

土の室内動的試験

大阪市立大学工学部 正員 ○ 西垣好彦
北浦善昭

1. まえがき

筆者らは昨年“大阪洪積粘土の動的弾性係数”⁽¹⁾で現場の切り出し洪積粘土の大型供試体を低周期で自由振させ、その固有周期から動的弾性係数を求めたことを報告した。今回はこの方法をさらに厳密に検討するため、解析法の検討と同時に室内において各種実験を行ったので、この試験法の妥当性について述べる。

2. 解析法と実験方法

図-1のような系の振動は自由端の荷重と自重をもつ片持梁の一自由度系の振動で、曲げおよびせん断の二つの弾性復元要素、さらに曲げ変形による回転慣性を考慮する必要がある。このような系については有名なチモシェンコの方程式があるが、この式を厳密に解くことは容易でない。そこでエネルギー法を用いて固有周期を計算することにした。計算式を求めるにあたり、次の仮定をする。

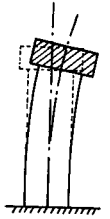


図-1

(1) 片持梁の固定条件は完全であり、並進および回転は考慮しない。

(2) 系の運動エネルギーの計算に用いる動たわみ曲線は静たわみ曲線に等しい。

これらの仮定については実験により確かめる。これらの仮定にもとづけば、ポテンシャルエネルギーとしては曲げおよびせん断変形によるヒズミエネルギー P_f と P_s 、運動エネルギーとしては曲げおよびせん断変形による $K_f P^2$ 、 $K_s P^2$ および曲げにともなう回転慣性による $K_p P^2$ が考えられる。この時系の固有振動数の自乗 p^2 は次式で与えられる。

$$p^2 = \frac{P_f + P_s}{K_f + K_s + K_p} \quad \text{----- (1)}$$

(1) 式の右辺各項を計算し、ポアソン比 $\nu = \frac{1}{4}$ とおいて整理すると次式を得る。

$$Ed = 1.221 \times 10^{-4} \frac{a w \ell + 35 W (b + 2c\beta + c\beta^2)}{\ell} \frac{(\ell/r)^4}{T^2} \quad \text{----- (2)}$$

式中、 a, b, c は試料の長さ ℓ 、半径 r の比 ℓ/r で決まる定数で図-2で求める。 β は荷重長さ ℓ' と試料長 ℓ の比である。

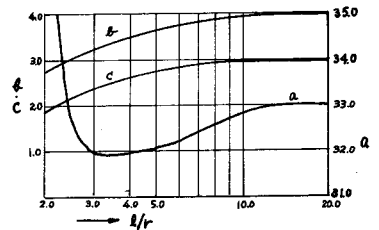


図-2

実験は現場から切り出した乱さない試料を円筒形に成形し、写真-1に示すような固定台にあげた穴に鉛直に立て、石コウを流し込んで固定し、自由端に荷重 W をのせる。また振動測定用の加速度計は荷重に固定した。この振動系の自由端を軽く指ではじいて自由振動させ、その振動を電磁オシログラフに記録させる。

3. 実験結果と考察

この振動系において最も重要な固定条件を調べるため、GL-690^mの大阪洪積粘土(MaB)の同一供試体で根入れ長さを変えて測定した。その結果は表-1に示すように根入れ長さは

0.5cm あれば十分であるといえる。次に供試体の動たわみ曲線を調べるため荷重先端の加速度計以外に同感度の加速度計を試料の各高さにセットして同時記録させた。その結果を加速度の振巾比でプロットすると図-3のようになり、自由端に集中荷重を有する片持梁の静たわみ曲線に等しく、また高さ方向の周期の変化はみられなかった。これらのことから測定された振動波形は基本振動のみで高次の振動モードは含まれていないことがわかる。以上の2点より理論解析での仮定は成立しているといえる。次に周期の変化により動的弾性係数が変化するかを調べるため同一試料で先端荷重や試料長を変えて測定した。その結果は表-1および図-4に示したように周期が0.268~0.0807secの範囲では等しい動的弾性係数を得た。

以上のことから(2)式の妥当性すなわち解析上の仮定は成立するといえる。

また、同一試料の微小ヒズミにおける一軸試験の応力~ヒズミ曲線より求めた静的弾性係数は2370kg/cm²となった。

表-1 実験結果 [根入長cm], <荷重長cm>, (周期sec)

試料長 (cm)	63.0 [3.5]	59.0 [0.5]	54.6 [4.9]	52.2 [7.3]	29.3 [0.5]	21.7 [0.5]
荷重 (kg)						
7.51 <6.1>	2228(0.268)	2382(0.224)	2384(0.199)	2428(0.185)	2359(0.0807)	2182(0.0548)
5.04 <3.7>		2386(0.184)	2364(0.154)	2367(0.164)		
2.50 <2.3>	2343(0.168)					
1.32 <2.0>		2361(0.114)		2390(0.192)		
4.57 <9.0>		2391(0.186)	2355(0.167)	2394(0.155)		

4. 結 論

- (1) 片持梁供試体の自由振動より粘土の動的弾性係数を求めることができる。
- (2) 動たわみ曲線は自由端に集中荷重を有する片持梁の静たわみ曲線に等しい。
- (3) $l/r \leq 4$ において(2)式が妥当であることがわかった。
- (4) 振動周期が0.268~0.0807secの範囲では等しい動的弾性係数が得られた。

最後に、本実験に際してたえず御指導下さった工学部三笠教授、理学部竹中助教授に深く感謝の意を表します。

参考文献

- (1) 竹中, 西垣, 柳 (1969) "大阪洪積粘土の動的弾性係数" 第24回土木学会年次学術講演会

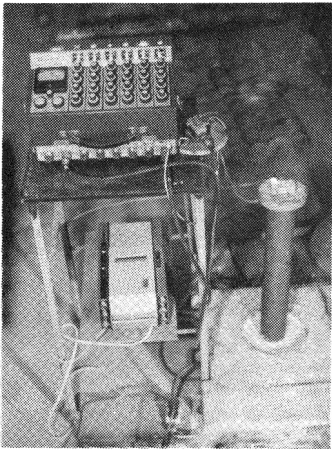


写真-1

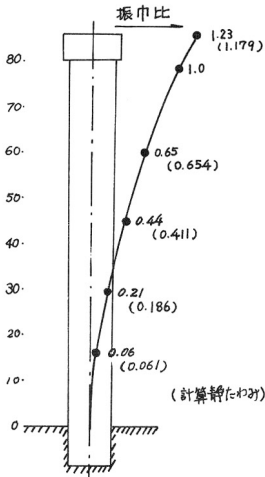


図-3 動たわみ曲線

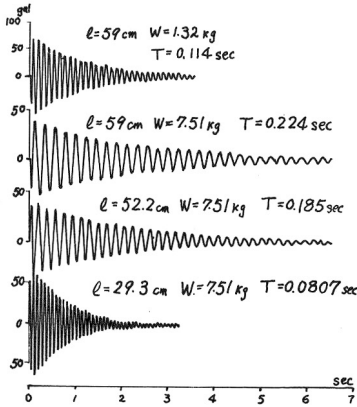


図-4 測定結果例