

문 · 고 · 답 · 하 · 기

큰보의 유효축안의 집중하중

Q 질문내용은 큰보의 유효축에 작용하는 집중하중에 대해서 규준해설 7.2.2에서는기동과의 접촉면을 위험단면으로 보고 있습니다. 그렇다면 분포하중과 집중하중(유효축내에 작용)이 동시에 작용할 경우의 배근 방법을 알고 싶습니다. 등분포하중에 대해 배근하고 집중하중은 전단마찰설계를 해서 추가 배근해야 하는가요? 제 생각으로는 집중하중이 유효축안에 있으면 압축대에 의해서 직접 기동으로 전달될 것 같습니다. 그래서 집중하중에 의해 추가되는 모멘트만 배근에서 고려하는 것이 아닌가요?

A 보의 유효축에 작용하는 집중하중에 대해서는 기동과의 접촉면을 위험단면으로 하고, 분포하중과 집중하중(유효축내에 작용)이 동시에 작용할 경우에도 기동과의 접촉면을 위험단면으로 합니다. 집중하중이 유효축안에 있어 압축대에 의해서 직접 기동으로 전달될 수 있는 경우는 춤이 큰 보(보의 순 스펠 l_n 이 유효축 d 의 5배 미만인 보)에서 적용됩니다. 휨모멘트에 대한 배근은 기동과의 접촉면에서의 모멘트 값으로 설계합니다.

철골구조 ASD 83 개정

Q 지금까지 사용해오던 철골구조기준 ASD 83 이 AISC 89에 의거해 개정이 되는 데요, 언제부터 바뀌게 되는지요? 그리고 구조기술사시험에는 언제부터 적용되나요?

A 강구조계산규준 및 해54설(대한건축학회 1983), 강구조한계상태설계기준 및 해설(대한건축학회 1998), 허용응력법에 의한 강구조설계기준(한국강구조학회 2003). 모두 실무에 적용가능한 기준입니다. 구조기술사시험에서는 특정 설계법(ASD 또는 LSD)으로 설계할 것을 제시하지 않은 경우에는 어느 기준으로 설계하여도 되겠지만, 최근의 설계기준을 적용하여 문제를 푸는 것이 좋은 점수를 받을 수 있으리라 생각합니다. 우리나라의 경우 허용응력법에 의한 강

구조설계기준(2003)이 강구조한계상태설계기준(1998)보다 나중에 발간되었습니다만, 한계상태설계법이 더욱 합리적인 설계법이므로 미국 AISC에서는 ASD가 1989년 이후엔 발간되지 않고 LRFD로만 발간되고 있음을 감안하면, 한계상태설계법으로 문제풀이를 하면 더욱 좋은 점수를 받을 수 있으리라 생각합니다.

〈표 1〉 강구조 설계기준의 변천사

연도	한 국		미 국		일 본		비 고
	ASD	LSD	ASD	LRFD	ASD	LSD	
1973	제1판				제2판		유사한 내용과 순서
1978			제8판				
1983	제2판						
1986				제1판			유사한 내용과 순서
1989			제9판				
1990					제1판		
1993				제2판			
1997		제1판					
1998						제2판	
1999				제3판			
2002		제2판					
2003	제3판						

재질의 차이

Q KS D 3503 일반구조용, KS D 3515 용접구조용, KS D 3861 건축구조용의 차이는 무엇입니까? 단순한 물성치 차이인지? 예를들어 기동은 SM 490, 보는 SS 400일 경우 공장제작인 기동과 보의 내민부분 용접접합부에서 기동(SM 490)에 보를 SS 400으로 하는지 SM 490으로 하는지?

A 재질의 차이입니다. 기동+브라켓보 용접부에서 브라켓보의 재질 선택은 접합부의 응력상태에 따라 다릅니다. 일반적으로 SS 400 재질이 저항할 수 있는 응력상태라면 SM 400 과 SS 400 모두 SM 490 기동에 용접이 가능합니다. 그러나 SS 490 재질정도의 저항내력이 필요하다면 용접구조용 재질 SM 490을 사용해야 합니다.

