

(I - 34) 両固定端可動節点門型ラーメンを用いた振動応答に関する基礎的実験

日本大学 正 員 〇澤野利章

日本大学 正 員 秋山成興

日本大学 学生員 中澤雅人

1. 概 説 振動している物体の変形や振動方向を時系列で得る場合、物体に非接触な状態で測定を行おうとすると問題が多々生ずる。しかし、自由振動あるいは振幅や減衰力の小さい物体の場合には、接触状態での変形量の測定が振動体に大きな減衰力を誘発するために、より正確な測定を行うには非接触状態での測定が不可欠となる。従来の非接触測定法であるストロボカメラや写真による方法では、大量の時系列データ処理を人力によって行わなくてはならず、今日の多量データ処理時代のコンピュータ解析には不適切であると考えられる。そこで、振動の状態を計測するために軽量で小型の速度変換器や加速度変換器を用いて電気的な信号をアナログデータとして解析したり、A/D 変換を行ってコンピュータへの取り込みが行われている。

本研究では、弾性の力学モデルを応力-ひずみ関係が非線形となるダフティングの方程式の復元力特性を示すバネを有するモデルの振動応答解析を数値解析として行なった、粒状物体による層状構造体あるいは砂質土層のせん断振動応答解析に関して、これらの解析結果の検証実験に先駆けて、振動応答に関する基礎的な実験を行うものである。検証のための実験においては直方体箱等に砂質土あるいは粒状の物体を層状に入れて大型振動台上に設置し、その底面から調和振動波を入力して表面の応答加速度および変位の測定を想定しているが、この場合の加速度計の設置方法や加速度の出力状況、応答値に関するノイズや零シフトなどの処理方法、さらには加速度値から速度、変位を計算する上で障害となる要因については何ら明らかにされていない。したがって、これらを事前に把握・理解し、検証実験における実験方法を確立し、より有効な結果を得るための基礎的実験を行うものである。著者等はこれまでに非常に単純な 1 自由度系の倒立振り子を想定して自由および強制振動について実験解析を行い、加速度応答の特性や重力加速度の影響に対して解析を行ったが、重力加速度の影響により真の水平加速度が測定できなかった。このため、与えた初期変位のみから応答加速度を計算したために真の水平加速度を算出することができず、ピークの値に多少の誤差を生じた。本実験の供試体ではこれを克服して、真の水平加速度応答を測定して理論的な加速度の計算、応答変位計算を行うことにした。

2. 実験方法 本研究では図-1 に示すように、振動に対して不安定となる特殊な両固定端可動節点門型ラーメンを作成して、振動系が 1 自由度の減衰のある自由振動となるように設定して実験を行うこととする。実験に用いた供試体の水平梁、柱はアルミニウム、可動節点は真鍮および $\phi 1.5\text{mm}$ の鋼を用いて、節点の摩擦による減衰力が極力小さくなるようにヒンジを製作した。これらの柱を L 型アングルによって基盤面に固定して両固定端状態を得る。初期変位として水平梁の水平変位を 1 cm, 3 cm, 5 cm, 初期速度を 0 として与え、10ms 間隔でラーメン構造の水平梁上と柱先端部の加速度を計測することとする。このようにして、加速度の応答をそれぞれ 5 回計測して、その平均値をもって応答加速度波形、固有周期、減衰定数を求めることとする。表-1 中の実長とは固定アングルより上部の長さであって、柱部材が純粋にバネの効果をもたらす長さである。この実長を用いて柱部材のバネ定数を求めている。また、部材重量はアングルや固定ネジ等の付属物を除いたアルミニウム棒自体の重量である。水平梁重量とはヒンジ 2 個、

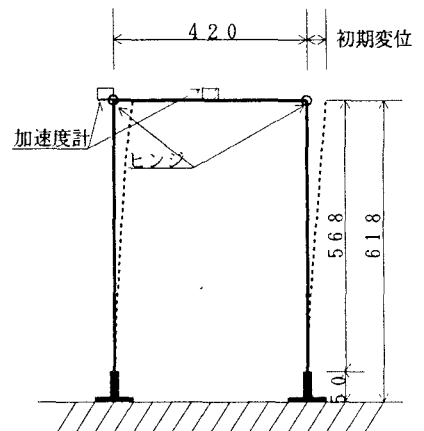


図-1 両固定端可動節点ラーメン

ネジの総重量である。さらに断面二次モーメントは部材平均幅2.00cm，平均厚0.29cmより算出した。加速度計重量は1個25g，加速度計接続コードの重量は0.132g/cm である。

