

都市ライフラインに対する高密度地震観測ネットワークの構築に関する検討

○(株)地崎工業 正会員 須藤 敦史
 東京大学地震研究所 正会員 堀 宗朗
 前田建設工業(株) 正会員 斉藤 芳人
 武蔵工業大学 正会員 星谷 勝

1. はじめに

都市ライフラインの地震による被害予想や防災を考える上で、狭い範囲における地盤の振動特性や分布の把握が必要となる。しかし、地盤振動は一般に地質構造の不均質性や増幅特性の複雑さから10～100mのオーダーで変化するが、それらを観測でき得る間隔で地震計は現在設置されていない。そこで経済的かつ高密度な地震観測ネットワークとしてコンビニエンスストアなどの防犯カメラから簡便に地震振動を推定する手法^{1,2)}が提案されている。本研究では実際の地震で得られたビデオ画像記録の解析から、経済的かつ高密度な地震観測ネットワークへの適応性の検討を行っている。

2. 防犯カメラを用いた地震観測ネットワーク

都市ライフラインのための高密度な地震観測ネットワークに防犯カメラを利用した場合の特徴を以下に示す。

a) 利点

- 1) 防犯カメラは殆どのコンビニエンスストアや銀行等に設置されており、設置間隔が極めて狭く、防災計画が必要な都市部ではさらに高密度で現存している。
- 2) 新たな機器・メンテナンスが不要であるため経済的である。
- 3) 正確な再生ができ、店舗によっては24時間記録している。
- 4) 物の振動や人の動きなどにより、定性的な検証も行える。

b) 不利点

- 1) 営業時間みの記録や静止画像の場合もあり、また一定期間で消去される場合もある。
 - 2) 電源が遮断された場合には画像は残らない。
 - 3) 記録装置を保有する店舗もしくは企業の協力が必要となる。
- ここで地震観測装置としての防犯カメラの画像解析は表-1に示す3通りが考えられる。

3. 標点観測による地震動（速度）

2000年10月6日に発生した鳥取県西部地震においてスーパー

マーケット（米子市付近）の防犯カメラにおいて記録された地震動の画像を写真-1に示す。

ここで左上の画像のショーケース角を標点として、画像解析により求められたカメラの揺れ角（図-1(a)）から得られたスーパーマーケットにおける地震速度の時刻歴波形を図-1(b)に示す。

また、鳥取県西部地震において米子周辺では最大加速度400gal程度の強い地震動が観測(K-NET)されており、表-2に示す気象庁の震度階における加速度と速度の関係からスーパーマーケットの標点観測で得られた最大速度40～50cm/s(kine)はほぼ妥当な値が得られたと考えられる。

4. 振り子観測による地震動（加速度）

次に高層ビル（東京都内）の最上階に設置された地震計の近傍に振り子とビデオカメラを設置（写真-2）し、実際の地震で記録された振り子の揺れから地震動の最大加速度を求めた結果を以下に示す。ここで写真-3には振り子の静止画像を示す。

表-1 各観測方法の特徴

観測方法	利 点	解析条件
(1)標点観測	特別な装置不要	建物・カメラの振動特性の把握
(2)振り子観測	簡単な装置	建物・振り子の振動特性の把握
(3)センサ観測	高感度、高性能	簡易センサの開発



写真-1 ビデオ画像と標点

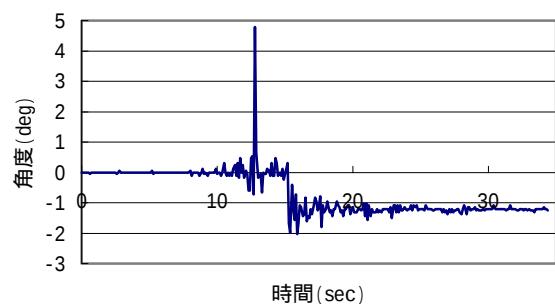


図-1(a) 地震によるカメラの揺れ角波形

キ-ワ-ド: 地震動, 画像解析, 入力同定, 簡易地震計, 高密度地震観測ネットワーク

連絡先 (〒105-8488 東京都港区西新橋 2-23-1 TEL 03-3592-6955 FAX 03-3502-2646 E-mail 1714@chizaki.co.jp)