〈표 2〉 주요 구조용 강재의 재료강도(tf/cm²)

강도	강종 판두께	SS 400	SM 490	SM 490	SM 520	SM 520	SM 570
		SM 400 SMA 400	SMA 490 SCW 490-CF)	TMC	TMC	TMC	
Fy	40mm이하	2.4	3.3	3.3	3.6	3.6	4.3
	40mm초과 100mm이하	2.2	3.0	3.3 ²⁾	3.3	3.6 ²⁾	4.3
Fu	100mm이하	4.1	5.0	5.0 ²⁾	5.3	5.3 ²⁾	5.8

주) 1. SCW 490-CF의 판두께 구분은 8mm이상 60mm이하
2. 두께 80mm 이하에만 적용됨

잔류응력

Q 잔류응력에서 냉각력 차이로 내부에 인장응력이 작용한다는 건 이해가 되는데, 먼저 식는 부분이 압축응력을 받는다는게 이해가 되지 않는데, 상대적 개념으로 내력의 평형 개념인지?

A 상대적 축소에 의한 응력입니다.

다이아프램 작용

Q 다이아프램작용의 정확한 의미는 무엇입니까? 횡력에서 수평력 전달이라고 알고있는데, 실제 구조물해석에서 무한강성이라고 가정하나 실제로는 변형의 차이가 있을것 같은데, 그렇게 하면 구조해석이 안되는지?

A 해석편의상 무한강성으로 가정하나 컴퓨터 H/W 용량의 증대로 실제 강성을 고려하여 구조해석하는 것이 요즘의 추세입니다.

비탄성 소성

Q 비탄성이 소성이라는 뜻인지? 탄소성, 소성과 어떤 차이가 있는지는지?

A 외력을 받아서 변형이 생길때 그 외력을 제거하면 원상태로 돌아오는 성질을 탄성이라 하고 힘과 변형이 비례하지 않는 것을 비탄성이라하며, 변형이 비교적 쉽고 탄성한도 이상의 힘을 가해도 쉽게 파괴되지 않고 계속 변형하며 외력을 제거하여도 원형으로 복귀하지 않는 물체의 성질을 소성이라 합니다. 탄소성은 탄성과 소성을 총칭한 것입니다.

콘크리트 구조설계기준 3.4 구조해석 일반

Q 콘크리트 구조설계기준 3.4 구조해석 일반 에서 연속보 또는 1방향 슬래브의 근사해법에서 연속보라는게 작은보(BEAM)와 큰보(GIRDER)를 모두 포함한 것인지, 아니면 작은 보만 얘기 하는 것인지? 외단에서 부모멘트를 고려한 것은 단부의 모멘트 강성을 고려한 것인지, 실제 해석에서는 힌지로 해석하는것 같은데....또한 기준에서 정한 취지는 무엇인지? 3.4.2 의 연속휨부재의 부힘모멘트 재분배에서 연속휨부재라는게 큰보 작은보를 모두 포함하는 것인지 또한, 구조해석에는 탄성해석을 부재설계에는 소성개념을 도입한다는게 이해가 잘 가지 않습니다. 기준의 설계 취지는 부모멘트의 모멘트 경감으로 설명되어 있는데 개념이 어렵습니다.

A 작은보와 큰보 모두 적용 가능합니다. 그러나 기준3.4.1(3)의 조건을 만족하는 경우에만 근사해법을 적용할 수 있습니다. 따라서 큰보에 작은보로부터 전달되는 집중하중이 있는 경우는 적용되지 않습니다. 외단 부모멘트는 받침부가 테두리보인 경우와 기둥인 경우로 구분하여 값을 제시하고 있습니다. 실무에서는 테두리보인 경우엔 힌지로 가정하거나 테두리보의 비틀림 강성을 고려합니다. 기준에서 근사해법을 제시한 취지는 실무에 용이하게 하기 위함입니다. 3.4.1(3)과 같은 경우까지 활하중의 배치를 고려하여 구조해석하려면 많은 절차와 시간이 소요되기 때문입니다. 부모멘트의 재분배는 큰보 작은보 모두 해당되고 탄성해석에 한계상태설계법의 개념을 도입한 것입니다.

변형을 고려한 해석

Q 라멘구조에서 절점을 직각으로 가정하고 해석을 하는데 실제 구조물에서 절점이 직각을 이루지는 않을 것 같은데 (콘크리트의 균열, 철골 관널존에서의 변형) 변형을 고려하면 해석이 안되나요?

