

○ 東京大学	学生員	水谷 俊夫
東京大学	正 員	堀 宗朗
前田建設	正 員	斉藤 芳人
地崎工業	正 員	須藤 敦史

1. はじめに

阪神大震災により地震被害の予測が重要だと再確認された。予測の正確性を高めるためには地盤や建造物の情報が必要であるが、まずなによりも地震が起きた時にその地点での振動の大きさを知ることが大切である。地震の予知は大変難解であるが、どの地点はゆれが大きくどの地点ではゆれが小さいかを予測することぐらいは日頃のデータから可能である。現段階では、強震計のコストや設置地域の問題により十分な密度でのデータ収集がなされていない。そこで、人口密集地域に高密度に分布するコンビニエンスストアなどが所持する防犯ビデオカメラに注目し、高密度のデータ収集のための低コスト強震計のアイデアの一つとしてビデオカメラを利用した強震計とその解析方法を提案する。

2. システム概要

図1のように、棒をビデオカメラに固定して前に突き出た部分からおもりをぶら下げる。おもりは複数下げてもよいが、他のおもりや背景と一体化しないようなものを選ぶ。低コストにするためごく単純なものにする。

ビデオカメラによって撮られる画像は図2~4のようになる。 $\frac{1}{30}$ 秒ごとの静止画像が得られる。1つの画像の大きさは $640 \times 480 \text{ pixel}$ で、 1 pixel ずつにRGB 256階調のデータが入っている。前後の画像データのずれからおもりの動きを解析し、得られたおもりの変位データから入力振動を逆解析する。

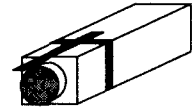


図1 ビデオカメラ強震計

3. 実験および解析結果

以下に振動実験と逆解析の一例を示す。おもりは球形で、プラスチック製の軽いものを2つ(半径7mm:赤色、黄色)と鉛製(半径2.5mm:銀色)のものを用了。棒はプラスチック製の剛性の強いものを選び、マジックバンドでビデオカメラにくくりつけた。棒とおもりをつなぐ糸には0.3mmピアノ線を用いた。入力振動は水平方向のみ与え、振動数を1Hz、5Hz、10Hzの3パターンとし、最大加速度を 30 gal (一定)とした。

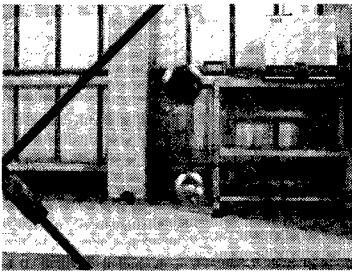


図2 0秒

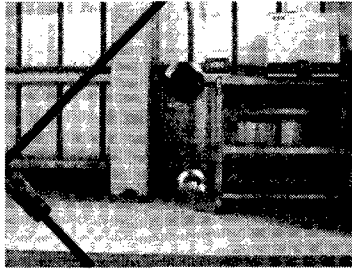


図3 $\frac{1}{30}$ 秒後

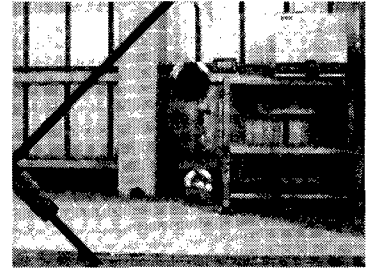


図4 $\frac{2}{30}$ 秒後

赤玉の解析結果を示す。図5~7は画像解析によって得られた変位データをプロットしたものである(5秒間)。縦軸は画像上のX座標(単位:pixel)で、横軸は画像が何枚目かを表している(すなわち30枚が1秒)。さらに、この変位データから入力振動を逆解析する。赤玉のが下式1の運動方程式を満たすとして、

$$m_0 \ddot{u}(t) + m_0(\omega_0)^2 u(t) = m_0 a(t) \quad \dots\dots\dots (1)$$

よって、

キーワード：強震計、画像解析、逆解析

〒113 東京都文京区弥生 1-1-1 TEL:03-3812-2111 内)5740 FAX:03-5802-3391

$$a(t) = \ddot{u}(t) + (\omega_0)^2 u(t) \dots\dots\dots (2)$$

となる。赤玉の半径が 7mm で画像上では 35pixel であるから、実際の変位に換算できる。そして、差分の式 3 より赤玉の加速度 $\ddot{u}(t)$ が得られる。

$$a_n = \frac{u_{n+1} - 2u_n + u_{n-1}}{\Delta T^2} \dots\dots\dots (3)$$

$\ddot{u}(t)$ 、 $u(t)$ と適当な ω_0 を式 2 に代入して得られる $a(t)$ が入力振動である。図 8～10 は、 $\omega_0 = 42.0$ として逆解析した入力振動の加速度である (縦軸： m/s^2 、横軸：秒)。また、それらを表 1 にまとめた。

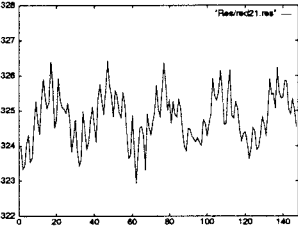


図 5 変位 (1 Hz)

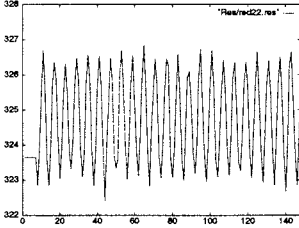


図 6 変位 (5 Hz)

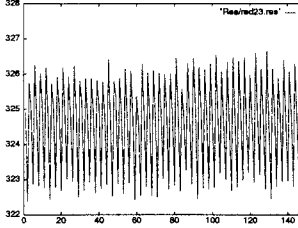


図 7 変位 (10 Hz)

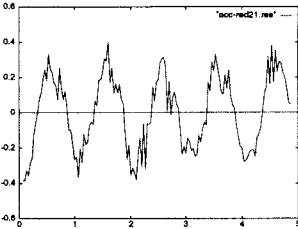


図 8 入力振動 (1 Hz)

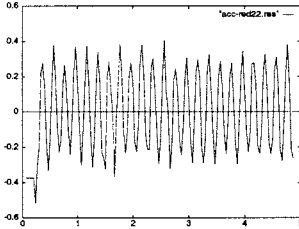


図 9 入力振動 (5 Hz)

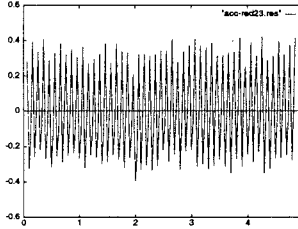


図 10 入力振動 (10 Hz)

	振動数	振幅 (平均)
パターン 1	1Hz	34gal
パターン 2	5Hz	31gal
パターン 3	10Hz	27gal

表 1 逆解析された入力振動

4. まとめ

逆解析による入力振動は振幅に多少ばらつきがあるものの比較的良く再現されている。今後は、入力振動に sweep 波形あるいは random 波形を用いた逆解析を行なう。さらに、横浜市の元町の防犯ビデオカメラに振り子を付けさせてもらうことも予定しており、実際の程度強震計として通用できるかを検討する方針である。