

6장 리벳

6장 리벳

6-1

리벳(rivet)

판재 또는 형강을 잇는 데 쓰이는 결합용 기계요소

- 구조가 간단하고 잔류변형이 없다
- 기밀을 요하는 압력용기 또는 보일러
- 힘을 전달하는 철재 구조물 또는 교량

6장 리벳

6-2

(3) 코킹

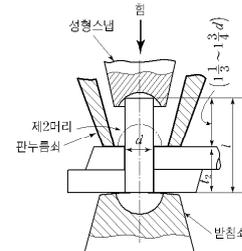
코킹 (caulking) → 리벳 머리의 둘레와 강판의 가장자리를 정과 같은 공구로 때리는 것

플러링 (fullering) → 기밀을 더 좋게 하기 위해 강판과 같은 두께의 플러링 공구로 때려 붙이는 것

- 보일러, 압력용기 등에서 안과 밖의 기밀을 유지할 때
- 5mm 이하의 판에서는 코킹을 하지 않는다

6장 리벳

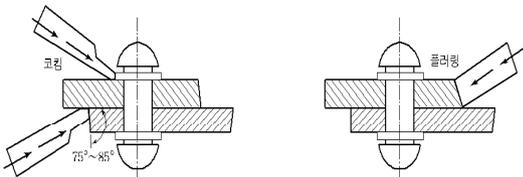
6-3



<리벳 작업>

6장 리벳

6-4



(a) 코킹

(b) 플러링

<코킹과 플러링>

6장 리벳

6-5

◆ 리벳의 종류

- (1) 제조방법에 따라
 - ① 냉간리벳은 냉간성형되며 호칭지름이 1~13mm
 - ② 열간리벳은 열간성형되며 호칭지름이 10~44mm
- (2) 머리형상에 따라

둥근머리, 접시머리, 납작머리, 둥근 접시머리 등
- (3) 용도에 따라

용기용 리벳, 구조용 리벳

6장 리벳

6-6

◆ 리벳 재질

- ① 판재가 강판일 때 리벳 재질은 연강 또는 특수강
- ② 판재가 듀랄루민판일 때 리벳 재질은 알루미늄
- ③ 판재가 구리판일 때 리벳 재질은 구리

6장 리벳 6-7

◆ 이음의 분류

- (1) 사용목적에 따라
 - ① 힘의 전달과 강도가 요구되는 곳(구조물, 교량)
 - ② 강도와 기밀을 요하는 것(보일러, 고압용기)
 - ③ 주로 기밀을 요하는 것(물탱크, 저압용기)
- (2) 판을 겹치는 방법에 따라
 - ① 겹치기 이음
 - ② 맞대기 이음(한쪽 덮개판 이음, 양쪽 덮개판 이음)

6장 리벳 6-8

- (3) 리벳에서 전단면의 수에 따라
 - ① 단일 전단면 이음
 - ② 복 전단면 이음
- (4) 리벳 줄수(또는 열수)에 따라
 - ① 1줄 리벳 이음(=1열 리벳이음)
 - ② 2줄 리벳 이음(=2열 리벳이음)
 - ③ 여러 줄 리벳 이음(=여러 열 리벳이음)

6장 리벳 6-9

- (5) 리벳 배열방법에 따라
 - ① 평행형 리벳 이음
 - ② 지그재그형 리벳 이음
- (6) 작업장소에 따라
 - ① 공장 리벳 이음
 - ② 현장 리벳 이음

