

# 문 · 고 · 답 · 하 · 기



김석구 부회장  
(주)쓰리디구조 대표

## 연속 휨부재의 부모멘트 재분배

**Q** 1. 연속보에서 하중의 증가에 의해 소성능력에 도달할 경우, 소성모멘트 분배는 정, 부모멘트 구역의 실제의 소성모멘트능력에 따라 대단히 많이 변화되며, 모멘트는 탄성분배에 의해 재분배되며,  
2. 부모멘트의 재분배는 탄성이론에 의해 정확한 해석이 이루어지는데  
3. 부모멘트의 재분배가 탄성분배에 의해 재분배 된다는 사실이 (탄성분배의 의미?) 이해가 되지 않는데 설명 좀 해주시면 감사하겠습니다.

**A** 부모멘트의 재분배가 탄성분배에 의해 재분배 된다'는 표현은 적절치 않습니다. 차라리 '탄성분배'를 '부모멘트의 재분배가 소성거동에 의해 재분배 된다'고 표현함이 낫겠습니다.

부모멘트의 재분배는 소성한지 부근에서 충분한 연성능력이 있을 때 가능합니다. 부휨모멘트 재분배는 한계상태설계법의 개념을 도입한 것으로, 소성한지 영역(최대 휨모멘트점에서 생김)에서의 연성능력에 달려있습니다. 일반적으로 소성한지가 발생하면 탄성해석에 의한 부휨모멘트의 크기가 소성한지 영역에서 감소하는 대신 정모멘트는 증가합니다. 많은 실험결과, 휨부재는 철근비에 따라 10~20% 사이의 휨모멘트 재분배가 일어나는 것으로 알려져 있습니다.

## 조적조로 인정받을 수 있는 건물의 높이는?

**Q** 안녕하세요. 다름이 아니라 옥탑의 불법증축으로 인한 법원의 이행강제금을 통보받아 아예 건물을 증축하려하는 데 다른 문제는 없는데 담당공무원이 건물의 높이를 가지고 이야기하던데 건축법규에 나와 있는 9m가 한 20cm정도 넘구여 예외조항에 있는 한층 바닥면적

역시 40m<sup>2</sup>가 넘는 데 이럴 경우 제 건물은 조적조로 9.2m가 되는 데 조적조로 인정받을 수는 없는지요? 있다면 방법을 가르쳐 주세요.

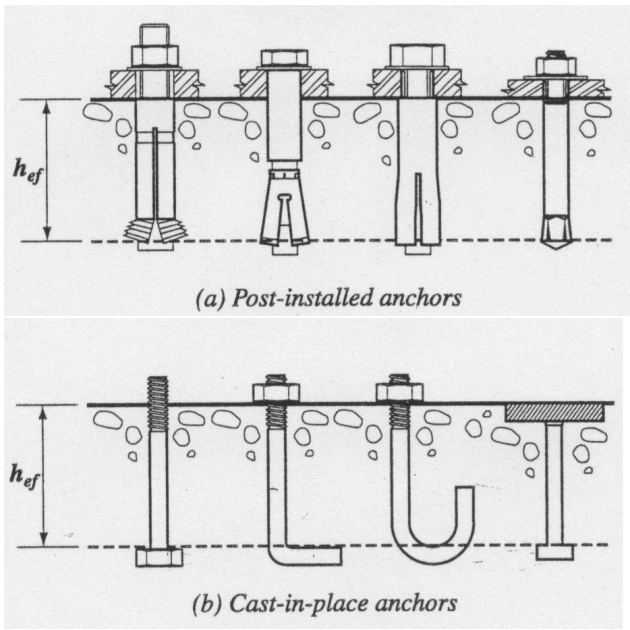
**A** 건축물의 구조내력에 관한 기준 제14조[조적건축물의 구조제한]의 규정은 구조계산이나 실험으로 구조안전을 확인하지 않아도 되는 구조제한입니다. 그러나 철근 또는 철골로 적절히 보강하고 구조계산이나 실험에 의하여 기준과 동등이상의 효과를 가지는 것이라고 허가권자가 인정하는 경우에는 그러하지 아니합니다.

가까운 구조기술사사무소에 가셔서 자문을 받아보시기 바랍니다.

