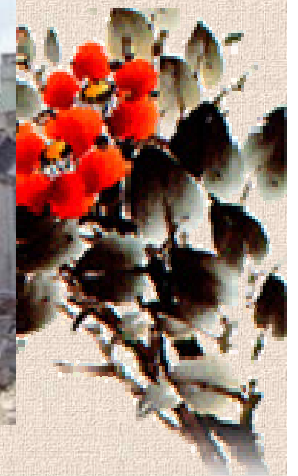
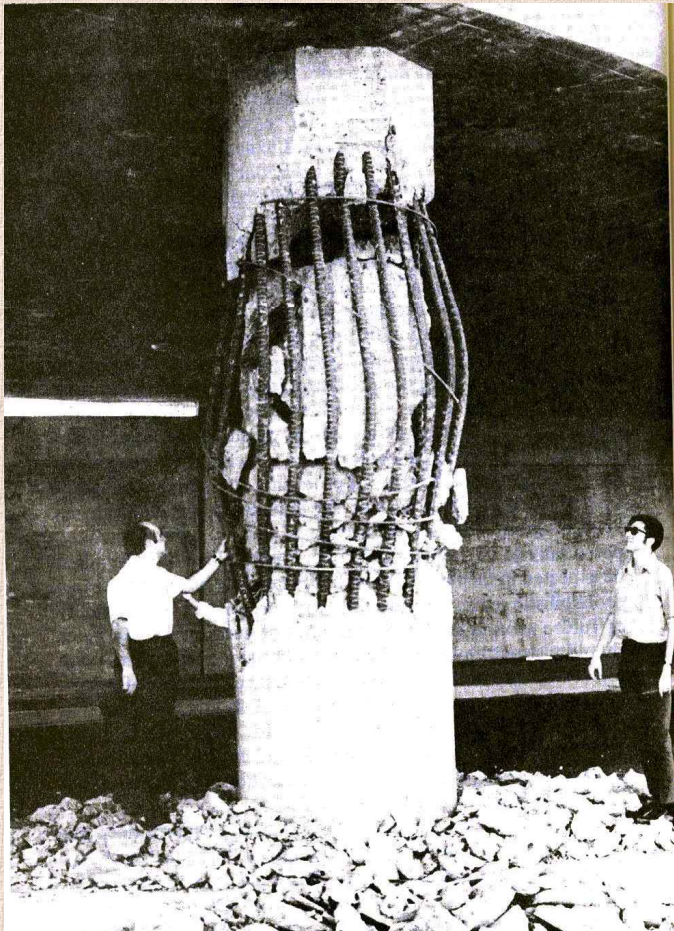


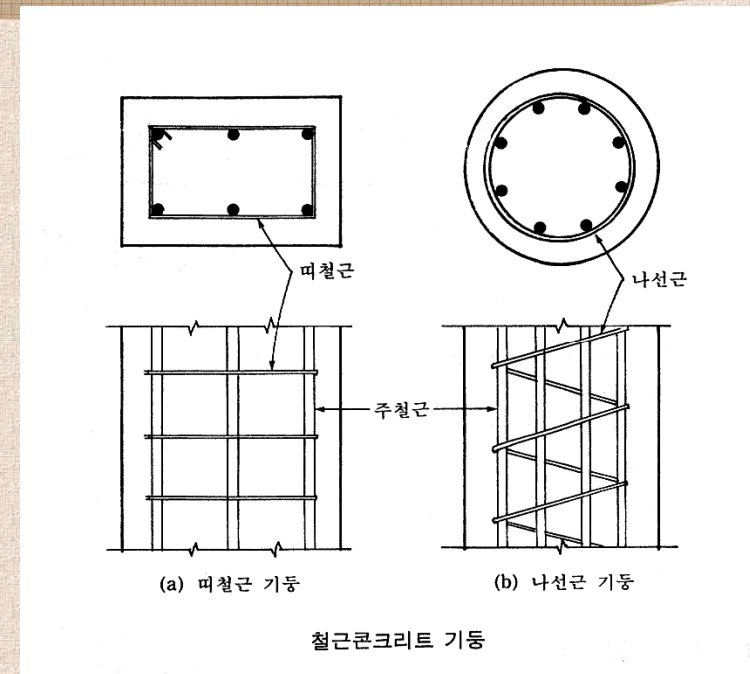
9장 기둥의 설계

지진에 의한 기둥의 파괴 모양



9.1 개요

- ❁ 기둥부재 : (압축력 + 휨모멘트+전단력)
이 동시에 작용하는 부재
- ❁ 압축력 : 콘크리트 부담
- ❁ 휨모멘트 : 축방향 보강근(주근) 부담
- ❁ 띠철근 or 나선철근 : 주근 위치 고정
및 콘크리트 구속효과, 전단저항
- ❁ 기둥의 내력 : 압축력과 휨모멘트의
상관작용(P-M 상관작용)에 의하여 결정.



