

福島第一・第二原子力発電所

津波の検討について

平成6年3月

東京電力株式会社

## 目 次

1. 敷地及び敷地周辺の津波記録	-----	1
2. 予測式による津波高さの推定	-----	1
3. 数値シミュレーションの対象地震の選定	-----	2
4. 検証計算に基づく波源モデルの設定	-----	3
5. 数値シミュレーションによる津波高さの予測	-----	4
6. 津波に対する安全性の評価	-----	4
7. 参考文献	-----	6
8. 表	-----	7
9. 図	-----	14

## 1. 敷地及び敷地周辺の津波記録

文献<sup>(1)-(11)</sup>調査結果に基づき、三陸沖～房総沖で発生した地震の内、津波の規模が比較的大きかったものとして869年、1611年、1677年11月、1896年及び1933年の津波があり、これらの津波の内、敷地及び敷地周辺に比較的大きな痕跡高を残したと考えられる津波は、三陸沖で発生した1611年の津波と房総沖で発生した1677年11月の津波である。また、外国沿岸で発生し、敷地及び敷地周辺に最も大きな痕跡高を残した津波は1960年のチリ津波である。

第1表に示すように、1611年の津波による福島県今泉の痕跡高は5～6mと推定され、1677年11月の津波による福島県沿岸の痕跡高は3～4mと推定されている。また、1960年のチリ津波による福島県小名浜の痕跡高は2.4m、双葉郡大久村の痕跡高は2.8mと推定されている。

なお、敷地前面海域で発生したM7クラスの地震による敷地周辺の津波記録は、1938年福島県沖群発地震の本震（11月5日17時43分）による小名浜の107cm（検潮記録の最大全振幅）が最大である。

## 2. 予測式による津波高さの推定

文献<sup>(1)-(11)</sup>調査に基づき、敷地に影響を及ぼす可能性のある地震を抽出し、予測式により敷地に来襲する津波高さの推定を行った。推定した津波高さを以下、予測高と言うこととする。

### (1) 阿部による予測式

阿部（1989）<sup>(12)</sup>は、太平洋側の津波に関しては津波マグニチュードMtがモーメントマグニチュードMwに平均的に等しくなるように定義し、予測高Ht（m）、Mw（≡Mt）と震央距離Δ（km）の関係式として次の式を示している。この式を用いてMwに相当する予測高を求めることができる。

$$\log Ht = Mw - \log \Delta - 5.55$$

### (2) 予測高の推定結果

予測高の推定結果を第2表（福島第一）と第3表（福島第二）に示す。

表中、震源位置と地震マグニチュードM（気象庁マグニチュードM<sub>J</sub>）の値は宇佐美（1987）<sup>(2)</sup>にある値を用い、津波マグニチュードMtの値は阿部（1988）<sup>(13)</sup>によるものを用いた。ただし、Mtが決定されていない地震については、佐藤（1989）<sup>(14)</sup>にある地震モーメントM<sub>0</sub>の代表値を用い、Kanamori（1977）<sup>(15)</sup>のM<sub>0</sub>とMwの関係式（ $\log M_0 = 1.5Mw + 16.1$ ）によりMwを算出して、Mtとした。M<sub>0</sub>が決定されていない地震については、阿部（1989）によるM<sub>J</sub>とMwの関係式（ $M_J = 0.79Mw + 1.44$ ）を用いてMwを算出し、Mtとした。

敷地での予測高が比較的大きい地震として1611年と1677年11月の地震があるが、予測高は最大でも2.6m程度であったと考えられ、このことは過去において敷地近

傍で津波による被害を受けた記録がないことと整合している。

なお、宇佐美（1987）によれば第2表及び第3表に示した地震以外にマグニチュードの大きなものとして869年の地震（ $M=8.3$ ）があるが、同地震については、文献調査の結果、以下に示すようなことが挙げられる。

- ①地震に関する記録が「日本三代実録」に限られており、津波が多賀城下まで来襲し、溺死者が千人ほどとなったことが記述されているだけである。
- ②阿部壽ら（1990）<sup>(16)</sup>は、この津波による仙台平野の痕跡高を考古学的所見等により検討した結果、痕跡高は河川から離れた平野部で2.5～3.0m、浸水域は海岸線から3kmぐらいの範囲であったと推定しており、1611年及び1933年の津波と比較して、仙台平野における痕跡高は、1933年の1.0～2.4mよりも大きく、1611年の6.0～8.0mよりも小さかったと考えられることを指摘している。
- ③869年の地震と1611年の地震の震央位置が比較的近い。

これらのことから、敷地においても869年の津波は1611年の津波を上回らなかったと考えられる。

### 3. 数値シミュレーションの対象地震の選定

敷地周辺の津波記録及び予測式による敷地での津波高さを推定した結果、敷地に比較的大きな影響を及ぼした可能性のある地震として、1611年、1677年11月の地震と外国沿岸で発生した1960年のチリ地震があると考えられる。

三陸沖では、1611年の津波の他に比較的規模の大きかった津波として1896年（明治三陸津波）、1933年（昭和三陸津波）の津波があるが、相田（1977）<sup>(9)</sup>はこれらの三陸沖の津波の数値シミュレーションを行い、第1図に示す沿岸に沿った15km毎の200m等深線上の計算値（最大全振幅）を2.8倍することにより沿岸での痕跡高を推定できることを示している。第1図により敷地位置の痕跡高を敷地前面（No. 69）の計算値から推定すると、1611年の地震では2.52m（ $0.9 \times 2.8$ ）、1896年の地震では1.68m以下（No. 64； $0.6 \times 2.8$ ）、1933年の地震では1.96m（ $0.7 \times 2.8$ ）となり、予測式による検討結果と同様に、1896年の津波、1933年の津波は1611年の津波を上回らなかったと考えられる。これらのことから、三陸沖の1611年の津波を数値シミュレーションの対象地震として選定した。

1677年11月の地震については、予測式により比較的大きな予測高が得られていること、第2図に示すように、羽鳥（1975a）<sup>(5)</sup>は各地の地震史料から波源域を房総沖に推定し、福島県沿岸での痕跡高は3～4mであったと推定していることから、数値シミュレーションの対象地震として選定した。

1960年のチリ地震について、敷地周辺に3m程度の痕跡高が残されていることと、福島第一・第二原子力発電所の原子炉設置許可申請時において、この津波による小名浜港での検潮記録の最大値及び最小値がそのまま発電所の最高潮位及び最低潮位として採用されていることから、数値シミュレーションの対象地震として選定した。

#### 4. 検証計算に基づく波源モデルの設定

数値シミュレーションの対象地震として選定した3つの地震について、津波の検証計算に基づき波源モデル（1960年チリ地震の場合は沖合境界での入射波形）の設定を行った。

##### (1) 計算条件と計算領域

計算条件を第4表に、計算領域及び領域内の水深分布を第3図と第4図に示す。

計算格子分割については、水深と津波の周期から推定される津波の波長を考慮して、波源域を含む外洋では5120m間隔とし、陸岸に近づくに従って順次細分化し、陸岸境界近傍では320mまで細分化した。

##### (2) 検証方法

選定した3つの地震について波源モデル（1960年チリ地震の場合は沖合境界での入射波形）による津波の伝播計算を行い、その結果を用いて検証計算を行った。

1611年の地震に対する検証は、相田(1977)と同様に15km毎の200m等深線上の計算値（最大全振幅）を2.8倍したものを各地点で推定されている外海に面した海岸での痕跡高（相田による平均浸水高）と比較する方法を用いた。

1677年11月の地震と1960年のチリ地震に対する検証は、陸岸境界での計算値（最大水位上昇量）を各地点の痕跡高と直接比較する方法を用いた。

伝播計算に用いる波源モデルまたは入射波形の適否を評価する指標には、相田(1977)が提案した次の幾何平均値（ $K$ ）と標準偏差（ $\kappa$ ）を用いた。

$$K_i = x_i / y_i \quad (x_i : \text{痕跡高}, y_i : \text{計算値})$$
$$\log K = (1/n) \sum \log K_i$$
$$\log \kappa = \{(1/n) \sum (\log K_i)^2 - (\log K)^2\}^{1/2}$$