A 라멘구조는 절점이 강점(rigid)이어서 탄성한도내의 변형을 일으킬 때 부재 서로가 이루는 각도가 변하지 않는 구조입니다.

설계방법

Q 설계방법에서 허용응력설계법은 콘크리트나 철골이나 개념은 같은데, 최근 설계기준인 콘크리트에서는 강도설계법, 철골에서는 소성설계법, 한계상태설계법으로 명칭을 다르게 한것은 무엇인

지요? 소성설계법을 제외하고서라도 강도설계법과 한계상태설계법은 개념이 비슷한것 같은데, 어떤 차이가 있는지? 학회에서 나온 책이나 다른 책을 참고해도 이해가 잘 가지 않습니다. 모르는 것과 궁금한 것을 두서 없이 나열했습니다.

A 강도설계법은 구조체에 작용하는 설계하중에 대하여, 과하중 상태에서도 구조부재가 파괴됨이 없이 그 하중을 지지할 수 있도록 부재의 단면과 보강방법을 정하는 설계법이며, 구조안전성을 하중계수와 강도저감계수에 의하여 규정한다. 한계상태설계법은 여러 가지 한계상태에 대하여 가장 적절한 방법으로 각각의 한계상태에 대하여 안전성을 검토하는 설계법입니다. 강도설계법도 넓은 의미에서의 한계상태설계법이라고 할 수 있습니다.

정착길이 문제

Q 보 D25 철근 사용시 정착길이는 인장 상부철근으로 규정상 1,600이고 표준갈고리 사용시엔 500이나 외단부 기둥의 단면이 400×400으로 철근의 정착에 어려움이 있는 바, 이에 대한 정착방법 및 정착길이는?

A 우선 규준에 의한 정확한 시공을 하려고 하는 것에 참으로 노력을 포함합니다.(대부분 알아서..) 정착길이는 HD25일때 규정상 1,600(후크시500)인지는 저도 정확하게 확인은 하지 않았습니다. 다만 현재 질문상의 답변만 드린다면 기둥 크기가 400이므로 정착길이가 부족한 부분에 대해서는 대부분 Wall Girder를 추가하여 사용합니다. 이때 Wall Girder의 폭은 정착길이 이상이 되어야겠지요. 또 다른 방법은 철근 직경을 줄여서(물론 기둥수는 늘어나겠지만) 400 이내로 되는 직경을 사용하는 방법도 있을 수 있습니다. 마지막 방법은 규준을 정확하게 이해하면(좀 어렵습니다만 개인적으로 전화주시면...) 현상상태에서도 거의 대부분(단부부분) 만족할 수도 있습니다. 다만 90도 모서리 기둥 부분에서만은 만족하지 않습니다.

MAT 배근에서 철근이음의 압축인장여부

Q MAT 철근의 상,하부근의 이음은 압축인지 인장기준인지?

A 이것은 특별한 답보다는 힘영역상 압축영역에서 이음이 될 경우 압축이음을 인장영역에서 이음에 될 경우 인장이음만 하면 됩니다. 귀찮으시면 인장이음으로 하고요. 혹시 인장압축 영역이 구

분이 잘 안되시면 판이 휨 때 배가 나오는 쪽이 인장 부분입니다.

MAT 철근단부 정착여부

Q MAT 철근의 단부 정착은? (전에는 이 규정이 있었던 것 같은데요)

A 옛날에는 온통기초일 경우 축력이 작용하는 곳(외곽기둥이나 외단벽체)에서 바깥쪽으로 더 연장되어 기초가 있었습니다. 이때 연단길이가 후크 정착을 하지 않아도 될 정도의 연단이라면 굳이 정착을 할 필요가 없었습니다. 하지만 요즘은 토목 흙막이시 기초연단이 있으면 합벽 등으로 인해 콘크리트 량이 증가되고, 또한 대지 면적의 협소로 인해 연단을 거의 삭제하는 경우가 많습니다. 이 경우에는 일부 갈고리 정착을 하는 것이 좋으리라 생각합니다.