9.2 기둥설계의 기본사항

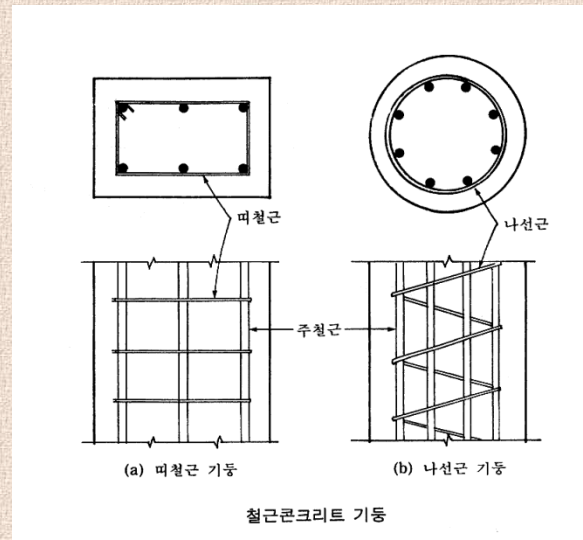
(1) 기둥단면

- ❁ 단면의 최소치수 : 200mm이상
- ❁ 최소단면적 : $A_c = 60,000\text{mm}^2$ 이상
- ❁ 나선철근 기둥의 유효단면적 : 나선 철근의 바깥지름으로 측정되는 내부단면
- ❁ 벽과 함께 타설된 기둥의 유효단면적
: 나선철근 또는 띠철근의 외측에서 40mm를 넘지 않는 외연단으로 이루어진 단면적
- ❁ 기둥 단면적의 제한
하중지지에 필요한 단면보다 큰 단면을 가지는 기둥에서는 단면적의 1/2이상의 범위에서 감소된 유효단면적을 최소 철근비 또는 설계강도 산정용으로 사용할 수 있다.
⇒ 최소 철근비 규정을 완화하는 목적



(2) 축방향(길이방향) 철근

- ❁ 최대 철근비 $\rho_{\max}=8\%$ 이하
- ❁ 최소 철근비 $\rho_{\min}=1\%$ 이상
- ❁ 최소직경 : $\phi 12$ 또는 D13이상 $\rightarrow$ D16이상이 사용
- ❁ 최소 철근개수 : 띠철근 기둥 4개, 나선철근기둥 6개 이상
- ❁ 피복 : 40mm이상



(3) 횡방향 보강철근

❁ 횡보강 철근의 기능

- ①주철근의 위치 고정
- ②압축력이 작용하는 기둥에서 주근의 좌굴 억제
- ③압축 콘크리트 파괴시 콘크리트의 횡방향 벌어짐을 구속하여 연성을 증대

(a) 띠철근

❁ 철근 크기 : 주근이 D35미만에서는 D10이상,
주근이 D35이상에서는 D13이상

❁ 철근 간격 : 주근 지름의 16배이하
띠철근 지름의 48배 이하 } 중 가장 작은 값
기둥단면의 최소치수

❁ 배근 방법 : 주근에 135°이하로 구부러 횡방향 지지되도록 배근
철근의 순간격은 150mm 이하
기둥 상.하단부에서는 띠철근 간격을 필요량의
1/2을 증가시킴