##### (3) 検証計算の結果

津波の検証計算結果に基づいて設定した各地震の波源モデルの諸元または沖合境界での入射波形を第5表に示す。波源モデルの海表面での投影位置または沖合境界での入射位置を第5図と第6図に示す。

1611年の波源モデルによる計算値と相田(1977)による各地点番号の痕跡高との比較結果を第7図に示し、1677年11月の波源モデルによる計算値と羽鳥(1975a)による各地点の痕跡高との比較結果を第8図に示す。また、1960年チリ津波の沖合境界での入射波形による計算値と「チリ津波合同調査班」(1961) (18)による各地点の痕跡高との比較結果を第9図に示す。

数多くの津波数値実験結果から、相田(1986) (19)は「 $K$ は原理的には1になり得るが、 $\kappa$ は現在のところ $\kappa \leq 1.2$ は“優”、 $\kappa \leq 1.4$ は“良”と言ったところであろう」と示唆している。1611年の波源モデル、1677年11月の波源モデル及び1960年チリ津波の沖合境界での入射波形による $\kappa$ の値はいずれも1.4~1.6程度であり、モデルの適合性としてほぼ妥当であると考えられる。

## 5. 数値シミュレーションによる津波高さの予測

検証計算に基づいて設定した3つの地震の波源モデルまたは沖合境界での入射波形を用いて、津波の数値シミュレーションを行った。

津波の数値シミュレーションのフローを第10図に示す。

### (1) 計算条件と計算領域

計算条件を第6表に、計算領域及び領域内の水深分布を第11図に示す。また、波源モデルの海表面での投影位置または沖合境界での入射位置を第12図に示す。

計算格子分割については、水深と津波の周期から推定される津波の波長を考慮して、波源域を含む外洋では5120m間隔とし、敷地に近づくに従って順次細分化し、敷地前面では40mまで細分化した。

### (2) 数値シミュレーション結果

敷地の形状、各種構造物の天端高及び敷地周辺での代表的な計算波形の出力点を第13図（福島第一）と第14図（福島第二）に示す。

各地震による津波の最大水位上昇量及び最大水位下降量を第7表に、代表的な出力点での計算波形を第15図（福島第一）と第16図（福島第二）に示す。

津波の数値シミュレーション結果によれば、敷地の護岸前面での最大水位上昇量及び最大水位下降量はいずれも1960年チリ地震津波による値が最も大きく、福島第一地点での最大水位上昇量は約2.1mになり、最大水位下降量は約2.2mになる。また、福島第二地点での最大水位上昇量は約2.1mになり、最大水位下降量は約2.1mになる。

## 6. 津波に対する安全性の評価

### (1) 津波に対する敷地の安全性

津波の数値シミュレーション結果によれば、福島第一地点の護岸前面での最大水位上昇量は約2.1mになる。朔望平均満潮位時(0.P.+1.359m)に津波が来襲すると、最高水位は0.P.+3.5m程度になるが、第17図に示すように、護岸の天端高は0.P.+4.5mで、主要施設の整地地盤高が0.P.+10.0m以上であることから、津波が遡上したり、主要施設が津波による被害を受けることはない。

福島第二地点の護岸前面での最大水位上昇量は約2.1mになる。朔望平均満潮位時(0.P.+1.505m)に津波が来襲すると、最高水位は0.P.+3.6m程度になるが、第18図に示すように、護岸の天端高が0.P.+4.5mで、主要施設の整地地盤高は0.P.+12.0mであることから、福島第一地点と同じく津波が遡上したり、主要施設が津波による被害を受けることはない。

## (2) 津波に対する取水の安全性

津波の数値シミュレーション結果によれば、福島第一地点の取水口(護岸)前面での最大水位下降量は約2.2mになる。朔望平均干潮位時(0.P.+0.021m)に津波が来襲すると、最低水位は0.P.-2.2m程度になるのに対し取水系構造物の最高敷高は0.P.-3.5m以下で、ポンプベルマウスの下端レベルは0.P.-2.950m以下である。また、前述のとおり最高水位は0.P.+3.5m程度になるのに対しポンプモーター設置レベルは0.P.+5.580m以上である。これらのことから、十分に取水の安全性を確保できる(第8表及び第17図)。

福島第二地点の取水口前面での最大水位下降量は約2.1mになる。朔望平均干潮位時(0.P.+0.055m)に津波が来襲すると、最低水位は0.P.-2.1m程度になるのに対し取水系構造物の最高敷高は0.P.-5.50mで、ポンプベルマウスの下端レベルは0.P.-3.165m以下である。また、前述のとおり最高水位は0.P.+3.6m程度になるのに対しポンプモーター設置レベルは0.P.+5.455m以上である。これらのことから、福島第一地点と同じく十分に取水の安全性を確保できる(第8表及び第18図)。

## 7. 参考文献

- (1) 渡辺偉夫(1985): 日本被害津波総覧、東京大学出版会.
- (2) 宇佐美龍夫(1987): 新編日本被害地震総覧、東京大学出版会.
- (3) 羽鳥徳太郎(1967): 1896年の三陸津波の波源域及び1933年の津波との比較、地震第2輯、vol. 20、pp. 164-170.
- (4) 羽鳥徳太郎(1974): 東北日本太平洋側における津波の波源、地震第2輯、vol. 27、pp. 321-337.
- (5) 羽鳥徳太郎(1975a): 房総沖における津波の波源—延宝(1677)・元禄(1703)・1953年房総沖津波の規模と波源域の推定—、地震研究所彙報、vol. 50、pp. 83-91.
- (6) 羽鳥徳太郎(1975b): 三陸沖歴史津波の規模と推定波源域、地震研究所彙報、vol. 50、pp. 397-414.
- (7) 羽鳥徳太郎(1976a): 1938年福島沖群発地震による津波の発生機構、地震第2輯、vol. 29、pp. 179-190.
- (8) 羽鳥徳太郎(1976b): 三陸沖津波の波源位置と伝播の様相、地震研究所彙報、vol. 51、pp. 197-207.
- (9) 相田勇(1977): 三陸沖の古い津波のシミュレーション、地震研究所彙報、vol. 52、pp. 71-101.
- (10) 羽鳥徳太郎(1983): 1982年茨城県沖津波とその周辺海域の津波活動、地震研究所彙報、vol. 58、pp. 423-431.
- (11) 羽鳥徳太郎(1987): 寛政5年(1793年)宮城沖地震における震度・津波分布、地震研究所彙報、vol. 62、pp. 297-309.
- (12) 阿部勝征(1989): 地震と津波のマグニチュードに基づく津波高の予測、地震研究所彙報、vol. 64、pp. 51-69.
- (13) 阿部勝征(1988): 津波マグニチュードによる日本付近の地震津波の定量化、地震研究所彙報、vol. 63、pp. 289-303.
- (14) 佐藤良輔: 1989、日本の地震断層パラメータ・ハンドブック、鹿島出版会
- (15) Kanamori: 1977, The energy release in great earthquakes, J. Geophys. Res., vol. 82, pp. 2981-2987.
- (16) 阿部壽・菅野喜貞・千釜章(1990): 仙台平野における貞観11年(869年)三陸津波の痕跡高の推定、地震第2輯、vol. 43、pp. 513-525.
- (17) L. Mansinha and D. E. Smylie: 1971, The displacement fields of inclined faults, Bulletin of the Seismological Society of America, vol. 61, No. 5, pp. 1433-1440.
- (18) チリ津波合同調査班(1961): 1960年5月24日チリ地震津波に関する論文及び報告
- (19) 相田勇(1986): 津波波源の推定、水工学シリーズ86-B-2、pp. 1-17.