## 구조계획시 기본적인 조건이란?

**Q** "건축구조설계의 이해"(기문당 저자 전봉수 외 5인)를 읽다가 궁금한 것이 있어서 질문을 합니다. 2장 구조계획(P17)에서 구조계획 시 설계자가 검토해야 할 사항 중에서 "기본적인 조건을 명확히 한다"가 있는데 기본적인 조건이 무엇인지 궁금합니다. 기본적인 조건이 의미하는 것은 무엇인지요?

**A** 구조계획은 기능적이고 아름다운 건축공간을 실현함에 있어서 안전하고 경제적인 골조가 되도록 계획하는 것인 바, 건축물의 사용용도, 사용재료 및 강도, 지반조건, 하중조건, 구조형식, 장래의 증축여부, 용도변경이나 리모델링 가능성 등을 구조계획 시 고려하여야 할 것입니다. 언급하신 책을 보진 못했으나, 아마도 이러한 것들을 기본적인 조건이라고 한 것으로 사료됩니다.



### Set 앵커의 정확한 정의

**Q** 건설현장에서 자주 사용하는 셋트 앵커가 정확히 무엇인지요? 어떤 분은 확장형 앵커를 일컫는다 하고, 또 다른 분은 제품 이름이라고 하구요. 정확히 무엇을 의미하는지 알려주시면 감사하겠습니다.

**A** 콘크리트 타설시 설치하는 앵커(Embedded Anchor 또는 Cast-in-place anchor)에 대비되는 표현으로, 콘크리트 타설 후 해당 위치에 맞춰 설치하는 앵커를 Set Anchor(또는 Post-installed anchor)라고 합니다.

### 내진배근 적용범위는?

**Q** 구조물이 "건물골조방식(수직하중은 입체골조가 저항하고 지진하중은 전단벽이나 가새골조가 저항하는 구조방식, 반응수정계수 4.0적용)"으로 설계되었을 경우에도 입체골조에 내진배근을 적용하여야 하는지 궁금합니다.

**A** 지진운동에 의해 발생된 힘에 저항하는 철근콘크리트 골조방식을 전단벽이나 가새골조가 저항하는 구조방식(반응수정계수 4.0을 적용)으로 설계했다면, 기타골조(기둥, 거더)에는 내진상세를 따르지 않아도 됩니다. 내진상세는 연성모멘트골조에 국한하는 것으로 되어 있습니다. 일반적으로 횡력저항시스템에 대한 구조해석 시 포함된 골

조범위 와 해석모델 및 반응수정계수, 코어벽체와 인접골조와의 접합 방식을 종합적으로 평가하여 '기준 제21장의 내진상세' 적용여부를 결정하면 됩니다.

### 장스팬의 장점은?

**Q** 9m 스패와 15m 스패를 두고 고민하고 있습니다. 장스팬을 쓰게 될 경우(오피스 빌딩에서) 어떤 장점이 있을까요? 전문가들의 답변 부탁드립니다.

**A** 오피스빌딩에서 장스팬을 쓸 경우의 장점으로서는 변모하는 미래 사회의 공간구성에 융통성 있게 대응할 수 있다는 점이 있습니다. 앞으로의 오피스는 작업스타일의 변화에서 오는 공간사용방법의 가변성이 요구될 것이며, 지구환경이 요청하는 건물은 쉽게 철거하여 재건축 할 수 없는 시대로 나아가고 있습니다. 정보화에 대응하고 시대변화에 대응할 수 있는 빌딩이 되려면, 구조는 100년 이상, 설비는 20년, 내장은 10년 정도를 목표로 설계해야 할 것입니다.

장스팬 건물은 건축골조를 도시의 인프라처럼 고려되어 용도에 따라 내부공간을 자유롭게 바꿀 수 있게 하며, 용이하게 재건축 할 수 없는 시대에 커뮤니케이션이나 쾌적함이 요구되는 후의 오피스 공간으로서 오래도록 유지될 것입니다.

그러나 스패가 길어질수록 초기건설 투자비가 많이 소요됨을 염두에 두셔야 합니다.

### 철골구조+RC구조의 해석모델링은?

**Q** 안녕하세요? 지하1층 지상4층의 교회건물을 프로그램으로 모델링, 해석, 부재설계하려고 하는데 지하1층에서 지상2층까지는 철근콘크리트 라멘구조이고 지상3층, 지상4층, roof층은 철골구조물입니다.

1. 철근콘크리트 라멘구조는 강도설계법으로, 철골구조물은 허용응력설계법으로 설계하고자 합니다. 부재의 설계법이 다르더라도 모델링 시 지하1층에서 지상4층까지 한꺼번에 모델링을 할 수가 있나요?
2. 모델링 후에 해석은 하중조합 및 하중계수가 적용된 하중이 관여하지 않고 하중계수가 적용되지 않은 사용하중으로만 해석이 이루어져 부재력이 산출 되는지요
3. 모델링이 가능한 경우 해석된 후 철골과 철근콘크리트부재에 따른 다른 하중조합이 이루어져 부재설계가 이루어지는요
4. 허용응력법과 강도설계법은 하중조합이 다른데 한꺼번에 설계가

가능한지요?

