

新潟地震の強震記録について

地震研究所 金井 清

(昭和39年7月14日発表—昭和39年8月10日受理)

地震動による構造物の振動は、構造物の底部から入った波動が、その中で重複反射する現象にほかならないことが、いくつかの実在の建築物やダムでの観測結果と計算結果を比較することでわかつたものである¹⁾。

しかし、それらは、普通の強さの地震動や常時微動の観測結果であつたので、破壊的地震動でも、同様のことが言えるかどうかという疑問が残つていた。この研究の第1の目的は、新潟地震の強震記録を使つて、そのことを確かめようとしたものである。

構造物の鉛直坐標を z 、下端を $z=0$ 、上端を $z=H$ 、構造物内での波動の伝播速度を V とし、構造物内で波が重複反射すると、上端と下端における波形の間には次の関係がある。

$$U_{z=0}(t) = \frac{1}{2} \left\{ U_{z=H}(t) + U_{z=H} \left(t - \frac{2H}{V} \right) \right\}. \quad (1)$$

第2, 3 図中の上と中の曲線は、新潟市川岸町アパート(4階建鉄筋コンクリート造)の屋上と地下1階で観測された昭和39年6月16日新潟地震の強震計記録で、下の曲線は(1)式を使つて、屋上の記録(上の曲線)から下端の波形を求めたものである。ここで、(1)式に代入した $2H/V$ の値は、屋上の強震動の周期-頻度曲線の山になる周期を $4H/V$ と考えて求めたもので、第2図の長辺方向(EW)では 0.05 sec (常時微動の周期-頻度曲線の2つの山のうちの短い方)、第3図の短辺方向(NS)では 0.165 sec である。

第2図の長辺方向については、屋上と地下1階の記録そのものも非常によく似ているが 0.1 sec の波に眼をつけると、計算波形の方が屋上記録よりも地下1階記録に一層よく似ている。なお、屋上と地下1階の振幅が、あまり変わらないのは、この建築物が重くて、地盤が軟いから、勢力の地下逸散性が大きく、建築物内での増幅が小さいためであろう。

第3図の短辺方向では、記録開始後およそ 20 sec からの、周期約 6 sec の波は、地下1階の記録と計算波形とが全然合わない。この異常な現象は、地震動が地表に到達してから 20 sec ぐらいたつた頃に、建築物の基礎周辺の砂の流動化がおこり、建築物が大きく動揺したものと考えられる。

これらの建物の中にいた人たちは、激しい振動は感じなかつたので、あわてて避難しようとしなかつたが、ゆさゆさとゆつくり大きくゆれ始めてからは気分が悪くなりそう

1) 金井清, 吉沢静代; 「地震動による構造物振動の新しい問題 第1報」, 地震研究所彙報 **41**, (1963), 825. 同上; 「同上 第2報」, 同上 **42**, (1964), 237.

ので、外に出たと言っていたが、このことは、強震波形ともよく符合している。東海(1944)、南海(1946)地震などで、建物が広い意味の不同沈下をした軟弱地盤の地域の人たちは、ここで述べたことと同じようなことを経験したものである。新潟地震の場合は、木造建物の不同沈下による倒潰はまれであつたが、東海、南海地震では、普通地盤の地域での死者1人に対する倒潰建物数は、軟弱地盤の地域でのその数倍から十数倍であつたことも、軟弱地盤上では、振動は激しくないが不同沈下で突然に破壊され、普通地盤上では、激しい振動を何回かくりかえしてから倒潰するという過程のちがいによるものであろう。

第4、5図中の上と中の曲線は、秋田県庁舎(6階建鉄筋コンクリート造)の塔屋2階と地下1階で観測された新潟地震の強震計記録であり、下の曲線は、(1)式を使つて、塔屋2階の強震記録から下端の波形を求めたものである。ここで、(1)式に代入した $2H/V$ の値は、新潟の場合と同様に、上部での強震動の周期-頻度曲線から求めたもので、第4図のEW方向は0.25 sec、第5図のNS方向も0.25 secである。

第2~5図から、地動による建築物振動は、建築物内での波の重複反射の現象であり、振動減衰性のほとんどの部分は、基礎と土地との間で生ずるものであることが、強震動の場合にも、あてはまることがわかつたわけである。