6장 리벳 6-10

(a) 겹치기 이음

(b) 양쪽 덮개판 맞대기 이음

(c) 한쪽 덮개판 맞대기 이음

<겹치기 이음과 맞대기 이음>

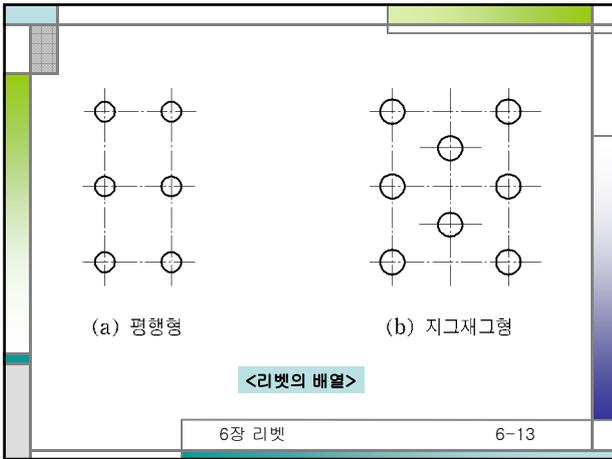
6장 리벳 6-11

(a) 단일 전단면

(b) 복전단면

<단일 전단면과 복전단면>

6장 리벳 6-12



◆ 리벳 용어

(1) 피치(p)
- 같은 줄에 있는 이웃한 리벳의 중심간 거리
- 바깥쪽 줄에서의 리벳 중심간 거리 (각 줄의 중심간의 거리가 다를 경우)

(2) 뒤피치(e₁)
- 여러 줄 리벳 이음에서 리벳의 줄과 줄 사이거리

(3) 마진(margin)(e)
- 판의 가장자리부터 가장 가까운 리벳 중심까지 거리

6장 리벳 6-14

(4) 모재의 두께(t)
- 잇고자 하는 모재의 두께

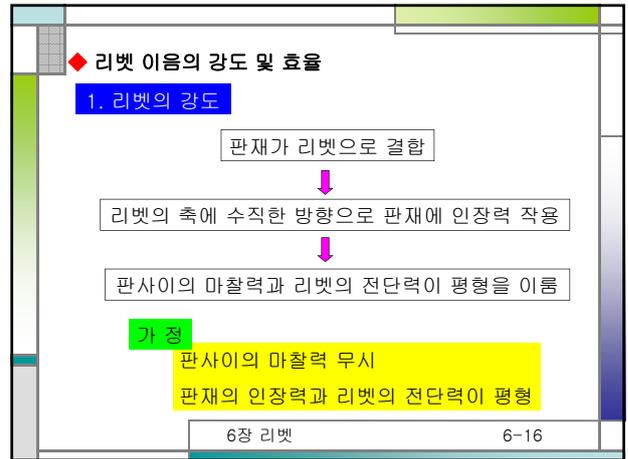
(5) 맞대기 판의 두께(t₁)
- 맞대기 이음에서 덮개판의 두께

(6) 리벳의 길이(l)
- 리벳의 머리부분을 제외한 자루의 길이
- $l < 5d$ 로 제한

$$l = t_2 + \left(1\frac{1}{3} \sim 1\frac{3}{4}\right) d$$

T₂는 판두께의 합
d는 리벳의 지름

6장 리벳 6-15



(1) 전단면의 수에 따른 리벳강도

- 단일 전단면 : 리벳이 전단되는 면이 한 곳 (f_s=1)
- 복전단면 : 리벳이 전단되는 면이 두 곳 (f_s=1.8)

