

空気圧縮機基礎三次元振動解析

正会員 JFE スチール(株) 西日本製鉄所 笹 祐也

1. はじめに

JFE スチール(株)西日本製鉄所倉敷地区では、2016年に酸素工場にて空気圧縮機(以下、圧縮機)更新に伴う圧縮機基礎の新設工事をおこなった。図1に圧縮機と圧縮機基礎の全景を示す。圧縮機基礎には、圧縮機本体機の稼働により振動が伝わる。振動による影響は、機械自体の性能低下だけではなく、振動公害といった人的被害にもつながる。そのため、基礎の設計では防振について検討する必要があった。本稿では、発生する振動について、設計時の三次元振動解析値と設備稼働後の振動計測値の比較評価について報告する。

2. 防振設計

防振とは、機械に発生する完全に止めることができない振動を、障害にならないレベルまで抑制することをいう。防振の方法には、防振ゴムを介し機械を配置する方法、あるいはコンクリート基礎の上にコルク等の木材による防振基礎を設置する方法等がある。しかし一般的には、発生する振動を小さくするほどコストが高くなる傾向がある。そのため、本稿では特別な材料は用いずにコンクリート基礎のみに防振効果を期待し、設計を実施した。圧縮機基礎では、一般的に機械重量に対する基礎の自重(以下、重量比)3~5倍で設計されているが、明確な設計基準はない。今回、重量比を4倍と設定し、防振設計に問題がないか検証した。

3. 三次元振動解析

圧縮機基礎の振動解析は、固有振動解析と時刻歴応答解析の二手法によって実施した。解析プログラムには、三次元FEM計算ソフトのSTADD PROを用いた。図2に解析モデルを示す。荷重条件は、機械

重量とコンクリート自重である。そして、境界条件は鋼管杭における、鉛直・水平方向の杭バネ定数を設定した。固有値解析では、基礎固有振動数と圧縮機設備の共振域を比較し、共振が起こらないことを確認した。時刻歴応答解析では、機械の加振力が基礎に作用した場合の基礎振幅量を導出し、許容振幅量の範囲に収まることを確認した。また、振幅量については、設計値と実測値の比較評価もおこなった。



図1 空気圧縮機全景

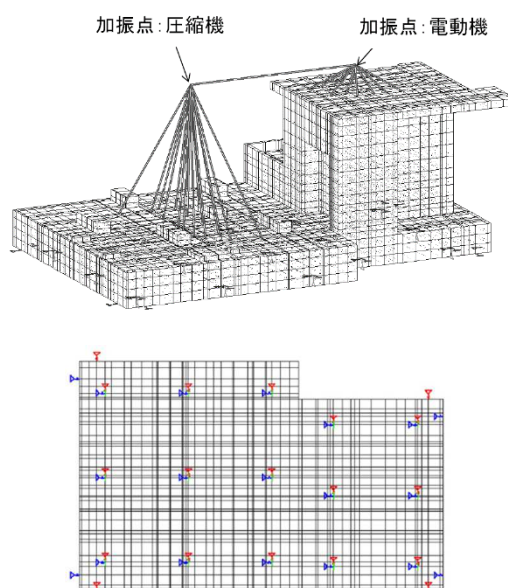


図2 解析モデル

キーワード：振動解析，防振設計，コンクリート基礎

〒712-8511 岡山県倉敷市水島川崎通1丁目 086-447-3701 (FAX: 086-447-3740)

3.1. 固有値解析

3.1.1. 解析諸元

表 1 に圧縮機設備における共振域を示す。これらの振動域に基礎の固有振動数が含まれないことを確認する。

3.1.2. 解析結果

表 2 に各モードにおける固有振動数と各軸の有効質量比の一覧を示す。x 軸ではモード 2, y 軸ではモード 4 と 6, z 軸ではモード 1 がそれぞれ支配的なモードであることがわかる。図 3 に変位 0 の場合と、モード 1, 2, 6 における最大変位時の比較図を示す。支配的なモードにおける周波数の値と圧縮機設備の共振域を確認し、基礎の固有振動数は設備の固有振動数域に含まれていないため、基礎は機械と共振しないということが確認できた。

3.2. 時刻歴応答解析

3.2.1. 解析諸元

圧縮機基礎の要求された許容振幅は 10 μ m であった。当初の荷重条件に設備稼働時の加振力を加味した時刻歴応答解析を行い、最大振幅が許容振幅を超えないことを確認する。また、圧縮機基礎における、稼働後の振幅実測結果と解析値の比較も行った。

3.2.2. 解析結果

表 3 に圧縮機基礎上面における振幅の解析値と実測結果の最大値をそれぞれ示す。解析値より、基礎の振幅は許容値以下となっていることが確認できる。

また、圧縮機基礎振幅の実測結果と解析値の比較では、実測結果が解析値と許容振幅より小さい値であるため、要求された許容振幅を満足することができたと言える。

4. まとめ

今回、酸素工場空気圧縮機基礎における振動解析を行い、固有値解析では機械と基礎の共振が起こらないことを確認した。また、時刻歴応答解析では、圧縮機基礎に発生する振幅が、許容値内に収まることを確認した。その結果、圧縮機基礎における重量比の設定が適切であるという結論を得た。

参考文献

- 1) 山原浩;環境保全のための防振設計 (1974 年)

表 1 設備共振域

設備名称	共振域【Hz】
プルギア	16～24
ピニオン	100～197

表 2 各モードの固有振動数と有効質量比

モード	周波数【Hz】	周期【s】	有効質量比【%】		
			軸直角方向 x軸	鉛直方向 y軸	軸方向 z軸
1	2.07	0.48	0.04	0.01	99.74
2	2.18	0.46	96.45	0.00	0.04
3	3.09	0.32	2.79	0.00	0.01
4	5.98	0.17	0.03	62.56	0.11
5	6.49	0.15	0.68	1.05	0.00
6	6.81	0.15	0.00	36.37	0.11

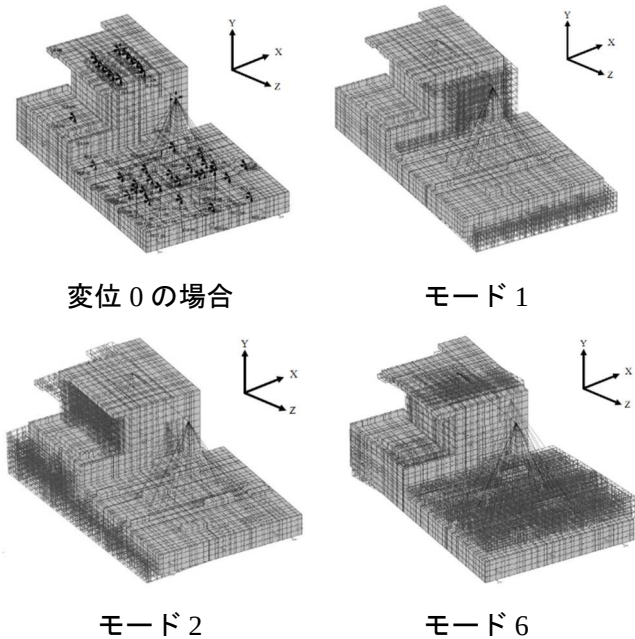


図 3 各モードにおけ最大変位比較

表 3 時刻歴応答解析結果と実測結果

	振幅【 μ m】	許容振幅【 μ m】
解析値	9.06	10.00
実測結果	8.00	