

Ⅱ-25 ウェーブレット変換による昭和南海地震津波の振動解析

阿南高専 学生会員 ○草刈 隆
阿南高専 正会員 笹田 修司
阿南高専 正会員 島田 富美男

1. はじめに

地震は現在の科学でも何時起こるか予測できない自然災害であり、被害は大きく、地震に伴い発生する津波の被害も甚大である。1946年12月24日の昭和南海地震や1995年1月17日阪神大震災、最近では2004年10月23日新潟中越地震など多くの地震が発生している。また、2004年12月26日のスマトラ沖地震により発生した津波では近辺の国々に多大な被害を与えた。そのため、現在では津波の被害を軽減するため各方面で津波の研究が行われている。

現在、南海地震は何時発生してもおかしくない状況にある。南海地震の発生確率は30年以内では50%、50年以内では80%と推測されている。本研究では南海地震の津波対策として、ウェーブレット変換を用いて時間-周波数解析を行い、解析結果を基に湾の形状による津波の変化を検討し、防災対策に役立てることを目的とした。

2. ウェーブレット変換

ウェーブレット変換とは、スペクトル解析手法の一つであり、時刻 t をパラメータとするある関数 $f(t)$ に対するウェーブレット変換の定義式は次式のように示される。

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

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波数情報の両方を同時に解析できることとなる。

3. 解析に利用した潮位記録

本研究のウェーブレット変換では、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、港湾の水深等を実施調査し公表したデータ¹⁾の中の水位記録を基に解析する。

図1は土佐清水の潮位記録である。潮位記録は図1の様なグラフであり、潮位の数値データが記録されているのではない。そのため数値データを得るためには、このグラフの座標値を数値化する必要がある。座標読取りにはフリーウェア「Digital Curve Tracer」

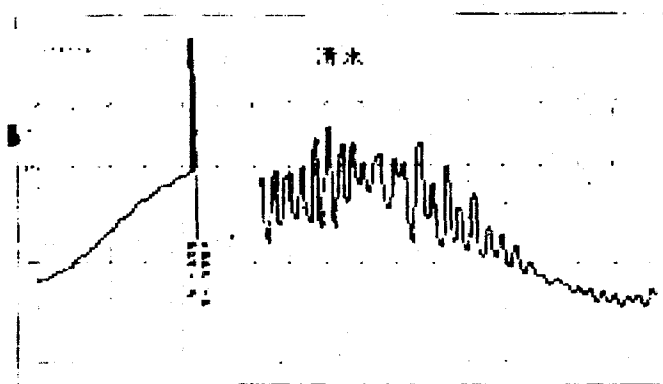
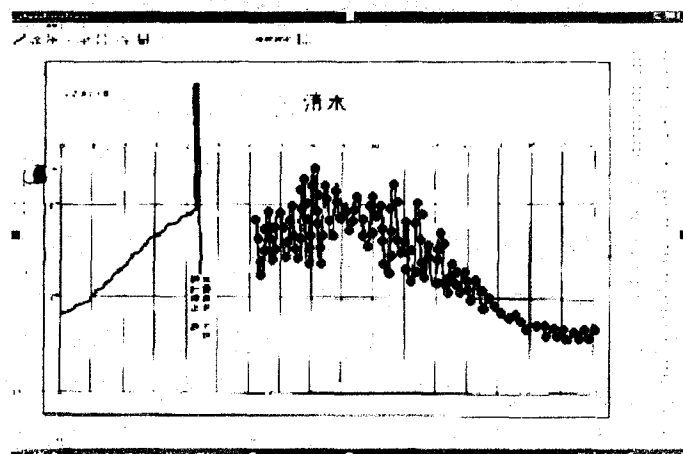


図1 水路要報増刊号付図（土佐清水）

(実名不明：ハンドルネーム「小太郎」)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。この機能を使用動作的にするためには、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み取りに必要な最低限の座標時期を残し、他の線を削除した。また、抽出した画像には回転や線が切れている部分があり、これらの補修に Microsoft ペイントを使用した。図2は「Digital Curve Tracer」で自動トレースを実行した際の画面である。図中の潮位の曲線に沿った丸印が読取った点である。