특히 온통기초는 지하층을 두고 있는 경우가 많은데요 이때는 온통기초 단부가 경우에 따라서 상부가 인장인지 압축인지 헷갈릴 때가 종종 있습니다. 이런 경우 특별히 상부를 정착할 것인지 하부를 정착할 것인지 잘 판단하여야 합니다. 추가적으로 기초하부 철근을 정착할 때는 Detail에 따라서 철근량의 편차가 굉장히 심합니다. 이때는 외벽철근도 꽃아야 하기 때문에 철근이 필요 이상 중복될 경우가 있습니다. 이러한 부분에 대해서는 구조설계사무소에 Engineering을 받는 것이 좋으며 경우에 따라서는 상당한 철근량 절감을 가져올 수도 있습니다.

단독주택 건축에 관한 질문

Q 이런 질문 올려도 되는지 모르겠습니다만 너무 궁금해서 올리게 되었습니다. 이번에 큰맘먹고 집을 짓게 되었는데 택지개발 조성구역에다가 짓게 되었습니다. 땅도 그렇게 크지 않은데 지으려고 보니 여러가지가 걸리더군요. 제일 큰 문제는 사방 1m씩을 띄우고 지으라고 하시는데 다른방법은 없나요? 사방 1m씩 띄우게 되면 공간이 줄어들어 주차공간이 빠듯할 것 같습니다, 다른 방법이 없는지 궁금하구요 만약 저희는 그렇게 지었는데 옆집이나 뒷집은 뛰우지 않고 지었다면 저희가 어떻게 대처해야하는지 궁금합니다. 여쭙볼곳이 없어 이렇게 올립니다.

A 건축법에 건축물은 대지경계선에서 1m씩 띄우도록 하고 있습니다. 이웃집에서 건축선을 침범하였는지 여부는 관할 구청에 문의해 보심이 좋을 듯합니다.

층바닥 MAT 기초 동결선처리

Q 근생건물등에서 1층바닥이 주차장같이 외부벽체도 없이 외기에 노출되고 mat기초로 사용될 때 1층바닥기초는 동결선 처리를 어떻게 해야하나요? 많은 계산서들이 건물 테두리만 동결선을 지키고 내부는 안지키는 것 같은데 옳은 건가요? 용도가 주차장 같이 전면이 외부에 노출된 1층바닥인 mat기초 콘크리트는 단열이 거의 안된다는데.....

A 답변1) 지표면의 동상은 Ice Lense가 부풀어 오르기 때문이며 모관수두가 크고 투수성이 커서 수분공급이 원활한 Silt(USCS 상의 ML, MH)에서 균등계수(Cu) < 5이고 0.02mm 이하의 입경을 10%이상 함유할 경우, 또는 Cu > 15 이고 0.02mm 이하의 입경을 3%이상 함유한 경우에 잘 일어나므로 동결선 위를 위 조건이 되지않게 하여야 할 것이고,

1. 배수구등의 설치로 지하수위를 저하
2. 모관수 상승을 차단 할 수 있는층(모래, 아스팔트)을 지하수위 상부에 설치
3. 흙을 화학약액(MgCL2, NaCL, CaCL2)처리하여 동결온도 저하.
4. 모래입경 이상을 20%이상 유지
5. 흙 속에 단열재료(석탄재, 코옥스)를 매입
6. 0.02mm이하 함유량이 3%이하이며 0.075mm체 통과량 15% 이하 유지 하계하는 등의 조치가 좋을 듯합니다.

답변2) 노출된 mat기초에서 기초하부의 동결이 우려될 경우, 일반적으로는 동결선 깊이까지 잡석다짐이나 무근콘크리트 타설을 합니다. 건물 테두리부분은 토사유실등을 고려하여 외곽따라 콘크리트 줄기 초로 하거나 외곽따라 mat를 깊게 합니다.

구조설계기준에 대한 문의

Q 질문1) 제가 KBCS(건축구조기준)을 건교부 홈페이지에서 다 운반았는데... 이 KBCS가 입법예고(2004년10월26일-11월5일) 되어있습니다. 여러 내용 중에서 일단 모든 단위가 SI단위 계로 통일될 것이고, 또 내진관련 규정이 대폭 바뀌었던군요. 콘크리트 부분은 KCI-USD(2003)과 거의 비슷하고요, 철골 부분은 AIK-LSD(1998)의 일부내용을 수정 했다고 되어 있거든요. 도대체 2005년 1월 현재 어떤 기준을 따라야 하는지요? 또, 책임 구조기술자에 대해선 달리 상위법에 의해 규정되지 않는한 건축구조기술사로 한다고 되어있는데 어떤 상위법이 있는지요? 앞으로 이렇게 되는 건가요? 가능하시다면, 2005년 1월 현재 적용해야하는 규정에 대해 말

씀해 주십시오.

