

東北日本を対象とした1960年チリ地震津波の数値解析

東電設計（株） 正会員 大森 政則
 日本原子力発電（株） 正会員 増田 崇治

東京電力（株） 正会員 柳沢 賢
 東電設計（株） 正会員 安中 正
 東京電力（株） 正会員 高尾 誠

1. はじめに

1960年チリ地震津波の日本近海を対象とした数値解析は、主に東北日本北部や北海道を対象に行われており（高岡・他（2001）など）、東北日本南部を対象とした解析例は少ない。また、Kanamori and Ciper(1974)の断層モデルに基づく解析は行われているが（今村・他（1989）など）、地殻変動データのインバージョン解析により提案された Barrientos and Ward(1990)の断層モデルに基づく解析例は少ない。本研究では、この2つの断層モデルに基づき、東北日本太平洋沿岸全域において、観測データと最も整合するモデルを検討した。

2. 数値解析モデル

計算は、図-1に示す太平洋全域における計算（以下、遠地計算と呼ぶ）と、図-2に示す日本近傍領域における計算（以下、近地計算と呼ぶ）の2段階に分けて行った。遠地計算は、極座標系を用い、格子間隔は緯度および経度方向共に10分とした。近地計算は、直交座標系を用いて、基本格子間隔4320mから痕跡高のある地点を最小80mまで細分化した。遠地計算と近地計算との接続は、遠地計算による接続位置での水位を、特性曲線法を用いて進行波成分および反射波成分に分離し、進行波成分のみを近地計算の境界に入射波として入力した。また、遠地計算は、コリオリ力の影響を考慮した線形分散波方程式を極座標系で表したのを用い、近地計算では、非線形長波方程式を用いて計算を行った。計算時間間隔は、遠地計算で20秒、近地計算で1秒とした。



図-1 遠地計算領域

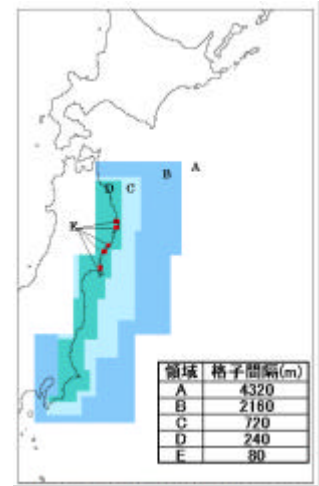


図-2 近地計算領域

3. 断層モデル

断層モデルは、Kanamori and Ciper(1974)によるモデル（以下、K&Cモデルと呼ぶ）と、Barrientos and Ward(1990)によるモデル（以下、B&Wモデルと呼ぶ）を設定した。B&Wモデルは、K&Cモデルよりもプレートの相対運動の方向や沈み込みの角度等と整合したモデルであり、インバージョンにより均質すべりモデルと不均質すべりモデルが求められている。本検討ではB&Wの均質モデルを基本とするが、断層幅については不均質モデルを参考に150km、180kmも設定した。検討ケースを表-1に示す。

表-1 検討ケース

ケース名	CASE1	CASE2	CASE3	CASE4
断層長さL(km)	800	850	850	850
断層幅W(km)	200	130	150	180
上縁深さd(km)	1	1	1	1
すべり量D(m)	24	17	17	17
走向(°)	N10°E	N7°E	N7°E	N7°E
すべり角(°)	90	105	105	105
傾斜角(°)	10	20	20	20
備考	Kanamori and Ciper(1974)をd=1kmにしたモデル。	Barrientos and Ward(1990)をd=1kmとしたモデル。	CASE2をW=150kmとしたモデル。	CASE2をW=180kmとしたモデル。

4. 結果の比較

津波による痕跡高と計算値の空間的な適合度を表す指標として、相田(1977)による幾何平均K、幾何標準偏差

キーワード：数値シミュレーション、プレート相対運動、遠地津波、コリオリ力、線形分散波、極座標

連絡先：〒110-0015 東京都台東区東上野 3-3-3 TEL03-4464-5465

を用いた。リアス式沿岸形状による地形効果の影響が多く含まれる範囲と、比較的平坦な地形形状の範囲を分けて評価するために、図-3 に示すように、解析範囲のうち三陸海岸特有のリアス式沿岸形状を示す範囲（0～800km）と、それより南側の範囲（800km以南）とを分けて評価した。4ケースの領域別のKおよびの値を表-2示す。Case1のK&Cモデルは、800km以南におけるの値が悪く、二つの領域におけるKの違いがやや大きいに対し、Case2～4のB&Wモデルの方が800km以南におけるの値が良く、二つの領域におけるKの違いがCase1に比べやや小さくなっている。

