

プロジェクト名：振動利用システムに生じる自励振動のメカニズム解明および防止対策に関する研究

プロジェクト代表者：森 博輝（理工学研究科・助教）

1 研究背景

機械の中には、振動搬送機、衝撃ダンパ、振動ふるいなど、一定振動数で系を加振することによる衝突をともなうシステムがある⁽¹⁾。このようなシステムにおいて、加振振動数とは異なる低周波振動が発生して問題となることがある⁽²⁾。現象の特徴から、これは自励振動の一種であると考えられる。実機⁽²⁾においては、一般的に自励振動に効果があると言われている系の支持減衰を大きくする方法で振動発生を抑えているが、その発生メカニズムが明らかになっているとは言い難い。振動ふるいについては低周波音対策に関する文献⁽³⁾も見られるが、これは加振振動数と一致した周波数音の低減を目的としており、上記の自励振動に対するものではない。

本研究では、基本的な2自由度衝突系において上記のような振動現象が生じることを示すと同時に、現象の発生メカニズムを解明することを目的としている。本報では、いくつかの主要なパラメータが振動に及ぼす影響を調べた。本研究の結果は、振動搬送機、振動ふるいなど衝突をともなう一般的な系に対して適用可能であると考えられる。

2 実験

本報で用いた実験装置の概要を図1に示す。図中の記号は第3章における解析で用いるパラメータを示している。装置は、ともに右端を玉軸受によって回転自由の状態に支持された2本のアルミ棒（以下、上棒および下棒と呼ぶ）および不釣り合いおもりからなる。上棒および下棒の幅はそれぞれ5 mm および10 mm であり、これらはともに十分に硬く剛体とみなせる。下棒は図1(a)のように左端に近い位置を上からばねで支持されており、右端まわりに振動することができる。図1(b)に示すように、下棒のばね支持点の位置には奥行き方向に長いシャフトが通っており、シャフトには下棒に関して対称な位置に2個の不釣り合いおもり $m_w = 41.5 \text{ g}$ が取り付けられている。シャフトの一端はビニール管によりモータに結合されており、モータを駆動することで不釣り合いおもりを一定角速度 ω_w で回転させ、下棒を振動させることができる。上棒は左端近傍が下棒に載った状態で置かれ、下棒が振動すると自由に跳びはねることができる。両棒の接触点には、上棒側に緩衝材の柔らかいゴムが設置されている。測定にはレーザ変位計を用いて、接触点の変位を測定した。

図2は、加振振動数を $f_w = 15.0 \text{ Hz} \sim 24.5 \text{ Hz}$ の間で0.5 Hz ごとに大きくしたときの下棒の波形を周

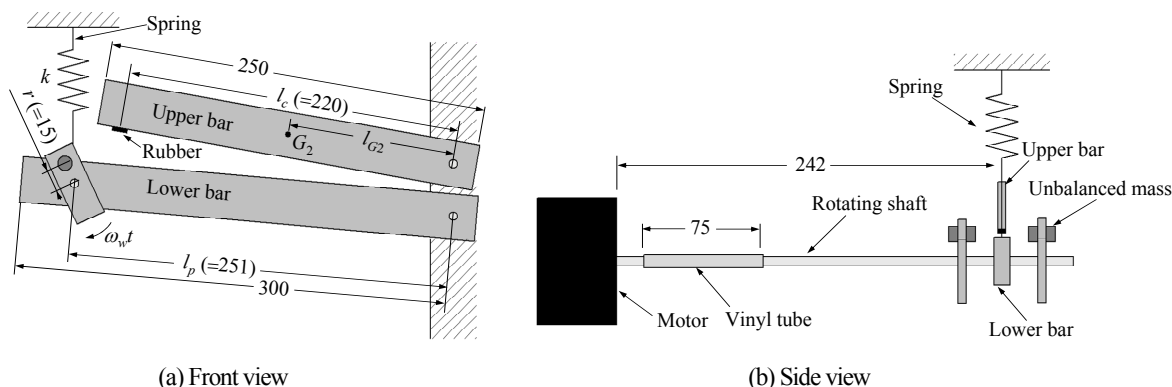


Fig.1 Experimental apparatus

波数解析した結果である。図 3 より、加振振動数が $f_w = 15.0 \text{ Hz} \sim 22.5 \text{ Hz}$ の範囲における周波数解析結果には加振力と一致した振動数成分のピーク（破線の位置）のみが卓越しているが、回転数が $f_w \geq 23.0 \text{ Hz}$ の場合には固有振動数付近の $4.5 \text{ Hz} \sim 4.6 \text{ Hz}$ にピークが現れることがわかる。したがって、自励振動は高い加振振動数で発生すると考えられる。

