

いわて防災学教室

災害から学び、災害に備える



地震動の周期と被害との関係

岩手大学理工学部システム創成工学科准教授

山本 英和

地震被害の原因のひとつに強い地震の揺れがあります。しかし、地震の揺れの振幅が大きくても被害が少ない場合もあります。いったいこれはなぜでしょうか？

地震時に観測される地震動は地面の複雑な揺れです。以前、この紙面で地震のP波(縦波)、S波(横波)、表面波などを紹介しましたが、実際の観測波形を見るとS波などを認識するのが困難な場合がよくあります。図1にインドネシアで2012年1月に起きたM7.2の地震を日本で観測した波形例を示します。非常に複雑な波形であることがわかります。この理由として、地震動は、異なる周期成分をもつ波から成り立っていることがあげられます。「周期」とはひとつの波がゆれて元に戻るまでの時間を示します。図2に簡単な例を示します。図2の振動はすべて正弦波ですが、上から順に、短周期、中周期、長周期を示します。一番下の図が3つの周期を合成した振動です。1種類の周期のみの場合では単純な形であった波形が、異なる周期成分の振動を重ね合わせると非常に複雑になることがわかります。

地震波に含まれる周期がどのような成分であるかは、地震被害と密接な関係があります。地震時の建物は、もちろん地震断層の真上に住居が存在してしまつたため、断層のずれにより被害が発生する場合がありますが、多くの場合は、建物の固有周期に近い周期成分を強く含む地震動で揺らされて被害を受けます。いわゆる共振現象です。

一般に日本の木造住宅の場合、固有周期は約0.1秒から0.5秒程度といわれています。古い建物の場合、固有周期は長くなる傾向にあります。阪神淡路大震災のときは、非常に振幅の大きい1秒程度のパルス的な地震動が観測され、多くの古い構造物が被害を受けたのではないかと考えられています。逆に、東日本大震災では巨大なマグニチュードの割に、津波の影響に比べて住宅の被害が少なく、地震動の周期成分の特徴によるのではないかという説もあります。具体的には、阪神淡路大震災のときの地震動に比べ東日本大震災時の東北地方では短周期成分が卓越していたため、古い住宅が被害に至らなかったの

ではないかと考えられています。原因究明に関しては、まだ研究は継続されているところです。

また、建物の固有周期は部材の材質にもよりますが、一般に建物の高さにも依存します。建物の高さが高くなるほど固有周期は長くなる傾向にあります。単純な関係式として以下の式があります。

$$(\text{固有周期})=0.02 \times (\text{建物の高さ}) \times (\text{S造})$$

$$(\text{固有周期})=0.15 \times (\text{建物の高さ}) \times (\text{SRC造、RC造})$$

ここで、S造は鉄骨造、SRC造は鉄筋鉄骨コンクリート造、RC造は鉄筋コンクリート造を意味します。この式によれば、200mクラスの都心の超高層建物の固有周期は約4秒と算定できます。東日本大震災のとき、関東地方の高い建物がいつまでたってもゆらゆら揺れていたのが多数報告されています。短周期の波動は遠くに伝播すると減衰してしましますが、長周期の波動は比較的減衰しにくい性質を持っています。かつ、関東地方では柔らかい地盤にも影響を受けて関東地方の高い建物はゆっくりした周期に応答していたのです。

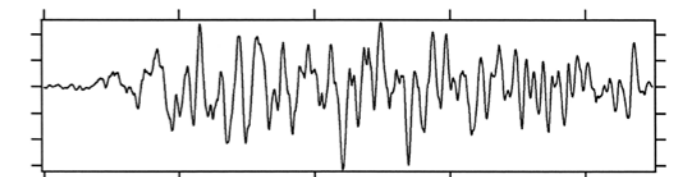


図1 観測される地震波形の例

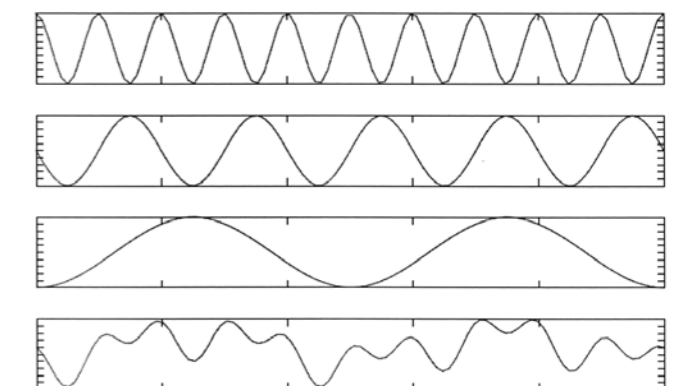


図2 異なる周期の重ね合わせで複雑な地震動が構成される模式図。上から順に短周期の振動、中周期の振動、長周期の振動を示す。一番下の図が3つの周期を合成した振動