

## 8. 기초

### 8.1 기기의 기초

직접지반의 위에 만드는 직접 기초와 기초 지반에 충분한 지지력이 없는 경우에 채용하는 항기초가 있다. 어느 쪽이든 기기만을 지반에서 직접 지지하는 것이다. 기초의 중량에 대한 개략적표준으로서, 펌프·전동기의 경우, 기계 총중량의 3~5배, 디젤기관의 경우 4~6배가 일반적으로 추장된다.

디젤기관의 기초의 크기는 경험상 대강 하기로 결정한다.

기초의 폭 > 3 × 기관대 마루의 폭

기초의 길이 > 2 × 기관의 전장

기초의 두께 > 5× 실린다경

#### 2) 스라브상의 기초

지반상에 건조된 토목 건축 구조물의 스라브상에 건조하는 기초로 펌프 설비의 기초는 대부분 이 방식이다.

기기를 스라브 위에 설치하는 경우에는, 기기중량이나 수력 스러스트를 토목·건축 구조물로 지지할 필요가 있는 경우는 말할 것도 없지만, 디젤기관등, 가진력이 큰 기기의 진동대책, 스라브와 기기의 체결방법등에 유의하는 것이 중요하다.

### 8.2 하중의 종류와 크기

#### (1)자중

기기의 제품 중량에 윤활유의 중량등을 가산한 운전시의 중량이 연직하방에 작용하나, 펌프에 관해서는 흡입수 위 위의 부분 펌프 케이싱 내의 물의 중량을 가할 필요가 있다.

스라브상의 기초의 경우에는 기기의 기초 콘크리트의 중량(비중량은 2.4ton/m<sup>3</sup>로 추정됨)을 가산할 필요가 있다.

기초에 작용하는 운전 하중으로는, 하기에 나타난 것과 같은 계수를 곱한다.

기 기	계수
펌프·전동기·감속기등	1.2
디젤 기관(6기통 이상)	1.3
디젤 기관(5기통 이하)	1.5
배관 서포트	1.2

#### (2)전달토크

전동기나 디젤기관이 동력을 전달하는 경우에는 하기의 토크가 기초에 작용한다.

$$T = 975 \times \frac{P(kW)}{N(\text{min}^{-1})} = 7162 \times \frac{P(PS)}{N(\text{min}^{-1})} \quad (\text{kgf} \cdot \text{m})$$

큰 마력의 디젤 기관등은 저 회전수의 경우가 많고, 이 값이 커지므로 주의를 요한다.

#### (3) 펌프의 축추력

펌프를 운전하면, 임펠러의 흡입측과 토출측의 사이에 압력차가 발생한다. 거의 대부분 펌프 형식에서는 펌프 자체로 반력을 지지하고 있으나 2상식 이상의 입축 펌프에서는 스러스트 축수의 위치 여하로 축추력을 기초 하중으로 고려할 필요가 있다.

#### (4) 압력

압력에 의해 생기는 힘을 기초로 지지할 필요가 있는 것은, 하기의 경우이다.

- 펌프의 토출 압력의 반력
- 스테이 볼트가 없는 신축 이음이나 가요성관의 양측
- 입력수조 혹은 압입력이 있는 수조에 접촉하는 배관이 관통하는 벽
- 입축사류 펌프의 설치 바닥보다도 흡입 수위 측이 높은 경우의 펌프의 기초 볼트 부분

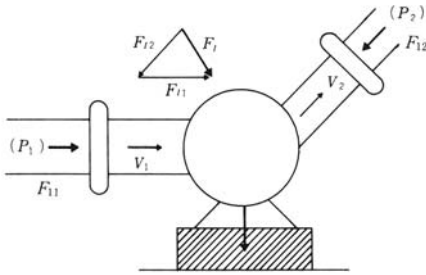


그림 8.1 기초에 걸리는 하중

$$\text{유입관 } F_{11} = \frac{\gamma}{g} Q v_1 \text{ (kgf)}$$

$$\text{유출관 } F_{12} = - \frac{\gamma}{g} Q v_2 \text{ (kgf)}$$

$\gamma$  : 비중량 (밀도) (kg/m<sup>3</sup>)

$Q$  : 유 량 (m<sup>3</sup>/s)

$v$  : 유 속 (m/s)

#### (5) 물의 관성력

흐름 방향이 변화하는 경우에는 위에 표시하는 힘이 작용한다.

