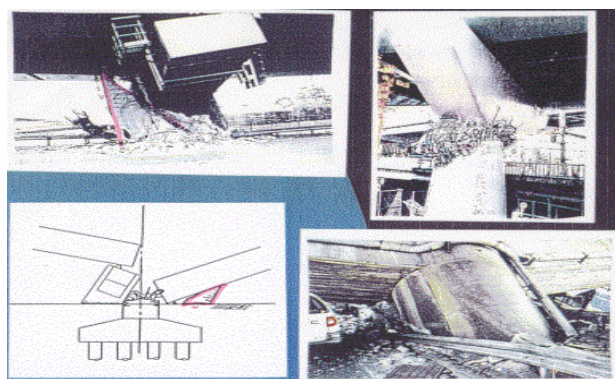


## 地震波の中の衝撃波動の計測

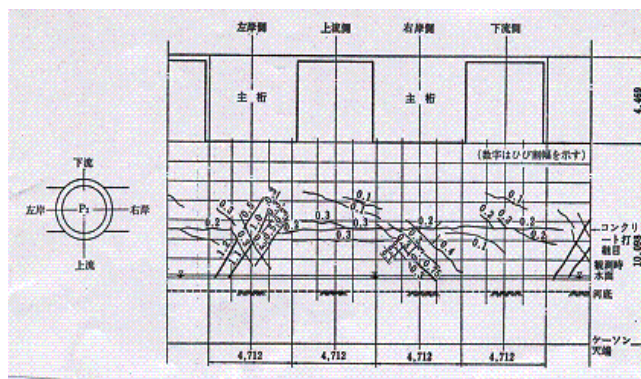
八戸工業大学 フェロー ○塩井 幸武  
アプライドリサーチ 正会員 境 友昭

### 1. はじめに

大地震時には極短周期の衝撃波動の存在する可能性がある。特に、三陸はるか沖地震（1994 年、 $M=7.5$ ）における幾つかの構造物の被災、兵庫県南部地震（1995 年、 $M=7.2$ ）における建物や橋脚の被災例（写真－1）は上下方向の衝撃波動によるせん断破壊ではないかと推定される。この現象は既に 1988 年の宮城県沖地震（ $M=7.4$ ）でも顕在化していたと考えられる。幾つかの現象の内、図－1 は名取川の河口に架かる閑上大橋のディビダークの中央径間を支える中空 RC 橋脚に生じた共役のせん断ひび割れと引張ひび割れである。水平力による曲げひび割れでは説明し難く、破壊箇所も最大曲げモーメントの生じる位置と異なることが多い。



写真－1 高架橋の橋脚のせん断破壊事例



図－1 中空RC橋脚の共役のせん断ひび割れ

衝撃波動は杭の打撃時にも見られるような高周波の波動で、多くの現象は上下方向の衝撃波動で合理的に説明できる。それでは地震波に、そのような大きな加速度をもつ極短周期波動が存在することの証明の必要が出てくる。そこで、500Hz 程度の波動を測定、記録できる地震計の試作、開発をすることとした。

本報告は完成した広帯域地震計の概要とそれによる地震記録、落錘試験の結果の報告をするものである。

### 2. 広帯域地震計

このような衝撃波動を測定することは既存の地震計では困難であるために、新たに次の仕様による広帯域地震計を試作した。始めに製作した3方向地震計は安定性に課題があったために、測定の対象を上下方向に絞り、水平方向の地震動をトリガーとした。この一連の過程で、衝撃波動は上下方向だけでなく、水平方向の地震動にも含まれていることが判明した。

センサー：ピエゾレジスタ型圧電素子

測定成分：鉛直方向1成分

測定レンジ：微小振動計 0.1gal から 100gal

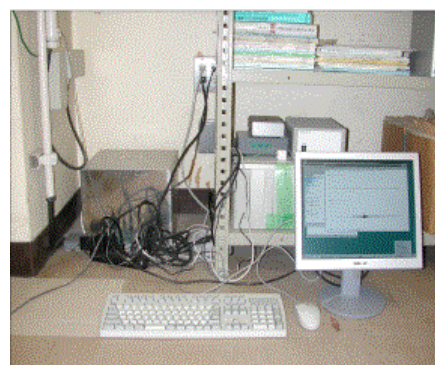
広帯域強震計 10gal から 10G

測定時間：最大5分／1現象 任意設定

プレトリガー最大5分、任意設定

測定周波数：1KHz AD速度 2KHz (0.5ms)

