

TK-1-612 改0

2018年5月18日

横軸ポンプの固有周期について
(横軸ポンプ固有周期の算出例)

1. 概要

本書は、「V-2-1-14-4 横軸ポンプの耐震性についての計算書作成の基本方針」4.1 項 構造強度評価方法のうち固有周期について、補足説明するものである。

2. 横軸ポンプの固有周期

「V-2-1-14-4 横軸ポンプの耐震性についての計算書作成の基本方針」 4.1 構造強度評価方法 (1)項において、以下の通り横軸ポンプの固有周期は十分に小さく剛としている。

「横軸ポンプは構造的に 1 個の大きなブロック状をしており、重心の位置がブロック状のほぼ中心にあり、かつ、下面が基礎ボルトにて固定されている。

したがって、全体的に一つの剛体と見なせるため、固有周期は十分に小さく、固有周期の計算は省略する。」

また、3. 項の算出例で示すように、横軸ポンプの構造は剛であり、同様の構造であるその他の横軸ポンプについても剛である。

3. 固有周期の算出例

東海第二発電所 建設時工認における復水移送ポンプ耐震計算書を例として、横軸ポンプの固有周期算出値を次頁以降に示す。当該ポンプの固有周期は、0.011(s)であり十分に剛である。

Ⅱ-2-3-1

復水移送ポンプ耐震性についての計算書

目 次

1. 記 号	■-2-3-1-2
2. 設 計 条 件	■-2-3-1-3
2.1 耐 震 ク ラ ス	■-2-3-1-3
2.2 据 付 位 置	■-2-3-1-3
2.3 固 有 周 期	■-2-3-1-3
2.4 荷 重 条 件	■-2-3-1-3
3. ボルトの仕様	■-2-3-1-3
4. 結 論	■-2-3-1-3
5. 固 有 周 期	■-2-3-1-4.5.6
6. 基礎ボルトの応力計算	■-2-3-1-7
6.1 せん断荷重	■-2-3-1-7
6.2 せん断応力	■-2-3-1-7
6.3 引張荷重	■-2-3-1-7
6.4 引張応力	■-2-3-1-8

1. 記 号

CH	水平震度	
Cv	垂直震度	
CP	ポンプ振動による水平方向加速度	
CP'	同上垂直方向加速度	
H	重心に加わる水平力	Kg
V	重心に加わる垂直力	Kg
W	重 量	Kg
A ₁	ボルトの最少断面積	mm ²
d	ボルトの谷径	mm
F _s	1本のボルトに加わるせん断荷重	Kg
F _T	1本のボルトに加わる引張荷重	Kg
N	有効なボルトの本数	
σ	引張応力	Kg/mm ²
σ _a	許容引張応力	Kg/mm ²
τ	せん断応力	Kg/mm ²
τ _a	許容せん断応力	Kg/mm ²
π	円周率	3.14
W _M	電動機の重量	Kg
W _P	ポンプの重量	Kg
W _B	ベースの重量	Kg
L	ベース下面から機器重心迄の距離	mm
L _c	ケーシング脚下面から機器重心迄の距離	mm
b	ボルト間の距離	mm
g	重力の加速度	9800 mm/sec ²
M _P	ポンプ回転により働くモーメント	Kg·mm
K	バネ定数	Kg·mm
E	ヤング率	Kg/mm ²
G	せん断弾性係数	Kg/mm ²
I	断面2次モーメント	mm ⁴

2. 設計条件

2.1 耐震クラス Bクラス

2.2 据付位置 EL - 1.6 m

2.3 固有周期 0.011 秒⁽⁴⁾ (計算は本書第6項に示す)