한 개의 리벳에 작용하는 전단력을 W라 하면
리벳의 전단면에서 발생하는 전단응력은

$$\tau_s = \frac{W}{f_s \left(\frac{\pi}{4} d^2\right)}$$

f_s는 전단면 계수
d는 리벳의 지름

6장 리벳 6-17

(2) 여러 줄 리벳이음의 하중분포

① 동일한 두께의 판을 접합하는 경우

- 같은 줄에 있는 리벳들은 같은 크기의 힘
- 다른 줄에 있는 리벳들은 다른 크기의 힘

바깥쪽 줄의 리벳이 가장 큰 전단응력을 받으며 그 크기는

$$\tau_s = \frac{W}{Z \cdot \alpha_z \left(\frac{\pi}{4} d^2\right)}$$

Z는 리벳의 줄수
α_z는 줄수에 따른 부하 평균화 계수

6장 리벳 6-18

(4) 리벳구멍 부분에서 판재가 압축파괴되는 경우

- 판재가 얇은 경우 발생

리벳구멍 부분에서 판재가 받는 압축응력은

$$\sigma_c = \frac{W}{t \cdot d}$$

6장 리벳 6-25

3. 한줄 이음에서 리벳이음의 설계

리벳의 전단강도와 판재의 강도가 비슷하도록 설계

- 리벳의 전단저항과 판의 인장저항이 같다면

$$(p-d)t\sigma_t = \left(\frac{\pi d^2}{4}\right)\tau_s f_s$$

정리하면

$$p = d + \frac{\pi d^2 \tau_s f_s}{4t\sigma_t}$$

6장 리벳 6-26

- 복전단면에서 리벳의 전단저항과 판끝이 갈라지는 저항이 같다면

$$e = \frac{d}{2} \left(1 + \sqrt{\frac{3\pi d \tau_s f_s}{4t\sigma_b}} \right)$$

6장 리벳 6-27

- 리벳의 전단력과 리벳구멍 부분에서 판재의 압축력이 같다면

$$\frac{\pi d^2}{4} \cdot \tau_s \cdot f_s = d \cdot t \cdot \sigma_c$$

정리하면

$$d = \frac{4 \cdot t \cdot \sigma_c}{\pi \cdot \tau_s \cdot f_s}$$

$d < 2.55t$: 리벳의 이음강도는 리벳의 전단강도에 의해 결정
 $d > 2.55t$: 리벳의 이음강도는 판재의 압축강도에 의해 결정

6장 리벳 6-28

4. 리벳이음의 효율

리벳효율과 판재효율이 비슷하도록 설계

(1) 판의 효율

리벳구멍이 없는 판의 인장강도에 대한 리벳구멍이 있는 판의 인장강도비

$$\eta_1 = \frac{(p-d)t\sigma_t}{(pt)\sigma_t} = \frac{p-d}{p}$$

6장 리벳 6-29

(2) 리벳효율

구멍없는 판의 인장강도에 대한 리벳의 전단강도비

$$\eta_2 = \frac{\left(\frac{\pi d^2}{4}\right)\tau_s \cdot \sum_{k=1}^Z (f_s)_k}{(pt)\sigma_t}$$

Z는 리벳의 줄수
 $(f_s)_k$ 는 k번째 줄의 리벳이 전단되는 면의 전단면 계수

6장 리벳 6-30

(3) 조합효율

리벳이 가장 큰 전단응력을 받는 부분과 판재가
 → 가장 큰 인장응력을 받는 단면이 다를 경우

가장 큰 전단응력을 받는 리벳의 효율과 가장 큰
 인장응력을 받는 판재의 효율을 합한 것

$$\eta_3 = \eta'_1 + \eta'_2$$

η'_1 는 각 줄에서 리벳의 수가 가장 많은 줄에서의 판재효율
 η'_2 는 각 줄에서 리벳의 수가 가장 적은 줄에서의 리벳효율

6장 리벳 6-31

(a) 단일 전단면 이음과 복 전단면 이음의 혼합 (b) 복 전단면 이음

<피치가 다른 맞대기 이음의 조합효율>

6장 리벳 6-32

① 단일 전단면 이음과 복전단면 이음의 혼합

- 그림 (a)에서 파단 가능성이 가장 높은 곳의 효율은
 오른쪽 줄의 판재효율은

$$\eta'_1 = \frac{\sigma_t \cdot \left(\frac{1}{2}p - d\right) \cdot t}{\sigma_t \cdot \left(\frac{1}{2}p\right) \cdot t} = \frac{\frac{1}{2}p - d}{\frac{1}{2}p}$$