(b) 나선철근

❁ 철근 크기 : $\phi 9$, D10 이상

❁ 철근사용량 $\rho_s = 0.45 \left(\frac{A_g}{A_c} - 1 \right) \frac{f_{ck}}{f_y}$

A_c : 나선철근 내부의 콘크리트 단면적, A_g : 기둥의 전 단면적

❁ 철근 간격 : 25mm이상 75mm이하

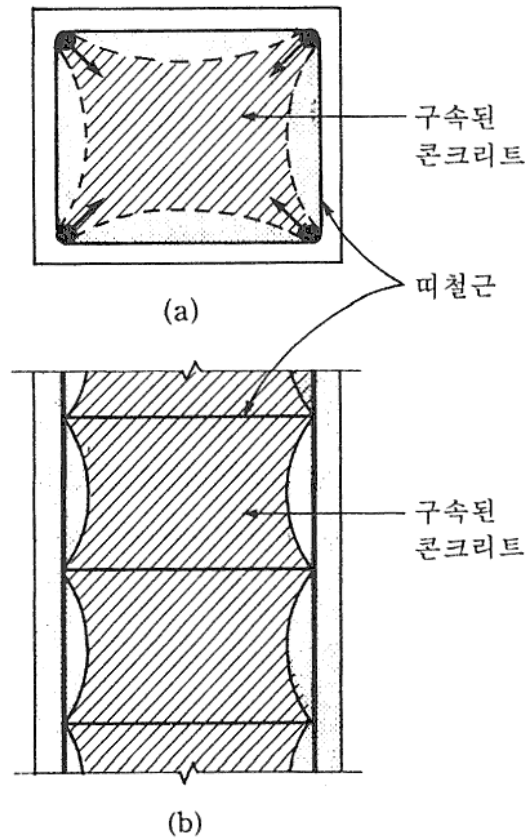
❁ 정착 : 1.5회전만큼 정착길이 확보

❁ 이음 : 철근지름의 48배 이상 또는 300mm이상 겹침이음
또는 용접 이음

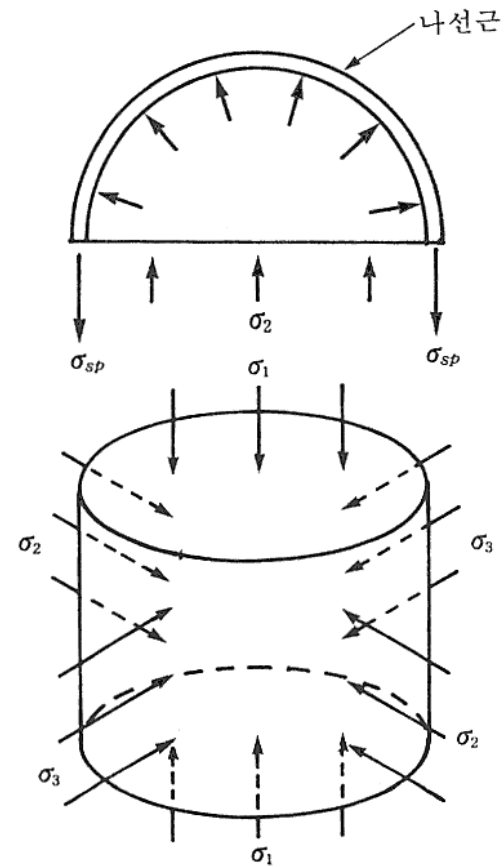
❁ 배근 : 기둥의 나선철근은 슬래브, 보, 기초판 등의
최하단 수평철근까지 연장.
주두가 있는 경우는 주두 지름(폭)이 기둥지름의 2배
되는 곳까지 연장