表－1 供試体諸元

部材	呼び寸法mm	実長mm	部材総重量 g	ヤング係数 kg/cm ²	断面二次モーメン cm ⁴	バネ定数 kg/cm	固有周期 sec	減衰定数
柱	62 20	568	85.3	6.39×10^5	4.065×10^{-3}	0.04252	3.486	0.006642
梁	42 20	420	66.1	_____	_____	_____	_____	_____

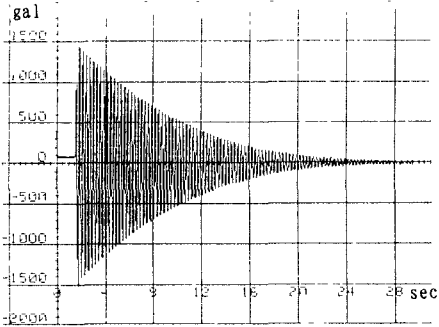
強制振動実験では，供試体を固定した振動台より直接水平振動を与えるものとする。本供試体の固有振動数は，自由振動実験より表－1 のように得られているので，1次共振が生ずる3.5Hz を中心とした2～5 Hzの間で行い，変位振幅が0.5, 1.0, 1.5mm で強制振動を行った。なお，応答加速度の測定は過度状態を過ぎるまで十分加振を行い，定常状態を確認してから5秒間の計測を行うこととする。

3. 結果および考察

3. 1 自由振動測定加速度 図－2 は初期変位を3 cmとして与えた自由振動における柱先端部の測定応答加速度である。柱先端部の加速度計は柱に剛結されているため，柱の変形によって生じるたわみ角が先端部の加速度計に重力加速度を与えていることが良くわかる。振幅の小さな自由振動時の場合でも柱のたわみ角による加速度は，わずかな量であるが確実に重力加速度を示している。初期変位を求めると表－2 となり，初期変位の誤差はすべて1 mm以下であった。

表－2 初期重力加速度と初期変位

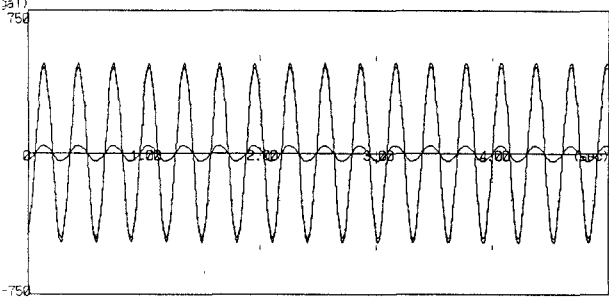
初期変位 (cm)	1	3	5
重力加速度(gal)	28.1	79.0	129.7
変位量 (cm)	1.08	3.06	5.03



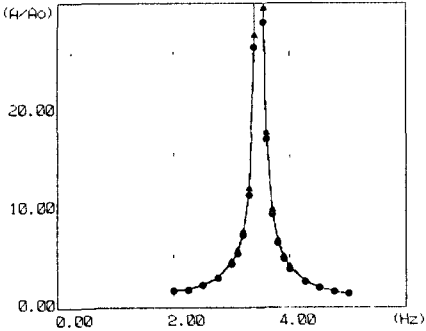
図－2 自由振動柱部加速度

重力加速度の振動は，柱部と同周期の減衰自由振動であるので，速度，変位への換算には，その影響を除去して計算する必要がある，初期の変位もしくは加速度が既知であれば，加速度計の傾きの影響は除去することができることが分かった。

3. 2 強制振動測定加速度 図－3 は変位振幅を1.0mm とした場合の入力周波数3.3Hz の結果である。一番大きな値から順番に柱部の加速度，水平梁の加速度，振動台の入力加速度である。このようにして得られた応答加速度(A) と入力加速度(A₀) の比，つまり加速度応答倍率を算出したものが図－4 である。図－4 中で●印が水平梁の応答倍率値，▲印が柱部の応答倍率値である。共振点に近づくほど両者の差異が大きくなっているが，これは変位が大きくなったことにより柱部の傾きが大きくなり，重力加速度の影響が大きくなったためと考えられる。しかしながら，重力加速度や加速度計の傾きが加速度応答曲線におよぼす影響は微小であり，多少の傾きが生じても応答倍率曲線に対しては影響がないものと考えられる。



図－3 強制振動応答加速度



図－4 加速度応答倍率