

高速度振動型ミキサーに関する研究*

佐藤 征丞*¹・外山 真也*¹・桐原 祐司*²

Development of High-speed Vibratory Mixer

Masatsugu SATO, Masaya TOYAMA and Yuji KIRIHARA

60[Hz]での稼働を想定した機械式かくはんシステム“パイブロミキサー”の高速度の振動稼働状態における試験機の強度評価を、CAEシステムにより機構解析および構造解析を行うことで検討を行った。

キーワード：CAE、設計支援、機構解析、構造解析、有限要素解析

1 はじめに

冷化工業㈱の“パイブロミキサー”は、一般的なバッチ式ミキサーとは異なり、振動を利用した機械式かくはん方法により高粘度混合物の連続生成が可能である。現在、機械式かくはんシステムは30[Hz]で稼働しているが、これを60[Hz]で稼働させることにより、さらに高粘度の流体の混合が可能となることが考えられる。しかし、かくはん機に加わる負荷は非常に過酷なものになることが予想された。そこで、不要な振動を低減させるため、等価荷重を用いた対向型のクランク機構を用いることとし、その場合の強度評価をCAEシステムを利用することにより行った。また、今回は前年度の試作機である片持ち式の機構から剛性を上げるために、両手持ちの機構に変更しており、その評価もCAEシステムにて行った。

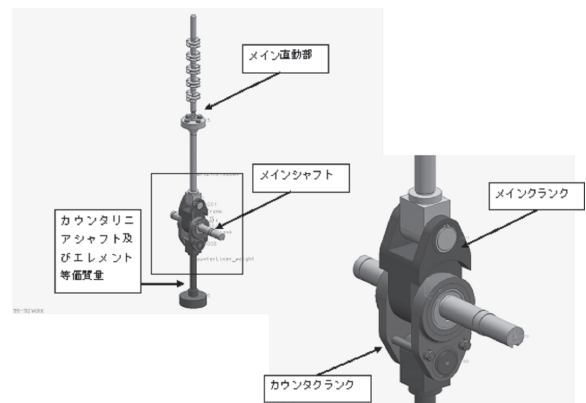


図 1 機構解析モデル

表 1 解析プロパティ

メッシュ情報		
要素タイプ	固体メッシュ	
メイン直動部	要素サイズ	5.1045[mm]
	要素数	24917
カウンタリニア部	要素サイズ	5.1664[mm]
	要素数	20831
メインシャフト	要素サイズ	5.0636[mm]
	要素数	32732
材料特性		
S45C	ヤング率	205[GPa]
	ポアソン比	0.28
SCM435	ヤング率	203[GPa]
	ポアソン比	0.28

2 有限要素解析方法

2-1 機構解析

高速振動型ミキサーのミキサー部分を図 1 に示す。図のように上下方向不釣り合いに起因する振動を抑制するために、カウンターウェイトを下部に配置した対向型を採用した。

* 宮崎県戦略的地域科学技術振興事業
* 1 機械電子部
* 2 冷化工業株式会社

解析では、駆動部の部品を質量と慣性モーメントを持つ5つの剛体リンクとして定義し、定常状態60[Hz]における運転時の各結合部に対する負荷の計算を行った。解析はUnigraphics NX4を使用して行い、ソルバーはADAMSを使用した。

2-2 構造解析

構造的に応力集中が起こると予想される部分
a)メイン直動部シャフトピン周辺、b)カウンタリニア部シャフトピン周辺、c)メインシャフトを対象とし、それぞれ、機構解析より算出した最大荷重にて構造解析を行った。解析に用いたプロパティを表1に示す。また、解析にはCosmosWorks2008を使用した。

3 結果および考察

3-1 機構解析結果

1周期(1/60[sec])の動学的解析により求められた部品の接合部に加わる最大荷重を表2に示す。この結果からメインシャフトに加わる荷重が最大であり、その加速度は69[G]にも達していることが分かった。

3-2 構造解析結果

解析結果から、VonMisesの最大応力について、いずれも100[N/mm²]以下に収まっており、良好な結果が得られた。特に、最大の荷重が加わるメインシャフトでは、応力は12[N/mm²]程度となっており、剛性の高さを確認することができた。

表2 機構解析結果

		最大値[N]	最小値[N]
メイン直動部シャフトピン		2214	-2116
カウンタリニア部シャフトピン		2071	-2374
メインシャフト	メインクランクによる荷重	6667	-6488
	カウンタクランクによる荷重	3037	-3408

3-3 改善前のモデルとの比較

今回の試作機と前段階の試作機のモデルとの比較を行い、改善による効果を確認した。

以前のモデルではクランクの形状が片持ちの構造となっており、構造的に弱い上に左右の対象性が無いため、メインシャフトには偶力が加わる構造となっていた。

解析結果を表3に示す。シャフトピンに関しては1/10以下に抑えられており、応力集中に関して大幅に改善されていることが確認できた。

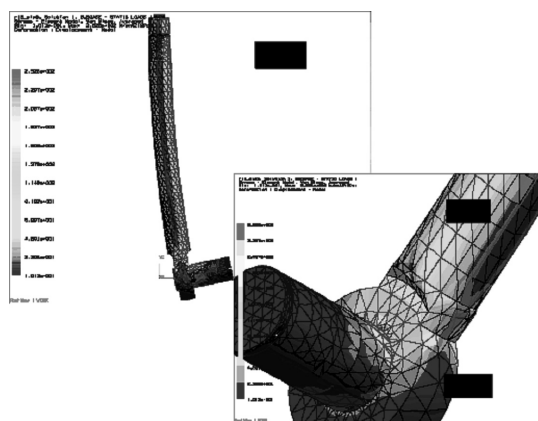


図2 改善前シャフトピン構造解析結果

表3 シャフトピン応力の最大値の比較

改善前	252.6[N/mm ²]
改善後	21.36[N/mm ²]

3-4 実機による試験

冷化工業(株)にて実機による試運転を行い、60[Hz]の運転でも安定して運転することが確認できた。ただし、長時間の運転では、カム部の軸受け部分で発熱が激しく、実用化に関しては、熱の対策を考える必要がある。

4 まとめ

機械式加振機の構造については、CAEおよび試作機による実験により、理論の正確さが証明されたと共に、より高速運転に適した機構とすることができた。特に、設計段階から構造解析を行うことで必要な強度を得ることができた。残る問題は軸受部の発熱問題であるが、この問題を解決できれば実用化は可能であると考えられる。