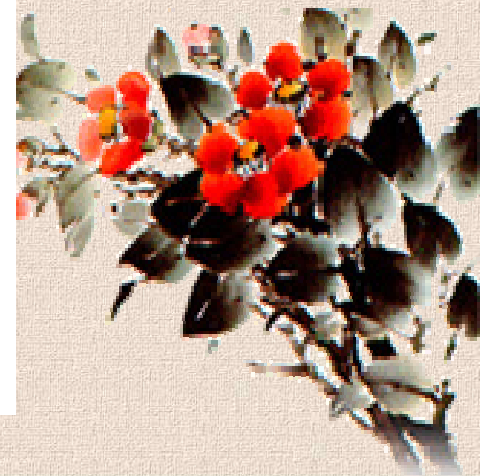
기둥에서 콘크리트의 구속



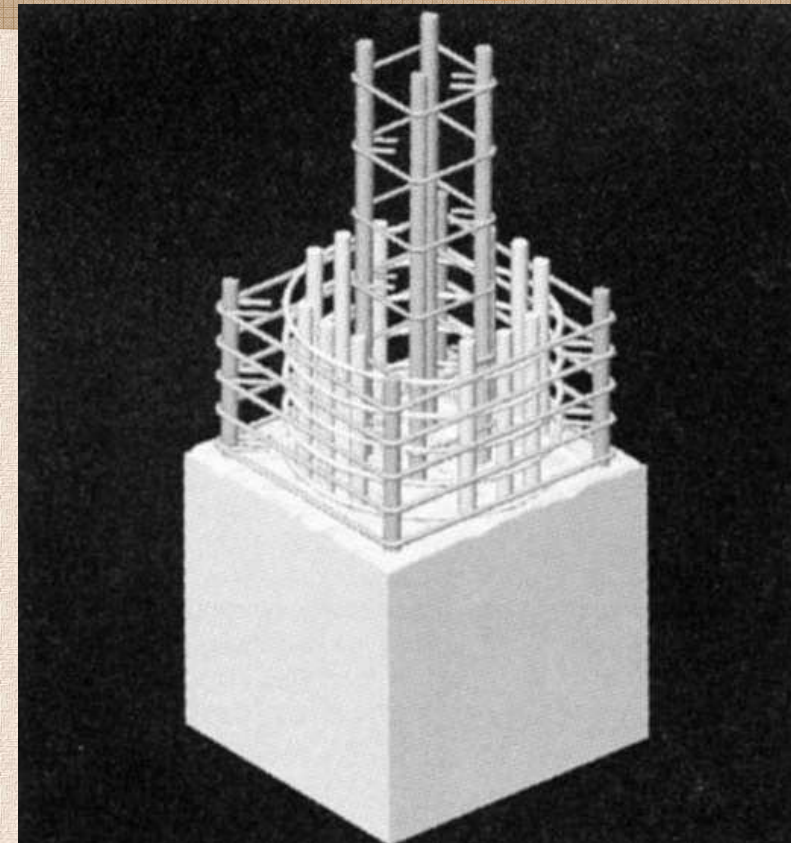
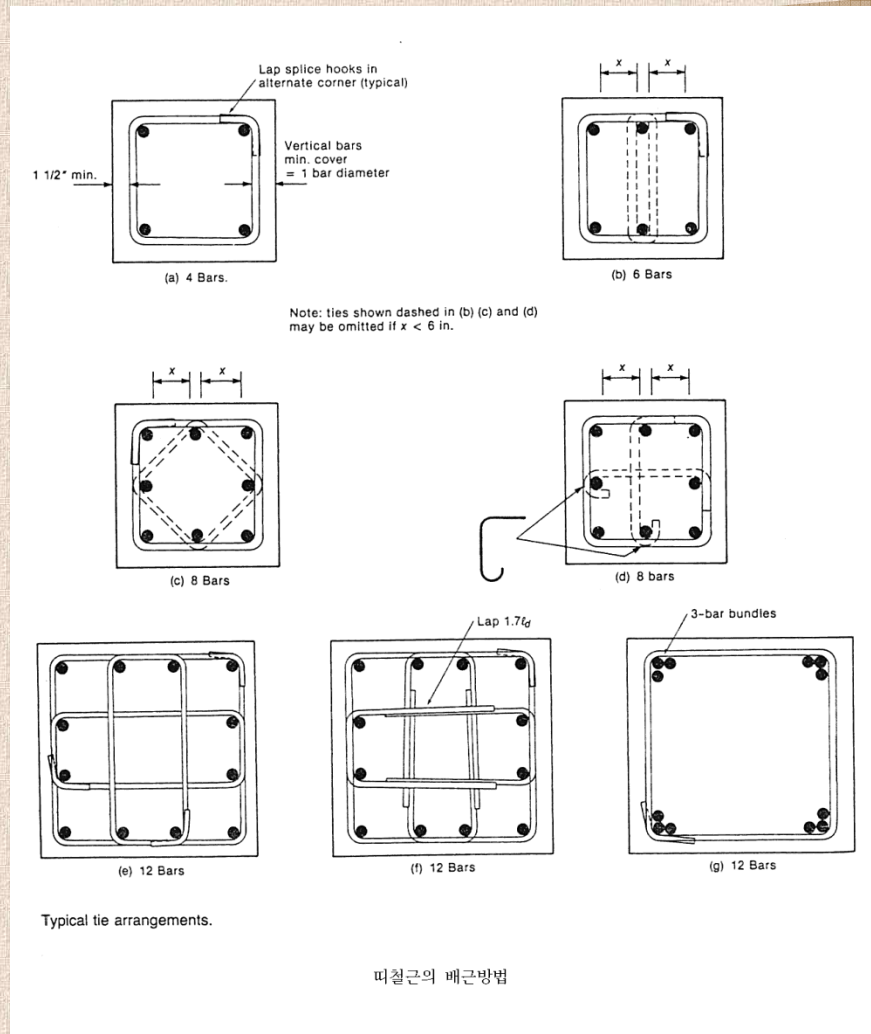
띠철근에 의한 기둥
콘크리트의 구속



