

同時強震記録に基づく地震波動の伝播特性に関する研究

京都大学工学部 正 員 山田 善一
同 上 正 員 家村 邦和
建 設 省 正 員 ○土屋 光博

1. まえがき 構造物の長久化、多様化するにつれて、従来考慮されていなかった地震動の様々な特性が構造物の挙動を支配することが指摘され、地震動に関する幅広い検討が必要になっている。本研究では、異った三地震の同時強震記録を分析し、地震波動の伝播特性、波動の種類などについて、工学の立場から基礎的な検討を行ったものである。

2. 同時強震記録 1971年のサンフェルナント地震の際、JPL, ML, SLの三地震において同時強震記録が得られた。震央はJPLの北面30.1kmの位置にあり、震央JPL, MLの名地震はほぼ一直線上に並んでいる。三地震の地盤条件はそれぞれ異なり、基盤はいずれも $\rho_s = 3.3\text{km}$ の花崗岩で地震間に断層は存在しない。このため、地盤の増幅特性や波動の伝播特性などを検討する貴重な資料となっている⁽¹⁾。三地震の記録は図1の様に表示され、放射(R)方向とそれに直角(T)方向にて座標変換して用いているが、以下では断面の都合上R方向のみのみについて検討する。

3. 波動の伝播 図2に三地震の加速度記録と示すが、加速度の最大値は距離による減衰より地盤条件による差を示している。この傾向は変位、速度についても同様で、岩盤上の三地震が一樣に小さい。図3からJPL, SL, MLの順に波動が伝播してくるとわかるが、最大値を記録する時刻を比較しても、それぞれ1.32秒、1.12秒の差がある。また、三地震の変位波形を比較すると、最初の波ぐらいまでは、ほぼ同じ形状を一致を示し、長周期の波が地形、地盤条件によらずあまり減衰せずに伝播することがわかる。三地震の同位相の波の到着時刻の差から伝播速度を計算すると、水平成分で2.4km/s、鉛直成分で3.1km/sであり、伝播方向はR方向より反時計回りに10°~25°ずれた方向であった。振動数毎の位相速度を換出するために、加速度記録から直接 Sum and Difference法によって位相遅延時間を計算したものが図3である⁽²⁾。縦軸がMLのJPLよりの位

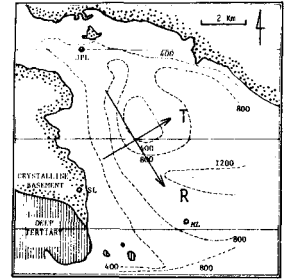


Fig-1

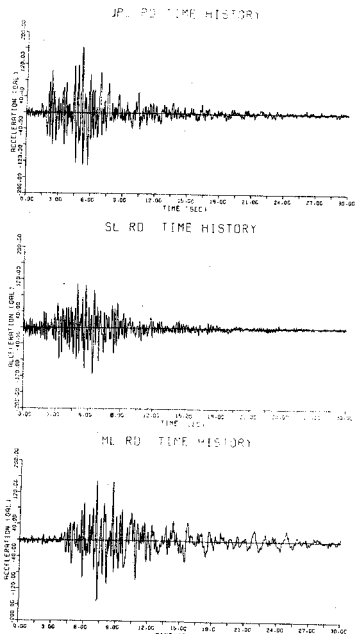


Fig-2

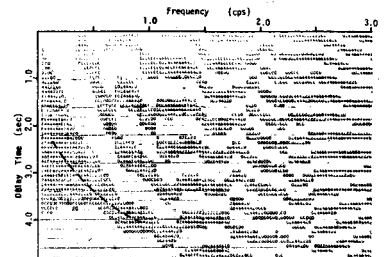


Fig-3

相遅れ時間と表し、位相が接近した部分が縮減線となり、埋め込みの応答と結合曲線が位相遅れ時間と表し、ニとトする。

4. 非定常スペクトル 龜田の応答包絡線⁽³⁾を用いてJPLとMLの非定常スペクトルを描いたのが図4である。JPLでは5.3秒付近で28Hzの波が大きなパワーを示している。MLでは全体として25秒程度まで波が伝わるが、より幅広い時間帯にパワーが分散し、10秒以降は1Hz以下の波が卓越してくるのが顕著である。ここで、JPLの包絡線と微小時間ずつシフトしたMLの包絡線との重なり具合から波動の伝播時間を調べたのが図5である。等高線の間は包絡線の重なり具合を示し、山の極線が伝播時間と表す。

