

平成30年4月6日
日本原子力発電（株）

連結材の動的荷重作用時の性能について

1. 固縛装置に作用する動的荷重

固縛装置は、他設備への悪影響防止を目的に設置しており、余長を設けた固縛装置は、竜巻により固縛対象設備の横滑りが発生した後に作動（連結材の余長が展張）することで、固縛対象設備を制動して停止させる。連結材の展張時には、固縛対象設備が有していた速度 v_{SA} が0となるため、図-1のように固縛装置には制動荷重の反力として、動的荷重が作用する。

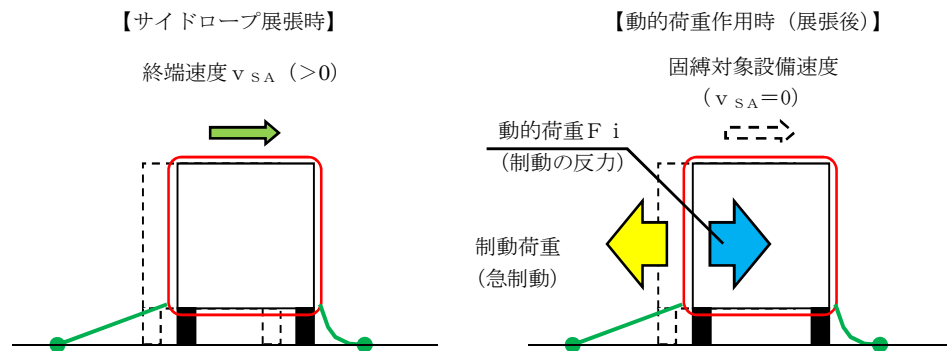


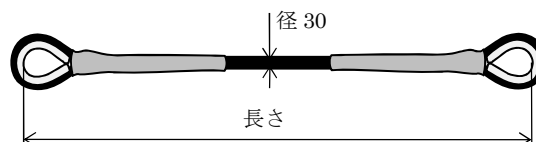
図-1 連結材の展張以後の固縛対象設備の概要モデル

この動的荷重は、連結材の弾性的に拘束力を生じる性質を考慮し、連結材はバネ定数 k を有する弾性体として考慮したバネモデルを用いて算出している。

2. 連結材の選定

1. にて算出した動的荷重 F_i に対し、固縛状態を維持できるように許容限界以内となる連結材を選定する。連結材の許容荷重としては、メーカー提示値の規格引張強度を用い、動的荷重以上となる仕様の連結材を選定する。

東海第二発電所の連結材は、高強度繊維ロープを用い、図-2に示す。



(高強度繊維ロープ $\phi 30$)

図-2 連結材の概要

3. 連結材の動的荷重作用時の性能

高強度繊維ロープの規格引張強度は、mm/min (= cm/sec) の速度にて引張試験を行った結果に、安全率を考慮して設定した強度である。引張試験での引張速度は、動的荷重の算出モデルでの連結材の展張する時の固縛対象設備が有する速度 v_{SA} である、約 2m/s (= 2×10^2 cm/sec) に比べて、小さい速度となるが、図-3 に示すように引張速度が上がると引張強度が増大することがメーカーにて確認されており、固縛対象設備が有する v_{SA} に対して引張強度は 30 %程度増大することがわかる。