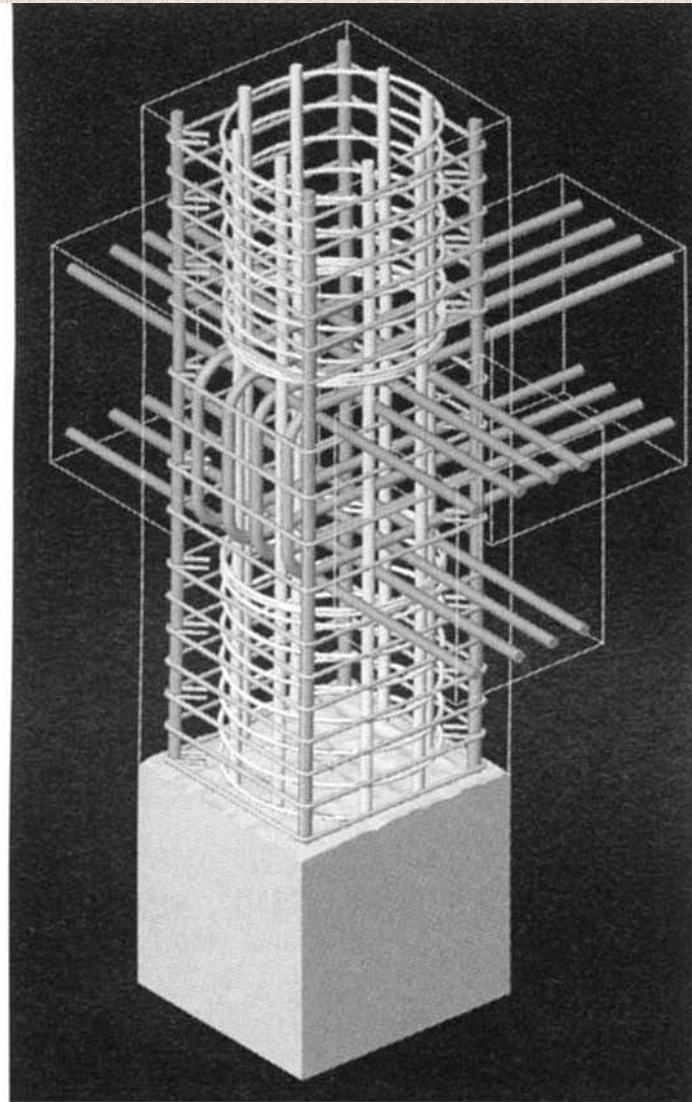
나선근에 의한 기둥
콘크리트의 구속



띠철근의 배근방법



띠철근의 배근방법



9.3 직사각형 기둥의 설계강도

(1) 최대 축하중

- ❁ 단주에서 중심축하중이 작용할 때, 최대 내력은

$$P_o = 0.85f_{ck}(A_g - A_{st}) + f_y A_{st}$$

A_g : 기둥의 전단면적

A_{st} : 철근의 전단면적

$0.85f_{ck}$: 장기하중에 대한 콘크리트 강도저감

- ❁ 설계 기준에서는 편심 및 휨 모멘트 영향을 고려하여

- ❁ 나선철근기둥 또는 합성기둥

$$\begin{aligned}\phi P_o &= \phi 0.85 [0.85f_{ck}(A_g - A_{st}) + f_y A_{st}] \\ &= \phi [0.72f_{ck}(A_g - A_{st}) + 0.85f_y A_{st}]\end{aligned}$$

- ❁ 띠철근 기둥

$$\begin{aligned}\phi P_o &= \phi 0.80 [0.85f_{ck}(A_g - A_{st}) + f_y A_{st}] \\ &= \phi [0.68f_{ck}(A_g - A_{st}) + 0.80f_y A_{st}]\end{aligned}$$