하중부분, 철근콘크리트부분, 철골부분에 대해서 말합니다.

질문2) 그 2002년 기술사회지 6월호에 나온 '복합구조건축물 최소 기준(안)' 은 지금 확정이 되어서행이 되고 있는 건가요?

A 답변1) 건축구조기준은 입법예고된 후 좀더 기간이 지난 뒤(대략 4월부터)적용하게 됩니다. 2005년1월 현재는 기존 기준을 적용하여 설계하시면 됩니다.

예고안의 주요사항을 간략히 소개하면

- (1) 모든 단위가 SI단위계로 통일 되고
 - (2) 하중기준은 건축물하중기준(2000)과 비슷하나 지진하중이 크게 변경
 - (3) 내진관련 규정이 대폭 바뀌게 되고
 - (4) 콘크리트 부분은 통합기준(2003)과 거의 같고
 - (5) 철골 부분은 한계상태설계법(1998)의 일부수정
 - (6) 책임 구조기술자는 건축구조기술사로 하고
 - (7) 선진 조적식구조 기준 추가
 - (8) 선진 목구조 기준 추가
 - (9) 구조실험 및 검사 기준 추가
- 등 입니다.

답변2) '건축구조설계기준' 이 현재 법제처에서 검토중이며 3월중에 공포되면 4월부터는 적용될 것으로 예상되므로 앞으로 복합구조건축물은 '건축구조설계기준' 에 따라 신 내진기준을 적용하여 설계하면 됩니다. 2002년6월에 잠정적 기준으로 삼았던 '복합구조건축물 최소기준(안)' 은 기존 기준의 미비점을 보완하기 위한 것이었으나 '건축구조설계기준' 을 적용하면 복합구조건축물의 내진설계에 대한 미비점이 자연스럽게 해소됩니다.

전단철근 배근에 관한 문제

Q 위험단면이 기동면이면 전단철근 배근에 문제가 될 것 같습니다. 보통의 전단배근은 기동면 밖에서 시작되므로 기동면(위험단면)에 필요한 전단내력을 발휘하기 어려울 것 같습니다. 특별한 배근상세가 있나요? 아니면, 집중하중에 대해서 전단마찰설계를 적용한 휨철근과 등분포하중에 대한 휨철근을 합산하여 주근을 배근하고, 전단철근은 등분포하중에 대한 전단력만으로 배근하는 방법은 어떨까요?

A 위와 같이 특별한 경우, 즉 기동면(위험단면)에서 콘크리트단면만의 전단내력으로는 부족하고 보단면을 키울 수 없어 전단보강을 하여야 할 경우에는 집중하중면에서부터 기동면까지 현치를

됩니다. 현치를 둘 수 없을 경우에는 브라켓 설계개념으로 접근함이 타당할 것입니다.

메탈터치 이음에 관하여

Q 미국등 선진국에서는 철골기둥이음에서 메탈터치 이음을 많이 활용하고 있는 것으로 하는데 국내에서는 이를 활용하는 경우가 별로 없는거 같습니다. 그 이유가 무엇인지 알고 싶습니다.

A 미국 철강협회(AISC)기준에는 '기둥이음이 지압력에 따라 응력이 전달되도록 접촉면이 마무리 되어 있는 경우, 그 위치를 확보하는데 충분하도록 이음되어야한다'고 되어있고, 설계자의 결정에 따라 압축력이 이음면의 직접접촉(metal touch)으로 모두 전달할 수 있도록 되어있습니다.

한편, 우리나라 강구조설계기준에서는 허용응력설계법 및 한계상태설계법 모두 '이음부에서 단면에 인장응력이 발생할 염려가 없고, 접합부 단면의 면이 절삭 마감에 의하여 밀착되는 경우에는 소요압축력 및 소요휨모멘트 각각의 1/4은 접촉면에 의해 직접 응력을 전달시킬 수 있다.'고 규정하고 있습니다.