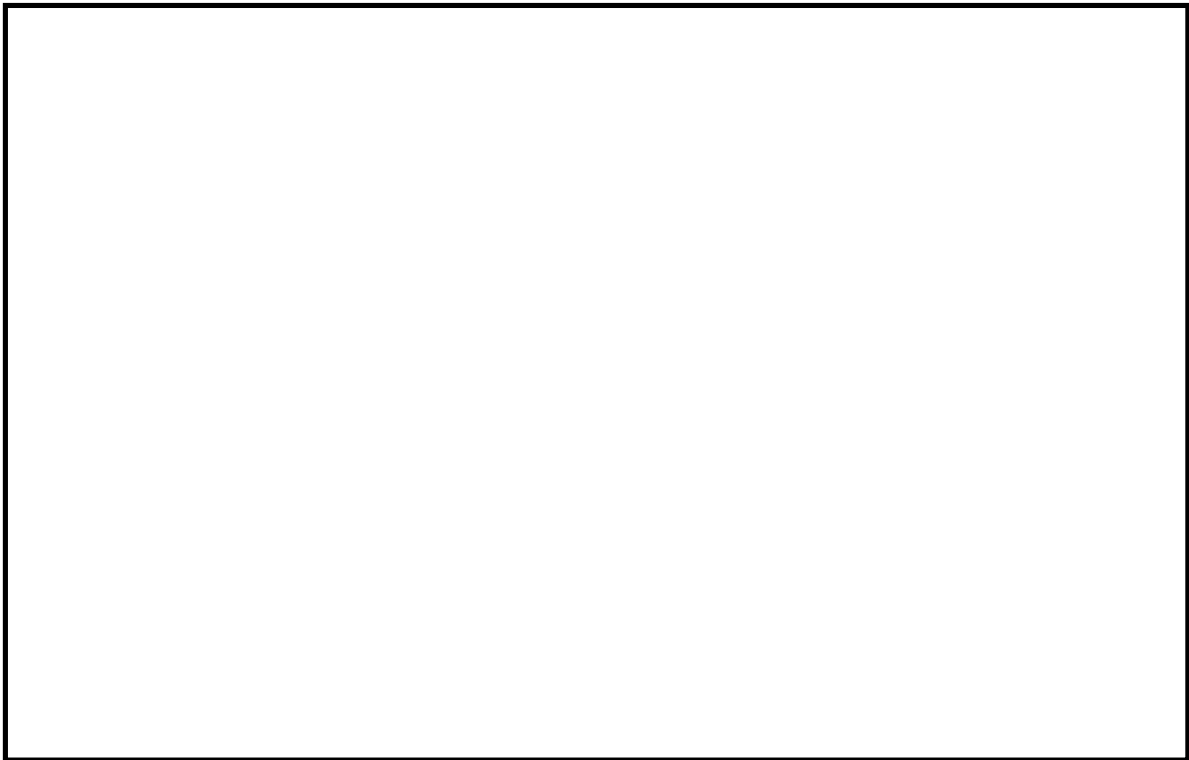


図-3 高度繊維の荷重速度と引張強度の関係

4. まとめ

連結材に動的荷重 F_d が作用することに対して、荷重速度が大きいほど引張強度が増大することから、メーカーで規定している規格強度にて設計することにより、動的荷重が作用した場合であっても連結材の性能は確保することができる。

以 上

固縛装置に作用する動的荷重の算出

1. 動的荷重の算出モデル

動的荷重の算出に用いたバネモデルは図-1 に示すとおりである。

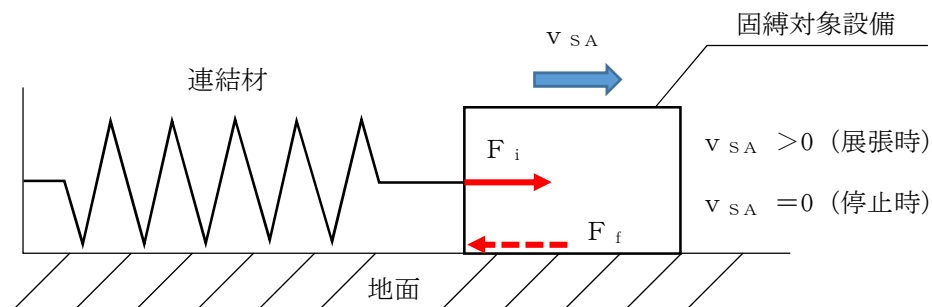


図-1 連結材の動的荷重の算出モデル

連結材に作用する動的荷重 F_i は、次に示す①式によって表される。

$$F_i(t) = k \cdot B \sin\left(\sqrt{\frac{k}{m}} \cdot t\right) \quad \dots \textcircled{1}$$

k : 連結材のバネ定数 (連結材の等価剛性)