(2) 힘을 받는 기둥의 설계강도

(a) 설계 개요

- ❁ 축하중+휨모멘트 → 압축측 콘크리트의 압축응력도가 증가되고, 인장측 철근에는 인장응력도가 발생

❁ 설계조건

휨모멘트 강도 $\phi M_n > M_u$

축하중 강도 $\phi P_n > P_u$

(띠철근) : 강도 저감계수 $\phi = 0.7 \sim 0.9$

(나선기둥) " $\phi = 0.75 \sim 0.9$



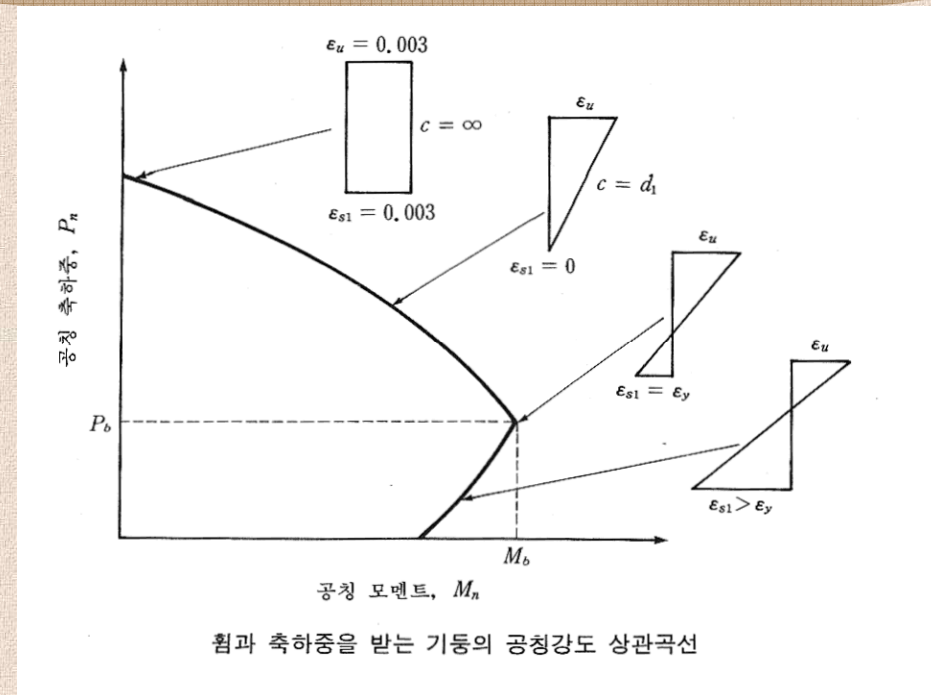
(b)상관 곡선

