

木造免震住宅の実大振動実験

その2 免震装置とその力学的特性

正会員○深堀美英*1 正会員 久保孝治*2
 正会員 平野 茂*3 正会員 高橋武宏*3
 正会員 花井 勉*4 正会員 坂本 功*5

1. はじめに

本報では本実験に用いた免震装置の構成と力学的特性について報告する。

2. 免震装置の構成

本実験に用いた免震装置の構成を図2.1および表2.1に示す。本試験体は積層ゴム支承・滑り支承併用免震構造であり、A,Bいずれかの積層ゴム支承と滑り支承を用いている。積層ゴム支承Aは建物重量を支持しないことを前提としており、主として弾性バネとしてのみ機能する。積層ゴム支承Bは水平剛性を調整するために積層ゴム内部に直径130mmの空洞を設け、積層ゴムの圧縮破壊を防止する目的でそこに200枚のナイロン板を封入している。いずれも内部ゴムのせん断弾性係数 G は $1.3\text{kgf}/\text{cm}^2$ である。

なお、本実験における積層ゴム支承および滑り支承1基当たりの最大支持重量は標準状態でそれぞれ2.65tf、4.60tf、偏心状態で3.73tf、7.10tfである。

3. 免震装置の力学的特性

免震装置については本実験に先立って性能確認試験を行った。積層ゴム支承では2.50tfの鉛直荷重を載荷した状態で正負交番水平加力試験を行い、半サイクルごとの

表 2.1 免震装置の構成材料

符号	名称	材質
①	フランジ	SS400
②	内部鋼板	SPCC ($t=1.6\text{mm} \times 49$ 枚)
③	内部ゴム	天然ゴム ($t=2.5\text{mm} \times 50$ 層)
④	被覆ゴム	合成ゴム
⑤	ナイロン版	ナイロン ($t=2\text{mm} \times 100$ 枚)
⑥	ボルト	M12, F10T
⑦	鋼製ブロック	SS400
⑧	摺動子下地	SS400
⑨	固定金物	SS400
⑩	摺動子	SS400 ($t=2.3\text{mm}$) +テフロン系樹脂コート
⑪	緩衝ゴム	天然ゴム ($t=5\text{mm}$)
⑫	滑り面	SUS304 ($t=2.3\text{mm}$) +テフロン系樹脂コート

割線剛性 K_{rub} および吸収エネルギー E_0 と変位振幅 Δ の関係が図2.2(a),(b)のように得られている。滑り支承では2.83tfの鉛直荷重を載荷した状態で動的水平加力試験を行い、摩擦係数 μ と速度 V の関係が図2.2(c)のように確認されている。

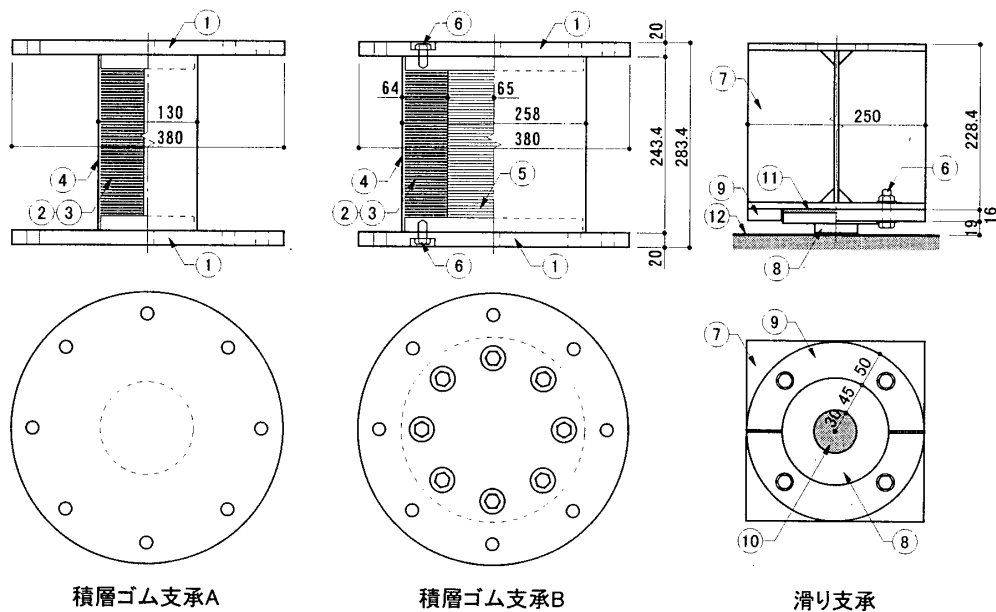


図 2.1 免震装置の構成

A Experiment of Base-Isolated Wooden House
 Part 2 Base-Isolation devices and their mechanical characteristics

FUKAHORI Yoshihide et al.