次に、チリ地震津波時に観測された検潮所の波形と計算結果との比較を行い、整合性を比較した。他の検潮所に比べて沖側に位置し、陸地等による影響が少ないと考えられる宮城江ノ島地点の比較例を表-3に示す。表-3は検潮所波形と計算結果との残差二乗和および相関係数の比較であり、Case4（B&Wモデルの断層幅を180kmに設定したケース）の残差二乗和が最も小さく、相関係数も最も大きくなっている。Case4に対する観測波形と計算波形の比較を図-4に示す。位相、振幅ともかなりよく合っている。

以上のK- および検潮所の波形との比較から、B&Wモデルの断層幅を180kmに設定したケースが、東北日本の津波観測記録を最もよく再現できる断層モデルと考えられる。

表-2 領域毎のK, 評価

Case	領域	K	
		0～800km	800km以南
Case1	0～800km(n=360)	1.31	1.39
	800km以南(n=33)	0.86	1.61
Case2	0～800km(n=360)	1.19	1.40
	800km以南(n=33)	0.78	1.38
Case3	0～800km(n=360)	1.14	1.40
	800km以南(n=33)	0.77	1.41
Case4	0～800km(n=360)	1.11	1.41
	800km以南(n=33)	0.75	1.45
	/	1.480	0.972

表-3 残差二乗和, 相関係数の比較

Case	残差二乗和	相関係数
CASE1	72.90	0.899
CASE2	126.34	0.829
CASE3	83.78	0.882
CASE4	57.71	0.918

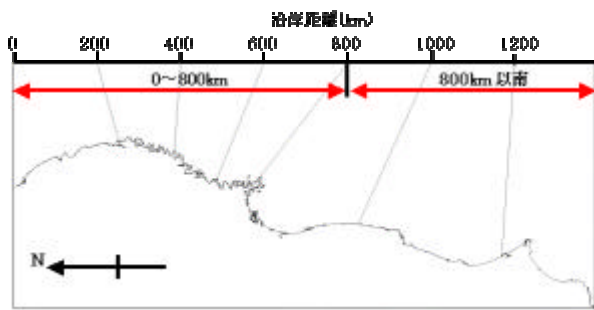


図-3 分割領域

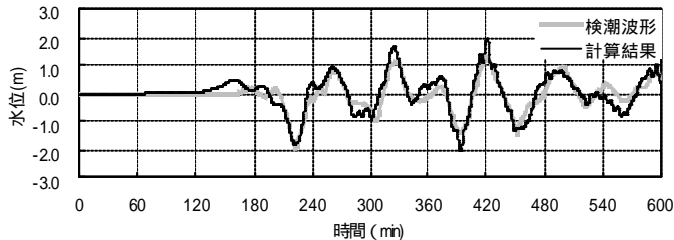


図-4 検潮波形との比較

5. まとめ

東北日本太平洋沿岸全域を対象として1960年チリ地震津波の数値解析を行なった。Barrientos and Ward(1990)のモデルは、プレートの相対運動の方向や沈み込みの角度等と整合したモデルであり、幾何平均K、幾何標準偏差による比較及び検潮所波形と計算結果との比較では、断層幅を180kmに設定したケース(Case4)が、東北日本の津波観測記録を最もよく再現できる断層モデルであることを示した。

参考文献

- 1)高岡一章・伴一彦・山木滋：数値シミュレーションによる遠地津波予報の可能性 - 1960年チリ地震津波の例 -, 津波工学研究報告第18号, pp.113-130, 2001
- 2)今村文彦・後藤智明・首藤伸夫：1960年チリ地震津波の再現計算 遠地津波に対する数値予測の可能性, 東北大学工学部津波防災実験所研究報告, 第6号, pp.79-111, 1989
- 3)Kanamori, H and J.J.Cipar: Focal process of the great Chilean earthquake May22, 1960, Phys. Earth Planet. Interiors, Vol.9, pp.128-136, 1974
- 4)Barrientos, S.E. and S.N.Ward: The 1960 Chile Earthquake, inversion for slip distribution from surface deformation, Geophys. J. Int, Vol.103, pp.589-598, 1990
- 5)相田勇：三陸沖の古い津波のシミュレーション, 東京大学地震研究所彙報, Vol.52, pp.71-101, 1977.