- ❁ 축력과 휨모멘트를 받는 기둥에서 축력과 휨모멘트의 크기에 따라 기둥의 설계강도가 달라지는 것을 도시적으로 표시한 곡선

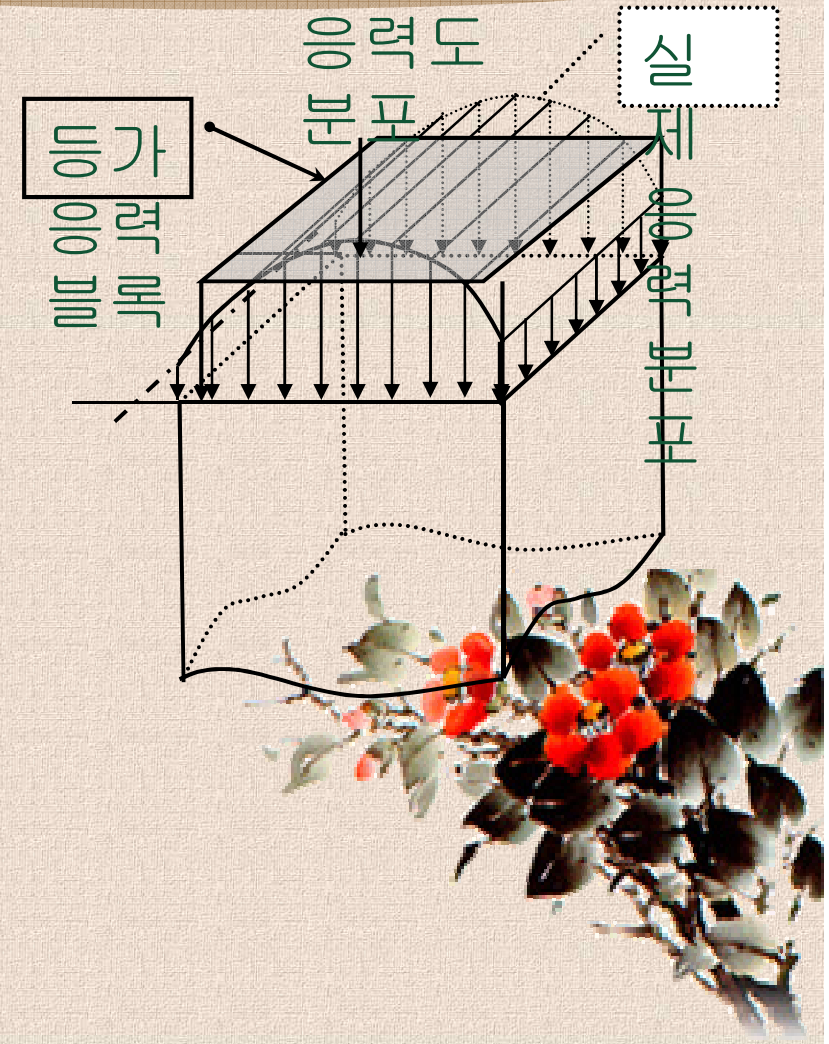
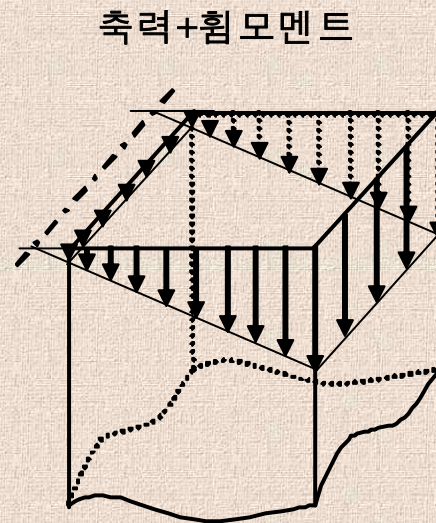
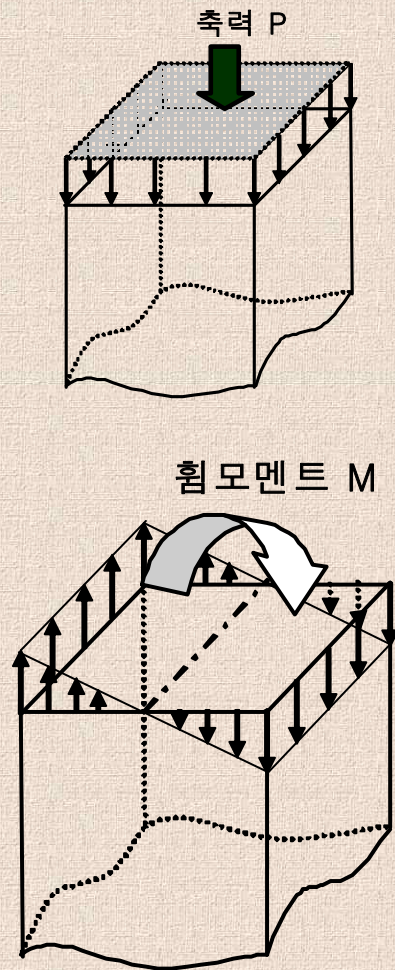
x축 → 휨모멘트의 크기

y축 → 축력의 크기

- ❁ 축력에 의한 휨모멘트의 크기는 축력이 작용하는 편심거리 e 로 나타낼 수 있고 편심 축하중의 크기를 구하면 휨모멘트의 크기 $M_n = P_n \times e$ 로 구해진다



