

建物の応答加速度と層間変形

振動被害について、ポイントとなる問題をシリーズでご紹介しています。今回はその5回目、前回は建物内の増幅と固有周期の測定について紹介しましたが、今回は応答加速度と層間変形について紹介いたします。

【応答加速度】

振動被害は建物が振動して損傷が生じるので、地盤の振動の大きさよりも建物の応答振動（加速度）の大きさが問題になり、建物に生じる加速度（応答加速度）により仕上げ部材が剥落したり、建物に微小変形が生じてひび割れ等が発生するのが“振動被害のメカニズム”であることはこれまでにご紹介した通りです。

この時の建物に生じる力は、前者は「仕上げ材の自重×応答加速度」、後者は「建物自重×応答加速度」が“慣性力”として働きます。応答加速度が50gal（水平震度0.051：重力加速度980galに対して0.051倍）とした場合、前者ではタイル仕上げの重量 $25\text{gf/cm}^2 \times 0.051 = 1.28\text{gf/cm}^2$ の慣性力が生じ、この力がタイルの付着力を上回ると剥離や剥落が生じます（図-1）が、通常のタイルの付着強度（ 4Kgf/cm^2 ）に比べて、3,000倍以上の安全率があるので、よほど老朽化した箇所以外では剥落する事はないことがわかります。このため、通常、振動被害は後者のみを扱います。（実感し易いように旧単位系で表記しています）

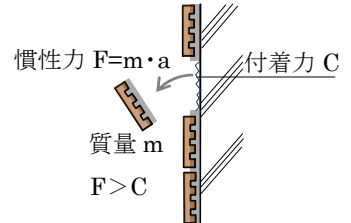


図-1 付着力<慣性力

【層せん断力と層間変形】

木造建物では一般に屋根が重いため、慣性力は階の中心から上部の重量に作用し、各層（階）に層せん断力が生じます。この層せん断力により層間変形角が生じます。この場合、建物の損傷は、この層間変形角により生じるので、各部位の損傷と層間変形角の関係から被害の判定が可能になります。元々この考え方は耐震診断と全く同じもので、中地震時（水平震度0.2≒200gal）に倒壊の危険性（層間変形角1/60）、安全性（1/200）を検討するのに対して、工事振動時に損傷発生限界（層間変形角0.5/1000）を超えて各損傷が生じるのかを検討する事です。（詳しくは第44号2008.12参照）

前回のような1質点系のモデル（図-2）から建物のモデルで考えると、図-3のようになります。バネ強さ k を耐震診断等で求める事も出来ますが、 $T=2\pi\sqrt{m/k}$ の関係から（1）式（2）式を（4）式のように書き換えられるので、固有周期 T を測定する事で変位量 δ を求め、層間変形角から被害判定を行う事が出来ます。

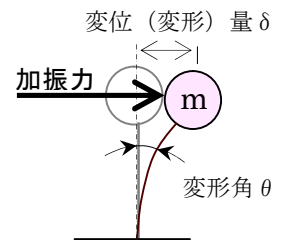


図-2 1質点系モデル

層間変形角と各損傷の関係は第58号2010.2をご覧ください。

- F : 慣性力
- m : 質量 (kg)
- a : 応答加速度 (cm/sec²)
- δ : 変位 (cm)
- k : バネ強さ（剛性） (kgf/cm)
- θ : 層間変形角 (rad)
- h : 階高 (cm)

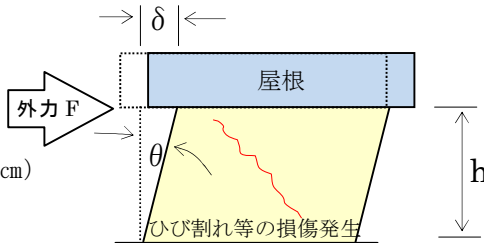


図-3 慣性力と層間変形角と損傷

- 慣性力 $F=m \cdot a$ (1)式
- 変位 $\delta = F/k$ (2)式
- 層間変形角 $\theta = \delta/h$ (3)式

$$\delta = \frac{a \cdot T^2}{4\pi^2} \text{(4)式}$$

【まとめ】 応答加速度－変位量－層間変形角－損傷程度はリニアな関係ですので、応答加速度が2倍になれば損傷程度は2倍になります。また、固有周期からバネ定数を評価することで層間変形角を求め損傷程度を評価する事が出来ます。このように建物の振動特性の調査を行う事で、定量的に振動被害を判定する事が出来るわけです。実際には動的・立体的な問題ですが、これら静的・平面的扱いは安全側になります。