4. 解析内容および結果・考察

本研究では、津波の振動解析法として上記の Digital Curve Tracer によって読取った数値データを 60 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 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に表したものである。d8 になるほど長周期成分、d1 になるほど短周期成分長周期成分になる。

図 3 は土佐清水の離散ウェーブレット変換によるウェーブレット成分を示している。図の縦軸は波高 (m)、横軸は時間 (min) を表している。また、一番上の s は土佐清水の潮位観測データをグラフ化したものである。

図より、d4 と a8 の周期成分の振幅が大きいことが分かる。a8 は周期が 8 時間 53 分以上の波を表しており、振幅が 2m 近くあり、この周期の成分は潮の満ち引きを表している。また、d4 は周波数帯域 (周期: 16~32 分) を示し、振幅の変動が大きくなっていることが分かる。土佐清水の固有周期は副振動の観測記録により 20 分前後と考えられており²⁾、この周期が含まれる d4 の周波数帯域で湾の固有周期とする津波の周期成分の波が増幅されたと思われる。

表 1 Level と周期領域の関係

単位: 分

$\Delta t = 1(\text{min})$	Tmin	Tmax
j (Level)	$2^j \Delta t$	$2^{(j+1)} \Delta t$
d1	2	4
d2	4	8
d3	8	16
d4	16	32
d5	32	64
d6	64	128
d7	128	256
d8	256	512
a8	512	~

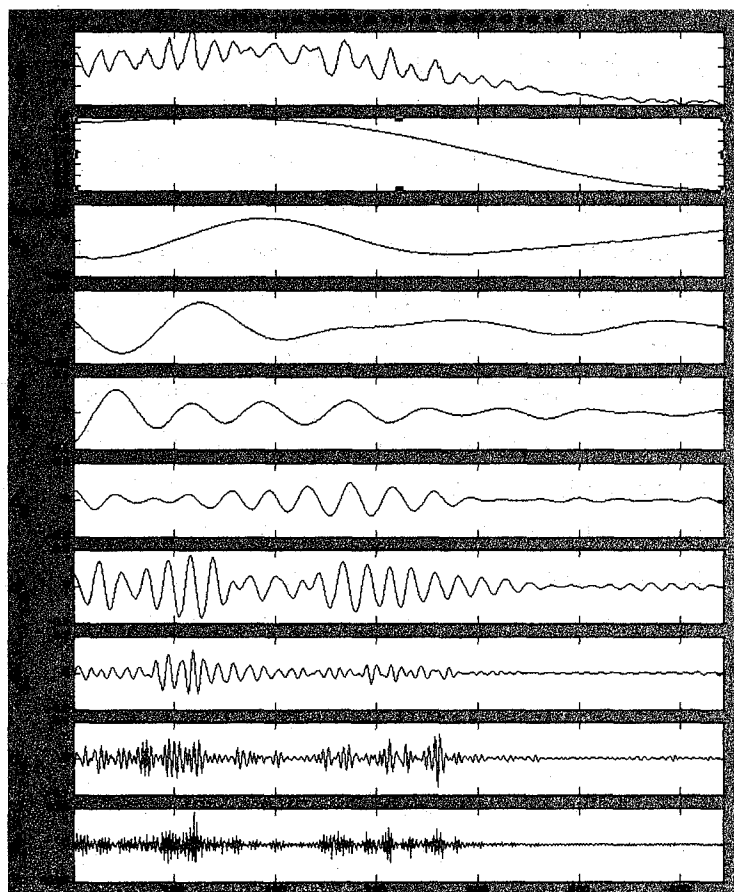


図 3 土佐清水湾のウェーブレット成分 (60 秒刻み)

参考文献

- 1) 水路部 (水路局) : 水路要報 (昭和 21 年南海大地震報告津浪編), インターネット, [http://www.kaiho.mlit.go.jp/05kanku/\(2005/9/19にアクセス\)](http://www.kaiho.mlit.go.jp/05kanku/(2005/9/19にアクセス))
- 2) 合田良實・佐藤昭二: 海岸・港湾、彰国社、1995.