

제7장 슬래브 응력 확대기초

핵심요약

① 슬래브

(1) 정의

두께에 비하여 폭이나 길이가 매우 큰 보를 슬래브라 한다.

(2) 종류

1) 구조형태에 따라

평판슬래브, 플랫 슬래브, 워플 슬래브, 장선슬래브 등

2) 철근배치 상태에 따라

① 1방향 슬래브

㉠ $\frac{\text{장변}(L)}{\text{단변}(S)} \geq 2.0$

㉡ 거의 모든 하중이 단변방향(ab방향)으로 전달

㉢ 철근배근 $\left\{ \begin{array}{l} \text{단변방향 (ab방향)} : \text{주철근배근} \\ \text{장변방향 (ab방향)} : \text{배력철근배근} \end{array} \right.$

② 2방향 슬래브

㉠ $\frac{\text{장변}(L)}{\text{단변}(S)} < 2.0$

㉡ 장변과 단변방향으로 하중이 분배된다.

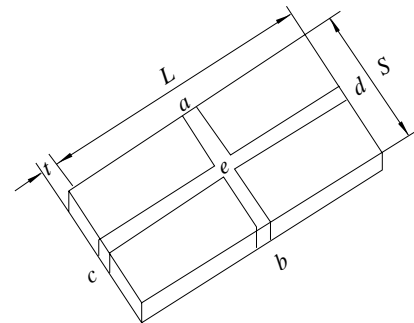
㉢ 장변, 단변방향으로 주철근을 배근

3) 지지조건에 따라

단순 슬래브, 고정 슬래브, 연속 슬래브

4) 지지변의 수에 따라

1번지지 슬래브, 2번지지 슬래브, 3번지지 슬래브, 4번지지 슬래브



(3) 슬래브의 설계

- ┌ 1방향 슬래브 : 짧은 변(S)을 경간으로 하는 폭1m인 보로 보고 설계
- └ 2방향 슬래브 $\left\{ \begin{array}{l} \text{허용응력 설계법} : \text{제1방법, 제2방법, 제3방법등의 근사해법} \\ \text{강도설계법} : \text{직접설계법, 등기뼈대법} \end{array} \right.$

1) 1방향슬래브의 설계법

① 구조세목

㉠ 슬래브 최소두께 : 10cm 이상 지지조건과 경간에 따라 다음 값이상

	단순지지	일단연속	양단연속	캔틸레버
1방향 슬래브	1/20	1/24	1/28	1/10

㉡ 정(부)철근의 중심간격

- ┌ 최대휨모멘트 단면 : 슬래브 두께의 2배이하, 30cm 이하
- └ 기타단면 : 슬래브 두께의 3배이하, 40cm 이하라야 한다.

② 철근콘크리트보와 일체로 된 연속슬래브의 모멘트 수정

- ㉠ 활하중에 의한 경간 중앙의 부(-)모멘트는 산정된 값의 1/2만을 취한다.
- ㉡ 경간 중앙의 정(+)모멘트는 양단 고정정보로 보고 계산한 값이상으로 취하여야 한다.
- ㉢ 순경간이 3.0m를 초과할 때 순경간 내면에서의 휨모멘트를 사용해도 좋다. 그러나, 이 값들이 순경간 l_n 을 경간으로 하여 계산한 고정단 휨모멘트 이상으로 하여야 한다. 등분포 하중에 대하여 이 값들은 $\frac{1}{12} W \cdot l^2$ 이상이어야 한다.

2) 2방향슬래브 설계법

① 구조세목

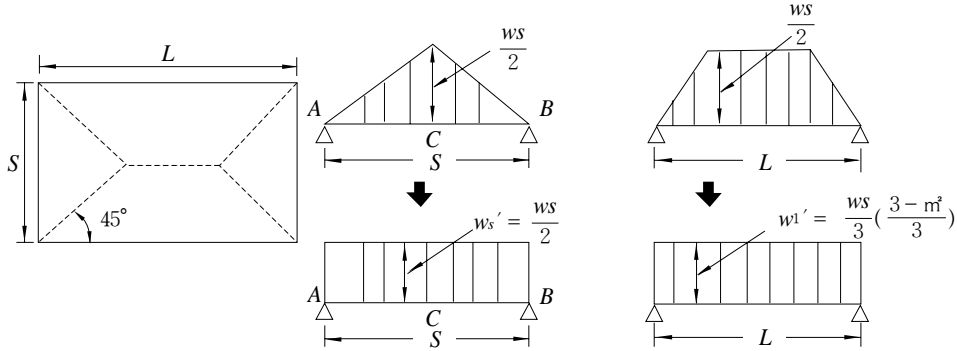
- ㉠ 슬래브의 최소 두께
 - ┌ 보나 지판이 없는 슬래브 : 12cm 이상
 - └ 보는 없으나 지판을 갖는 슬래브 : 10cm 이상

- ㉡ 정(부)철근의 중심간격 : 위험단면에서는 슬래 두께의 2배를 초과하지 않아야 한다.
- ㉢ 슬래브가 그 지지보나 지지벽과 일체로 되지 않는 경우에는 장지간(L) 길이의 1/5되는 모서리 부분을 보강해야 한다.

