

■볼트의 강도

1) 볼트가 인장하중을 받는 경우

$$Pt = \sigma_t \times As \dots (1)$$

$$= \pi d^2 \sigma_t / 4 \dots (2)$$

Pt : 축방향의 인장하중[kgf]
 σ_b : 볼트의 항복응력[kgf/mm²]
 σ_t : 볼트의 허용응력[kgf/mm²]
 ($\sigma_t = \sigma_b / \text{안전율 } \alpha$)
 As : 볼트의 유효단면적[mm²]
 $As = Qd^2/4$
 d : 볼트의 유효직경(곡경)[mm]

(예) 1개의 육각 홀볼이 볼트로 P=200kgf의 인장하중을 반복하여(편진) 받기에 적절한 크기를 구합니다.

(육각홀볼이 볼트는 재질 : SCM435, 38~43HRC, 강도구분12.9로 합니다.)

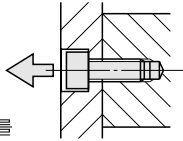
(1) 식에서

$$As = Pt / \sigma_t$$

$$= 200 / 22.4$$

$$= 8.9[\text{mm}^2]$$

∴ 이것으로부터 큰 값의 유효면적을
 우측의 표로부터 구한 14.2[mm²]의 M5를
 선정하면 좋습니다.



또한, 피로강도를 고려하면, 표의 강도구분

12.9로부터 허용하중 213kgf의 M6을 선정합니다.

2) 스트리퍼 볼트와 같이 인장의 충격하중을 받을 경우에는 피로강도로
 부터 선정합니다(동일하게 200kgf의 하중을 받는 스트리퍼 볼트는 재질
 : SCM435, 33~38HRC. 강도구분 10.9로 합니다.)

우측표에서 강도구분 10.9의 허용하중이 200kgf이상일때는 318[kgf]
 M8이 됩니다. 따라서, M8의 나사부를 가진 축경 10mm의 MSB10을 선
 정합니다. 또한, 선단하중을 받는 경우에는 맞춤 핀을 병용하여 주십시오.

■스크류 플러그의 강도

스크류 플러그MSW30이 충격하중을 받는 경우의 허용하중P를 구합니다.

(MSW30의 재질 : S45C, 34~43HRC의 인장강도 σ_b 는65kgf/mm²로 합니다.)

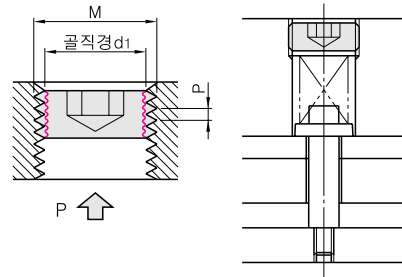
MSW골직경부분에서 선단을
 받아서 파손한다고 하면,
 허용하중 $P = \tau t \times A$.

$$= 3.9 \times 107.4$$

$$= 4190[\text{kgf}]$$

탭이 연한 재질일 경우
 끼워넣는 나사의 골직경으로
 부터 허용선단을 구합니다.

선단면적A=골직경 $d_1 \times \pi 0.131L$
 (골직경 $d_1 \approx M - P$)
 $A = (M - P) \pi L = (30 - 1.5) \pi \times 12$
 $= 1074[\text{mm}^2]$
 항복응력 $\approx 0.9 \times$ 인장강도 $\sigma_b = 0.9 \times 65 = 58.2$
 선단응력 $\approx 0.8 \times$ 항복응력
 $= 46.6$
 허용선단응력 $\tau_i = \text{선단응력} / \text{안전율} 12$
 $= 46.6 / 12 = 3.9[\text{kgf/mm}^2]$



■맞춤 핀의 강도

맞춤 핀1개에 800kgf의 반복(편진) 선단하중이 걸릴 때의 적정 사이즈를 구합니다.
 (맞춤 핀의 재질은 SUJ2 경도58HRC~)

$$P = A \times \tau$$

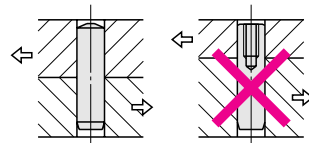
$$= \pi D^2 \tau / 4$$

$$D = \sqrt{(4P) / (\pi \tau)}$$

$$= \sqrt{(4 \times 800) / (3.14 \times 19.2)}$$

$$\approx 7.3$$

SUJ2의 항복응력대응 $\sigma_b = 120[\text{kgf/mm}^2]$
 허용선단강도 $\tau = \sigma_b \times 0.8 / \text{안전율 } \alpha$
 $= 120 \times 0.8 / 5$
 $= 19.2[\text{kgf/mm}^2]$



나사부에 부하가 걸리는 사용방법 하지
 마십시오.

∴ MS의 맞춤 핀이면 D8이상의 크기를 선정합니다.

또한, 맞춤 핀의 크기를 약간 크게 통일하면 공구나 재고등을 삭감할 수 있습니다.

여기에 게재한 것은 어디까지나 강도의 구하는 법의 하나의 예입니다.실제로는 홀 간 피치정밀도, 홀의 수직도, 면조
 도, 진원도, 플레이트의 재질, 평행도, 열처리의 유무, 프레스 기계의 정밀도, 제품의 생산수량, 공구의 마모 등 다양한
 조건을 고려할 필요가 있습니다.