#### (6) 플랩 밸브나 역지 밸브 폐쇄시의 충격력

이 힘은 극히 단시간 작용하는 것으로, 다음에 나타내는 것이다. 수격 작용에 의한 단시간 작용하는 힘은, 수격 대책의 방법에 의해 큰 폭으로 변하는 것으로 하기의 값이 구조상 문제가 되는 경우에는 다른 대책을 세울 필요가 있다.

#### 플랩 밸브의 수평 동하중

$$W = [\text{실양정 압력(kgf/cm}^2\text{)}] \times [\text{밸브 구경 면적(cm}^2\text{)}] \times 2 \text{ (kgf)}$$

#### 스윙 역지 밸브의 수평 동하중

$$W = [\text{밸브 폐쇄후의 밸브 전후의 차압(kgf/cm}^2\text{)}] \times [\text{밸브 구경 면적(cm}^2\text{)}] \times 2 \text{ (kgf)}$$

$$\text{또는 } W = [\text{수격 발생시의 밸브 전후의 최대차압(kgf/cm}^2\text{)}] \times [\text{밸브 구경 면적(cm}^2\text{)}] \times 2 \text{ (kgf)}$$

#### (7) 풍하중 · 지진하중의

건축 기초법에 이것들의 값이 결정되어 있으므로, 필요한 경우에는 참조할 것.

## 8.3 기초 콘크리트와 배근

#### (1) 콘크리트

기기의 기초로 이용하는 것은, 보통 콘크리트를 기본사양으로 해서 설계 기준 강도 ( $F_c$ )는 150kgf/cm<sup>2</sup> 이상 240kgf/cm<sup>2</sup>까지 규정되어 있으나, 통상 210kgf/cm<sup>2</sup> 정도의 것을 사용한다.

시멘트는 포틀랜드 시멘트 (보통, 조강, 초조강) 고로시멘트 (A종, B종)등을 이용하나, 알칼리 반응대책 으로 저 알칼리 포틀랜드 시멘트도 사용된다.

골재의 최대 치수는 20~25mm로 한다.

기기의 기초 콘크리트로는, 레미콘을 사용하는 경우가 많아서, 하기와 같은 사양으로 연습 개시부터 1.5시간 이내 가능한 KS마크 표시지정 공장에 발주한다. (표준품)

또, 콘크리트는 타종한 후부터 상당한 강도를 발휘하기 까지의 양생이 매우 중요함에 따라, 충격이나 하중을 가 하면 건조가 어려우니 고려한다.

호칭 강도 : 210kgf/cm<sup>2</sup>

슬럼프 : 8~12cm

시멘트의 종류 : 포틀랜드 시멘트

(보통, 조강, 초조강)

고로 시멘트

(A종, B종)등

조골재의 최대치수 : 20~25mm

단면이 큰 워커빌리티가 얻어지는 경우에는 40mm

염화물 함유량의 한도 : 0.3kg/m<sup>3</sup>이하

## (2)배근의 개념

사용하는 철근은 「철근 콘크리트용 봉강(KS D 3504)」 「철근 콘크리트용 재생 봉강」 및 「용접금망(KS D 3527)」에서 선정하여 사용. (SD 295, SDR 295, SD 345등)

슬라브 상의 기기의 기초에 압축 하중만을 받는 것은, 콘크리트의 벌어짐을 막기 위해서 200~300mm 간극의 격자상으로 D13 정도의 배근을 넣으면 충분하다.

펌프, 감속기나 디젤기관의 기초는, 상기 벌어짐 방지의 외에 기초 볼트 부분이 슬라브에 충분히 고정될 수 있도록 배려할 필요가 있다.

