCBF시스템은 대규모 건물이나



더 높은 수준의 내진성능을 목표로 하는 건물에는 적절하지 않을 수 있다.

3.4 4장의 구성

제4장 R>3 모멘트골조시스템

- 4.1 보통모멘트골조시스템
- 4.2 중간모멘트골조시스템
- 4.3 특수모멘트골조시스템

모멘트골조는 보·기둥의 휨·전단강도에 의해 하중을 지지한다. 수평력에 의한 횡변위는 골조를 구성하는 부재들의 휨강성과 보·기둥 접합부의 회전강성 즉 “골조작용”에 의해 지지된다.

모멘트골조는 일반적으로 강도보다는 변위제한(사용성) 때문에 부재 크기가 결정되므로 가새골조에 비해 부재가 더 커지게 된다. 그럼에도 불구하고, 모멘트골조가 선택되어지는

이유는 경사부재인 가새가 있을 경우 설비배관이나 벽체배치에 많은 제한이 따르므로 건축계획이나 설비의 배치에 간섭이 없는 구조시스템을 적용해야 할 필요성이 있기 때문이다.

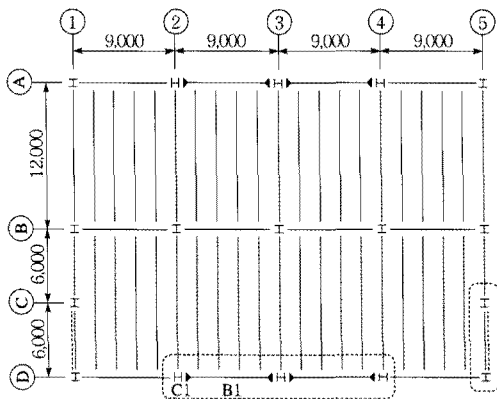
모멘트골조는 연성도에 따라 보통모멘트골조, 중간모멘트골조, 특수모멘트골조로 구별한다. 이 3가지 범주에 대해 반응수정계수(R)가 3을 초과하는 모멘트골조의 부재설계와 접합부설계에 적용할 내진설계 요구사항 및 필요한 사항들을 4장에 요약하였다.

3.5 5장의 구성

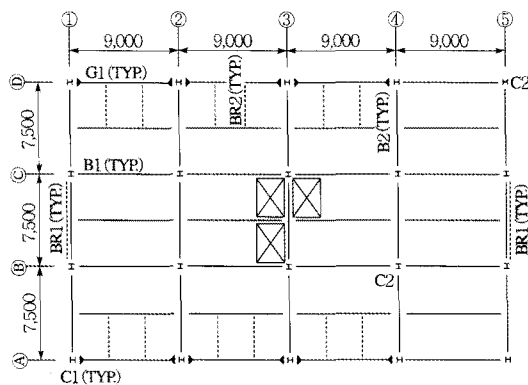
제5장 R>3 기타의 지진력저항시스템

- 5.1 적용범위
- 5.2 격막의 수집재와 현재
- 5.3 지진력저항시스템의 안정성
- 5.4 좌굴방지가새골조
- 5.5 특수강판벽
- 5.6 특수트러스모멘트골조
- 5.7 감쇠시스템

5장에 요약된 요구사항과 설계시 고려사항은 반응수정계수가 3보다 큰 지진력저항시스템 중에서 제3장과 제4장에서 다루지 않은 것과 지진력저항시스템을 구성하는 부재 및 접합부 중에서 골조의 구성요소가 아닌 것에 적용한다.



<R>3 보통, 중간모멘트골조 설계예제 평면>



<R>3 특수모멘트골조 설계예제 평면>

3.6 6장의 구성

제6장 지진력 저항시스템별 설계절차요약

- 6.1 지진력저항시스템
- 6.2 강구조의 내진설계
- 6.3 가새골조의 설계절차
- 6.4 모멘트골조의 설계절차

6장에서는 다양한 지진력저항시스템에 대한 기본개념들을 설명하여 저항시스템에 대한 이해를 돕고, 그에 따른 설계절차들을 다시 한번 상세히 설명함으로써 2~5장까지 예제설계에 대한 이해를 도와 강구조내진설계에 대한 기준적용 및 설계방법을 습득할 수 있도록 하였다.