■인장강도를 기준으로한 Unwin의 안전율

재료	정하중	반복하중		충격하중
		편진	양진	
강	3	5	8	12
주철	4	6	10	15
동, 유연한 금속	5	5	9	15

허용응력 = $\frac{\text{기준강도}}{\text{안전율 } \alpha}$ 기준강도 : 연성(延性)재료의 경우 항복응력
 무른성질 재료의 경우 파괴응력

강도구분12.9의 항복응력 $\sigma_b = 112[\text{kgf/mm}^2]$
 허용응력 $\sigma_t = \sigma_b / \text{안전율}(우 표에서 안전율 5)$
 $= 112 / 5$
 $= 22.4[\text{kgf/mm}^2]$

■볼트의 피로강도(나사의 경우 : 피로강도는 200만회)

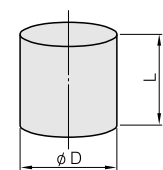
나사 호칭	유효 단면적 As mm ²	강도구분			
		12.9		10.9	
		피로강도* kgf/mm ²	허용하중 kgf	피로강도* kgf/mm ²	허용하중 kgf
M 4	8.78	13.1	114	9.1	79
M 5	14.2	11.3	160	7.8	111
M 6	20.1	10.6	213	7.4	149
M 8	36.6	8.9	326	8.7	318
M10	58	7.4	429	7.3	423
M12	84.3	6.7	565	6.5	548
M14	115	6.1	702	6	690
M16	157	5.8	911	5.7	895
M20	245	5.2	1274	5.1	1250
M24	353	4.7	1659	4.7	1659

피로강도*는 「소나사류, 볼트 및 너트용 미터 나사의 피로 한도의 측정치」
 (야마모토) 에서 발췌하여 수정한 것입니다.

입체	체적V	입체	체적V	입체	체적V
플랜지 절단 원주 	$V = \frac{\pi}{4} d^2 h$ $= \frac{\pi}{4} d^2 \left(\frac{h_1 + h_2}{2} \right)$	중공 원주(관) 	$V = \frac{\pi}{4} h (D^2 - d^2)$ $= \pi th(D - t)$ $= \pi th(d + t)$	원뿔 	$V = \frac{\pi}{3} r^2 h$ $= 1.0472r^2 h$
각뿔 	$V = \frac{1}{3} A = \frac{1}{6} \pi a^2 h$ A=바닥면적 r=내접원의 반경 a=정다각형의 변의 길이 n=정다각형의 변의 수	플랜지 절단 원주 	$V = \frac{1}{3} (A + a + \sqrt{Aa})$ A, a=양단면의 면적	구 	$V = \frac{4}{3} \pi r^3 = 4.1888r^3$ $= \frac{\pi}{6} D^3 = 0.5236D^3$
구관(球冠) 	$V = \frac{\pi h^2}{3} (3r - h)$ $= \frac{\pi h}{6} (3a^2 + h^2)$ a는 반경	구분(球分) 	$V = \frac{2}{3} \pi r^2 h$ $= 2.0944r^2 h$	구대(球帶) 	$V = \frac{\pi h}{6} (3a^2 + 3b^2 + h^2)$
타원체 	$V = \frac{4}{3} \pi abc$ 회전타원(b=c) 일 때는 $V = \frac{4}{3} \pi ab^2$	원 고리 	$V = 2 \pi^2 R r^2$ $= 19.739R r^2$ $= \frac{\pi^2}{4} D d^2$ $= 2.4674D d^2$	나무통 모양 	원주가 원호와 같은 만 곡을 이룰때는 $V = \frac{\pi l}{12} (2D^2 + d^2)$ 주위가 포물선과 같은 만곡을 이룰 때는 $V = 0.209l (2D^2 Dd + 1/4d^2)$

■중량의 구하는 법

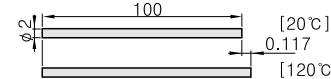
$$\text{하중 } W[\text{g}] = \text{체적 } [\text{cm}^3] \times \text{밀도}$$



[예] 재질 : 연강
 $\phi D = 16$ L=50mm의 중량은
 $W = \frac{\pi}{4} D^2 \times L \times \text{밀도}$
 $= \frac{\pi}{4} \times 1.6^2 \times 5 \times 7.85$
 $\approx 79[\text{g}]$

■열팽창에 의한 치수변화의 구하는 법

[예] 재질 : SKD11
 $\phi D = 2$ L=100mm의 핀이 100℃
 상승한 때의 치수 변화량 δ 은
 $\delta = \text{열 팽창계수} \times \text{전장} \times \text{온도변화}$
 $= 11.7 \times 10^{-6} \times 100\text{mm} \times 100^\circ\text{C}$
 $= 0.117[\text{mm}]$



■중 탄성계수 E에 의한 치수변화 구하는 법

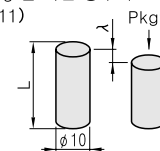
[예] $\phi 10 \times L60$ 의 핀에 하중P=1000kgf를 가한 경우의
 변화량 λ 를 구한다. (재질 : SKD11)

$$E = \frac{PL}{A \lambda}$$

$$\lambda = \frac{PL}{AE} = \frac{1000 \times 60}{78.5 \times 21000}$$

$$\approx 0.036\text{mm}$$

$$\text{단면적 } A = \frac{\pi}{4} D^2 = 78.5$$



■금속재료의 물리적 성질

재질	밀도 [g/cm ³]	종탄성 계수E [Kgf/mm ²]	열팽창 계수 [M10 ⁻⁶ /A]
연강	7.85	21000	11.7
SKD11	7.85	21000	11.7
분말하이스강(HAP40)	8.07	23300	10.1
초경 V30	14.1	56000	6.0
주철	7.3	7500~10500	9.2~11.8
SUS304	8.0	19700	17.3
무산소동 C1020	8.9	11700	17.6
6/4황동 C2801	8.4	10300	20.8
알루미늄 A1100	2.7	6900	23.6
두랄루민 A7075	2.8	7200	23.6
티탄	4.5	10600	8.4

1Kgf/mm² = 9.80665 × 10⁶ Pa