ここで、実際に観測された強震計のデータおよび振り子の画像記録から、得られた入力加速度をそれぞれ図-2および解析結果を表-3に示す。振り子の揺れ解析からもほぼ妥当な地震動の最大加速度が得られたと考えられる。

5. ま と め

本研究は防犯カメラの画像から定量的に地震動の速度や加速度を同定する手法を利用した経済的かつ簡便な高密度地震観測ネットワークの開発を目的として、(1)標点観測および(2)振り子観測を実地震の観測値を通して試み、以下に示す結論が得られた。

- 1) 標点観測では、ほぼ妥当な入力地震動の最大速度が同定される。
- 2) 振り子観測では、地震動の時刻歴加速度波形の厳密な再現までには至らなかったが、最大加速度は表点観測と同様に定量的にほぼ妥当な入力地震動の最大加速度が得られることが判明した。
- 3) 以上より、コンビニエンスストアなどの防犯カメラの画像記録を利用することにより、簡単な観測と簡略化した解析システムが構成でき、加えて極めて狭い範囲における地震観測ネットワークの構築が可能となったと考えられる。
- 4) 本簡易地震観測・解析システムは観測機器の初期費用・維持管理費を必要としないため、都市ライフラインのための既設の地震観測ネットワークを補完する高密度な地震観測ネットワークとして十分機能するものと考えられる。

参考文献

1) 水谷俊夫，堀宗朗，須藤敦史，斎藤芳人：ビデオカメラを利用した強震計の提案，第25回関東支部技術研究発表会，I-50,pp.67-68,1998.

2) Muneo Hori, Atsushi Sutoh and Yoshito Saito: Strong Motion Measurement using Security Video Cameras, Journal of Structural Mechanics and Earthquake Engineering, J.S.C.E.,Vol.17 ,No.1,pp. 47s-57s,2001.

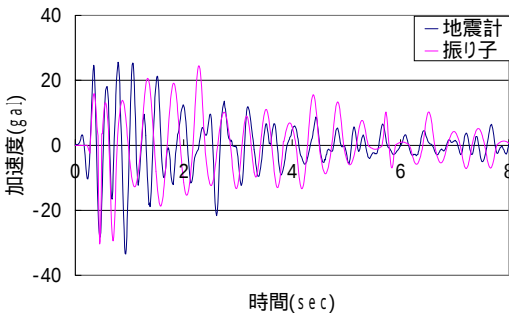


図-2 地震計と振り子解析による加速度

表-3 最大加速度

	短	中	長
振り子の加速度(gal)	73.3	37.6	33.9
推定入力加速度(gal)	54.3	27.9	25.1

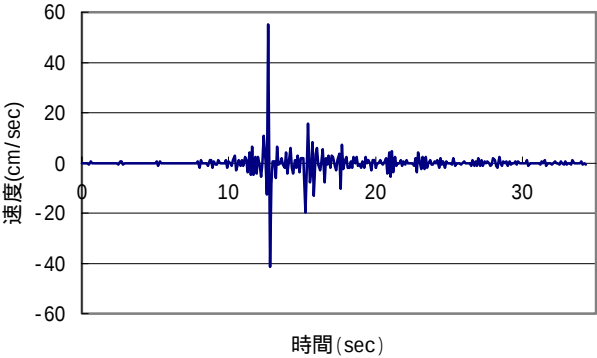


図-1(b) 画像より同定された地震動の速度波形

表-2 気象庁の震度階

震度階級	加速度 (cm/s ²)	速度 (cm/s)
5弱 強震	80 ~ 250	12.6 ~ 39.8
5強 強震		
6弱 烈震	250 ~ 400	39.8 ~ 63.7
6強 烈震		
7 激震	400以上	63.7以上



写真-2 振り子の揺れ観測



写真-3 振り子の解析画像