기둥에서의 응력도 분포



(c) 강도 저감계수 ϕ

(i) 띠철근 기둥

- ❁ P_a 를 평형상태의 공칭 축하중 P_b 와 $0.1f_{ck}A_g/0.7$ 중 작은 값으로 하면

$$P_n \geq P_a \text{ 일 때 } \phi = 0.7$$

$$P_n < P_a \text{ 일 때 } \phi = 0.9 - 0.2P_n/P_a$$

(ii) 나선철근 기둥

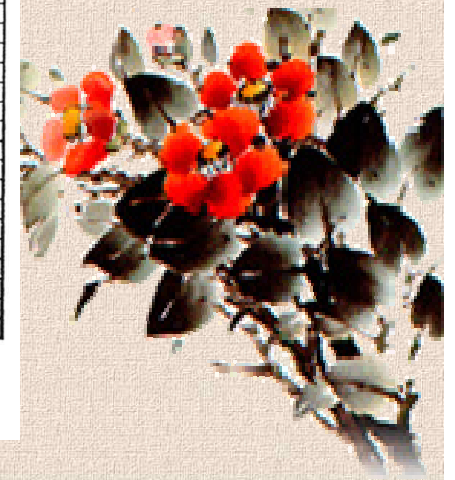
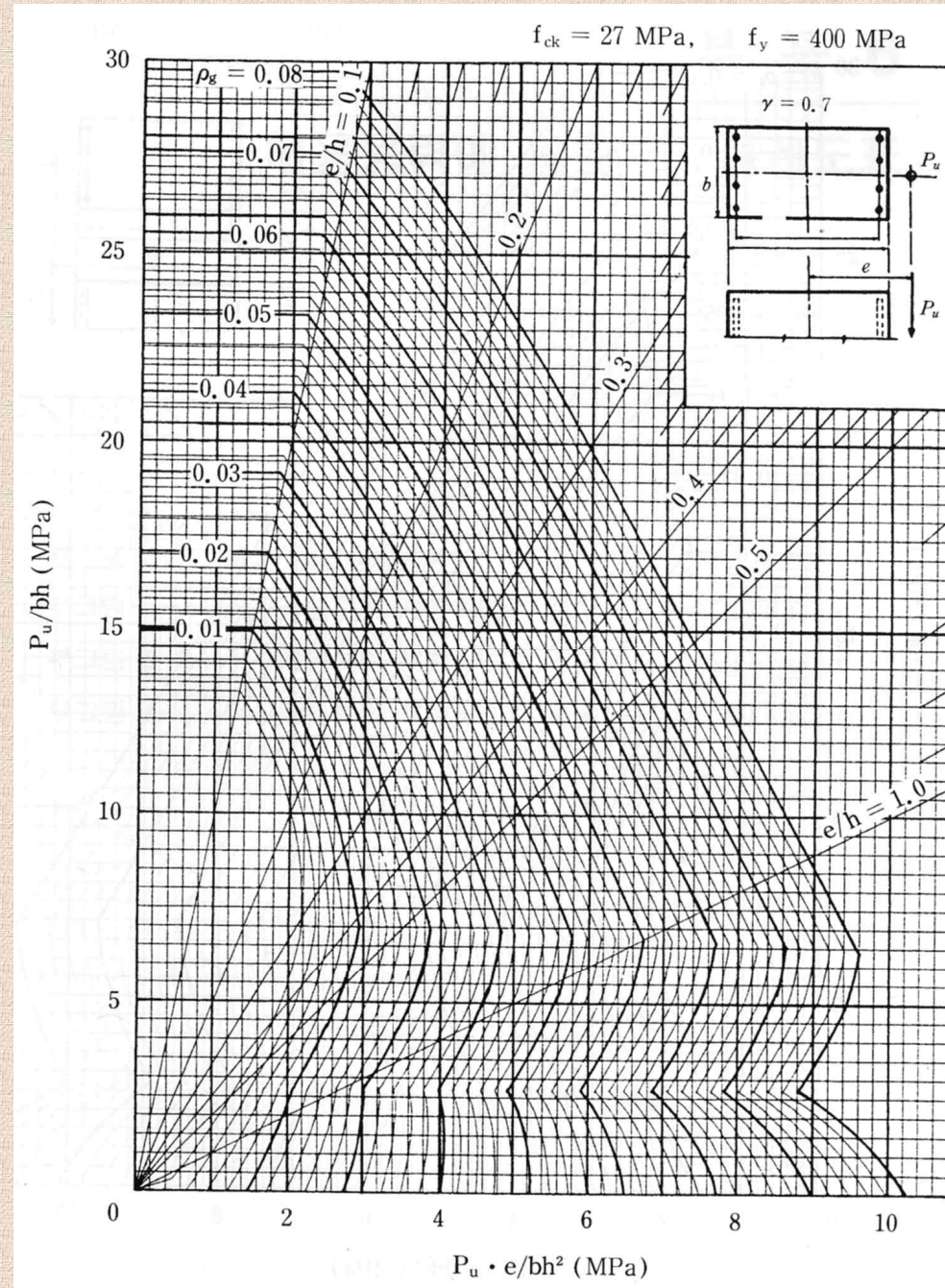
- ❁ P_a 를 평형상태의 공칭 축하중 P_b 와 $0.1f_{ck}A_g/0.75$ 중 작은 값으로 하면

$$P_n \geq P_a \text{ 일 때 } \phi = 0.75$$

$$P_n < P_a \text{ 일 때 } \phi = 0.9 - 0.15P_n/P_a$$



상관곡선도



(3) 상관곡선에 의한 직사각형 기둥의 설계

❁ 부록 그림 5-1~5-12 상관 곡선도 이용

재료강도 결정



소요강도 계산 : 하중계수를 고려한 축력 P_u , 휨모멘트 M_u



기둥크기 가정 $A_g = \frac{P_u}{0.45(f_{ck} + \rho f_y)}$, $\rho = A_{st}/A_g = 0.01 \sim 0.02$
(실제: 0.02~0.04)



상관 곡선에 의한 철근비 결정

: 세로축 P_u/bh , 가로축 M_u/bh^2 이 만나는 점



철근 배근

