

港湾形状が及ぼす昭和南海地震津波の振動特性について

阿南高専 学生会員 ○井上 佳樹
阿南高専 正会員 笹田 修司
阿南高専 正会員 島田 富美男

1. 研究背景

現在、50年以内に80%の確率で発生すると予測されている南海地震には津波の発生が予測されている。そのため津波による被害を軽減するために各方面で津波に対する研究が行われている。本研究ではウェーブレット変換とフーリエ変換を用いることで時間一周波数解析を行い、地震によって発生した各地の潮位記録を解析する。解析結果より昭和南海津波の性質を検討し、防災対策に役立てることを目的とする。

2. 解析に利用した潮位記録

本研究の振動解析では、海上保安庁海洋情報部の前進である水路部(水路局)が、1946年12月21日に発生した昭和南海地震の発生後1947年1月から5月にかけて、各地の津波の状況、それによる被害や土地の隆起・沈降、港湾の水深等を実地調査し公表したデータの中の潮位記録¹⁾を基に解析する。

図1は宇和島の潮位記録である。潮位記録は図1のようなグラフであるため、潮位の数値データは記録されていない。そのためこのグラフの座標値から数値化をし、数値データを得る必要がある。座標読

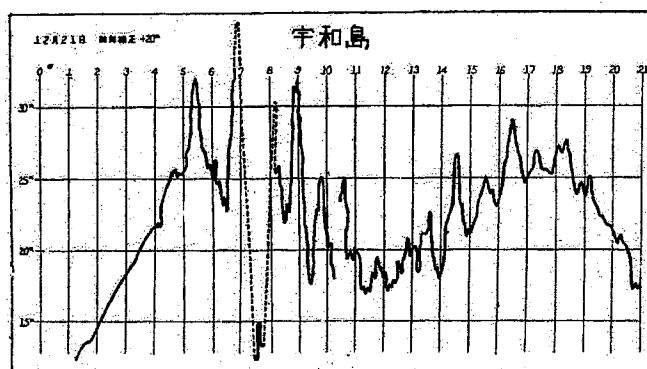


図1 水路要報増刊号付図 (宇和島)

取りには「Digital Curve Tracer」(実名不明、ハンドルネーム「小太郎」)というフリーソフトウェアを使用する。このソフトウェアは自動的に曲線をトレースする機能がある。この機能を使用動的にするためには、座標値と座標線を読取るために区別する必要がある。本研究では、潮位記録と判断できる曲線部分と読取りに必要な最低限の座標軸を残し、他の線は削除した。

3. ウェーブレット変換

ウェーブレット変換とは、非定常信号のスペクトル解析手法の一つである。結果として得られるスペクトルに時間依存性を持たせ、周波数・時間平面上の強度として表すことが出来る。ウェーブレット変換の定義式は次のように示される。

$$\omega(a,b) = \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{1}{\sqrt{a}} \psi\left(\frac{t-b}{a}\right) f(t) dt$$

ここに、 $w(a,b)$: ウェーブレット係数 a : スケールパラメータ b : シフトパラメータ

$\psi\left(\frac{t-b}{a}\right)$: マザーウェーブレット $\psi(t)$ の複素共役

スケールパラメータ a はマザーウェーブレット $\psi(t)$ の時間方向のスケールを伸縮するためのパラメータであり、シフトパラメータ b は時間軸上での位置を平行移動するためのパラメータである。したがって、式(1)で求まるウェーブレット係数は、この2つのパラメータごとに算定されるため時間帯情報と周期数情報の両方を同時に解析できることとなる。

4. 解析内容および結果・考察

本研究では2節で示したように Digital Curve Tracer によって読取った数値データを 30 秒刻みに線形補間し、マザーウェーブレット関数は dmey を用いて Level を 8 次までウェーブレット変換を行う。

表 1 は Level と周期領域の関係を表したものである。表 1 より、d1 から d8 になるにつれて長周期成分となる。

表 1 Level と周期領域の関係

$\Delta t = 0.5(\text{min})$	Tmin	Tmax
J (Level)	$2^j \Delta t$	$2^{(j+1)} \Delta t$
d1	1	2
d2	2	4
d3	4	8
d4	8	16
d5	16	32
d6	32	64
d7	64	128
d8	128	256
a8	256	~