② 지지보가 받는 하중작용

등분포하중을 받는 2방향슬래브의 지지보가 부담할 하중은 그림과 같이 삼각형(단변보), 사다리꼴(장변보)부분의 하중을 받는 것으로 본다.

여기서 삼각형, 사다리꼴 하중을 등가등분포 하중으로 환산하면 다음과 같다.



㉠ 삼각형 분포 : 그림에서 지간중점(C점)에 휨모멘트를 같다고 놓으면

$$M_c = \frac{w \cdot S^2}{8} \times \frac{S}{2} - \frac{w \cdot S^2}{8} \times \frac{S}{6} = \frac{w \cdot S^3}{24} \Rightarrow \therefore \frac{w \cdot S^3}{24} = \frac{w_s' \cdot S^2}{8}$$

$$\therefore \text{등가등분포하중} \quad w_s = \frac{wS}{3}$$

㉡ 사다리꼴 분포 : 삼각형의 분포와 같은 방법으로 사다리꼴 하중에 대한

$$\text{등가등분포하중} \quad w_s = \frac{wS}{3} \left(\frac{3-m^2}{2} \right)$$

③ 2방향 슬래브의 하중 분담

등분포하중 w 가 작용할 때 ab 대와 cd 대의 교차점 e 에서의 처짐은 같아야 하므로

$$\delta_e = \frac{5 \cdot w_{ab} \cdot S^4}{384 \cdot E \cdot I} = \frac{5 \cdot w_{cd} \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I}$$

$$\therefore \frac{w_{ab}}{w_{cd}} = \frac{L^4}{S^4} \text{ ----- ㉠}$$

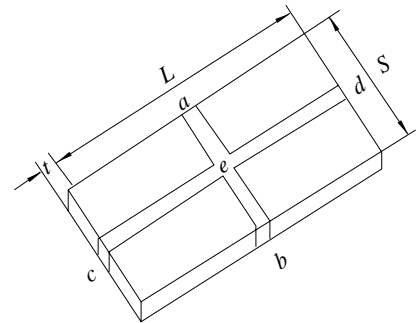
한편, $w = w_{ab} + w_{cd}$ ----- ㉡

㉠, ㉡ 를 연립하여 정리하면,

$$w_{ab} = \frac{L^4}{L^4 + S^4} \cdot w \quad , \quad w_{cd} = \frac{S^4}{L^4 + S^4} \cdot w$$

같은 방법으로 집중하중(P) 작용시

$$P_{ab} = \frac{L^3}{L^3 + S^3} \cdot P \quad , \quad P_{cd} = \frac{S^3}{L^3 + S^3} \cdot P$$



5) 슬래브의 전단설계

① 1방향 슬래브의 전단설계는 강도설계법, 허용응력 설계법 모두 단위폭을 1m로 보는 보의 경

우에 준한다. 일반적으로 슬래브에서는 전단이 설계를 지배하는 경우가 드물다 .

- ② 2방향 슬래브의 전단설계는 등분포하중을 받을 때 슬래브가 보 또는 벽체에 지지되는 경우에는 전단응력이 작아서 보의 경우에 준한다.
- 4번 지지된 슬래브는 거의 전단보강이 필요하지 않다.

② 확대기초

상부구조들의 하중을 넓은 면적에 분포시켜 구조물의 하중을 안전하게 지반에 전달하기 위해 설치되는 구조물 즉, 기둥 또는 벽체의 하부를 확대하여 만든 기초 슬래브이다.

(1) 확대기초의 종류

독립 확대기초, 연결 확대기초, 캔틸레버 확대기초, 벽의 확대기초, 전면기초등

(2) 독립확대 기초

1) 설계가정

- ① 확대기초 저면의 지반반력 분포를 직선으로 가정한다.
- ② 외력에 의한 합력의 작용점이 핵 밖에 있을 경우 ($e > \frac{B}{6}$) 기초저면과 흙사이의 인장응력은 생기지 않는 것으로 본다.

