

1. 研究背景・目的

日本の三大工業地帯である京浜工業地帯、名古屋工業地帯、阪神工業地帯は活断層に囲まれており、地震危険度の高いところである。地震が起こった際に、工作機械の転倒による損傷と転倒した工作機械で作業中の従業員の人的被害が予想される。このような被害が出た場合企業は工作機械と従業員不足になり事業を再開するのが遅くなり、損失も大きくなってしまう。そのような状況になるのを避けるために工作機械の固定が重要になる。

しかし、兵庫県南部地震で移動や転倒した機械では、ほとんどがアンカーボルトなどの固定器具を使用しておらず、震災地域で作業していた金属加工関係の企業に対する調査では工場内の工作機械の8割以上を無固定で設置していた。理由としては工場のレイアウトの容易性やコスト削減などである。本研究の目的は地震の際、転倒の危険性が高い工作機械を判別することで固定する工作機械を判断し、震災の際に人的被害を低減することを目的とする。

2. 検討方法

転倒の可能性を検討するのに、剛体の転倒問題に置き換え検討する。剛体の転倒条件式としては(1)式と(2)式を用いる。

$$A_{cr} = \begin{cases} \frac{b}{h}g & , F_e \leq \frac{11.0}{\sqrt{h}} \\ 20\pi F_e \frac{2b}{\sqrt{2h}} & , F_e > \frac{11.0}{\sqrt{h}} \end{cases} \quad (1)$$

$$F_b = 11/\sqrt{h} \quad (2)$$

工作機械の半幅 b (cm) および重心高さ h (cm)、工作機械への入力最大加速度 A (cm/s/s) および等価振動数 Fe (Hz)、境界振動数 Fb (Hz) がわかれば、工作機械の転倒の可能性を推定することができる。g は重力加速度である。

(1)式, (2)式より図1の A_{cr} と F_b を求め、気象庁の周期および加速度と震度の関係のグラフから等価振動数 (Hz) と加速度 (cm/s/s) を求めその結果、図1の斜線部の位置だと転倒の可能性が高いことがわかる。

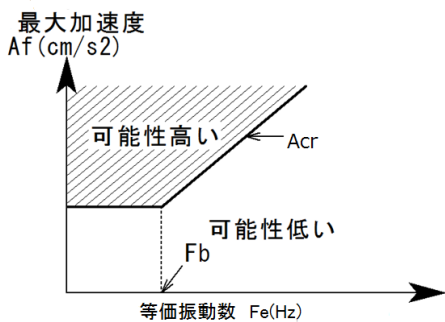


図1 転倒限界式

3. 検討結果および考察

本研究では実際に工場に使われている工作機械を評価した。

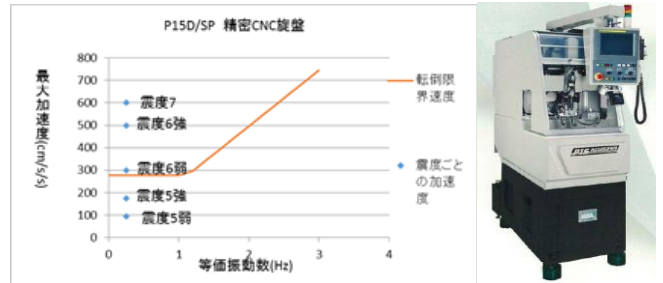


図2 精密 CNC 旋盤の転倒評価 写真1 精密 CNC 旋盤
精密 CNC 旋盤 h=97cm b=27.5cm

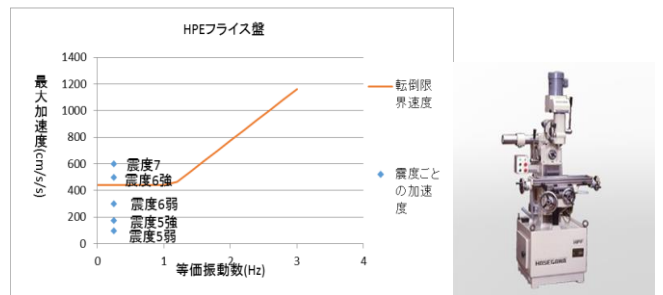


図3 HPE フライス盤の転倒評価 写真2 HPE フライス盤
HPE フライス盤 h=95cm b=42.5cm



今回は工場で多く使用されている旋盤とフライス盤を検討した結果、縦に長い CNC 旋盤は震度 6 弱で転倒の危険性があり、HPE フライス盤は CNC 旋盤より安定はしているが、震度 6 強で転倒の危険性があるという結論をえた。

この結果を踏まえて、地震の際の安全を考慮し工作機械を固定する必要があることが分かる。しかし、アンカーボルトなどの固定器具はコンクリートの中に埋め込まなくてはならず手間と費用が掛かってしまう。そこで CNC 旋盤などの工作機械は図4のように連結させることにより作機械の半幅 b (cm) が大きくなり、転倒の危険性を低下させることができる。CNC 旋盤単体時は震度 6 弱で転倒の危険性があったが、連結させることにより転倒の危険性を震度 7 にすることができた。

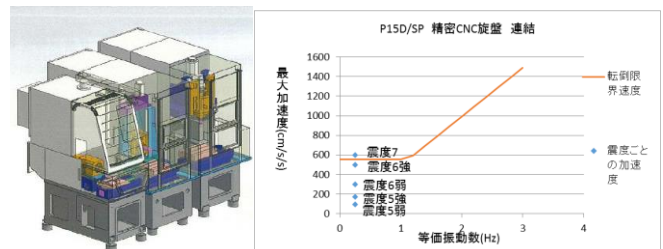


図4 工作機械の連結 図5 CNC 旋盤連結時の転倒評価
参考文献

- 阪神・淡路大調査報告書機械設備の被害
- 地震時の家具の転倒可能性の簡易評価手法
- 非構造部材の耐震設計施工指針・同解説・耐震設計施工要領