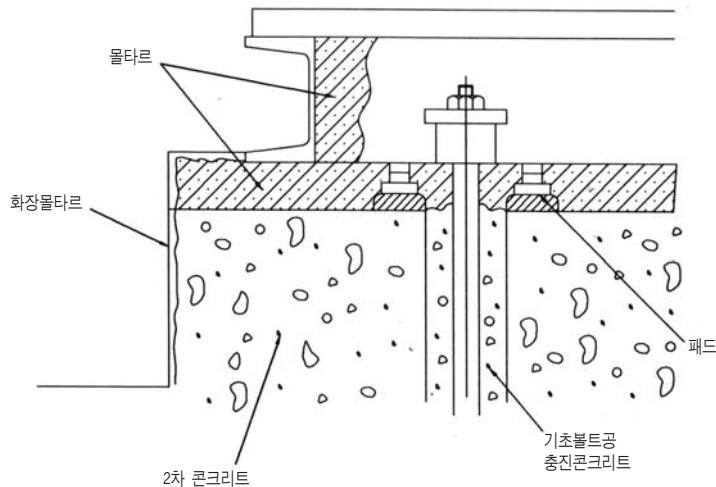
다시 말해서, 기초 볼트가 직접 슬라브에 고정된 기초 콘크리트를 매개로 슬라브와 체결된 경우에는, 기초 내부의 배근이 기초 볼트가 받는 인발력을 충분히 슬라브에 전달하지 않으면 안된다.

배근은 이형 철근을 사용해, 정착·이음의 최소 길이는, SD 30, SDR 30의 경우 후크 없이 25D (D는 철근의 호경), 후크 부착의 경우 20D 필요하다.

그러나, 상기 정착·이음 길이가 확보 불가능한 경우도 많고, 철근 동사나 매설 석물과의 용접에 의해, 강도를 확보한다.

또, 철근 콘크리트의 보강 두께는 철근 경의 1.5배 이상 필요하다.

## (3)횡축 펌프 설치와 콘크리트 조성비 (그림8·2)



설치공법과 재료의 조성비

명 칭	조성 (용적비)	경화기간	비 고
2 차 콘크리트	시멘트 1 : 모래 2 : 자갈 4	7일이상	필요에 의한 조강 콘크리트를 사용하여 일수를 짧게 할 수 있다.
패 드	무수축 시멘트 1 : 시멘트 0.8:모래 1	2일	많은 펌프의 경우 이 공법은 생각하고 라이너는 직접 2차 콘크리트와 베이스 간에 박아넣는다.
기초 볼트공, 충전 콘크리트	시멘트1 : 모래1.5 : 자갈3	7일이상	필요에 의한 조강 콘크리트를 사용하여 일수를 짧게 할 수 있다.
물타르	시멘트1 : 모래2	2일	
화장물타르			

그림 8·2 횡축펌프 설치와 콘크리트 조성비

## 8.4 기초 볼트

기초 볼트의 형식으로는, 기초의 조건에 의해

- ① 볼트와 콘크리트와의 결합력 만에 의한 것 (그림8·3 a). 그다지 사용되지 않는다.
  - ② ①에 콘크리트의 압축 강도를 병용한 것 (그림8·3 b).
  - ③ 앵커 플레이트를 사용한 것 (그림8·3 c). 으로 분류되나, 일반적으로 ②가 많이 사용된다.
- 기초 볼트의 설계 기준은 다음식에 의해서도 좋다.

①의 경우

$$p = P / \pi d l$$

$p$  : 단위 결합력 ( $\text{kgf/cm}^2$ )

$P$  : 결합력 ( $\text{kgf}$ )

$d$  : 볼트 직경 ( $\text{cm}$ )

$l$  : 볼트 길이 (매설부) ( $\text{cm}$ )

재료, 볼트가 단단히 붙여진 상태에서의 인장력을  $1\text{kgf}$ , 볼트재의 사용 최대 응력을  $1,800\text{ kgf/cm}^2$  이 되면

$$T = 1,800 \times \frac{\pi d^2}{4} \times 0.7$$

(철사의 극저 면적을 외경 면적의 0.7배로 해서)

$P = T$ 로 해서, 상기 계산식에 의해,  $l = 315\ d/p$ 가 된다. 콘크리트의 경우,  $p = 14 \sim 21\text{kgf/cm}^2$ 가 되나,  $p = 14\text{kgf/cm}^2$ 로 하면,  $l = 22.5\ d$ 가 된다. 이것에 너트의 높이, 체부좌의 높이를 더하면 기초 볼트의 전장  $L$ 은 대략,  $L = 25 \sim 30\ d$ 가 필요하다.