5. 철골과 철근콘크리트부재에 따른 설계법이 다른 경우 어떤 문제가 있을까요?

6. 철근콘크리트 구조물과 철골구조물이 만나는 조인트 부분은 어떻게 결합을 하여야 하는지요. 핀접합으로 하여 모멘트 전달하지 않도록 하는 것이 설계 시 간편하다고 선배는 이야기하는데 고정으로 연결하면 어떤 문제가 발생하는지요?

궁극한 점을 두서 없이 적었습니다. 저로서는 상당히 궁금한 사항입니다. 답변을 부탁드립니다.

**A** 1.구조물 전체를 한꺼번에 모델링 할 수 있습니다. 전체 골조를 함께 모델링 함이 편리합니다.

2.대다수의 프로그램이 주어진 하중값(하중계수1.0)으로 해석한 후 결과치에 하중계수를 곱하여 하중 조합한 결과치(부재력,변위 등)를 출력합니다.

3.맞습니다.

4.가능합니다. 설계법에 따른 계수하중조합으로 설계합니다.

5.별 문제가 없습니다. 다만 하중조합의 종류가 많아 출력물량이 많은 뿐입니다.

6.조인트 부분을 핀접합으로 하면 상세가 간편하고 접합부 크기가 작아도 되겠지요. 그러나 철골부재크기는 커질 수 있고 구조물 횡변위 등이 커집니다. 고정접합으로 하면 접합부가 다소 번잡하나 철골부재를 줄일 수 있고 횡변위를 줄일 수 있습니다.

## 뒤틀림을 받는 보의 고려사항은?

**Q** 1. 철근콘크리트보에서 뒤틀림이 작용할 경우에는 구조설계 시 어떠한 점을 고려하여야 하고 어떻게 설계하여야 하나요?

2. 철골보에서 뒤틀림이 작용할 경우 구조설계시 어떠한 점을 고려하여야 하고 어떻게 설계하여야 하나요?

3. 철근콘크리트보와 철골보에서는 뒤틀림 설계시 차이점이 있나요?

4. 그리고 구조해석시 "탄성해석"을 했다는 의미는 무엇입니까?

**A** 철근콘크리트보에 비틀림이 작용하면 재축방향의 직각방향으로 전단응력이 발생합니다. 비틀림에 의하여 생기는 전단응력은 각 형보인 경우 긴 모서리에서 영(0)이 되고 최대 전단응력은 긴 변 중앙부의 부재면에서 발생합니다. 무근콘크리트로서 전단응력을 지지하지 못할 경우 축방향 철근의 장부작용과 폐쇄형 스테럽으로 비틀림을 지지시키게 합니다. 보다 상세한 설명은 철근콘크리트구조설계 관련서적을 참조하시기 바랍니다.

2.철골보에 비틀림이 작용하면 부재가 개방된 면을 가진 H-형강,L-형강,C-형강,T-형강 등은 좌굴할 수가 있으며 비틀림 내력도 적습니다.

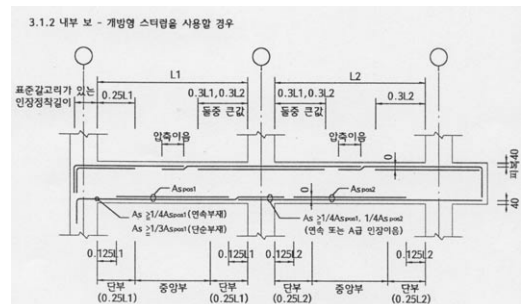
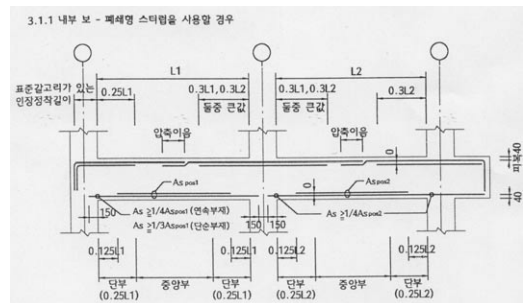
따라서 비틀림에는 O-형 이나 BOX 형처럼 닫힌 단면이 유리합니다. 자세한 설명은 철골구조설계 관련서적을 참조하시기 바랍니다.