기본 지진력저항시스템		설계계수			시스템의 제한과 높이(m) 제한		
		반응수정계수	시스템초과강도계수	변위중폭계수	내진설계범주		
		R	Q _o	C _d	A or B	C	D
2. 건물골조시스템							
2-k	철골 특수강판전단벽	7	2	6	-	-	-
2-l	철골 좌굴방지가새골조(모멘트저항접합)	8	2.5	5	-	-	-
2-m	철골 좌굴방지가새골조(비모멘트저항접합)	7	2	5.5	-	-	-
4. 특수모멘트골조를 가진 이중골조 시스템							
4-h	철골 좌굴방지가새골조	8	2.5	5	-	-	-
4-i	철골 특수강판전단벽	8	2.5	6.5	-	-	-

이렇게 총 6장으로 구성된 KBC2009에 따른 강구조내진설계매뉴얼은 강구조내진설계에 대한 기본개념과 각 지진력저항시스템에 따른 설계방법을 각 시스템별 예제로 설명함으로써 설계자가 보다 쉽게 이해하고 설계에 적용할 수 있을 것으로 기대된다.

4. 맺음말

강구조내진설계매뉴얼의 집필과정은 2009.06.24. 시작으로 12인의 전체집필위원회의 10개월간 10회의 집필회의를 거쳐, 2010.05.10. 교수위주 7인의 자문회를 실시하고, 2010.09.17. 까지 5개월간 최종통독위원이 7회에 걸쳐 통독하여 총15개월 만에 2010.09.30. 인쇄에 들어갔습니다.

집필활동을 하면서 느낀 점 으로는 2009년 여름에 시작하여 어느덧 계절이 가을, 겨울, 봄, 다시 찌는 올 여름을 넘기고 2010년 가을이 되어서야 마무리가 되었습니다. 각자 준비하고 난후 집필회의는 보통 3-4시간정도 씩 진행하였으나, 전 위원이 교차 검토할 때는 9시부터 시작하여 밤11시까지 진행한 경우도 있었습니다. 1차 집필안은 12인의 집필위원이 10개월간에 걸쳐 분담하여 수험생처럼 공부해가며 만들었고, 2차 적으로 다시 6인의 통독위원을 구성하여 1차안을 가지고 5개월간 고치고 다시 만들어 완성하였습니다. 인쇄를 앞두고는 한자의 실수라도 줄이기 위하여 출판사 편집인과 씨름을 하기도 하였습니다. 또한 건축구조기준의 용어사용이 적합하지 못한 부분은 용어를 달리 사용하였고, 일부 외래어는 우리말로 바꾸어 사용함으로써, 건축구조기준에서 용어가 적절하게 사용되도록 하고 외래어를 우리말로 바꾸는데 도움이 되도록 하였습니다.

끝으로 이『강구조내진설계매뉴얼』의 출간을 위해 오랜 기간 동안 귀중한 시간을 할애하여 집필연구에 수고하여주시는 여러 집필위원님, 검토위원님, 자문위원님, 관계되신 여러분 및 제11대 김석구회장과 이문곤 회장님께 깊은 감사를 드립니다.

집필진 - 가나다순

- 집필위원장
: 박대영 옥타곤엔지니어링기술연구소 · 구조기술사
- 집필부위원장
: 김승원 뉴테크구조기술사사무소 · 구조기술사
- 집필간사
: 김영민 보성구조기술사그룹 · 구조기술사
- 집필위원
: 강대연 창민우구조건설타트 · 구조기술사, 공학박사
김성호 티섹그룹 · 구조기술사
남정국 삼정이엠에스 · 구조기술사
백기열 C.S구조엔지니어링 · 공학박사
이재훈 도화구조 · 구조기술사
정광량 동양구조안전기술 · 구조기술사, 공학박사
정석재 3D엔지니어링 · 구조기술사
최선규 선영구조기술사건축사사무소 · 구조기술사,
건축사, 공학박사
최준식 단구조 · 구조기술사