



専門分野 振動工学, 構造力学, 数値計算
 最終学歴 熊本大学 大学院工学研究科
 土木工学専攻修了(昭和 63 年 3 月)
 学位 博士(学術)(熊本大学)
 職歴 佐世保重工業株式会社



<はじめに>

日本列島は太平洋プレートやユーラシアプレートなどのプレート境界に位置するため、日本では2011年3月の東北地方太平洋沖地震のような海溝型地震や1995年1月の兵庫県南部地震のような直下型地震が多発する。近い将来において南海トラフを中心とした大規模海溝型地震や首都圏直下型地震の発生が予想されているため、地震に伴う津波による災害を少なくする技術に加えて、構造物の地震時安全性を向上させる技術などの開発は社会の要請である。

本研究室では、社会基盤を構成する橋梁やエネルギープラント、生活基盤を構成する建物、経済基盤を構成する生産設備などの各種構造物の地震時安全性を向上させる免震装置や制振装置を開発し、構造物に対するそれらの装置の効果を予想するための大規模動的応答解析法の研究を行う。

<研究内容>

1. 磁気式免震支承の開発

建築物、橋梁、プラントなどの免震化では積層ゴム支承などを用いた水平固有周期の伸長が一般に行われる。また、重要プラントの免震化では各種事故・火災などに対する高い安全性が要求される。図1は開発中の磁気式免震支承の基本構造図である。図(a)と図(b)はそれぞれ平面図と断面図である。提案支承は主にスライドプレート(1)、ベースプレート(2)およびリテーナー(3)で構成する。リテーナーは転動体(4)を転動自在に格納し、平面的に多数の転動体を配置する。スライドプレートとベースプレートおよびリテーナーにはそれぞれ中央部に円盤状の磁石(5,6,7)を互いに吸引するように配置する。括弧内の1~7の数字は図中の符号を示す。平面図の上半分はスライドプレートが見える状態を示し、下半分はスライドプレートを取り外してリテーナーが見える状態を示す。

また、図1はスライドプレートとベースプレートに一对の力 F が作用し、両プレート間に変位 u が生じた状態を示す。スライドプレートとベースプレートおよびリテーナーが変位 u の方向に相対的に移動した時に、これらを元の位置に戻す方向に磁気復元力が発生する。

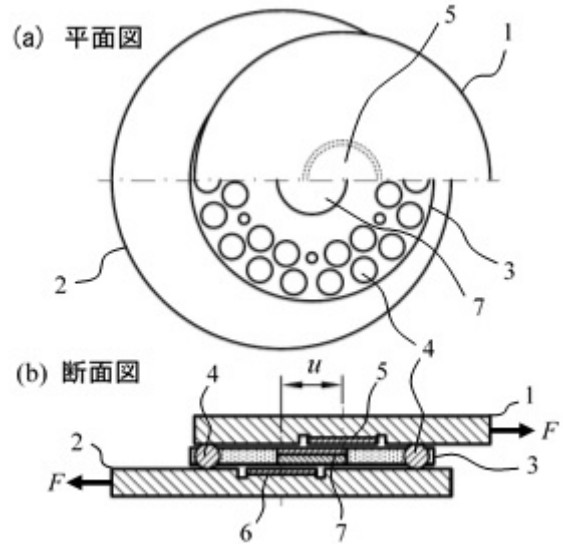


図1 免震支承の基本構造図

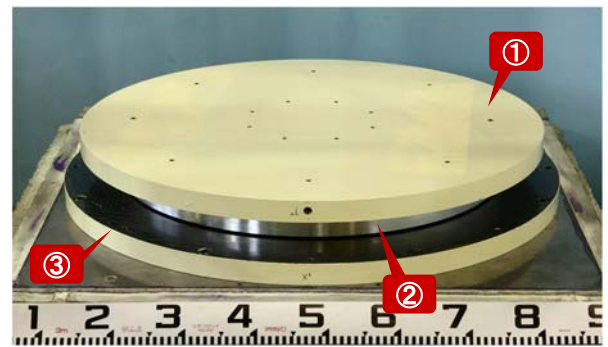


写真1 免震支承の外観

(①: $\Phi 770 \times t35$, ②: $\Phi 600 \times t50$, ③: $\Phi 830 \times t35$)