次に、新潟市川岸町アパートの地下1階で観測した本震、余震および常時微動の周期-頻度曲線を第1図に示す。この図で、常時微動で求めた卓越周期は、微震動のみならず強震動の卓越周期とも一致することがわかる。

地震のマグニチュード(M)、震源距離(x km)、基盤と地盤の境界面への入射波の、地盤の卓越周期(T_0 sec)に相当する波の加速度の2倍(α =基盤が露出しているところの加速度)の関係を求める実験式

$$\alpha = \frac{10^{0.61M - 1.73 \log x + 0.13}}{T_0} \quad (2)$$

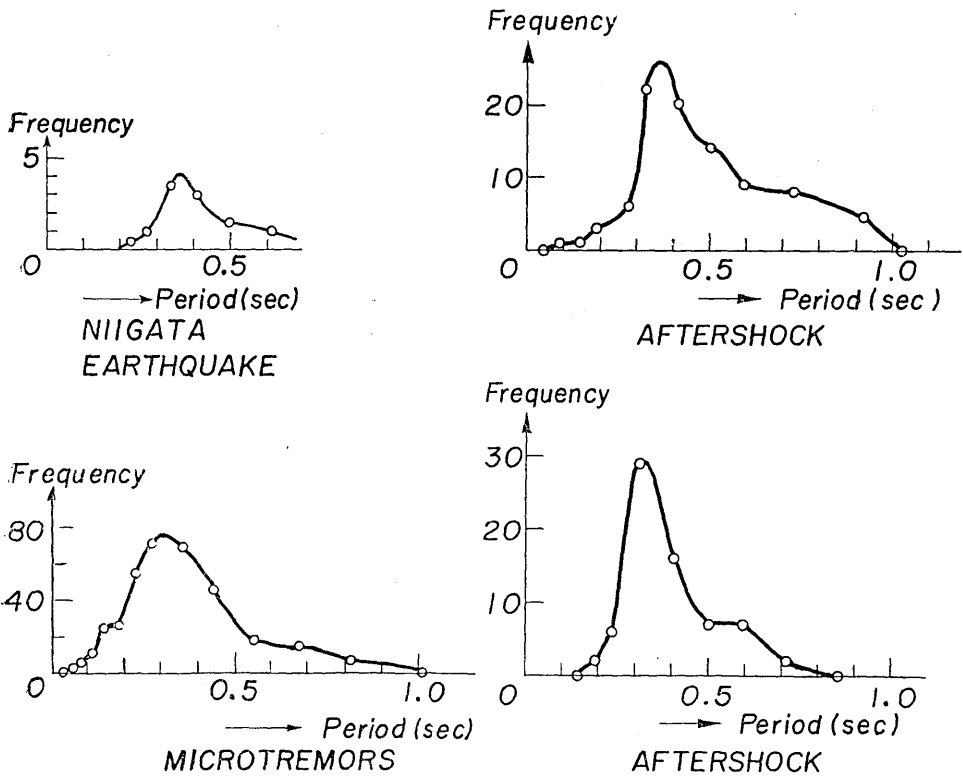
に、 $M=7.7$ または 7.4 、新潟の強震計位置の $x=70$ km、 $T_0=0.30$ sec; 秋田の強震計位置の $x=170$ km、 $T_0=0.30$ sec を代入すると、第1表の計算値になる。第1表から、新潟地震のマグニチュードを7.7とすると、秋田県庁舎の地盤増幅度は普通であるが、新潟市川岸町アパートの地盤では、増幅はほとんどないことになる。また、マグニチュードを7.4とすると、秋田県庁舎の地盤増幅度は、普通よりも大きいことになり、新潟市川岸町アパートのそれは、普通より少し小さい程度ということになる。これらの土地の地盤増幅度を十分に確めることは、地震工学上で重要であるばかりでなく、新潟地震のマグニチュードの議論にも1つの有力な資料を提供することになる。

なお、強震記録が得られたアパートの1階の坂井幸衛氏宅では、非常に沢山の人形があつたが、その中の1つだけが倒れ落ちてこわれたそうである。この倒れた人形と同種類のものと、他の2つの人形について、静的に倒れる力を測定したら、地震で倒れたものが0.13 g、倒れなかつたものが0.13 g と 0.22 g であつたことを附記する。