KS에 규정되는 기초 볼트 (KS B 1016)는 형상에서 L형과 J형의 2종류가 있고, 회전 기계에 사용되는 기초 볼트 및 기초 볼트용 구멍의 표준 치수를 표 8·1에 나타낸다. 또 이형 철근에 나사 가공한 기초 볼트도 많이 이용되기에 표8·2에 나타낸다.

그 외에, 최근 잘 사용되고 있는 것으로 폴리에스테르 수지계의 충전재로 콘크리트 바닥 등에 뚫은 구멍에 이경 철근이나 전나사 볼트를 고정시킨 케미컬 볼트가 있다. (그림8·4)

이것은, 레진·경화제와 골재가 들어간 유리 용기 (캡셀)를 구멍에 삽입하고, 기초 볼트를 드릴에 장착해, 유리용기를 삽입하면 용기 덮개가 파괴되고 내용물이 교반되어 30분에서 1시간 정도에 초기 경화하고, 7시간 이상 후에 완전히 경화한다.

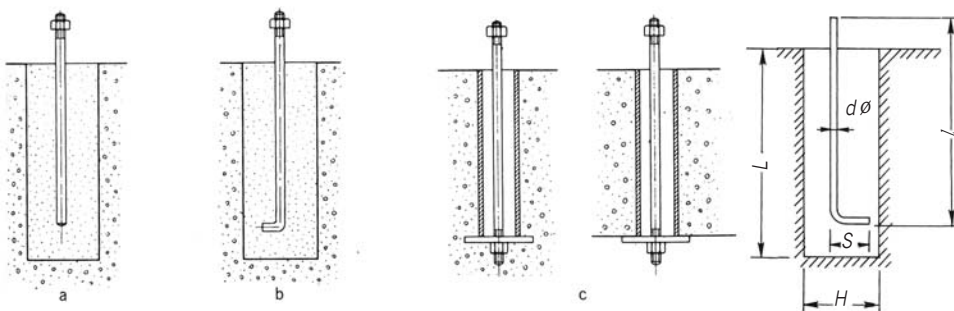


그림8·3 기초 볼트 형식

## 8. 기초

표8·1 기초 볼트, 구멍 표준 치수표

(회전 기계에 사용하는 경우)

(단위: mm)

$d$	$l$	S	L	H	중량 (kgf)
8	125	40	125	100	0.06
10	200	40	200	100	1.12
12	250	50	250	110	0.3
16	315	63	315	130	0.6
20	400	80	400	150	1.1
22	500	90	500	170	1.8
24	630	100	630	190	3
30	800	125	800	220	6
36	1,000	140	1,000	260	11

표8·2 이형 봉강 기초 볼트의 허용 인발력

(단위: mm)

호칭 $d$	기초볼트 L	기초구멍 $\phi D$	설계 부착력 (장기) kgf {kN}
M10	160 200	100	570{ 5.5} 760{ 7.4}
M12	200 250	100	690{ 6.7} 930{ 9.1}
M16	250 315	100	1,290{12.6} 1,760{17.2}
M20	315 400	100	1,920{18.8} 2,630{25.7}
M22	345 430	150	2,050{20.1} 2,760{27.0}
M24	400 500	150	2,720{26.6} 3,680{36.0}
M30	500 630	150	4,190{41.0} 5,750{56.3}
M36	630 800	150	6,460{63.3} 8,900{87.2}

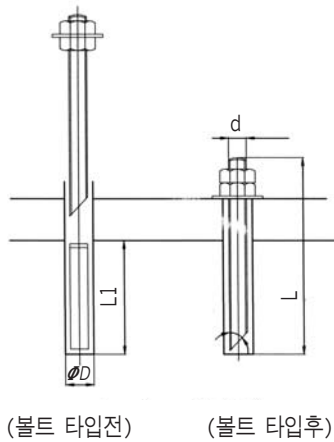


그림8·4 케미칼 볼트

콘크리트와 수지의 접착력은 메이커 실험치에 의하면 60kgf/cm<sup>2</sup> 이상 확보가 가능하며, 하기의 타입 깊이를 확보하면 볼트의 허용응력에 대응한 인발에 견디지만, 안전율을 고려하여 표 8·3의 값으로 설계한다.