3.철근콘크리트 보와 철골 보의 비틀림 설계시 차이점이 있다면 철근콘크리트 보는 스테럽으로 비틀림 내력을 보강하나, 철골보는 철판으로 단면을 닫힌 형태가 되게 보강하는 정도의 차이가 있습니다.

4.탄성해석을 했다 함은 재질의 탄성범위내의 역학적 특성으로 탄성거동 한다는 가정 하에 해석했다는 의미입니다.

## 철골기둥 용접시 두께 한계

**Q** 철골기둥 연결부 용접 시 플랜지 두께의 한계가 있는지 궁금합니다. 아무래도 플랜지 두께가 두꺼우면 여러 번 용접을 해야 하기 때문에 초음파검사를 한다고 하더라도 왠지 불안해서 그렇습니다.



**A** 일반용접구조용 강재의 경우 철판두께 100mm까지는 용접에 지장이 없다고 합니다. 그러나 두께가 100mm를 초과하면 건설교통부 고시 「건축물의 구조내력에 관한 기준」 제2조에 따라 안전성이 인정되어야 합니다. 일반강재는 용접성능저하로 용접접합 방법을 사용할 수 없고 TMCP강을 사용하게 됩니다.

## 연속보 내단부의 하단근 절단여부

**Q** 안녕하세요? 저의 궁금증은 적산책이라든가 간혹 시방서를 보면 연속보 내단부의 하단철근을 끊어 정착시키고 있는데 시공적인 면에서 생각하면 좀 불합리 하지 않나 하는 생각에 구조적인 면에서 어떤 불리한 조건이 있는지 알고 싶어 질의를 합니다. 제 소견으로는 아마도 단부의 하부는 압축을 받으니까 철근의 좌굴을 고려하기 위험일 거라고 생각하는데 그것은 기우에 지나지 않는가 합니다. 혹시 실험한 것이라도 있으면 그것도 알려주시면 고맙겠습니다.

**A** 연속보 내단부 하부근은 압축응력상태이므로 폐쇄형 스테럽을 사용할 경우에는 귀하의 말씀대로 정철근의 1/4 이상을 받침부 내로 15cm 이상만 연장하면 됩니다. 그러나 개방형 스테럽을 사용할 경우에는 정철근의 1/4 이상을 받침부를 지나 A급 인장겸침이음으로 이어져야 합니다. 그 이유는 철근상세를 조금만 변경해도 구조물 전체의 일체성을 크게 향상시킬 수 있음이 경험적으로 알려졌고, 받침부의 손상이나 비정상 하중이 가해질 경우에 그로 인한 손상이 비교적 작은 범위에 국한되어 구조물의 전체적인 안정을 유지할 수 있도록 구조물의 여력과 연성을 향상시키기 위한 것입니다. 받침부에 손상이 발생할 경우 받침부 위를 통과하는 상부철근이 스테럽으로 구속되어 있지 않으면 이 철근이 콘크리트로부터 빠져나오기 때문에 받침부 상단의 손상된 좌우측 콘크리트를 연결하는 현수작용효과를 기대할 수 없게 됩니다. 따라서 하부철근의 일부를 연속시킴으로써 이러한 현수작용을 가능케 합니다. '콘크리트구조설계기준 - 5.8 구조 일체성을 확보하기 위한 요구조건'에서 이에 대한 규정을 하고 있습니다.

## PEB철골구조물에서 ROOF BEAM은 지붕틀인지?

**Q** PEB 철골구조물에서 기둥과 기둥을 잇는 ROOF BEAM에 대하여 보로 보는 것이 옳은지, 아니면 지붕틀로 보아야 되는지에 대하여 알고 싶습니다. 이유: 건축물의 내화도장과 관련하여 반자가 없거나 불연재로 된 반자가 있을 경우 높이 4M이상의 지붕틀에 대하여는 내화도장을 하지 않아도 됨. 당 현장의 건물높이는 9M~12M 정도 되며, 지붕구조는 난연3급 패널로 시공되어 있음. 시공사는 PEB 구조물의 ROOF BEAM을 지붕틀이라고 하며 내화도장을 하지 않으려고 하며, 설계에서는 ROOF BEAM을 보로 보아 내화도장을 하여야 한다고 함. PEB 구조물의 COLUMN 및 ROOF BEAM의 형태를 보면 변단면의