왼쪽 줄의 리벳효율은

$$\eta'_2 = \frac{\frac{\pi}{4} d^2 \tau_s}{p \cdot t \cdot \sigma_t}$$

6장 리벳 6-33

② 복전단면 이음

- 그림 (b)에서 파단 가능성이 가장 높은 곳의 효율은
 오른쪽 줄의 판재효율은

$$\eta'_1 = \frac{\sigma_t \cdot \left(\frac{1}{2}p - d\right) \cdot t}{\sigma_t \cdot \left(\frac{1}{2}p\right) \cdot t} = \frac{\frac{1}{2}p - d}{\frac{1}{2}p}$$

왼쪽 줄의 리벳효율은

$$\eta'_2 = \frac{1.8 \cdot \frac{\pi}{4} d^2 \tau_s}{p \cdot t \cdot \sigma_t}$$

6장 리벳 6-34

5. 여러 줄 이음에서 리벳이음의 설계

리벳이 견딜 수 있는 전단 하중과 구멍뚫린 강판이
 견딜 수 있는 인장하중이 비슷하도록 설계

복전단면에서 리벳 전단저항과 판의 인장저항이 같다면

$$(p-d)t\sigma_t = \sum_{k=1}^Z \left(\frac{\pi}{4} d^2\right) \tau_s (f_s)_k$$

정리하면

$$p = d + \frac{\pi d^2 \tau_s \cdot \sum_{k=1}^Z (f_s)_k}{4t\sigma_t}$$

6장 리벳 6-35

1피치 내에 Z개의 리벳이 있을 때 그 중 q개가 2면 전단,
 (Z-q)개가 1면 전단이면

$$\sum_{k=1}^Z (f_s)_k = (Z-q) + 1.8q$$

6장 리벳 6-36

◆ 보일러 용기의 리벳이음

보일러 용기는 강도와 기밀이 요구

리벳의 간격을 작게 하며 코킹과 플러링 작업 실시

<원통의 리벳이음>

6장 리벳 6-37

1. 원통의 원주방향 강도
(리벳의 길이방향 이음에 대한 강도)

(1) 리벳구멍이 없는 경우에 대한 일반적인 설계식
원주방향 인장력은

$$P = p_0(Dl)$$

용기의 원주방향 저항력은

$$P = \sigma_a A = \sigma_a(2tl)$$

σ_a 는 모재의 허용 인장응력

6장 리벳 6-38

두 힘이 평형이므로

$$\sigma_a = \frac{p_0 D}{2t}$$

모재의 두께 t는

$$t = \frac{p_0 DS}{2\sigma_t} + C$$

S는 안전계수
C는 부식여유량 (약1mm 정도)
 σ_t 는 강판의 인장강도

6장 리벳 6-39

(a) 원주방향 응력 (b) 길이방향 응력

<원통의 응력>

6장 리벳 6-40

(2) 리벳구멍이 있는 경우에 대한 일반적인 설계식

리벳구멍으로 인해 판재가 힘을 받는 면적이 줄어듦

모재의 두께를 더 크게 조정

$$t = \frac{p_0 DS}{2\sigma_t \eta} + C$$

η 는 판재의 효율

6장 리벳 6-41

(3) 보일러 용기의 길이방향

- ① 한쪽 덮개판 맞대기 이음은 사용하지 않음
- ② $D < 1000[mm]$ 이고, $p_0 < 7[kg_f/cm^2]$ 인 경우에는 겹치기 이음을 사용해도 좋음
- ③ $D > 1000[mm]$ 인 경우 겹치기 이음을 사용하지 않음

6장 리벳 6-42

2. 원통의 길이방향 강도
(리벳의 원주방향 이음에 대한 강도)