第1表 敷地及び敷地周辺における痕跡高及び検潮記録

発生年月	波源域	M	痕跡高及び検潮記録	出典
1611 12/02	三陸沖	8.1	福島県今泉(相馬)5~6m	羽鳥(1975b) <sup>(6)</sup>
1677 11/04	房総沖	8.0	福島県沿岸3~4m	羽鳥(1975a) <sup>(6)</sup>
1960 05/23	チリ沖	9.5	小名浜2.4m 双葉郡大久村2.8m	渡辺(1985) <sup>(1)</sup> "
1938 11/05	福島県沖	7.5	小名浜107cm (検潮記録の最大全振幅)	宇佐美(1987) <sup>(2)</sup>

(Mは宇佐美(1987)<sup>(2)</sup>による)

第2表 予測高の推定結果（福島第一）

発生時刻 年月日時	震源位置		マグニチュード		震央距離 (km)	予測高 (m)
	$\phi$ (°N)	$\lambda$ (°E)	M	Mt		
1611 12 2 10	39.0	144.4	8.1	[8.5]	344	2.59
1677 4 13 20	41.0	142.25	7.4	(7.5)	412	0.22
1677 11 4 20	35.5	142.0	8.0	(8.3)	230	2.44
1763 1 29 18	41.0	142.25	7.4	(7.5)	412	0.22
1793 2 17 12	38.5	144.5	8.2	[7.8]	328	0.54
1835 7 20 14	38.5	142.5	7.0	(7.0)	176	0.16
1896 6 15 19	39.5	144.0	6.8	8.2	347	1.29
1897 8 5 9	38.3	143.3	7.7	7.8	222	0.80
1933 3 3 2	39.23	144.52	8.1	8.3	365	1.54
1938 11 5 17	37.33	142.18	7.5	7.6	102	1.10
1938 11 6 17	37.43	141.92	7.4	7.3	78	0.72
1952 3 4 10	41.80	144.13	8.2	8.2	555	0.80
1968 5 16 9	40.73	143.58	7.9	8.2	429	1.04

震源位置及び地震マグニチュードM (M<sub>J</sub>) は宇佐美 (1987) <sup>(2)</sup> にある値による  
 [ ]はKanamori (1977) <sup>(15)</sup> のM<sub>0</sub>とM<sub>w</sub> (≒M<sub>t</sub>) の関係式による  
 ( )は阿部 (1989) <sup>(12)</sup> のM<sub>J</sub>とM<sub>w</sub> (≒M<sub>t</sub>) の関係式による

第3表 予測高の推定結果（福島第二）

発生時刻 年月日時	震源位置		マグニチュード		震央距離 (km)	予測高 (m)
	$\phi$ (°N)	$\lambda$ (°E)	M	Mt		
1611 12 2 10	39.0	144.4	8.1	[8.5]	347	2.57
1677 4 13 20	41.0	142.25	7.4	(7.5)	420	0.21
1677 11 4 20	35.5	142.0	8.0	(8.3)	218	2.58
1763 1 29 18	41.0	142.25	7.4	(7.5)	420	0.21
1793 2 17 12	38.5	144.5	8.2	[7.8]	330	0.54
1835 7 20 14	38.5	142.5	7.0	(7.0)	183	0.15
1896 6 15 19	39.5	144.0	6.8	8.2	353	1.27
1897 8 5 9	38.3	143.3	7.7	7.8	226	0.79
1933 3 3 2	39.23	144.52	8.1	8.3	370	1.52
1938 11 5 17	37.33	142.18	7.5	7.6	101	1.11
1938 11 6 17	37.43	141.92	7.4	7.3	79	0.71
1952 3 4 10	41.80	144.13	8.2	8.2	562	0.79
1968 5 16 9	40.73	143.58	7.9	8.2	436	1.02

震源位置及び地震マグニチュードM (M<sub>J</sub>) は宇佐美 (1987) <sup>(2)</sup> にある値による  
 [ ]はKanamori (1977) <sup>(15)</sup> のM<sub>0</sub>とM<sub>w</sub> (≒M<sub>t</sub>) の関係式による  
 ( )は阿部 (1989) <sup>(12)</sup> のM<sub>J</sub>とM<sub>w</sub> (≒M<sub>t</sub>) の関係式による

第4表 検証計算の計算条件

	1611年の地震	1677年11月の地震	1960年のチリ地震
計算領域	第3図に示すように、512km×768kmの範囲を計算領域とする。	第4図に示すように、522km×722kmの範囲を計算領域とする。	1611年の地震と同様の計算領域とする。
計算格子間隔	計算格子間隔は、5120mから順次細分化し、陸岸境界付近では320mとする。		
計算時間間隔	1611年と1677年11月の地震：0.5秒 1960年のチリ地震：5.0秒		
初期水位	1611年と1677年11月の地震： 波源モデルを設定し、Mansinha & Smylie(1971) <sup>(17)</sup> の式により計算される海底鉛直変位量をそのまま初期海面水位として用いる。 1960年のチリ地震： 検潮記録から適切な入射波形を設定し、沖側境界から強制的に入力する。		
境界条件	外洋側は透過境界とする。 陸側は固定境界（海岸を鉛直壁）とし、完全反射とする。		

第5表 各地震の波源モデルまたは沖合境界での入射波形

地震	L (km)	W (km)	H (km)	$\delta$ ( $^{\circ}$ )	D d (m)	備考
1611年の地震	245	50	1	45	+8.0	相田(1977) <sup>(9)</sup> の断層モデルを適用
1677年11月の地震	200	50	1	20	-6.5	羽鳥(1975a) <sup>(5)</sup> の波源域に基づく波源モデル
1960年のチリ地震	<p>荒浜の検潮記録に基づく入射波形</p>					

※ D d : 食い違い量の鉛直成分、“+”は正断層地震、“-”は逆断層地震

第6表 数値シミュレーションの計算条件

計算領域	第11図に示すように、約512km×922kmの範囲を計算領域とする。
計算格子間隔	計算格子間隔は、5120mから順次細分化し、敷地付近では40mとする。
計算時間間隔	1611年と1677年11月の地震：0.50秒 1960年のチリ地震：1.25秒
初期水位	1611年と1677年11月の地震： 設定された波源モデルを用い、Mansinha & Smylie(1971) <sup>(17)</sup> の式により計算される海底鉛直変位量をそのまま初期水位として用いる。 1960年のチリ地震： 設定された入射波形を、沖側境界から強制的に入力する。
境界条件	外洋側は透過性境界とする。 陸側は固定境界（海岸を鉛直壁）とし、完全反射とする。 ただし、発電所周辺の評価領域については、護岸、防波堤等の天端高及び敷地高等を考慮し、津波の遡上現象を取り扱えるようにしている。

第7表 敷地の護岸前面での最大水位上昇量及び最大水位下降量

地震	福島第一原子力発電所		福島第二原子力発電所	
	最大水位 上昇量	最大水位 下降量	最大水位 上昇量	最大水位 下降量
1611年の地震	1.3~1.5m	1.6~1.9m	1.1~1.3m	1.3~1.5m
1677年11月の地震	1.1~1.4m	0.9~1.1m	0.9~1.1m	0.9~1.3m
1960年のチリ地震	2.1m	2.1~2.2m	2.1m	1.9~2.1m

第8表 最高水位及び最低水位と取水設備との比較

		福島第一 原子力発電所	福島第二 原子力発電所
上昇側	最高水位	O. P. +3.5m	O. P. +3.6m
	ポンプモーター設置レベル	O. P. +5.580m以上	O. P. +5.455m以上
下降側	最低水位	O. P. -2.2m	O. P. -2.1m
	取水系構造物の最高敷高	O. P. -3.5m以下	O. P. -5.5m
	ベルマウス下端レベル	O. P. -2.950m以下	O. P. -3.165m以下