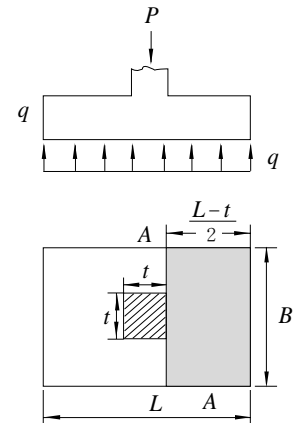
2) 휨모멘트

- ① 휨모멘트에 대한 위험단면
 - ㉠ 콘크리트 기둥, 받침대 또는 벽체를 지지하는 확대기초에 대하여는 기둥, 받침대 또는 벽체의 전면
 - ㉡ 석공벽을 지지하는 확대기초에 대해서는 벽의 중심선과 전면과의 중간
 - ㉢ 강철 저판을 갖는 기둥을 지지하는 확대기초에 대해서는 강철저판 연단과 기둥 전면의 중간

② 위험단면에 대한 휨모멘트

그림의 A-A단면에 대한 휨모멘트는 A-A단면 외측에 있는 확대기초 전면적에 작용하는 힘에 대해 계산하다.

$$\begin{aligned}
 M_{A-A} &= \frac{(L-t)}{2} \times B \times q \times \left\{ \frac{1}{2} \times \frac{(L-t)}{2} \right\} \\
 &= \frac{(L-t)^2}{8} \times B \times q
 \end{aligned}$$



3) 전단력

- ① 1방향 개념 : 전단에 대한 위험단면은 기둥전면에서 d만큼 떨어진 단면이다. (보, 1방향 슬래브)
- ② 2방향 개념 : 기둥전면에서의 $\frac{d}{2}$ 만큼 떨어진 주변이 전단에 대한 위험 단면이다. (편칭전단, 2방향 슬래브, 확대기초)

4) 확대기초의 최소높이

확대기초의 하단철근부터 상부까지 높이는 확대기초가

- ┌ 흠위에 놓인 경우 : 15cm이상
- └ 말뚝기초 위에 놓인 경우 : 30cm이상

③ 옹벽

안식각을 이루고 있던 흙이 안식각을 벗어나면 흙이 붕괴하려고 하는데 이를 방지할 목적으로 만들어진 구조물을 옹벽이라 한다.

(1) 옹벽의 종류

중력식, 캔틸레버식, 뒷부벽식 옹벽(T형설계), 앞부벽식 옹벽(직사각형 보로 설계)

(2) 옹벽의 안정

옹벽의 안정성은 사용하중에 의하여 검토되어야 하고, 전도, 활동, 지반지지력에 대한 안정조건이 만족되어야 한다.

1) 전도에 대한 안정

$$F_s = \frac{\text{저항모멘트 } (M_r)}{\text{전도모멘트 } (M_0)} \geq 2.0$$

M_r : 옹벽의 자중과 저판위의 흙의 중량에 의한 저항모멘트

M_0 : 옹벽 배면의 토압등으로 옹벽을 전도시키려는 모멘트

2) 활동에 대한 안정

$$F_s = \frac{\text{수평저항력 } (H_u)}{\text{수평력 } (H)} \geq 1.5$$

옹벽 배면의 주등토압에 의한 옹벽을 밀어내기 위한 수평력(H)보다 옹벽저면의 마찰력에 의한 수평저항력(H_u)이 커야 활동에 대하여 안전하다.

3) 지반지지력에 대한 안정

기초지반에 작용하는 최대지반 반력(q_{max})이 지반의 허용지지력(q_a)이하가 되면 안전하다.

$$q_{min}^{max} = \frac{V}{A} \pm \frac{M}{I} y = \frac{V}{A} \pm \frac{M}{Z} = \frac{V}{B \times L} \pm \frac{V \cdot e}{\frac{L \cdot B^2}{6}} \leq q_a$$

여기서, 옹벽의 단위길이 $L = 1m$ 를 대입하여 정리하면,

$$q_{min}^{max} = \frac{V}{B} (1 \pm \frac{6 \cdot e}{B}) \leq q_a$$

(3) 옹벽 각부의 설계

1) 뒷부벽 및 앞부벽

뒷부벽은 T형으로 설계되어야 하며, 앞부벽은 직사각형으로 설계되어야 한다.

(4) 구조세목

1) 배력철근

① 뒷부벽식 옹벽 : 전면적과 저판에는 인장철근의 20%이상의 배력철근을 두어야 한다.

② 앞부벽식 옹벽 : 전면벽에는 인장철근의 20%이상의 배력철근을 두어야 한다.

2) 피복두께

벽의 노출면에는 3cm, 흙과 접하는 면에는 5cm이상으로 한다.