

震源近傍の強震動と免震



工学院大学 教授

久田 嘉章

現在、地震に対して免震は安全であるだけでなく、震災後の建物機能を維持するうえでも、最も優れた構造であることに疑問の余地はありません。ところが、ある特殊な状況下では免震は耐震に比べ不利になる場合があります。すなわち、近年、強震観測体制が充実し、標準的な強震動であり短周期のランダム波が卓越するエルセントロ波や告示波とは大きく性質が異なる強震記録が多数得られるようになりました。その典型的な3つの例として、長周期地震動と、震源近傍の強震動である指向性パルス、およびフリングステップがあります。長周期地震動は2003年十勝沖地震による苫小牧市の石油タンクの火災事故ですっかり有名になり、例えば本会誌66号の巻頭言で実大免震実験とともに説明されています(中島、2009)。一方、指向性パルスは(キラールパルスや長周期パルスとも呼ばれます)、1995年兵庫県南部地震による神戸市の強震記録や大被害で良く知られるようになりました(例えば、久田、2008)。そこで、ここで特に紹介したいのは、免震にとって最もやっかいなフリングステップです。

フリングステップは、1999年台湾・集集地震で地表断層の直上で観測された強震記録と、その特徴的な地震被害で注目されるようになりました。フリングステップ(Fling Step)とは地表断層運動に起因して、永久変位を伴う大きなすべり変位を意味します(例えば、久田、2008)。図と写真はその一例を示します。図(右)は地表断層の直上である台湾・石岡市で観測された加速度記録を2回積分して変位波形にしており、約5秒間で最大約10mまで一方向に変位するステップ関数状の断層すべりを記録しています。速度波形では平均は約2m/sで、最大で約4m/sにも達しました。図(左)は5%の速度応答スペクトルですが、周期1秒以下の短周期成分は小さいですが、周期数秒以上の長周期で告示レベルを大きく超えてい

ます。すなわち、ガタガタと揺れる短周期地震動は小さいのですが、ずるずると地面が地表断層のすべりの向きに大きく移動し、結果として長周期が卓越する地震動となっています。さらに、写真は地表断層直上の建物被害を示しますが、地表断層の大きなすべりに加えて、それに付随する地盤変状(移動や傾斜)によって建物が引き裂かれたり、大きく傾いており、免震にとって極めて厳しい条件がいくつも重なることとなります。仮にこのような危険な活断層直上という条件の建設サイトがある場合、免震にするよりもむしろ強固な耐震構造とし、仮に建物が傾斜した場合、ジャッキなどで元に戻すことを考えた方が現実的ではないでしょうか？

免震構造は殆どの場合、地震に非常に優れた特性を持っており、ぜひとも全国的にもっと推進すべきだと思います。一方、1995年兵庫県南部地震の後、全国の約100の活断層が調査され、その位置や危険度(発生確率やすべりの量など)などのデータが公表され、今では誰でも容易に知ることができるようになりました。さらに強震動研究の発展より、精度にばらつきはありますが、活断層の直上ではどのような強震動となるのか、予測することも可能になっています。ぜひ、構造技術者には活断層やそれに伴う強震動の特性や危険性にも注意を払って頂きたいと思います。現在、本協会の入力地震動小委員会では、2年後をめどに設計用入力地震動作成手法のガイドラインの改訂を予定しています。現状の設計用地震動作成法を大きく変えることはないですが、フリングステップをはじめ、長周期地震動や指向性パルス、あるいは液状化など、特殊な条件での注意すべき点を解説したいと考えています。どのようにしたら、使いやすく、有用なガイドラインとなるのか、多くの方々より意見を頂きたいと考えています。機会がありましたら、お近くの委員にお声掛けください。

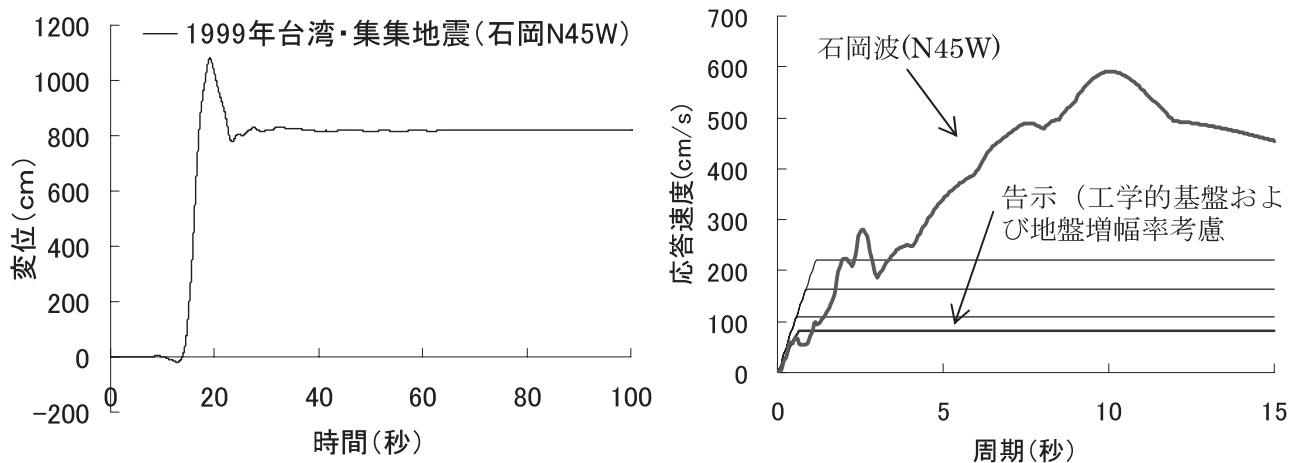


図 図1999年台湾・集集地震で観測された石岡市における強震記録（変位波形と速度応答スペクトル）



写真 1999年台湾・集集地震の断層直上における建物被害

参考文献

中島正愛、免震の実力・疑似被害地震から学ぶ、MENSIN, No.66, 2009.11
 久田嘉章、建築の振動：応用編、6章 地震と地震動（分担）、pp.80-140、朝倉書店、2008