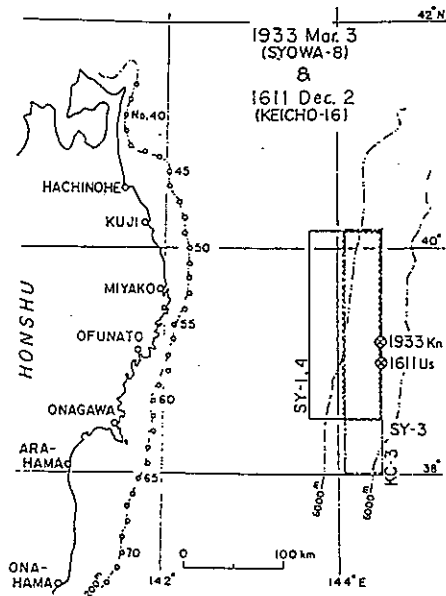


Fig. 2. Fault planes assumed for the Tsunamis of 1611 and 1933. Numbered open circles show the locations on the 200 m depth contour where the output of the computation is taken out. Symbols 1933 Kn and 1611 Us show epicenters determined by KANAMORI (1971b) and USAMI (1975), respectively.

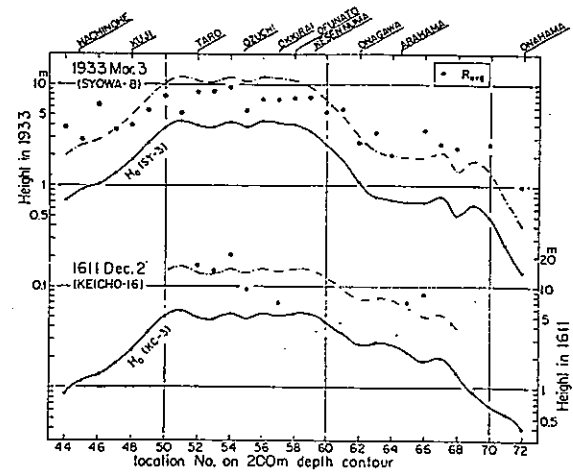


Fig. 4. Distribution of computed tsunami heights  $H_0$  along the 200 m depth contour (solid line) and estimated inundation heights on the open coast (chain line). Double circles show the observed inundation heights  $R_{ave}$  averaged in the interval of about 15 km along the open coast.

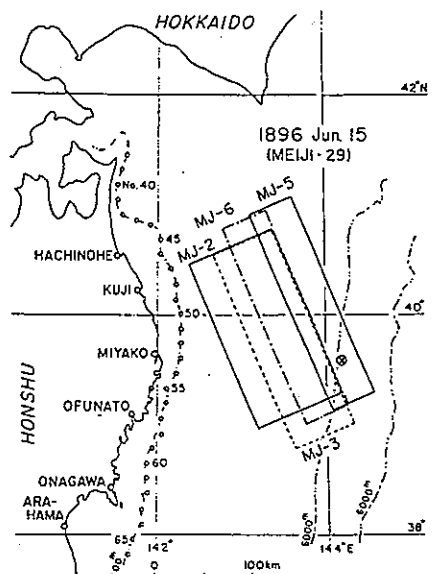


Fig. 6. Fault planes assumed for the Tsunami of 1896. Numbered open circles show the location on the 200 m depth contour where the output of the computation is taken out.

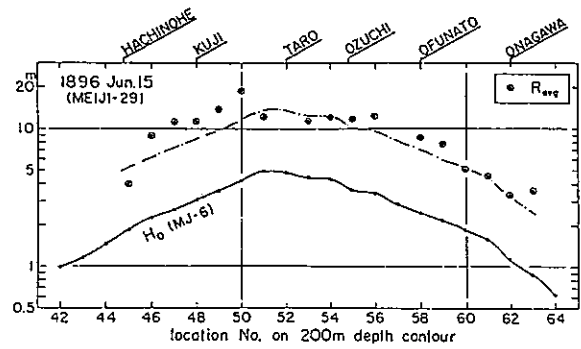


Fig. 9. Distribution of computed tsunami heights  $H_0$  along the 200 m depth contour (solid line) and estimated inundation heights on the open coast (chain line). Double circles show the observed inundation heights  $R_{ave}$  averaged in the interval of about 15 km along the open coast.



