

1994年フィリピン・ミンドロ島地震津波の解析 (横滑り断層による津波)

東北工学部 学生員 ○永田 豪
東北工学部 正 員 今村 文彦
東北工学部 正 員 首藤 伸夫

1 はじめに

1994年11月15日フィリピン中部ミンドロ島北部で発生した地震に伴い津波が発生した。最大津波高さは7mあまり、平均でも3~4mの高さを記録した。主な被害地域はミンドロ島北部沿岸であり、この地域では797戸が全壊、3288戸が部分破壊となっている。

このミンドロ津波はほぼ完全な横滑り断層による地震に伴って起こったと言われ、従来のように地盤の鉛直方向だけを考慮していた発生メカニズムでは説明が出来ないと思われる。そこで、本研究は、現地で作られたデータを加えて、今回の津波発生メカニズムの解析を行った。

2 津波伝播計算方法

津波の発生モデル以外の解析方法を説明する。津波の初期波源が与えられると、浅水理論を用いて、伝播計算を行う。格子間隔200m、時間間隔1秒、全計算時間は1時間である。地盤データが不十分のために陸上遡上はしていない。

図-1に示すように計算領域は、ルソン島南部、ミンドロ島北部、ベルデ島海峡をほぼ含む、東経120.9°~121.3°、北緯13.4°~13.8°の領域である。ただし、地盤・海底変位計算領域は震源域をすべて含むように大きく選んでいる。

3 水平変位を考慮した発生モデル

まずは、従来の手法にならって津波の初期波形を決定する。津波波源の推定方法である地震波解析から推定される断層モデルを用いて解析を行う。ここでは、地震波データを最もよく説明できると言われる菊地モデルを選んで(表-1)、地盤・海底の鉛直および水平変位を計算した。通常は、鉛直変位のみを津波波源として与えるが、ここでは、地震が横滑り断層運動で起こったため、図-2に示すように(鉛直変位最大値は1.2m、水平変位最大値は1.3m)その変位量は期待できない。そこで、水平変位量も求め、津波の発生に与える影響を調べる。水平変位の影響を考慮する方法として、海底の勾配がある場合には、(1)式により、水平変位による鉛直方向成分を算定出来る。これにより、基本的には従来の津波発生理論であるが、水平方向変位の効果を取り入れることが出来る。

$$Zh = Zh_x \frac{\partial H}{\partial x} + Zh_y \frac{\partial H}{\partial y} \quad (1)$$

ここで、 (Zh_x, Zh_y) は水平変位、 Zh はその鉛直方向成分、 H は水深。

鉛直変位のみと水平変位も考慮したモデルの比較をミンドロ島北部沿岸での最高水位として図-3に示す。結果的には、両者の差は小さく、横滑りの場合にも水平変位の影響は小さいと思われる。

4 地盤変位データからの断層モデル

図-3で再現された波高はせいぜい1m以下であり、実測された津波高の半分以下であった。特に、最高値を記録したバコ島では、わずか0.2mの計算値であった。そこで、地震波解析から推定された断層モデルを変え、実際にミンドロ島北部で測定された地盤の変位を説明できるモデルを推定することとした。ただし、地震のメカニズムと全体の地震モーメントは同じと仮定している。

最終的に、最もよく説明できるモデルは表-1の示すような3枚断層であった。このモデルを用いた初期波形を図-4に示す。また、このモデルを用いて津波数値計算を行った結果を図-5に示す。ここでは、地盤水平変位の効果も入れている。ミンドロ島北部のバコ地区での津波は1.5から2.0倍に増加し、特にバコ島では0.94mを出している。図-6に最高水位分布を示すが、バコ周辺で高い値を示しており、津波波源が改良されたことを意味する。しかし、観測値と比べてまだ過小評価であり、さらに検討が必要である。

5 おわりに

本研究では、地盤の水辺変位を考慮したモデルを提案した。結果的には、その効果は小さいことが分かった。観測された地盤変位を説明できる断層モデルを推定し、改善された結果を得たが、計算値はまだ過小評価であった。これは、発生モデルの問題だけでなく、沿岸域の伝播計算の精度や遡上の効果も考えられ、今後検討を行っていく。