2.4 荷重条件

(1) 設計震度

水平震度 $C_H = 0.324 g$

垂直震度 $C_V = 0.0 g$

(2) 重量

ポンプ(含揚液) 1145 Kg⁽⁵⁾

電動機 330 Kg

合計 1475 Kg

(3) ポンプ振動加速度

水平方向 0.150 g

垂直方向 0.150 g

3. ボルトの仕様

		基礎ボルト
本数		6
材質		SS41
ねじ		M30
許容引張応力	Kg/cm ²	18.0
許容せん断応力	Kg/cm ²	13.5

4. 結論

次表に応力と許容応力を示す。

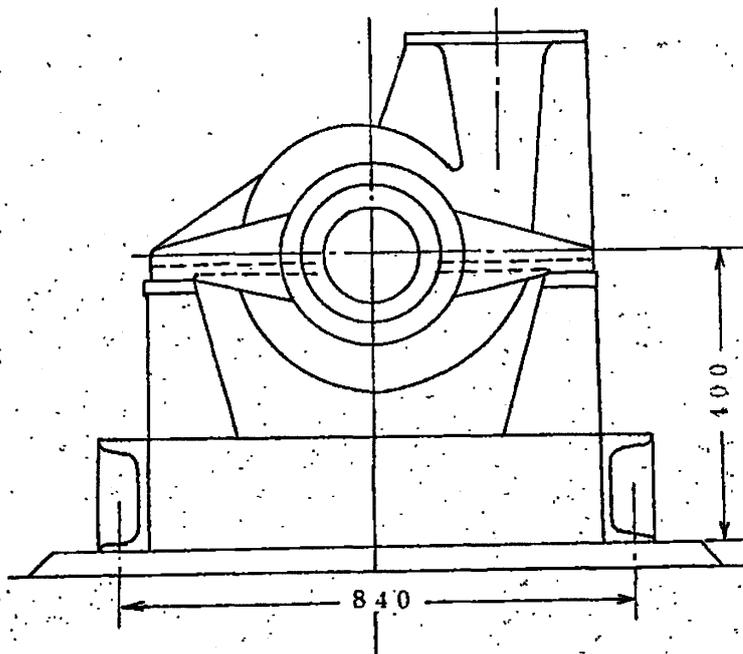
	基礎ボルト
引張応力 Kg/mm^2	—
許容引張応力 Kg/mm^2	16.2
せん断応力 Kg/mm^2	0.21
許容せん断応力 Kg/mm^2	12.1

以上より引張応力およびせん断応力とも許容引張および許容せん断応力以下であり充分安全である。

(応力の計算は本書第7項に示す。)

5. 固有周期計算

図1 構造略図
(尺度NTS)



構造の概要を図1に示す。

剛性の最も小さい断面の形状は図2でありポンプ軸と垂直方向の固有周期を求める。

計算するにあたって次のことを仮定する。

- a) ポンプの質量は運転のものを取り重心に集中するものとする。
- b) 各質量は剛性が最も弱い部分を断面とする支柱で支えられるものとする。

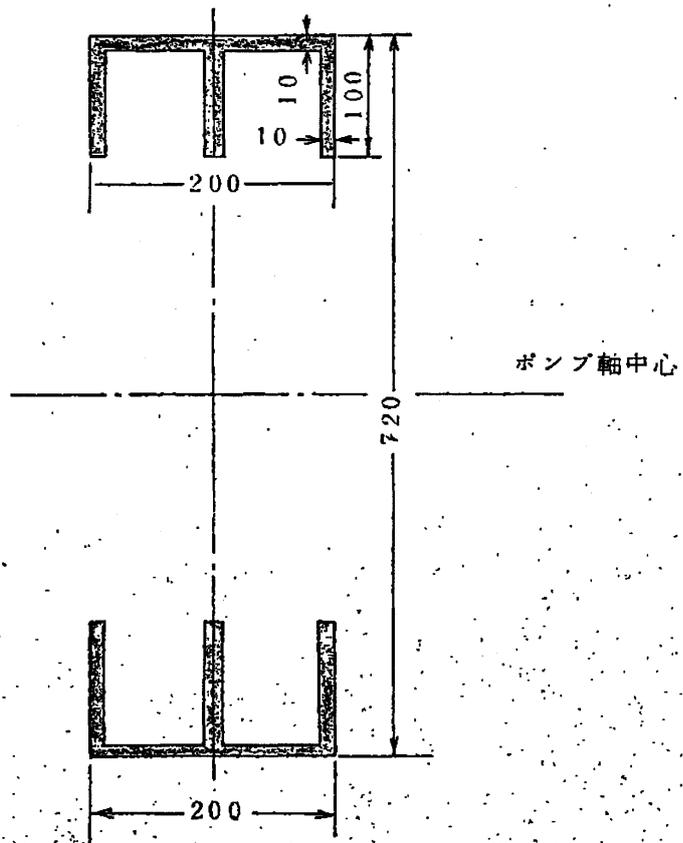


図 2 最小断面略図
(尺度NTS)

断面2次モーメント

$$I = 6.67 \times 10^7 \text{ mm}^4$$

せん断断面積

$$A_s = 4.7 \times 10^3 \text{ mm}^2$$

ヤング率

$$E = 2.1 \times 10^4 \text{ Kg/mm}^2$$

せん断弾性率

$$G = 8.1 \times 10^3 \text{ Kg/mm}^2$$

剛性

$$K = \frac{1}{\frac{L^3}{3EI} + \frac{L}{A_s G}}$$

$$= \frac{1}{\frac{400^3}{3 \times 2.1 \times 10^4 \times 6.67 \times 10^7} + \frac{400}{4.7 \times 10^3 \times 8.1 \times 10^3}} \quad \text{B} \quad (4)$$
$$= 3.89 \times 10^4 \text{ Kg/mm}$$

固有周期

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{W}{Kg}} \quad \text{重量(水を含む)}$$

$$W = 1145 \text{ Kg} \quad (5)$$

$$= 2 \times 3.14 \sqrt{\frac{1145}{3.89 \times 10^4 \times 9.8 \times 10^3}} \quad \text{B} \quad (4)$$
$$= 0.011 \text{ 秒}$$

固有周期は0.05秒より小さく剛構造とみなされるため動的解析は省略する。従って設計震度は0.324gとする。