ここで、積層ゴム支承の割線剛性および滑り支承の摩擦係数がそれぞれ変位振幅と速度に関わらず図2.2(a),(c)中に示す一定値 \hat{K}_r 、 $\hat{\mu}$ をとるとして免震層の等価剛性 K_{eq} を次のように算定する。

$$K_{eq} = N_r \hat{K}_r + \frac{\hat{\mu} W_s}{\Delta} \quad (1)$$

ここで、 N_r ：積層ゴム支承の数
 W_s ：滑り支承の支持重量

上部架構を剛体とし、 K_{eq} に基づく等価円振動数 ω_{eq} の正弦波振動状態にあるものとする。このとき粘性減衰係数 c による半サイクルあたりの吸収エネルギー E_c は次式で求められる。

$$E_c = \frac{\pi c \omega_{eq} \Delta^2}{2} \quad (2)$$

第1,8期および第2~7期の状態について c の値をそれぞれ0.00136、0.002とした場合の(2)式による $E_c - \Delta$ 関係を図2.2(b)に併記した。いずれも試験値にほぼ一致しており、本試験体における積層ゴム支承のエネルギー吸収特性は粘性減衰として評価できる。

滑り支承の半サイクルあたりの吸収エネルギー E_s を次のように求める。

$$E_s = 2\hat{\mu}\Delta W_s \quad (3)$$

半サイクル当たりの全吸収エネルギー E_{cs} は、

$$E_{cs} = N_r E_c + E_s \quad (4)$$

となり、等価減衰定数 h_{eq} を次式で求める。

$$h_{eq} = \frac{E_{cs}}{\pi K_{eq} \Delta^2} \quad (5)$$

ω_{eq} に基づく等価周期 T_{eq} 、 h_{eq} および滑り支承の吸収エネルギー比率 $R_{es} = E_s / E_{cs}$ と変位振幅 Δ の関係を図2.3に示す。 Δ が25~30cmの場合、第1,8期および第2~7期について T_{eq} は約3.2secおよび約2.5sec、 h_{eq} は約0.27および約0.15である。同様に R_{es} は約0.75および約0.85であり、エネルギー吸収は主として滑り支承で行われる。

4. まとめ

本報では本実験に用いた免震装置の構成と力学的特性および免震装置の力学的特性から定まる本試験体の概略的な振動特性について報告した

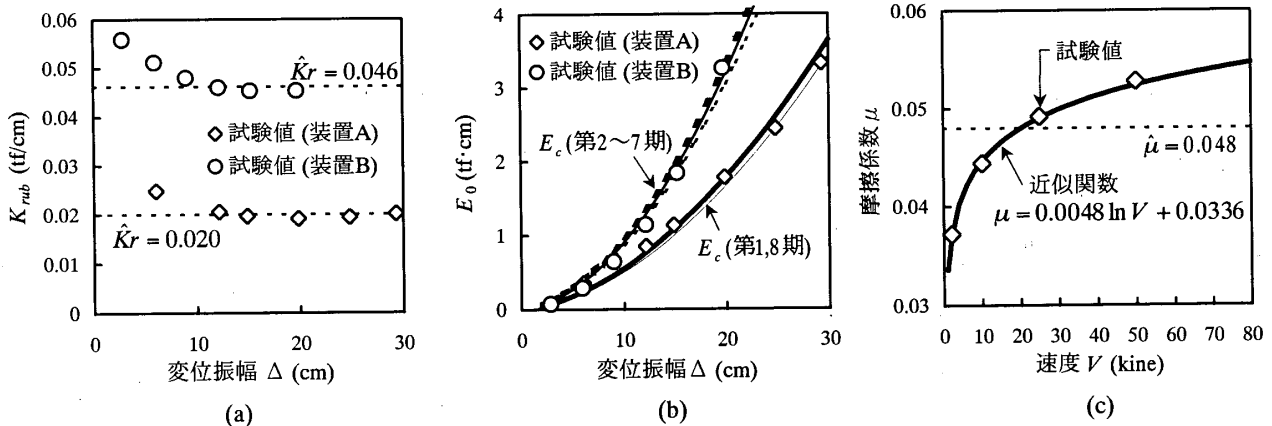


図 2.2 免震装置の力学的特性

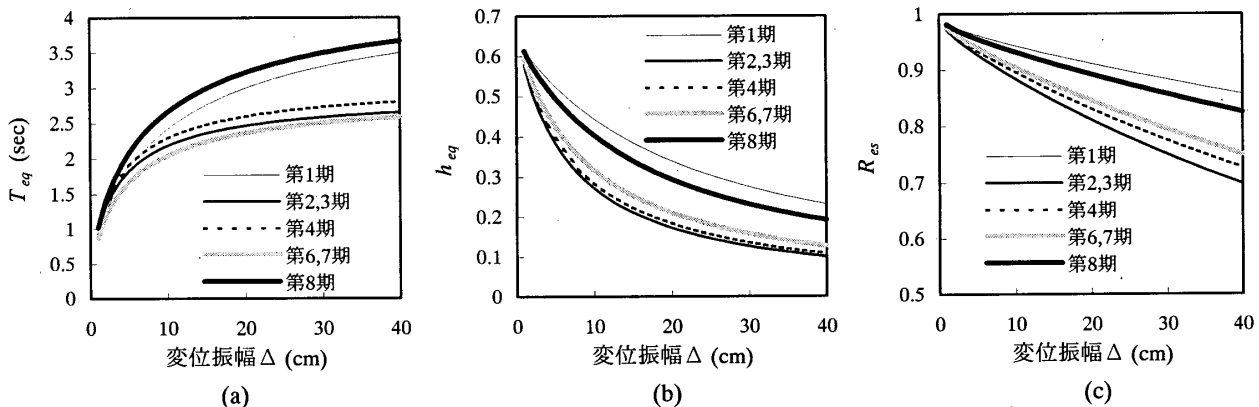


図 2.3 試験体の概略的な振動特性

*1 (株)ブリヂストン・工博 Bridgestone Co., Dr. Eng.
 *2 (株)ブリヂストン Bridgestone Co., Dr. Eng.
 *3 (株)一条工務店 Ichijo Housing Company Co., Ltd.

*4 (株)日本システム設計 Nihon System Sekkei Co.
 *5 東京大学 教授・工博 Prof., The Univ. of Tokyo, Dr. Eng.