시공성에 있어서도 국내기준에 의하면 기둥이음에서 메탈터치 마무리면의 정밀도 한계허용차가 2.5W/1000(여기서, W: 기둥폭)이고, 기둥세우기 허용오차가 1/700로 높은 정밀도를 요구하면서도 접촉면 응력전달 허용치가 25%밖에 안되어 압축력에 대한 메탈터치 활용도가 매우 낮습니다. 반면에 미국기준을 따르면 메탈터치의 마무리 정밀도가 1/16in 이고 기둥세우기 허용오차가 1/500임에도 불구하고 압축력은 접촉면으로 전부 전달가능하여 현장과 실무적용에 실용성이 높습니다.

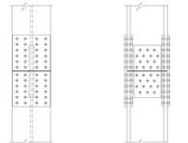
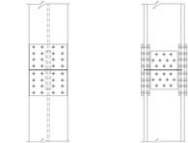
〈표 3〉 메탈터치 기둥이음 - 우리나라기준과 미국기준 비교

	한국 기준	미국 기준
메탈터치 전달응력 허용치	소요압축력 및 소요휨모멘트 각각의 25%를 접촉면에 의해 직접 전달시킬 수 있다.	압축력은 지압력으로 100% 전달 가능하고, 횡하중으로 인해 발생할 수 있는 인장력과 전단력에 대해서만 이음부에서 전달하도록 설계할 수 있다.
메탈터치 마무리면 정밀도	- 관리허용오차 $e \leq 1.5W/1000$ - 한계허용오차 $e \leq 2.5W/1000$	- $e \leq 1/16in(2mm)$ - $1/16in(2mm) \leq e \leq 1/4in(6mm)$ 일 경우 shim으로 채워야 한다.
기둥설치 허용오차	$h / 700$	$h / 500$

메탈터치에 의한 철골기둥이음의 응력전달과 기준개선에 관한 연구(김석구 박사학위논문)에 의하면 여러 매개변수별 실험과 유한요소해석의 연구결과에 따라, 메탈터치에 의한 철골기둥이음에 대한 우리나라 강구조 설계기준과 건축공사표준시방서의 개선방안을 아래와 같이 제안하고 있습니다.

- ① 건축공사표준시방서의 메탈터치 마무리면 정밀도 '한계허용차 2.5W/1000'은 '허용오차 2.0mm'로 완화될 필요가 있다.
- ② 강구조설계기준의 '이음부에서 단면에 인장응력이 발생할 염려가 없고, 접합부 단면의 면이 절삭마감에 의하여 밀착되는 경우에는 소요압축력 및 소요휨모멘트 각각의 1/4은 접촉면에 의해 직접 응력전달시킬 수 있다.'에서 '1/4'을 '1/2'로 상향 조정되어도 무방할 것으로 판단된다.

〈표 4〉 우리나라 현행기준과 개선(안)기준 메탈터치 기둥이음 설계에 비교

항목		기준	현행기준	개선(안)기준
이음상세			기둥크기:H-428×407×20×35 	기둥크기: H-428×407×20×35 
덧판	플랜지	PL-16×395, 2PL-16×165	PL-10×395, 2PL-10×165	
	웹	2PL-14×260	2PL-9×260	
볼트 F10T M20	플랜지	24개×4=96개	16개×4=64개	
	웹	14개×2=28개	10개×2=20개	
메탈터치 마무리면 정밀도			$e = 1.07mm$	$e = 2.0mm$

만일 위와 같이 강구조기준이 개선된다면 메탈터치를 활용한 합리적이고 경제적인 기둥이음이 현장에서 많이 적용될 것으로 사료됩니다.

콘크리트 타설시 문제점

Q 건교부 홈페이지에 들어가 보았지만... 수정된 세부적인 내용은 알 수 없더군요

A 건교부홈페이지 www.moct.go.kr <정보마당>법령자료)입법예고)2004.10.26~11.05(번호259)입니다.

※ 이상의 [Q][A]는 우리 회 홈페이지 <http://www.ksea.or.kr> <온라인상담>으로 질의응답한 내용입니다. 질의사항이 있으시면 우리 회 홈페이지 <온라인상담>을 이용하시기 바랍니다.

김석구 부회장 / 쓰리디구조 소장 skk@3dgujo.co.kr