図 3 は、加振振動数が $f_w = 24 \text{ Hz}$ の場合について、低周波振動が成長する過渡状態における下棒の波形を示したものである。図 3(a)より、I→II→III と時間が経過するにつれて下棒の振幅が大きくなっていることが確認できる。

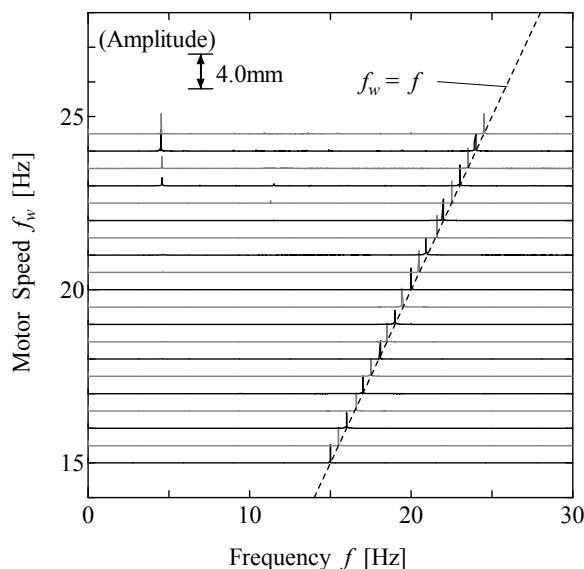


Fig.2 Frequency spectra

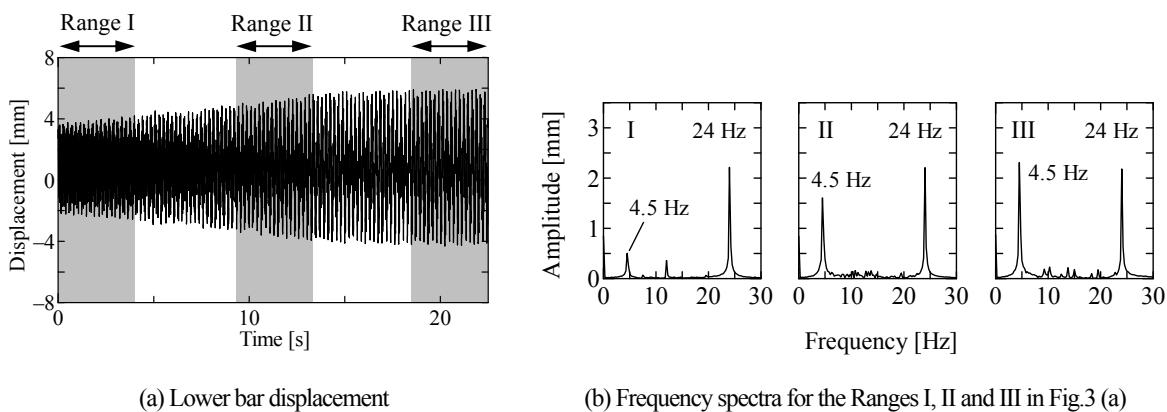


Fig.3 Growing up of self-excited vibration

図 3(b)は図 3(a)における I～III の各領域の波形について周波数解析を行った結果である。この図より、I→II→III と時間が経過するにつれて固有振動数 $f_n = 4.4 \text{ Hz}$ に近い $f = 4.5 \text{ Hz}$ の振動数成分が卓越していく様子がわかる。

3 まとめ

基本的な 2 自由度系を用いて、衝突をともなう系で自励振動が発生することを実験的に示した。その結果、加振振動数が大きくなると自励振動が発生することが明らかとなった。また、ここでは紙面の都合上割愛したが、解析により発生メカニズムに関する考察を行った。しかしながら、平成 22 年度の研究では防止対策の確立までには至らなかった。これについては今後の課題としたい。

4 文献

- 1) 井上順吉, 末岡淳男, "機械力学II", 理工学社, (2002), pp.127-139.
- 2) 本家浩一, 振動ふるい機の自励振動, 日本機械学会機械力学・計測制御部門講演会 D&D2003 v_BASE フォーラム, No.03-7, (2003), pp.29-30.
- 3) 内田季延, "建設工事で用いる振動ふるいの低周波音対策□位相制御による音源のダイポール化□", 騒音制御, Vol. 32, No. 1 (2008), pp. 14-19.