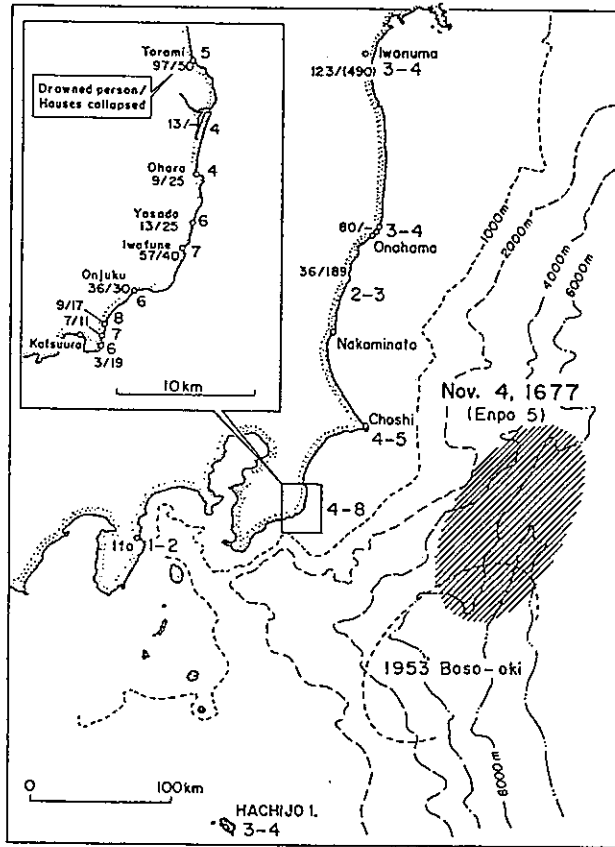
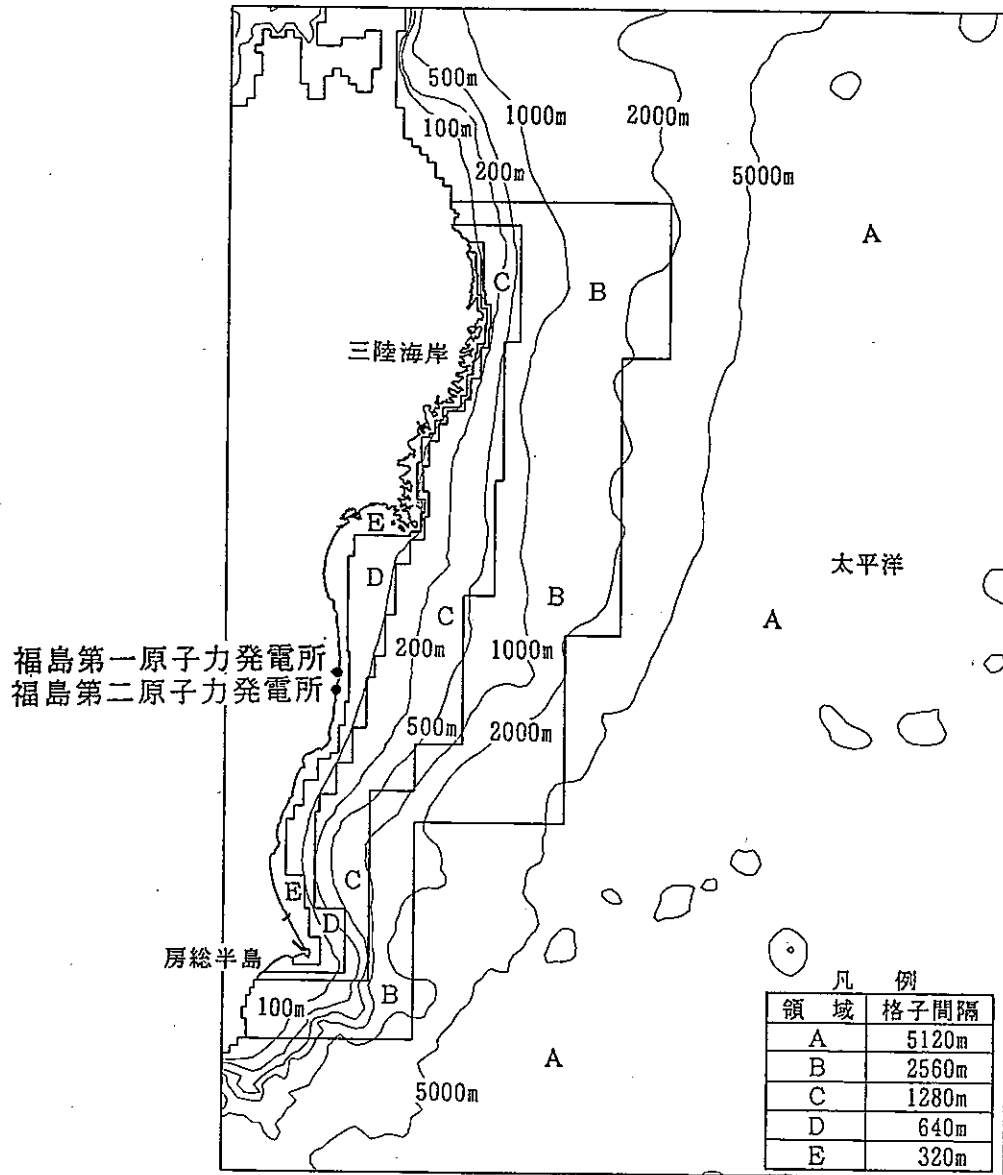
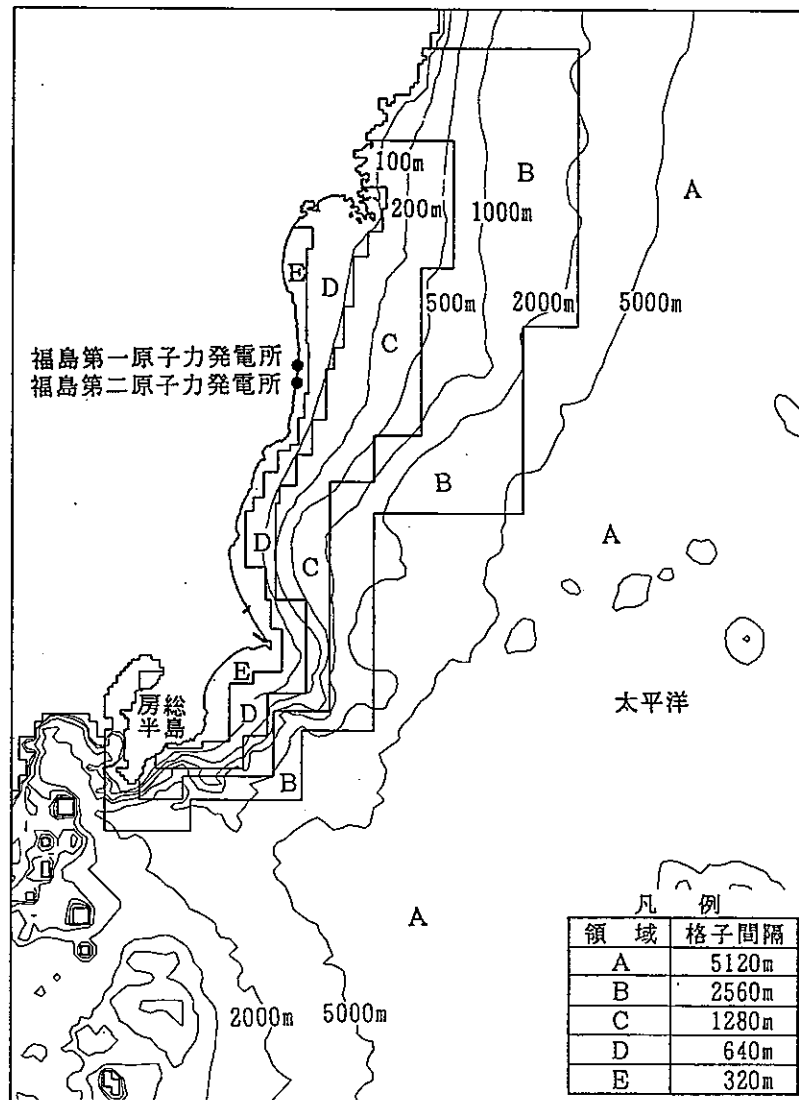


Fig. 7. Distribution of the inundation heights (unit: m) inferred from old documents and the hypothetical source area of the 1677 tsunami. Left upper figure: Estimated inundation height (unit: m), drowned person, and number of houses which collapsed.

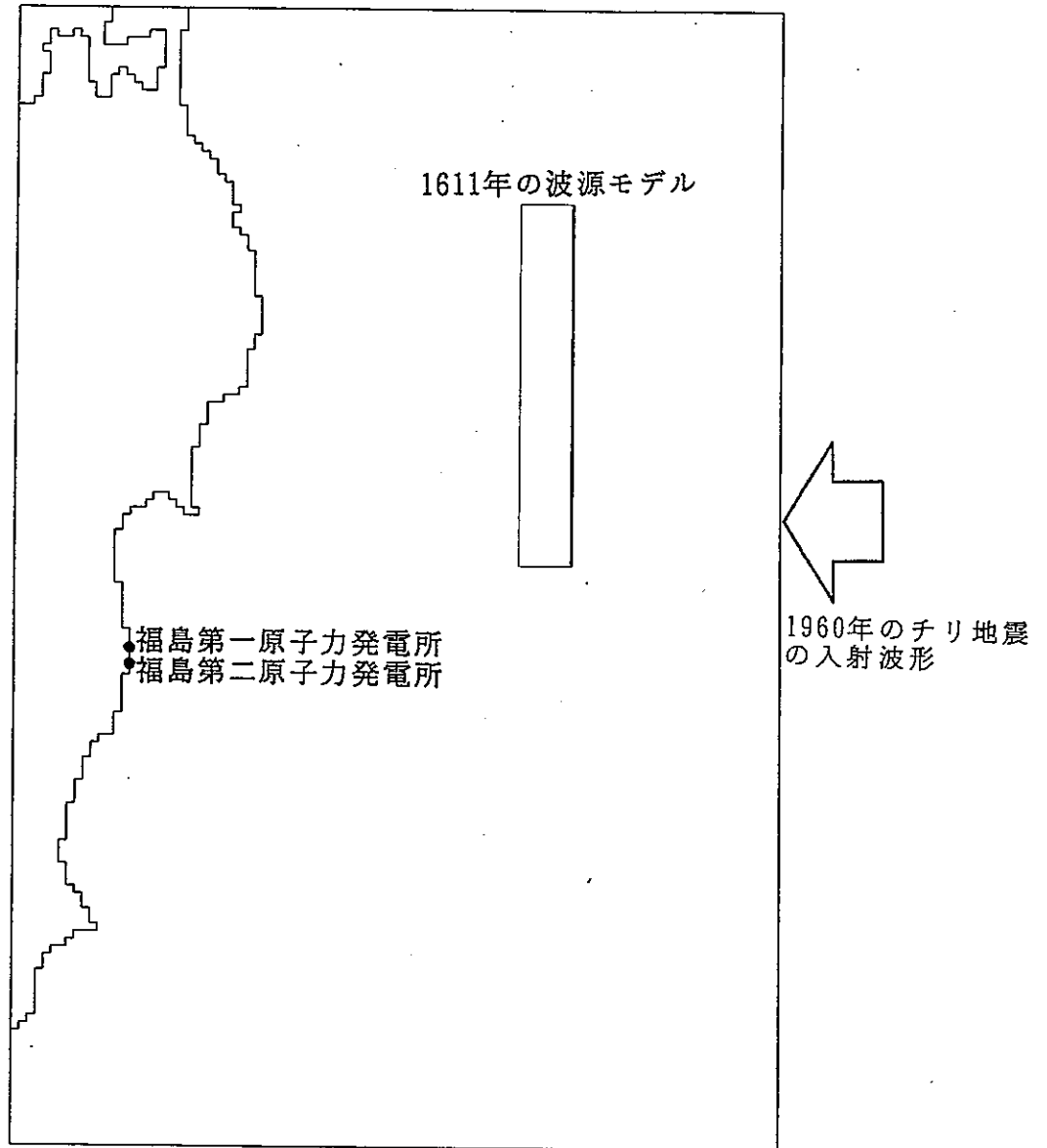
第 2 図 1677年11月の推定波源域 (羽鳥、1975a)



