

清水建設（株）技術研究所 （正）片岡俊一 （正）横田治彦  
大崎研究室 田中貞二

表-1 検討に用いた地震の緒元

| NO. | 日 時         | 震央位置               | 深さ<br>(km) | M   | 震度 |
|-----|-------------|--------------------|------------|-----|----|
| 1   | 1976年10月06日 | 37° 04'N 141° 25'E | 70         | 5.9 | Ⅲ  |
| 2   | 1983年07月02日 | 36° 54'N 141° 11'E | 54         | 5.8 | Ⅲ  |
| 3   | 1984年12月19日 | 37° 08'N 141° 34'E | 44         | 5.3 | Ⅱ  |
| 4   | 1985年05月11日 | 37° 06'N 141° 35'E | 45         | 5.3 | Ⅱ  |
| 5   | 1985年08月12日 | 37° 42'N 141° 53'E | 52         | 6.4 | Ⅱ  |
| 6   | 1986年10月14日 | 37° 04'N 141° 12'E | 53         | 5.7 | Ⅱ  |
| 7   | 1987年02月06日 | 36° 57'N 141° 56'E | 18         | 6.4 | Ⅱ  |
| 8   | 1987年02月06日 | 36° 59'N 141° 54'E | 31         | 6.7 | Ⅳ  |

阿部による解析では $M_s = 7.7$ 、震源深さ20kmとされている。

4. 回帰分析 表-1の地震記録を用いて減衰定数1%の速度応答スペクトルを求めた。応答計算に当たっては速度記録をそのままデュアメル積分に取り込むことで、数値微分する際に生じる誤差をさけた。この速度応答スペクトルを各周期毎に(1)式の形を仮定して回帰分析を行った。回帰式では、地震が比較的接近して起きていることから距離減衰の項を除き、やや長周期波の励起に影響が大きい震源深さを導入した。結果を図-2に示す。

$$\log (S v(T)) = a(T) * M + b(T) * \log (D) + c(T) \quad (1)$$

ここで、 $S v$ ：速度応答スペクトル、 $M$ ：マグニチュード、 $D$ ：震源深さ(km)。回帰の際の重相関係数は0.9以上であった。 $M$ の係数である $a$ は平均的には0.8程度で、片山らの平均の結果よりもかなり大きい。この周期毎の回帰式の係数を基に $M = 7.5$ 、 $D = 20, 30, 50$ kmの応答スペクトルを計算し図-3に示す。図-3をみると3秒付近に卓越したピークがあることが分かる。

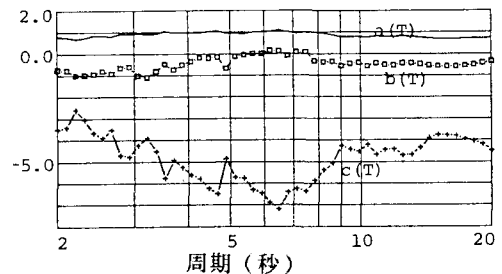


図-2 速度応答スペクトルの回帰係数

1. はじめに やや長周期領域において、構造物の耐震性に影響を及ぼす地震動を発生させる震源の地域区分は、立地サイトが決まれば比較的容易に限定できる。例えば、東京においては三陸沖、福島県沖、房総半島沖、伊豆半島周辺などの地域が考えられる。しかしながらこれらの地域に関しても、現状ではデータの蓄積は十分ではない。本報告では、地域を絞り込んだ検討の第1歩として福島県沖の地震に着目し東京での地動の大きさがどの程度になるか概略検討した。過去に観測された地震記録より応答スペクトルを求め回帰分析を行うとともに波形合成法によって、想定される大地震の応答スペクトルを推定した。

2. 解析に用いた記録 我々は東京の江東区において地中地震観測と共に地表で速度型強震計による地震観測を行っている。この速度型強震計で観測された記録を震源方向(R方向)と震源直交方向(T方向)とに座標変換して用いた。また、表層地盤の卓越周期が1秒付近にあるので1.2秒より短い周期成分はデジタルフィルターで除去した。地震の諸元を表-1に、震央と観測点の位置を図-1に示す。

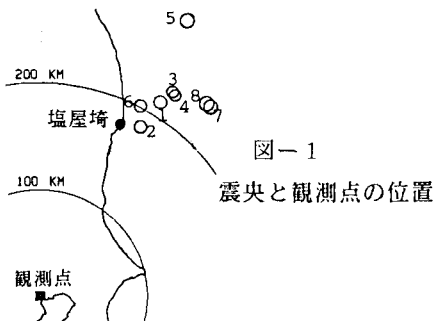


図-1 震央と観測点の位置

3. 想定される地震 対象とする地域では1938年11月5日塩屋埼沖にマグニチュード7.5、震源深さ30kmの地震が起きている。更に、この地震に続いて3日間のあいだにM7級の地震が3つも起きた。本検討ではこの程度の地震規模を最大級と考えることにした。但し、