형태로 제작되어 역학적 효율성을 극대화하여 부재의 LOSS 최소화 및 재래식 공법과 같이 내부에 기둥이 많이 들어가지 않도록 개선된 SYSTEM 임. 경량철골 사용. [동부PEB내용 중 일부]도면에는 ROOF BEAM(RAFTER)로 표기되어 있으며, 본 부재에 대하여 설계자와 시공자의 의견이 다름. 본 질의에 대하여 조속히 회신하여 주시면 감사하겠습니다.

**A** Roof rafter는 기둥과 함께 골조 부재입니다. 위와 같은 경우엔 바닥에서부터 높은 위치에 설치된 부재로서 바닥에서 발생하는 화염으로부터 안전거리가 확보되었으므로 일반적으로는 내화피복을 하지 않습니다.

## 구조해석 프로그램은 만능인지?

**Q** 구조해석 프로그램을 시작한지 얼마 되지 않은 초보자입니다. 구조물을 하중, 경계조건, 재질, 요소등을 설정하여 모델링을 한 후에 해석을 하고 해석결과를 검토하여 예상되는 결과치와 비교하고 모델링이 잘되었는지 검토하게 됩니다. 제가 궁금한 점은 구조해석프로그램이 실제구조물과 비슷한 거동을 하게 모델링이 되어있어도 해석결과를 100% 신뢰할 수가 있을까요? 구조해석프로그램의 한계를 알고 구조해석프로그램을 사용한다면 프로그램을 좀더 잘 사용하지 않을까요? 구조해석프로그램의 한계가 무엇일까요? 하중, 경계조건, 재질, 요소, 프로그램 알고리즘 등의 측면에서의 한계점을 알고 싶습니다.

**A** 구조해석은 말씀하신대로 실제구조물의 골조를 모델링(수학적으로 정량화)한 것에 하중, 경계조건, 구조재의 물리적 특성 등을 대입하여 풀이하는 것입니다. 그리고 구조설계는 구조해석 결과를 분석 검토하고 예상되는 결과치와 비교하여 모델링이 잘 되었는지 확인하면서 실제구조물의 거동에 최대한 근접하게 해석결과를 평가조정하고 가정한 부재단면의 내력과 변형이 기준치 이내인지 등을 검증하여 이를 도면화하는 작업입니다. 구조해석이 실제구조물과 비슷한 거동을 하게 모델링이 되어 있어도 해석결과가 실제구조물과는 100% 같을 수는 없을 것입니다. 이러한 원인을 구조해석프로그램의 탓으로 할 수는 없습니다. 왜냐하면 프로그램은 이상적인 물리적 상태의 수식으로 되어있으나, 실제구조물은 재료의 불균질성, 부재의 비탄소성거동, 모델링에서 제외된 비구조체의 강성/땀핑 영향, 하중의 불규칙성, 경계조건 불명확성 등등 때문에 실제구조물과 똑같이 모델링 할 수는 없기 때문입니다. 이러한 모델링기법상의 한계와 해석프로그램상의 한계를 인식한다면

실제상태와 최대한 근접하게 모델링 하는 기술은 유능한 구조엔지니어의 경험과 현명한 판단에 크게 좌우된다는 것을 알 수 있을 것입니다. 구조설계 결과물에 대하여 구조안전을 확인하는 방법은 구조해석/구조계산 이외에 구조실험이나 재하시험 등이 있으며, 그 중에서 구조계산이 가장 저렴하고 편리한 방법이지만, 위와 같은 구조해석상의 한계 때문에 구조계산서에 표현할 수 없는 수많은 상세가 구조도면에는 포함되어야 하며, 이러한 구조상세는 구조계산이 아닌 실험과 경험으로 결정되어온 것도 많으므로 이러한 모든 것들이 종합적으로 고려되어 구조설계 취지에 맞도록 작성된 구조도면 만이 구조적으로 적합하다고 할 수 있습니다. 우리 구조엔지니어는 구조설계과정중의 일부분인 구조해석 모델링기법 뿐만 아니라, 실제 시공에 적용할 구조도면의 표현방법에도 많은 노력을 경주해야 할 것입니다.