(1) 리벳구멍이 없는 경우에 대한 일반적인 설계식
내부 압력이 용기에 추가시키는 길이방향 인장력

$$P = \left(\frac{\pi}{4} D^2\right) p_0$$

내부 압력에 대한 용기의 길이방향 저항력

$$P = \sigma_0 (\pi D t)$$

σ_0 는 모재의 허용 인장응력

6장 리벳

6-43

두 힘이 평형을 이루므로

$$\sigma_a = \frac{\left(\frac{\pi}{4} D^2\right) p_0}{\pi D t} = \frac{p_0 D}{4t}$$

모재의 두께 t 는

$$t = \frac{p_0 D \cdot S}{4\sigma_t} + C$$

C 는 부식여유량(약 1mm 정도)

σ_t 는 강판의 인장강도

D 는 용기의 지름

p_0 는 용기내의 내부압력

6장 리벳

6-44

(2) 리벳구멍이 있는 경우에 대한 일반적인 설계식

판재효율을 고려하여 모재의 두께를 크게 조정

$$t = \frac{p_0 D \cdot S}{4\sigma_t \eta} + C$$

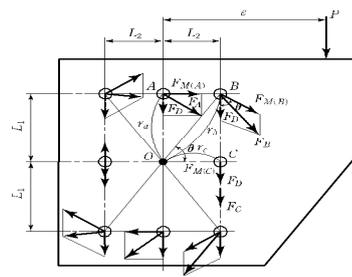
η 는 판재의 효율

S 는 안전계수

6장 리벳

6-45

◆ 편심하중을 받는 구조용 리벳



<편심하중을 받는 리벳 이음>

6장 리벳

6-46

가 정

- 편심하중 P 에 의한 모멘트로 인하여 리벳군은 기하학적 중심인 O 를 중심으로 회전
- 리벳구멍과 리벳 사이에는 위치의 오차가 없다
- 치수공차에 의한 것은 고려하지 않음
- 리벳은 직접전단 하중과 회전모멘트로 인하여 발생하는 하중을 받는다

6장 리벳

6-47

1. 하중에 의한 직접 전단력(F_D)

리벳 한 개가 직접전단력에 의해 받는 힘 F_D 는

$$F_D = \frac{P}{n}$$

n 은 리벳의 개수

힘의 방향은 하중 P 방향과 동일

6장 리벳

6-48

2. 편심에 의한 모멘트로 인하여 발생하는 하중(F_M)

$P \cdot e$ 는 편심하중에 의한 모멘트인 경우 평형식은

$$P \cdot e = \sum F_{M(i)} \cdot r_i \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

P 는 외력

e 는 외력 P 와 중심점 O 사이의 편심거리

r_i 는 리벳군의 중심점 O 에서 각 리벳까지의 거리

$F_{M(i)}$ 는 편심에 의해 생긴 모멘트로 인하여

각 리벳에 발생한 전단력

6장 리벳

6-49

모멘트로 인하여 리벳에 발생하는 전단력의 크기는 중심으로부터의 거리에 비례한다고 가정

$$\frac{F_{M(1)}}{r_1} = \frac{F_{M(2)}}{r_2} = \dots = \frac{F_{M(n)}}{r_n} = K$$

K 에 대해 정리하면

$$K = \frac{P \cdot e}{\sum r_i^2}$$

각 리벳이 받는 편심에 의한 전단력은

$$F_{M(i)} = K \cdot r \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

6장 리벳

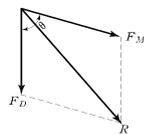
6-50

3. 합성력(R)

$$\vec{R}_i = \vec{F}_D + \vec{F}_{M(i)}$$

F_D 와 F_M 의 사이각이 θ 라면 합성 벡터의 크기 R 은

$$R = \sqrt{F_D^2 + F_M^2 + 2F_D F_M \cos \theta}$$



<전단력의 합성>

6장 리벳

6-51

4. 전단응력

합성된 전단력 R 을 리벳의 단면적으로 나누면 전단응력이 계산되며 허용전단응력보다 작아야 한다. 전단응력은

$$\tau = \frac{R}{(\pi d^2 / 4)}$$

6장 리벳

6-52