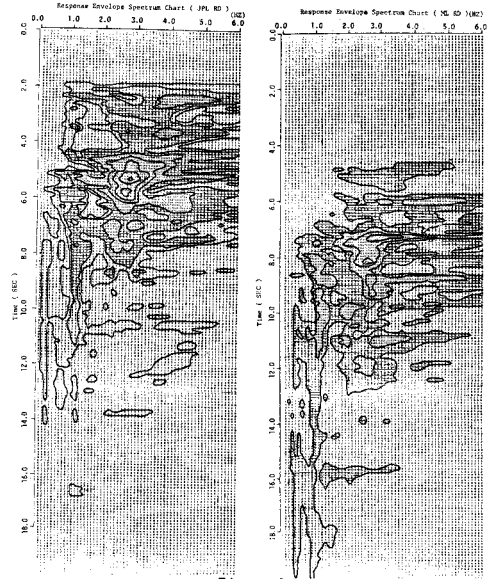


Fig - 4

5. 加速度波の軌跡と波動の種類 以上の図の大ざっぱな考察からもうかざる非定常性の変化、波動の分散的な性質は、表面波によるものなため、地震の増幅の他、影響のものを検討する一歩として、各卓越振動数の上下10%以外をフィルターでカットしたリサージュ図形と相対して波動の種類と調べた⁽⁴⁾。MLのR-V成分の結果を図5に示す。3.6Hzの0~3秒の波はP波、2.44Hzの5秒~10秒の波はL波、3Hzの6~9秒の波はT-V成分のリサージュ図

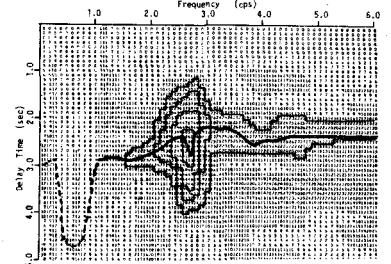


Fig - 5

(84図)の丁方向へ卓越した動きから見てラブ波もしくはSH波のどのような挙動を示している。図4で10秒以後卓越している0.9秒前後の波は図6からはSH波もしくはラブ波の群に見える。以上の結果は、地震動の特性を把握するためには、表面波と、地震の重複反折の両面から立ち上って検討する必要性を示している。

参考文献

- (1) 後藤、家村
第13回地震工学研究
発表会論文要集
- (2) 土岐
第4回日本地震工学
シンポジウム論文要集
- (3) 龜田
土木学会論文報告
集 235号
- (4) 小林、ほか
第4回日本地震工学
シンポジウム論文要集

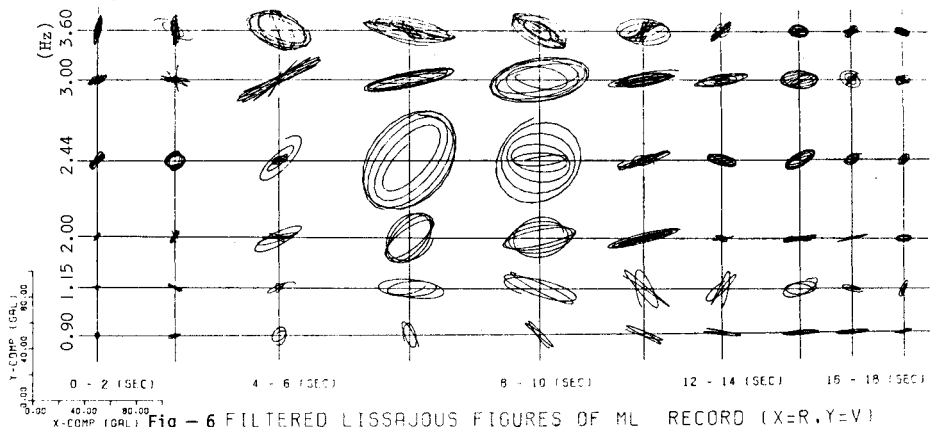


Fig - 6 FILTERED LISSAJOUS FIGURES OF ML RECORD (X=R, Y=V)