

制御棒駆動機構駆動用モータの地震による共振評価について

令和6年1月10日
近畿大学原子力研究所

1. はじめに

制御棒駆動機構は耐震 B クラスであるため、その機器については地震により共振をするかどうか確認をする必要がある。このため、JEAG4601-1987 に基づき制御棒駆動機構駆動用モータ（以下「駆動用モータ」という。）の固有周期の評価を実施し、共振の有無を確かめるものとする。

2. 計算モデル

駆動用モータの計算モデルとして JEAG4601-1987^[1]の「第 6 章 機器・配管系の耐震設計」の「(3)その他機器 a.ポンプ・ブロー類」のうち立形ポンプを採用し、1 質点系で据付面に固定されたはりとして計算を行う。1 質点系モデルは複数あるが、実際の駆動用モータの取付け形態から図 1 に示すモデルを採用した。なお、固有周期の計算条件は以下のとおりである。

- ① 駆動用モータ、ウォームギア、電磁クラッチは（以下「モータ等」という。）はそれぞれ個別にボルトで固定されているため、個別に評価する。
- ② モータ等の重量は重心に集中しているものとする。
- ③ モータ等の重心高さは、製品の対称性を考えその中心位置の設置高さとする。
- ④ モータ等は基礎ボルト等で十分剛な基礎又は架台等に固定されているものとする。
- ⑤ 地震力は、ポンプ（モータ）に対して水平方向に作用するものとし、鉛直方向は考慮しないものとする。

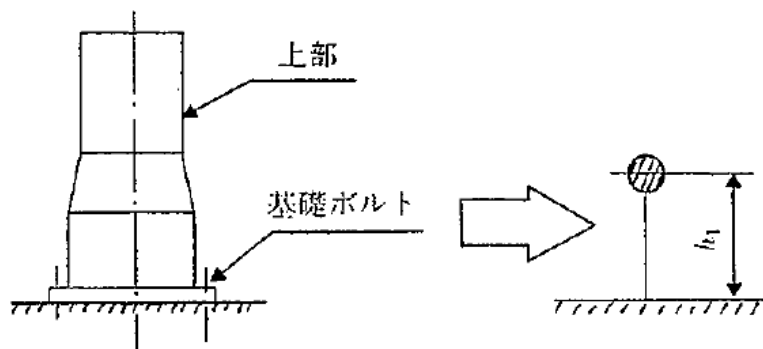


図 1 1 質点系計算モデル

固有周期の計算には下記の JEAG4601-1987 の (6.6.3-504) 式を用いた。

$$T_i = 2\pi \sqrt{\frac{W_i}{g} \left(\frac{h_i^3}{3E_i I_i} + \frac{h_i}{A_{s_i} G_i} \right)}$$

ここで、

- T_i : 固有周期 [s]
- W_i : 重量 [kgf]
- g : 重力加速度 [m/s²]
- h_i : 据付面から重心までの距離 [mm]
- E_i : 縦弾性係数 [kgf/mm²]
- I_i : 断面二次モーメント [mm⁴]
- A_{s_i} : 最小有効せん断面積 [mm²]
- G_i : せん断弾性係数 [kgf/mm²]

また、モータ等の固有周期の計算に係る値は表 1 の値を用いた。

表 1 モータ等の固有周期の計算に係る値

		駆動用モータ	ウォームギア	電磁クラッチ
重量	W_i [kgf]	3.565	0.527	0.77
重力加速度	g [m/s ²]	9.81		
据付面から重心までの距離	h_i [mm]	70	40	85
縦弾性係数	E_i [kgf/mm ²]	20904		
断面二次モーメント	I_i [mm ⁴]	2.67E+07	1.07E+05	4.23E+05
最小有効せん断面積	A_{s_i} [mm ²]	4345	278	627
せん断弾性係数	G_i [kgf/mm ²]	8056		

3. 計算結果

モータ等の固有周期及び固有周波数の計算結果を表 2 に示す。なお、固有周波数は固有周期の逆数として求めた。固有周波数は最も小さい電磁クラッチでも約 90Hz となっており、共振の目安となる 20Hz と比較して十分に大きい結果となった。

表 2 固有周期 T 及び固有周波数 f

	駆動用モータ	ウォームギア	電磁クラッチ
固有周期 T [s]	0.0056	0.0076	0.0111
固有周波数 f [Hz]	177.8	131.2	89.8

4. まとめ

駆動用モータ、ウォームギア及び電磁クラッチの固有周期を評価したところ、最も長いものでも 0.0111[s] (=89.8Hz) であり、共振の目安となる 0.05[s](=20Hz) よりも十分に短いため、地震による共振のおそれはないと評価する。

5. 参考文献

- [1] 財団法人日本電気協会(1987), 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987

以上