**5. 波形合成法** 今回は表-1のNo.7の地震記録を要素波として1938年の地震の地動を推定してみた。経験式より求めた地震モーメントの比の3乗根は3.5となる。そこで、重ね合わせ数を4として入倉の手法で波形を合成してみた。断層モデルは阿部によるもので断層は100km×60km、傾斜10度、ライズタイム4秒となっている。断層面の投影図と震央位置及びNo.7の震央を表すと図-4になる。合成に当たって破壊形状は一方向破壊と放射状破壊を、距離減衰の補正は距離の-1乗と-0.5乗の場合を考慮した。合成結果はこれらのパラメーターにさほど左右されなかった。図-5に合成波形の1例を示す。図-6に減衰定数が1%の速度応答スペクトルを示す。3秒に卓越周期があり回帰分析の結果と調和的である。また、震源方向と震源直交方向の結果には有意な差はみられない。

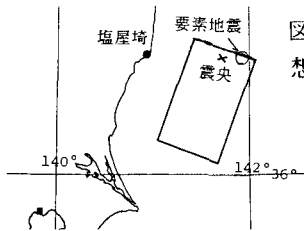


図-4  
想定断層面投影図と  
要素地震震央位置

**6. まとめ** 回帰分析の結果と波形合成法の結果を比較すると、3秒が卓越することは両者で一致しているがその他の周期帯での対応は良くない。この点については、要素地震を変えるなどして更に検討を続ける予定である。やや長周期の領域において地動の加速度フーリエスペクトル振幅を推定する経験式が太田・鏡味、工藤、田中らにより求められている。いま、 $M = 7.5$ 、震央距離200kmとするとこれらの値は、順に約9cm/s, 29cm/s, 20cm/sとなる。今回の検討からは、この地域で起きる地震のやや長周期領域における最大振幅は、速度応答スペクトルにして20cm/s程度となった。

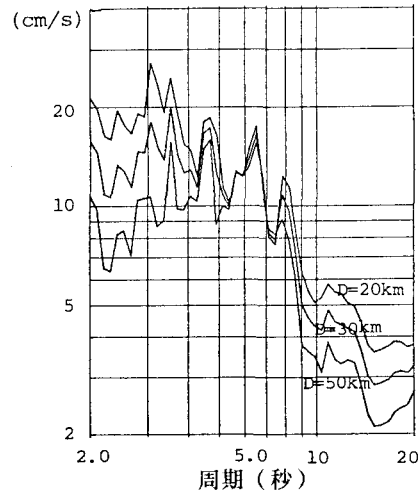


図-3 回帰結果を用いて推定した  
応答スペクトル（減衰定数1%）

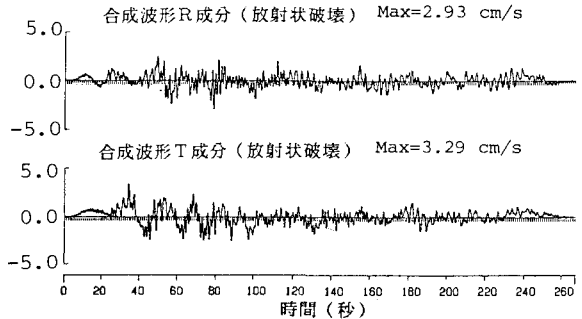


図-5 合成波形

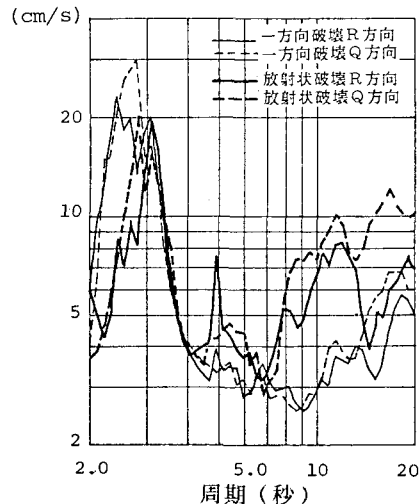


図-6 合成波形の速度応答スペクトル  
（減衰定数1%）

参考文献 片山（代表者）：1985 長周期（約2～20秒）地震動の工学的特性に関する総合研究 昭和59年度科研費（課題番号58350025）研究報告書。 Abe, K.: 1977 Tectonic Implications of the Large Shioya-Oki Earthquakes of 1938, Tectonophysics, 41 269-289。 太田・鏡味：1976 耐震工学上考慮すべき地震波の周期の上限と振幅の下限 建築論報 249 53-60。 工藤：長周期構造物への地震入力に関連した表面波の評価 第5回国内シンポ 273-280。 田中・吉沢・大沢：1979 やや長周期帯域における強震動の特性 震研い報 54 629-655