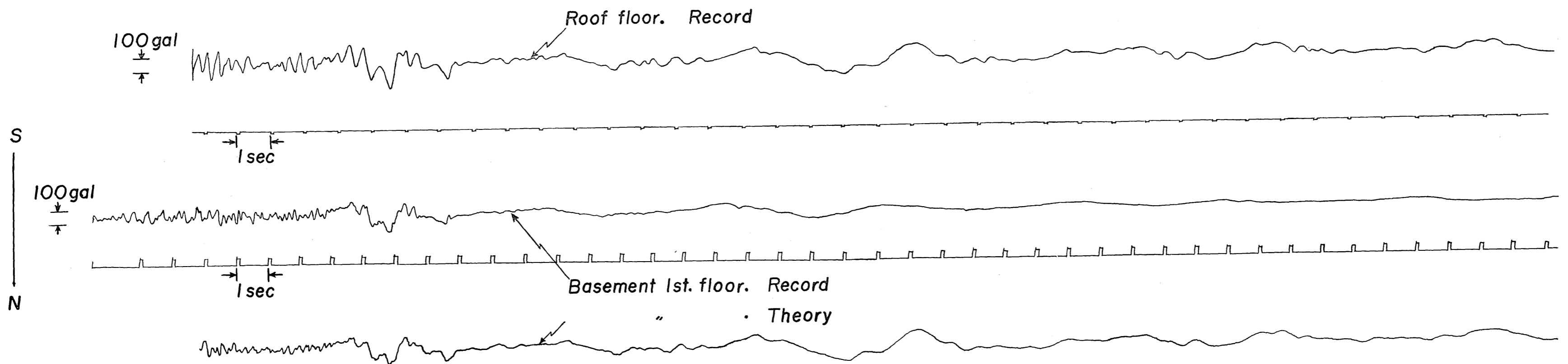
終わりにのぞみ、本報告の作成に多大の御援助をいただいた吉沢静代嬢に深く感謝する。

第 1 表

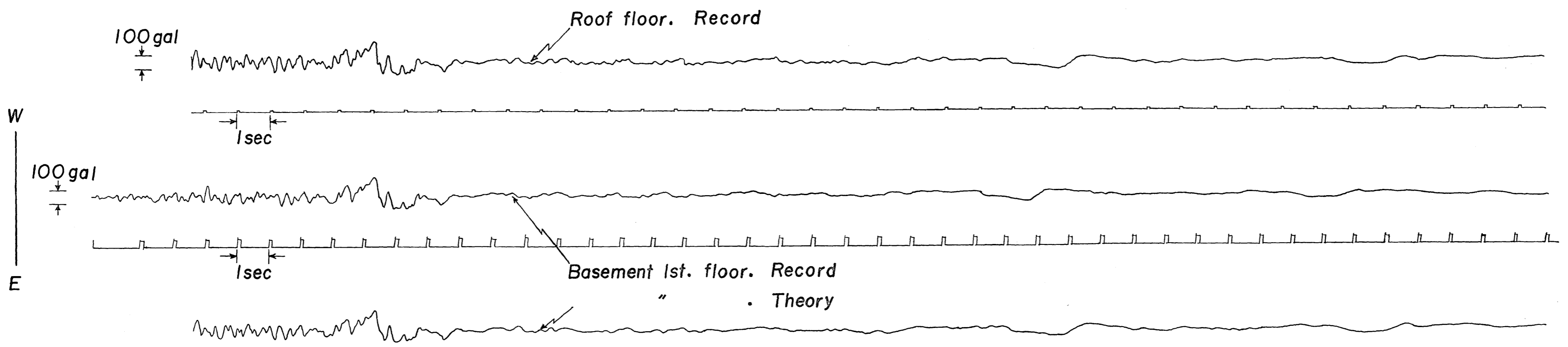
場 所	観 測 値 (gal)	M	計 算 値 (gal)	地盤増幅度 (観測値) (計算値)
新 潟	150	7.7	144	1.0
		7.4	94	1.6
秋 田	90	7.7	31	2.9
		7.4	20	4.5