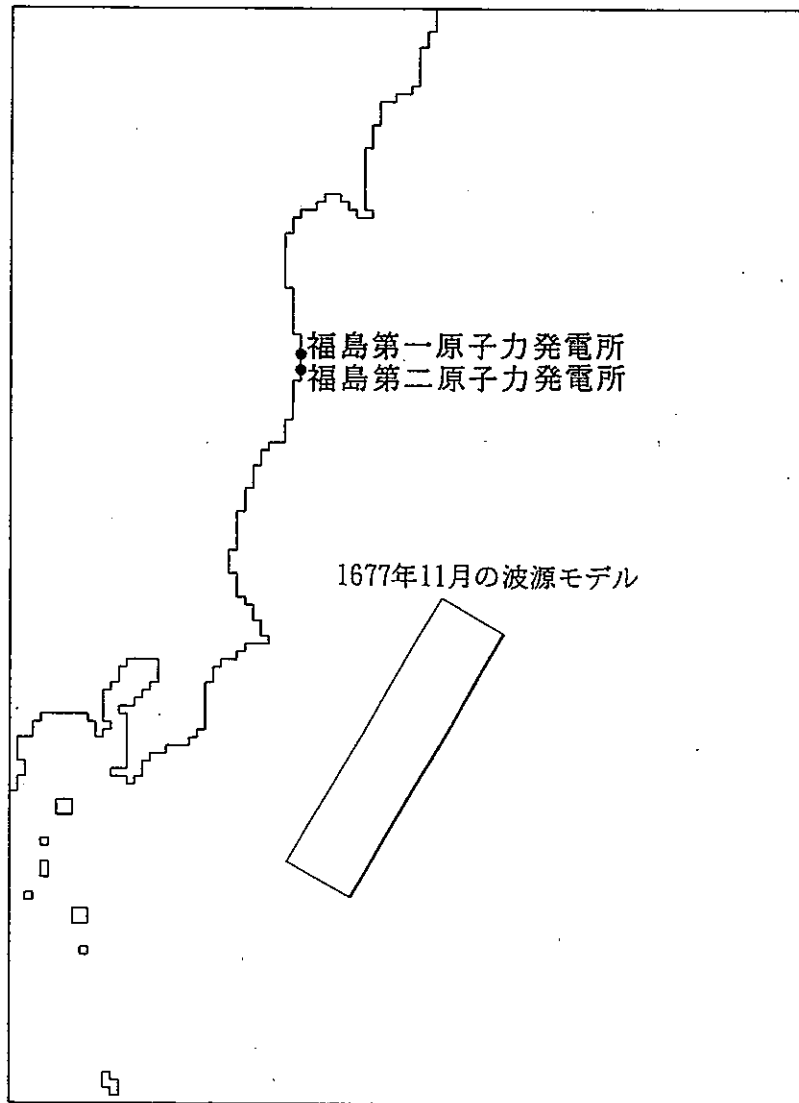
第3図 検証計算の計算領域及び領域内の水深分布（1611年と1960年の地震）



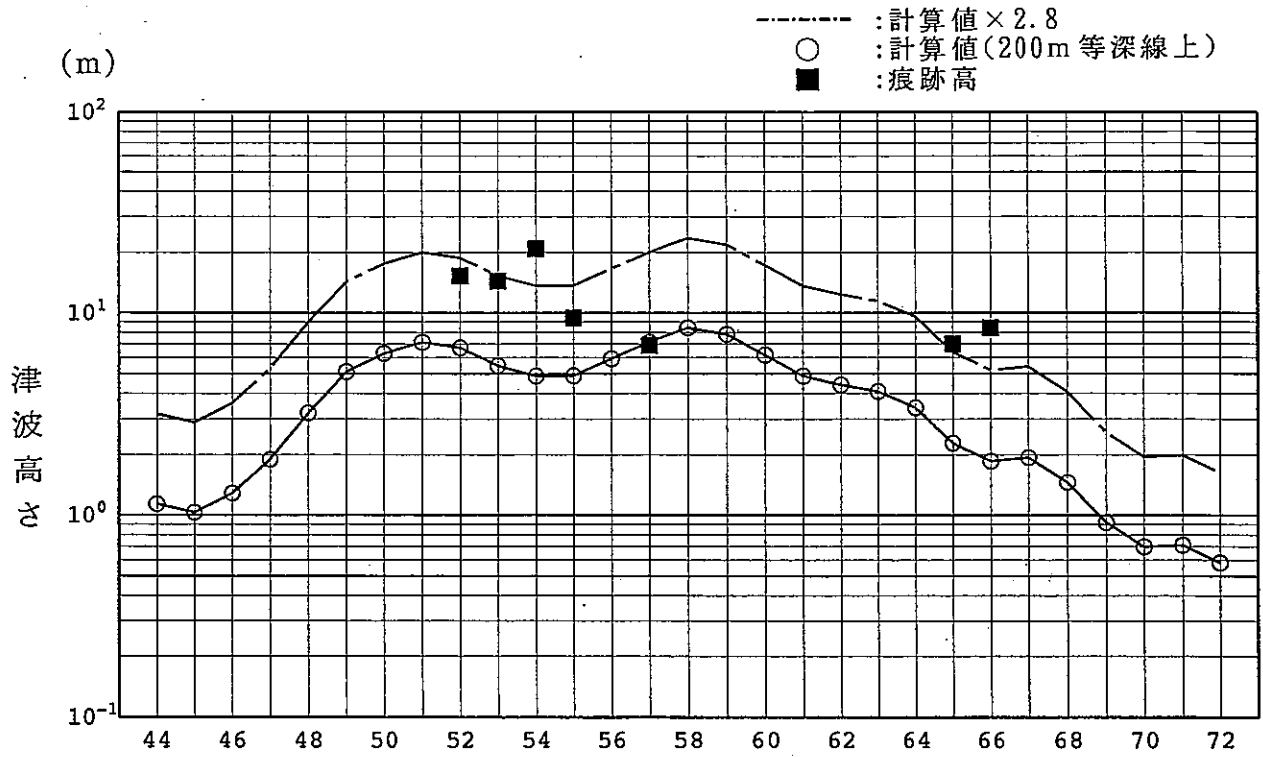
第4図 検証計算の計算領域及び領域内の水深分布（1677年11月の地震）



第5図 検証計算の波源モデルの投影位置及び沖合境界での入射位置

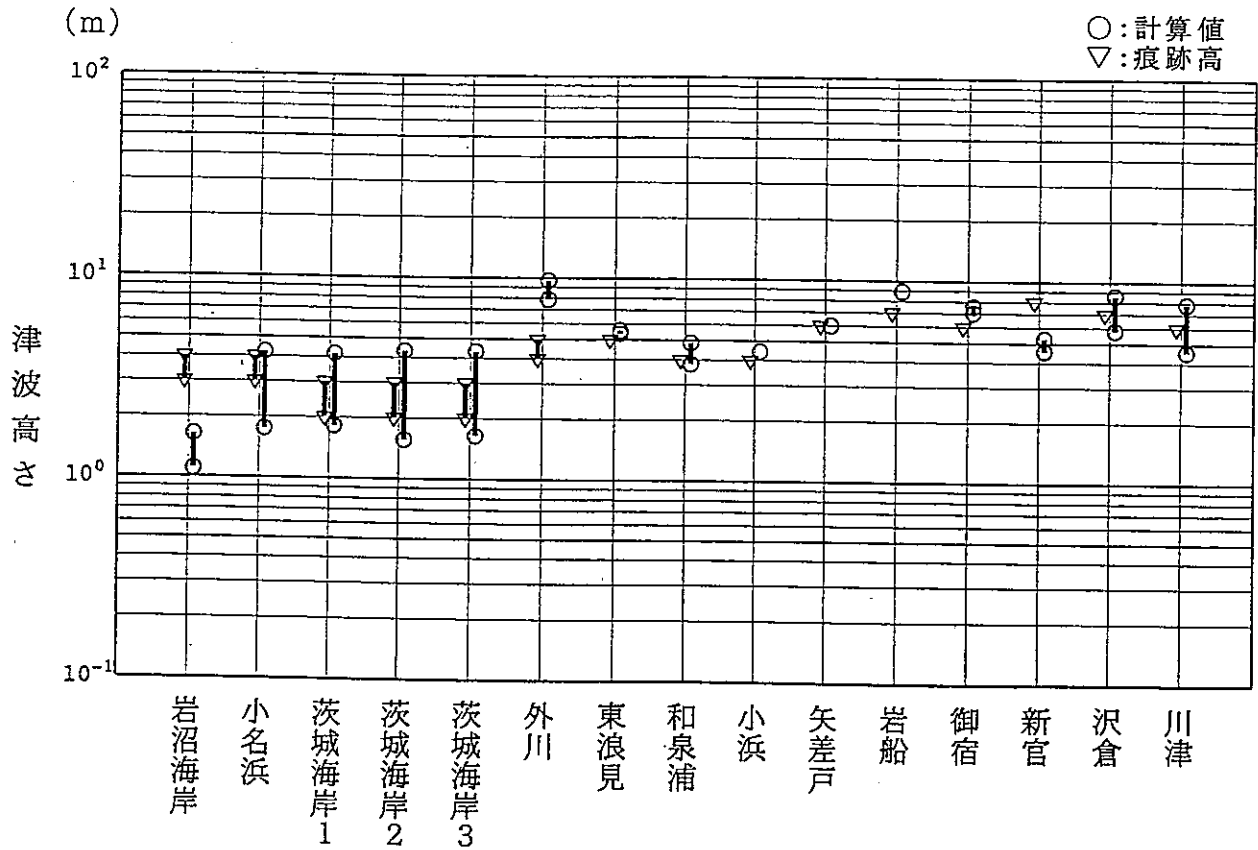


第6図 検証計算の波源モデルの投影位置



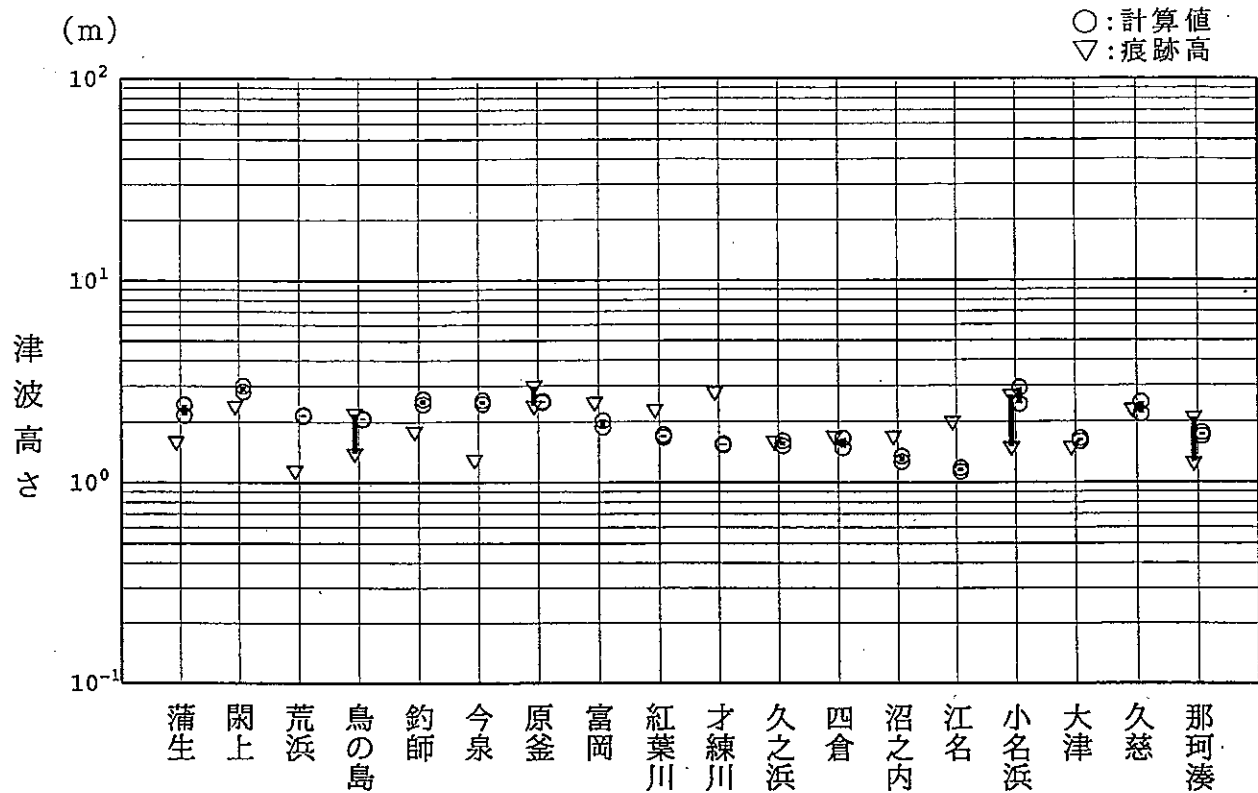
地点番号	痕跡高	計算値	$K_i$
52	15.3	18.81	0.81
53	14.4	15.33	0.94
54	20.9	13.64	1.53
55	9.4	13.69	0.69
57	6.9	20.05	0.34
65	7.0	6.39	1.10
66	8.4	5.21	1.61
K = 0.90		$\kappa = 1.63$	

第7図 計算値と痕跡高との比較 (1611年の地震)



地点	痕跡高	計算値	$K_i$
岩沼海岸	3.5	1.35	2.59
小名浜	3.5	2.92	1.20
茨城海岸1	2.5	2.79	0.90
茨城海岸2	2.5	2.75	0.91
茨城海岸3	2.5	2.84	0.88
外川	4.5	8.69	0.52
東浪見	5.0	5.46	0.92
和泉浦	4.0	4.24	0.94
小浜	4.0	4.43	0.90
矢差戸	6.0	6.01	1.00
岩船	7.0	8.90	0.79
御宿	6.0	7.29	0.82
新官	8.0	4.92	1.63
沢倉	7.0	7.06	0.99
川津	6.0	5.97	1.01
$K=1.00$		$\kappa=1.41$	