表-1 断層パラメーター

	Kikuchi Model		New Parameter		
	Fault1	Fault2	Fault1	Fault2	Fault3
Strike	341°	0°	345°	345°	0°
Slip	356°	29°	356°	356°	29°
Dip	81°	66°	81°	81°	66°
Mo	5.2 × 10 ²⁶	1.7 × 10 ²⁶	2.8 × 10 ²⁶	1.3 × 10 ²⁶	4.6 × 10 ²⁶
μ	2 × 10 ¹¹	2 × 10 ¹¹	2 × 10 ¹¹	2 × 10 ¹¹	2 × 10 ¹¹
Depth	3Km	3Km	50m	50m	50m
Dislocation	5.7m	5.7Km	30m	10m	3.5m
Area(L×W)	30 × 15Km	15 × 10Km	12 × 12Km	8 × 8Km	19 × 13Km
to	121	121	117	137	144
Jo	-110	-180	-36	-83	-191

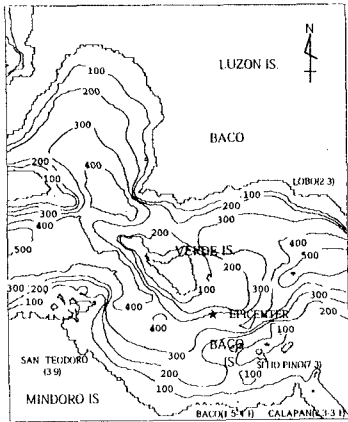


図-1 津波計算領域

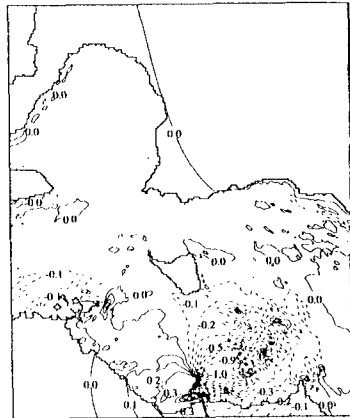


図-4 新モデルによる初期波形
(鉛直変位と水平変位を考慮)

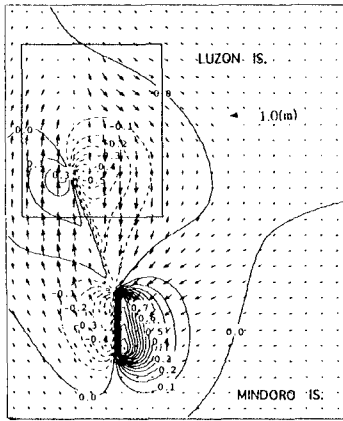


図-2 菊池モデルによる
鉛直変位と水平変位

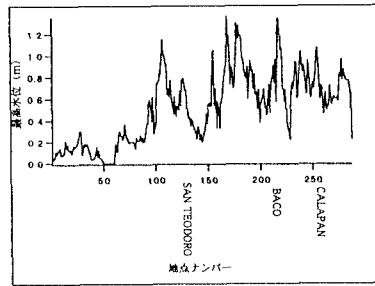


図-5 新モデルによる最高水位

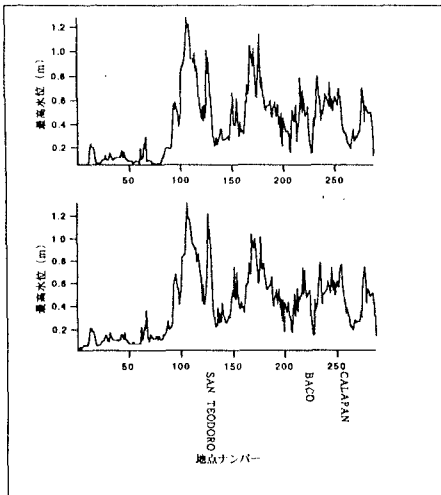


図-3 菊池モデルによる最高水位

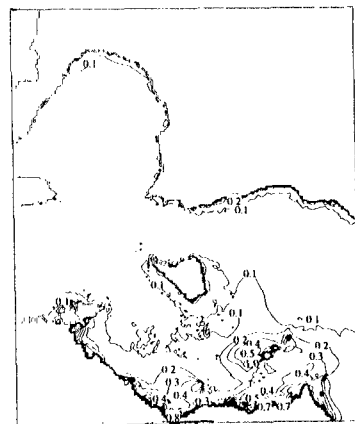


図-6 新モデルによる最高水位分布図