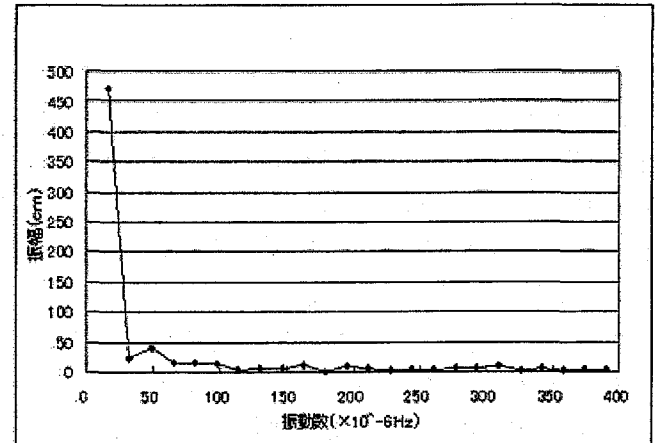


図 2 フーリエスペクトル (宇和島)

宇和島の潮位記録をもとに、図 2 は高速フーリエ変換により得られたフーリエスペクトルを、図 3 は離散ウェーブレット変換により得られたウェーブレット成分を表している。本研究ではこの他に宇和島、高松、徳島でも同じように解析を行っているが紙面の都合上発表会当日に発表する。

図 2 のフーリエスペクトルでは振動数 $165 \times 10^{-6} \text{ Hz}$ 、 $190 \times 10^{-6} \text{ Hz}$ 、 $310 \times 10^{-6} \text{ Hz}$ の 3 点でスペクトルの増加がみられる。このときの振動数から次式(1)を用いて周期を求めると 101.0min、87.7min、53.8min となる。

$$T = \frac{1}{S \times 60} \quad \dots (1)$$

ここで、 T :周期、 S :振動数である。

図 3 よりウェーブレット成分が d6 と d7 の範囲で最も激しく変動していることがわかる。d6 の成分は表 1 によると周期範囲 32~64 分、d7 の成分は周期範囲 64~128 分となっている。フーリエスペクトルもこの周期範囲に該当する。このことより宇和島に来襲した津波は複数の来襲周期が増幅されているということがわかる。

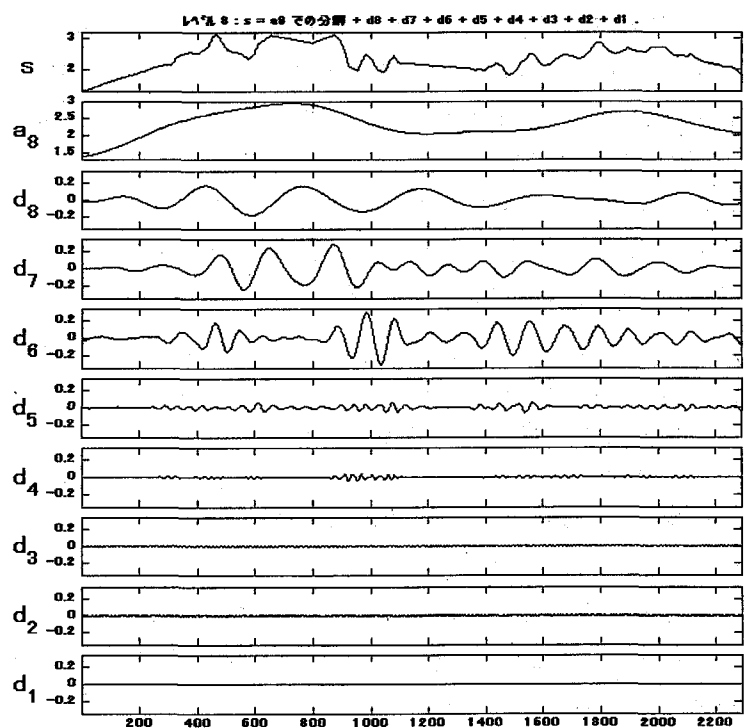


図 3 ウェーブレット成分 (宇和島)

参考文献

- 1) 水路部 (水路局): 水路要報, 附図第20, 1948.