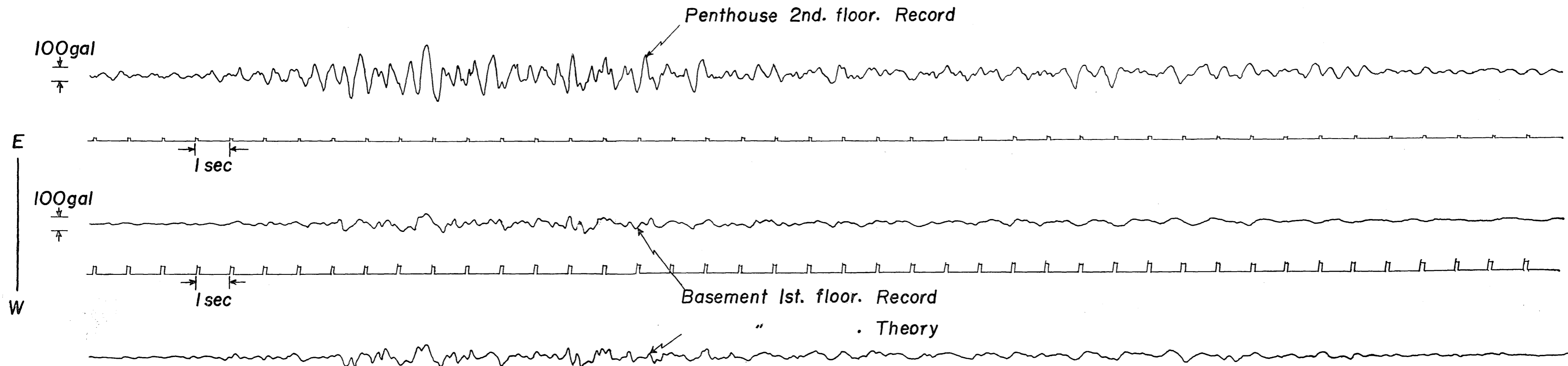
第1図 新潟市川岸町アパート地下1階(短辺方向)の地震動(本震, 余震)および常時微動の周期-頻度曲線



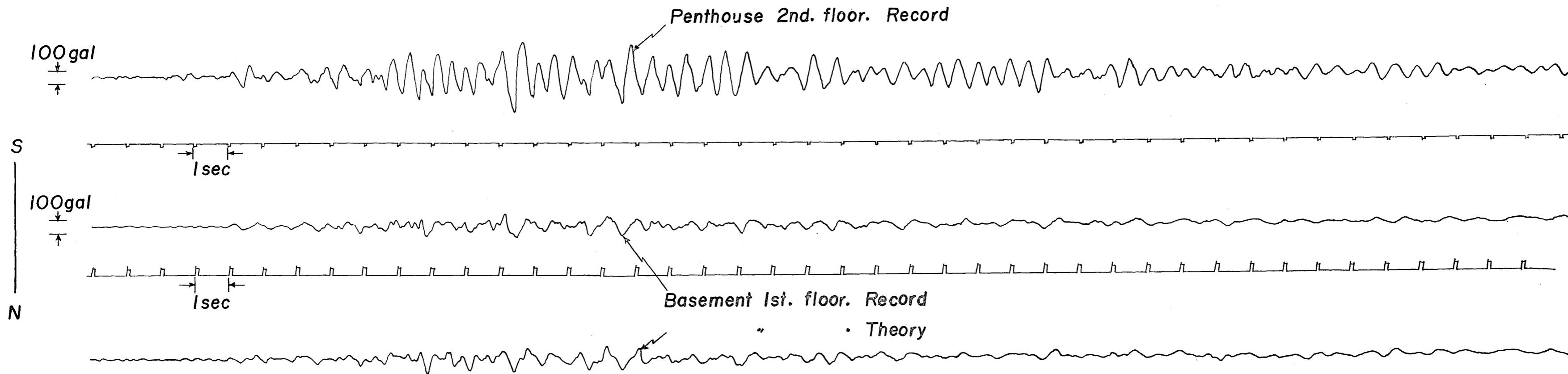
第 2 図 新潟市川岸町アパート (長辺方向) の強震計記録と計算波形



第 3 図 新潟市川岸町アパート (短辺方向) の強震計記録と計算波形



第 4 図 秋田県庁舎 (EW 方向) の強震計記録と計算波形



第 5 図 秋田県庁舎 (NS 方向) の強震計記録と計算波形