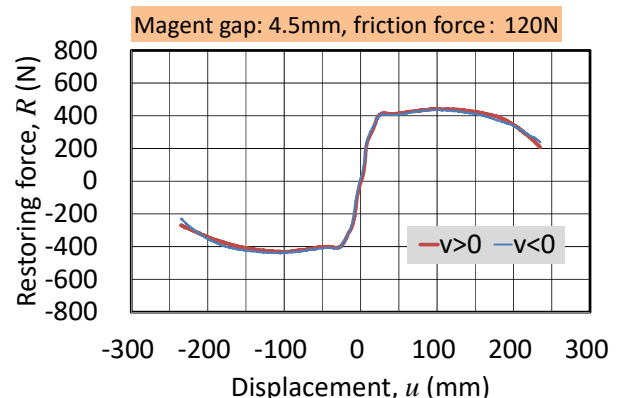


図2 免震支承の復元力と変位の関係

写真1は試作した免震支承の外観である。図2は装置の復元力と変位の関係である。支承は変位に関する接線剛性が変位の増加に対して減少する漸軟型の復元力特性を有するので、この支承で支持された構造物の水平固有周期は振幅の増加と共に伸長する。

本研究では、免震支承の磁気特性、復元力特性、固有振動特性を実験で調べ、復元力生成機構を理論的に解明し、支承の免震特性を振動実験によって調べる。また、放射性廃棄物の暫定貯蔵方式として検討されている自然空冷型乾式キャスクへの本支承の適用についても検討する。

(特許 6175641 号, 他特許査定手続き中 1 件)

2. 変位比例摩擦力型減衰装置の開発

写真2はH24年度に試作した提案の振動減衰装置の外観である。この装置は高層ビルや橋梁の長周期地震動対策に用いることができる。図3に示すように、この装置の減衰力は変位の絶対値に比例して増加するので、この装置を変位比例摩擦力型振動減衰装置と呼んでいる。図4に高層ビル等の長周期地震動対策に用いる場合の装置の設置方法を示す。この装置に関する特許は日本と中国で成立した。

上記とは別の超弾性合金ワイヤーを用いた新しい減衰装置が特許登録をとった。

(特許第 5286487 号, 特許 6253052 号)



写真2 振動減衰装置の外観
(最大減衰力 100kN・最大振幅 40mm)

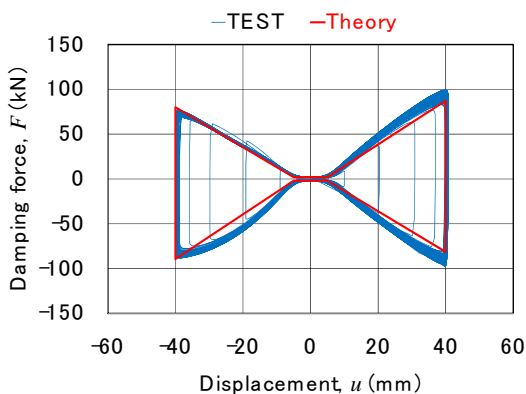


図3 振動減衰装置の減衰力と変位の関係

3. 大規模動的応答解析法の研究

大規模構造物の動的問題や弾塑性問題の数値解を求める場合、大型疎対称行列の連立一次方程式を高速かつ低コストで解く必要がある。連立方程式の未知数の数は1億個を超えることもある。現在世界最速の富岳のような分散メモリ型並列計算機はこのような連立方程式を経済的に解く有力な手段である。ただし、分散メモリ型並列計算機はノード間通信が必要であり、ノード間通信の性能はノード内のCPUとDRAMの通信性能に比べて劣る場合が多いので、計算機の性能を最大限発揮するためには通信量と通信回数が少ない連立一次方程式の解法が必要となる。

本研究では、筆者が提案する区分的に値を持つ基底ベクトルを用いた大型疎対称行列の連立一次方程式の並列解法を改良する。提案法は以下の4つの操作を繰り返すことにより、連立一次方程式の解を求める方法である。

- 1) 区分的に値を持つ基底ベクトルを用いる Galerkin 近似により、未知数の数を減らした連立一次方程式を、各領域で作る。
- 2) それらの減次された方程式の近似解を他の反復法で計算する。
- 3) 得られた近似解をつなぎ合わせて元の方程式の最良近似解を構成する。
- 4) 得られた最良近似解を用いて提案の基底ベクトルを更新する。
- 5) 前記 1)~4)の操作を繰り返す。

具体的には基底ベクトルの更新方法を改良し、提案解法の高速化を図る。

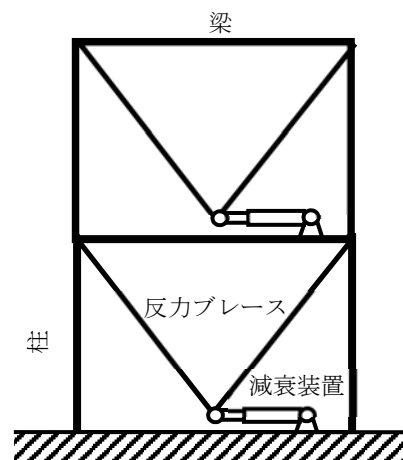


図4 減衰装置の高層ビルへの設置方法