B : 連結材の振幅

m : 固縛対象設備の重量

t : 展張時からの時間

なお、連結材に対する速度、加速度、変位の関係は振動方程式より、図-2 のとおりとなり、固縛対象設備の速度 $v_{SA}=0$ となる時点では、加速度の大きさは最大値を示し、荷重と加速度の関係から、動的荷重 F_i が最大となる時点とも一致する。

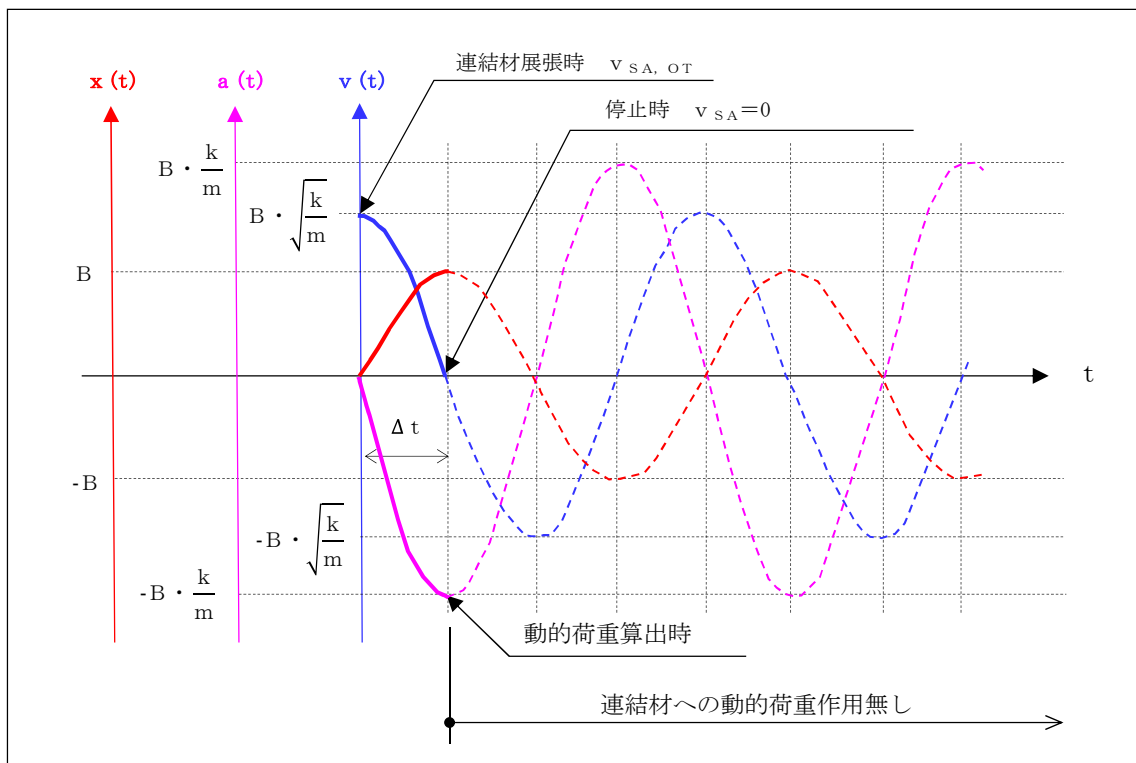


図-2 固縛装置に作用する加速度，速度，変位の関係

したがって，固縛装置に作用する動的荷重 $F_{i, \max}$ は，②式により算出される。

$$F_{i, \max} = F_i \left(\frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{k}} \right) = k \cdot B \sin \left(\sqrt{\frac{k}{m}} \cdot \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{k}} \right) = k \cdot B \cdots \textcircled{2}$$

なお，動的荷重の算出モデルに対し，実現象では，固縛対象設備と地面との間には，動摩擦力 F_f が生じ，摩擦抵抗により，変位（振幅）が小さくなり，その後も徐々に変位が減衰し，ある状態で停止することとなるが，固縛対象設備に作用する動的荷重 F_i の算出は，この動摩擦力 F_f を考慮していないモデルを用いていることから，動的荷重 F_i には保守性を有していると考えている。

以 上