

地震動の建物内増幅の即時予測手法

山田真澄 | 京都大学防災研究所

はじめに

気象庁が発表する震度情報は、地震被害の推定や地震後の即時対応などに利活用されている。しかし、ここでの震度情報はあくまでも地表面での地震動の強さの情報であり、地震時の建物内部での揺れは、建物の振動特性の影響を受けて地表面よりも増幅している可能性がある。建物内部での被害状況を即時に把握するためには、地表面での地震動情報を基に、建物内での地震動の強さを簡略的に推定できることが望ましい。

本研究では、建築研究所が設置した建物内での強震観測記録の波形を用い、基準階と建物上部の階での地震動の強さを比較して、建物内でのどの程度地震動が増幅するのかを調べる。また、山田ら(2009)の手法を利用して、強震動記録から得られる地動加速度(PGA)、地動速度(PGV)から、建物階数、構造種別等を考慮して地震動の増幅度の推定を試みる。

強震記録と観測建物

本研究では、2000年より日本国内で震度5弱以上を記録した代表的な被害地震22地震の強震記録を使用した。地震はマグニチュード6.3~7.3が9割を占める。地震計の設置してある建物のうち、一次モードで建物応答が近似できる中低層の建物(12階以下)を採用した。検討にしようした強震記録は285個(水平2成分)である。通常は、建物頂部と建物基準階(1階や地下など)で複数地震計が設置されているので、両者の最大値の差を建物増幅と定義する。

建物のパラメータ

建物の1次固有周期は、振幅の小さい地震動記録の建物基準階と建物頂部とのフーリエスペクトル比のピークより得られる周期を用いる。建物の減衰定数は、鉄骨造の場合は2%、RC・SRC造は3%を採用した。ただし、建物が強震動を受けて非線形化した場合には、固有周期は長くなり、減衰定数は大きくなる。非線形化の影響は神原・林(2001)の経験式を利用して、塑性率の関数として考慮した。図1は建物の弱震動時の1次固有周期と階数の関係を示している。固有周期と階数の関係は、日本で使われている経験式(S造： $T=0.02H$, RC造： $T=0.03H$)とよい相関を示している。

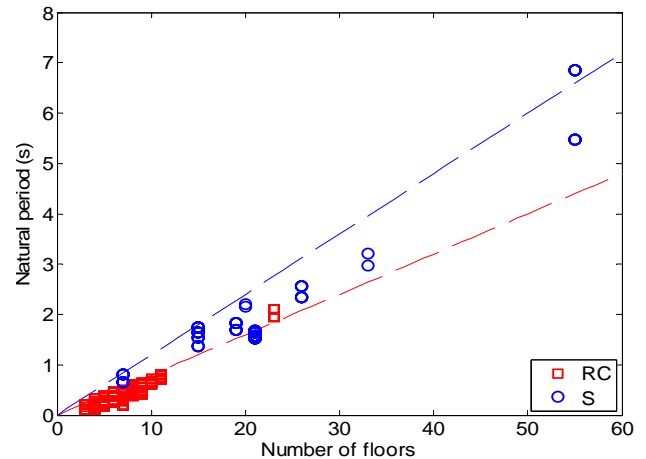


図1 建物の1次固有周期と階数の関係

建物内増幅の予測手法

建物内増幅の予測には、応答スペクトルと建物の一次固有周期を利用して、以下の3つの手法について検討を行った。

- (1)地表の強震記録+強震前の建物情報

(2)地表の強震記録+地震前の建物情報

(3)強震記録なし(PGA,PGV 有)+地震前の建物情報

(1) は建物基準階（地表レベル）での強震記録が得られていて応答スペクトルを計算することができ、かつ強震時の非線形化した建物パラメータを正確に知ることができる理想的なケースである。この場合の応答予測が最も良くなると予想できる。(2)は、建物基準階の強震記録は得られているが、建物の非線形化の情報は得られない場合である。建物基準階のみに地震計がある場合などがこのケースに当たる。建物パラメータは、地震前の弱震時の応答値や経験式などから推定する。(3)は建物基準階の強震記録はないが、PGA、PGV の値が何らかの方法で得られる場合である。例えば近傍の強震観測記録から推定する。建物パラメータは、地震前の弱震時の応答値や経験式などから推定する。PGA と PGV からの建物応答値の推定手法は山田ら(2009)の方法を利用した。