制御：パーソナルコンピュータによる

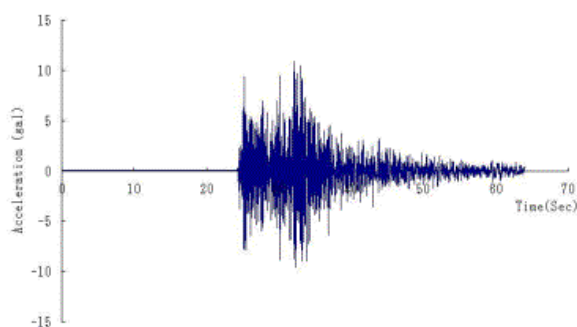


写真－2 地震観測装置の全体像

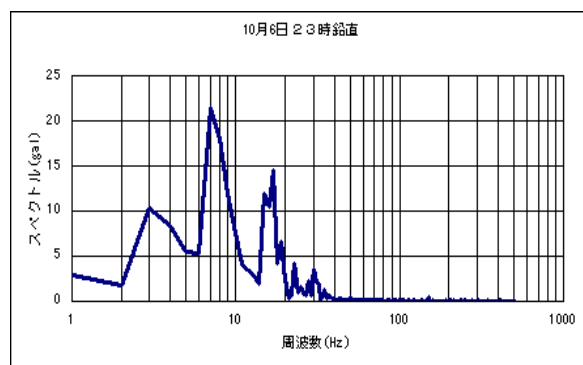
### 3. 計測結果

2004 年に完成した広帯域地震計をつくば市に設置し、計測範囲を取り敢えず、500Hz までとした。

その後、新潟県中部地震を始め、幾つかの地震波形を記録することができた。その中から図－2 に 2004 年 10 月 6 日に茨城県南部を震源とする震度IVの中規模地震の上下方向の地震波形を示す。同波形の加速度スペクトルを図－3 に、そのランニングスペクトルの内、25 秒から 30 秒間のものを図－4 に示す。加速度の値は小さく、



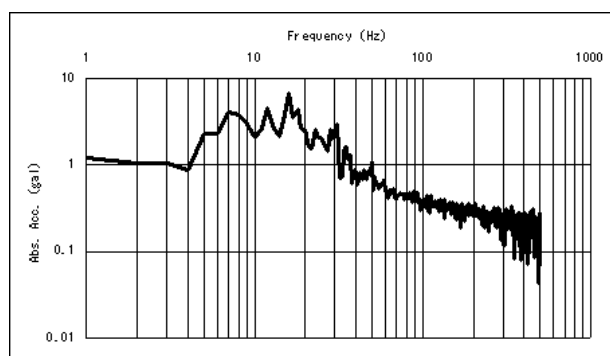
図一 2 広帯域地震計による地震波形の記録 (6/10/04)



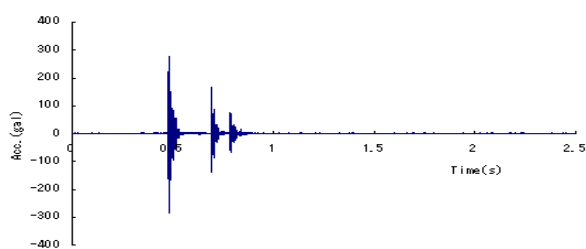
図一 3 同波形の加速度スペクトル

卓越周期が7Hzと11Hz付近に見られる。しかし、目的とした極短周期の地震波動が存在することは立証することができた。

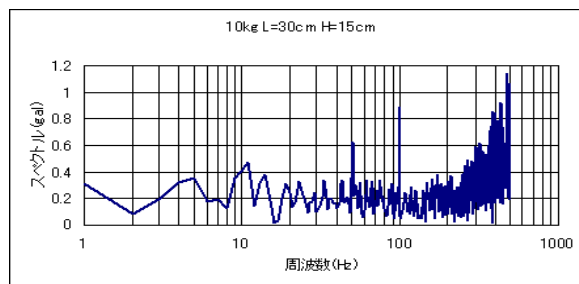
しかし、他に観測された中規模地震の記録の値も10gal以下で、このように小さな加速度の波動は構造物の破壊と結びつかない。大きな衝撃波動の存在を確かめるために落錘試験を実施した。地震計の近傍30cm付近で、コンクリートの床に10kgfの鋼製の落錘を15cmの高さから落としたときの記録を図一5に示す。3つの波形はリバウンドを示す。そのスペクトルを図一6に示す。最大加速度は300galに達する。周波



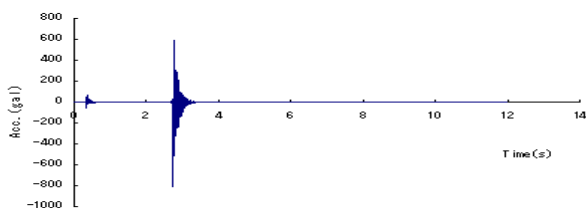
図一 4 同ランニングスペクトル (25 秒～ 30 秒)



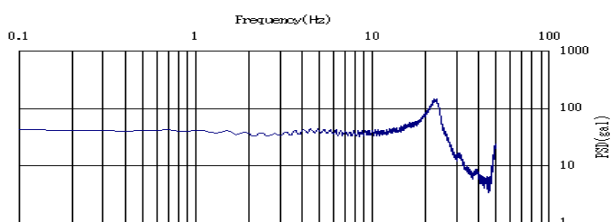
図一 5 落錘試験における広帯域地震計の加速度記録



図一 6 落錘試験時の波形のスペクトル



図一 7 同試験のSMAC型地震計の加速度記録



図一 8 SMAC型地震計の加速度のスペクトル

数が高くなるほど、大きな加速度になることが判る。杭打設時の衝撃波動の数百Gには及ばないが、重力単位の加速度が容易に発生する可能性を示している。併設されているSMAC型地震計による加速度記録を図一7に、そのスペクトルを図一8に示す。時間軸の単位が異なり、分解能の問題があるものの、このような極短周期の地震波動を既存の地震計で捕捉できないことも明らかになった。

#### 4. まとめ

大地震時の構造物のせん断破壊の原因と推定される、地震波動中の極短周期波動の存在を広帯域地震計の試作によって明らかにすることができた。大地震時の極短周期波動の加速度の捕捉と構造靴の破壊との関連の追究は今後なお課題である。最後に、本研究によせられた国土技術政策総合研究所の御協力に感謝の意を表します。