$$\frac{\pi}{4} d^2 \times 1,600 = \pi (1.2 \sim 1.3 d) \times 60 \times L_1$$

$$\therefore L_1 = 5.13 \sim 5.55 d \text{ (mm)}$$

d: 볼트 호칭경(mm)

L<sub>1</sub>: 볼트의 타입 깊이 (mm)

(뚫은 구멍경은 1.2~1.3 d )

표8·3 케미칼형 볼트의 허용인발력

(단위: mm)

호칭 d	기초 볼트 L	기초 구멍		설 계 부 착 력 (장 기) kgf {kN}
		φD	L <sub>1</sub>	
M10	130	12	80	380{ 3.72}
M12	170	14.5	100	570{ 5.58}
M16	210	19	130	1,000{ 9.80}
M20	300	23	200	1,700{16.6 }
M22	370	28	250	2,300{22.5 }
M24	430	32	300	3,100{30.4 }
M30	520	40	350	5,000{49.0 }
M36	600	46	400	7,400{72.5 }

## 8.5 기초하중의 실례

입축 사류 펌프의 경우의 기초 하중의 실례를 그림8·5에 나타낸다.

이중 바닥식의 경우에서도, 펌프의 축추력을 지지하는 스라스트 축수를 펌프 자체에 설치하는 경우에는, 원동기 바닥에 스라스트 하중은 작용하지 않는다.

역지밸브 및 대부분의 밸브에서는 중량 이외의 하중을 받침대로 지지할 수 없으므로 플랜지에 의한 접합된 배관계 전체에 흐름 방향의 수평력을 지지할 필요가 있다.

	상부 바닥에 걸리는 하중	펌프 바닥에 걸리는 하중
1상식		$W = 1.2 \cdot (W_p + W_r + W_w + W_d)$
2상식 스라스트는 펌프 지탱	$W_1 = 1.2 \cdot W_d$	$W_2 = 1.2 \cdot (W_p + W_r + W_w)$
2상식 스라스트는 감속기 혹은 모터 지탱	$W_1 = 1.2 \cdot (W_r + W_t + W_d)$	$W_2 = 1.2 \cdot (W_p + W_w)$

$W_p$ : 회전부를 제한 펌프 중량     $W_r$ : 펌프의 회전부의 중량     $W_d$ : 감속기·모터 및 각각의 가대의 중량

$W_w$ : 펌프내 물의 중량     $F_t$ : 펌프 스라스트

$W_u$ :  $\frac{\pi}{4} D^2 \cdot h \times 10^3$  (흡입 최고 수위가 펌프 설치면 보다  $h$ m 높은 경우만)

이때  $D$  (m),  $h$  (m),  $W_u$  (kgf) 이다.

1상식의 경우, 펌프의 위에 취부하는 치차 감속기나 전동기의 수직 하중은 별도 가산.

$W_3 \sim W_5$ 등에 관해서는 8·2항을 참조.

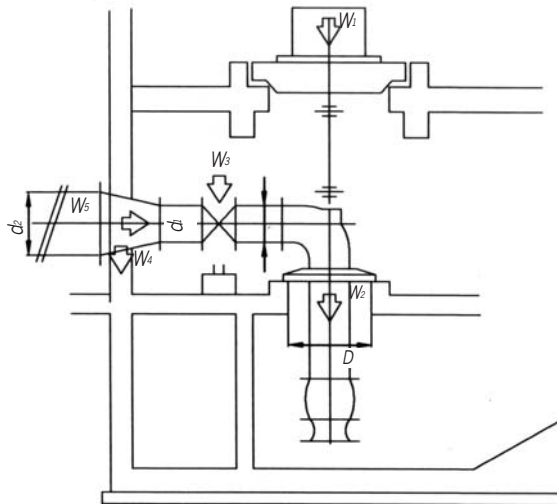


그림8·5 입축 사류 펌프의 기초 하중