建物増幅の予測値と観測値の比較

建物内増幅の予測手法の精度を検証するため、加速度の建物内増幅の観測値と予測値の比較を(1)-(3)のそれぞれの手法を利用して行った。結果を図2に示す。情報量の最も多い1の精度が最もよく、相関係数で 0.81 と高い値を示した。しかしながら、非線形化した建物パラメータを予測に利用する事は現実的ではないため、実際は(2)あるいは(3)の手法を取らざるを得ない。(2)の予測精度は、相関係数で 0.71、(3)の精度は 0.45 となった。(3)の手法では、地震波の応答スペクトルを設計スペクトルで近似しているため、地震波の応答スペクトルが設計スペクトルに近い時は、概ねよい一致を示してい

るが、海溝型地震などスペクトル形状が大きく異なる場合に、建物応答の予測誤差が大きくなる傾向にある。山田ら(2009)建物増幅の経験式は、個別の建物の地震動を正確に推定するものではないが、構造物の増幅度を考慮した緊急地震速報など、建物内での地震動強さを迅速に推定する場合には有効である。

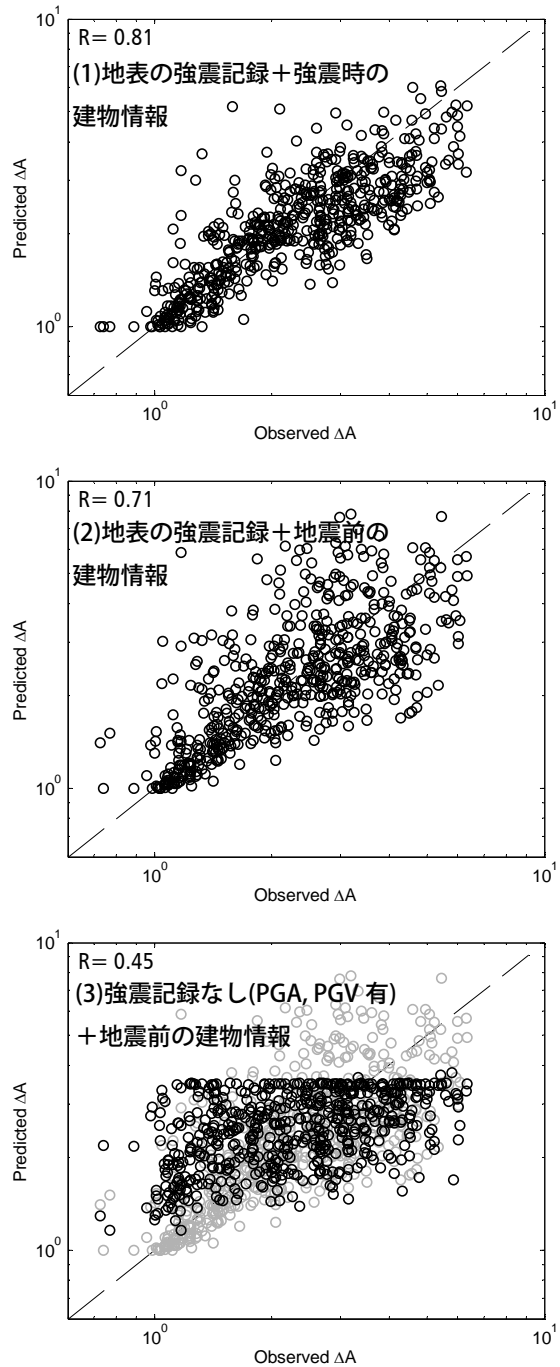


図2 PGAの建物増幅（観測値と予測値の比較）