### Wall Girder는 왜 보내지요?

**Q** 월 거더를 개인적으로 보 철근의 정착 때문에 보낸다고 이해하고 있는데 또 다른 이유가 있는지요? 그리고 지하 외벽의 두께가 300 이상 일 때에도 월거더를 보내서 보를 정착시켜야 되나요? 그리고 정착 때문에 보낸다면 월거더 폭의 최소 사이즈는 얼마가 되어야 되는지요?

**A** 벽보는 아래와 같은 경우에 설치합니다.

- 1) 벽에 개구부가 있어 슬래브를 지지하기 위하여,
- 2) 벽 높이가 높아 좌굴길이를 줄일 필요가 있을 때,
- 3) 보 철근을 구부려 벽에 정착시킴에 있어 구부림 반경을 확보케 하기 위하여,
- 4) RC벽 앞에 공간쌓기 조적벽을 쌓을 경우 마무리를 용이하게 하기위해,
- 5) 기타 등등

지하외벽의 두께가 300mm 일 경우에도 보 철근직경이 큰 경우 위 3)과 같은 사유, 또는 외벽 앞에 조적벽을 쌓을 경우엔 4)와 같은 사유로 벽보가 필요할 수도 있습니다. 정착을 위한 벽보의 폭은 보에 사용하는 주근의 직경별 구부림 최소반경, 벽보 철근의 겹침철근 배열 및 직경, 벽체 수평철근 위치, 피복두께 등을 상세히 그려보면서 결정해야 합니다.

### 파일시공오차 범위

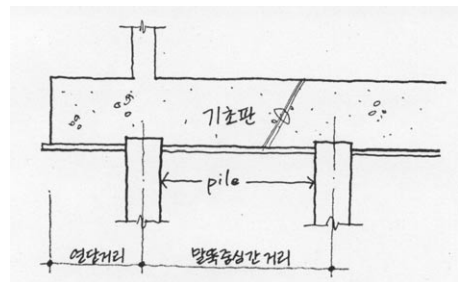
**Q** 답변 부탁드립니다. 1m\*2m의 독립기초에 파일이 2개 배치 되는데 중심선에서 어느 정도까지의 오차가 허용되며 그 이상 오차로 시공 시 조치방법 예) 중심선에서 30cm 벗어남

**A** 말뚝박기의 현장시공시 수직도 관리를 위하여 허용오차는 말뚝 길이의 1/50 를 임의기준으로 하고 있으나, 말뚝이 기울어져도 지지력에 문제가 없으면 그냥 써도 무방합니다. 단 흰 말뚝은 구조적인 문제를 유발할 수 있으므로 보강하여야 하며, 일반적으로 설계위치에서 15cm 이상 벗어난 경우에는 구조검토를 하여 필요시 추가항타 및 기초를 보강하여야 합니다. 설계 중심선에서 벗어난 만큼 기초판도 확대가 필요할 수 있으며 배근도 보강되어야 할 수 있습니다. 구조전문가의 검토를 받으시기 바랍니다.

### 말뚝기초설계시 하중을 다르게 적용하는 이유는?

**Q** 말뚝기초 설계 시 말뚝의 지지력을 검토할 때는 사용하중으로 검토하고 설계용 말뚝반력을 계산할 때는 계수하중으로 설계하는 이유는 무엇입니까? 사용하중이면 사용하중, 계수하중이면 계수하중 하나로 일치시켜야 혼돈이 되지 않을 것입니다. 구조설계의 개념이 부족하여 서로 다르게 적용하는 이유를 이해하지 못하고 있습니다. 답변해주시면 고맙겠습니다.

**A** 보통 말뚝의 지지력은 허용 내력값으로 제시되고 있으며, 기초판의 설계는 강도설계법으로 하기 때문입니다. 따라서 말뚝배치를 설계할 때에는 사용하중 값이 필요하나, 기초판 설계시엔 계수하중시의 응력(휨모멘트, 전단력, 편칭 등)이 필요하므로 말뚝반력을 계수하중값으로 번잡스럽지만 중복하여 구하게 됩니다. 압축부재에 사용되는 띠철근의 규정은 '콘크리트구조설계기준 제5장 5.5.2(3)에 기술되어 있습니다.



위의 Q&A 는 저희 홈페이지 [www.ksea.or.kr](http://www.ksea.or.kr) <온라인상담>란에 질의/응답한 내용입니다. 질의사항 있으시면 저희 홈페이지를 <온라인상담>란을 이용해 주시기 바랍니다.