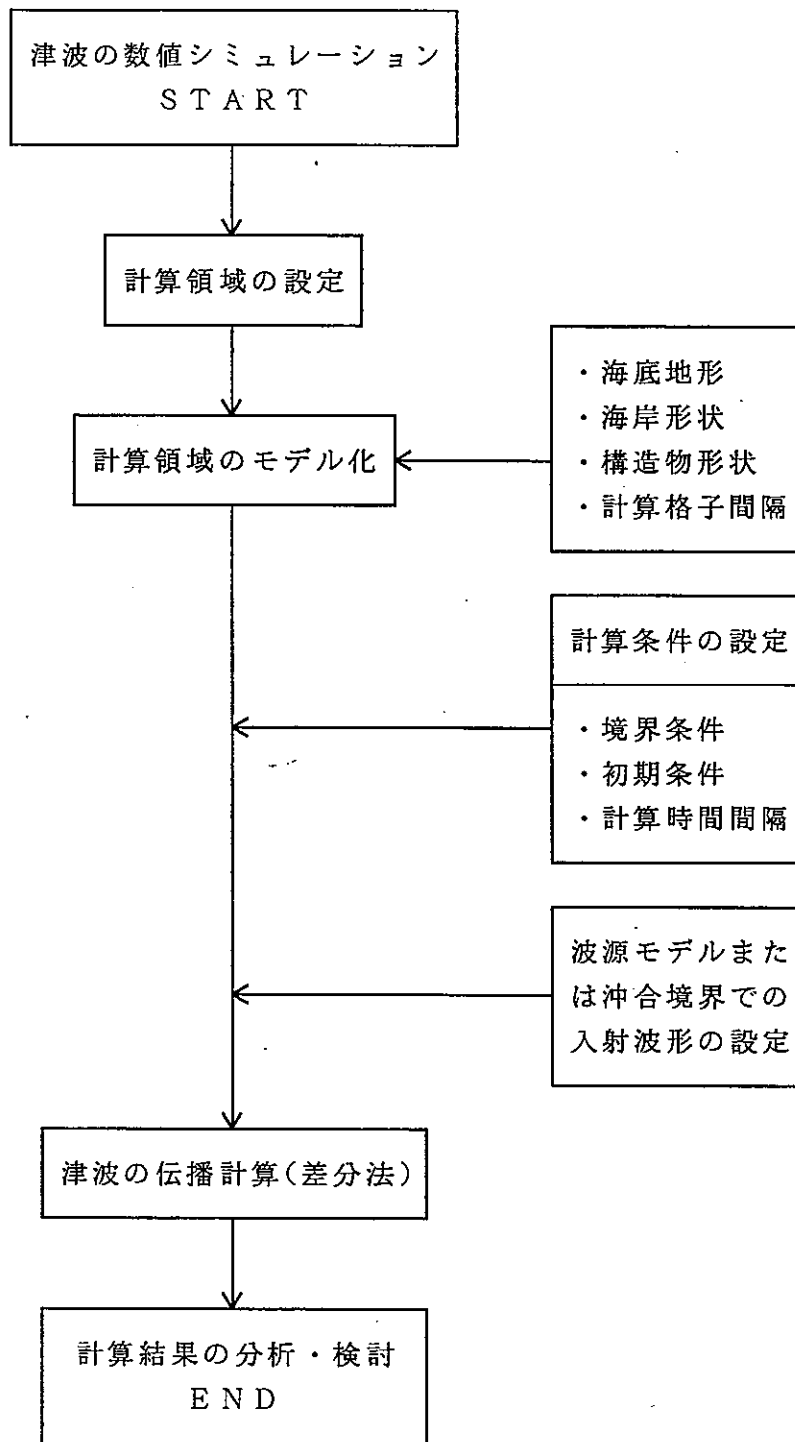
第8図 計算値と痕跡高との比較(1677年11月の地震)



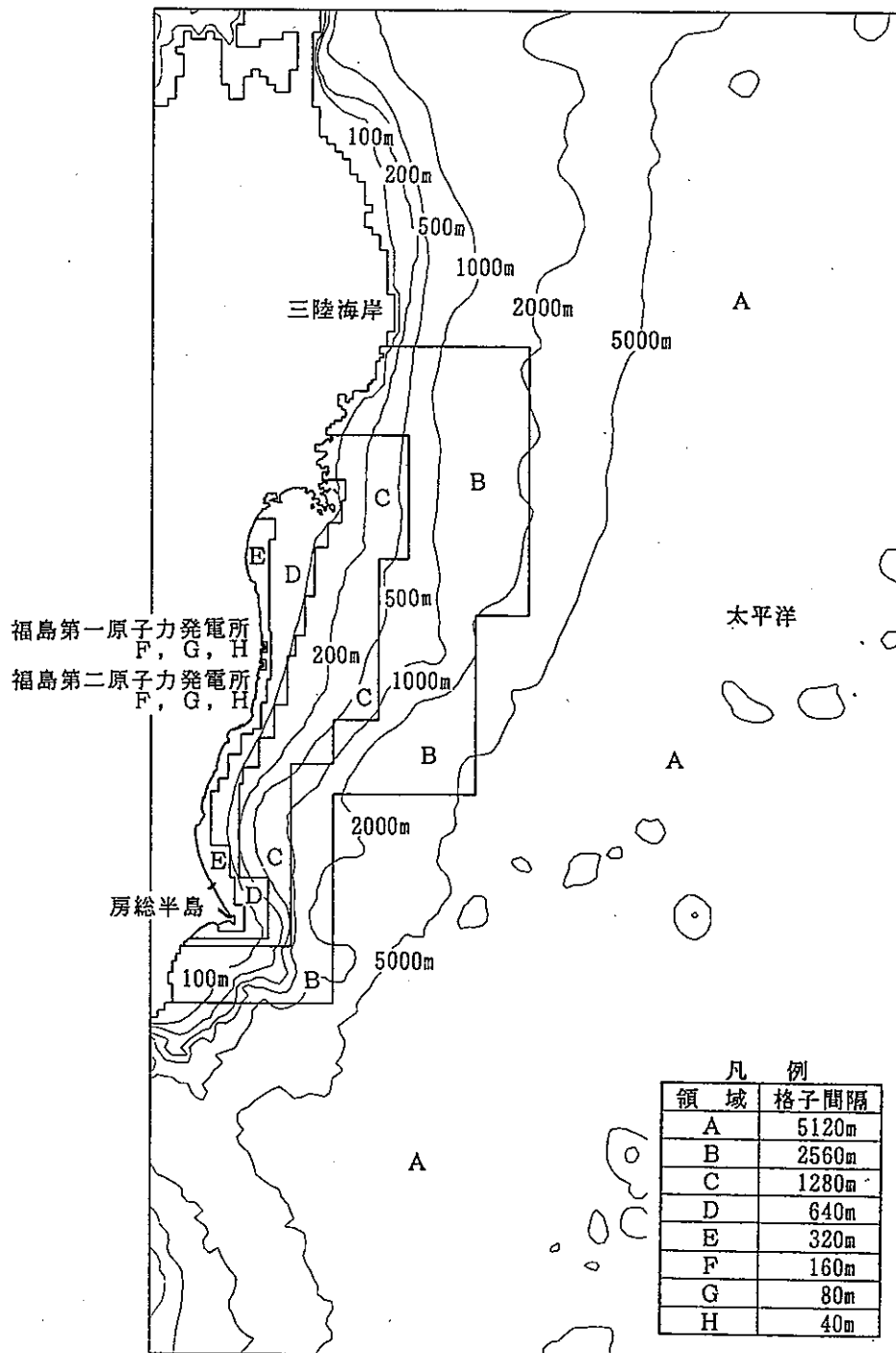
地点	痕跡高	計算値	$K_i$
蒲生	1.6	1.96	0.82
閑上	2.4	2.29	1.05
荒浜	1.15	2.32	0.50
鳥の島	1.8	2.21	0.81
釣師	1.8	2.55	0.71
今泉	1.3	2.38	0.55
原釜	2.7	2.22	1.22
富岡	2.5	2.31	1.08
紅葉川	2.3	1.89	1.22
才練川	2.8	1.92	1.46
久之浜	1.6	1.68	0.95
四倉	1.7	1.36	1.25
沼之内	1.7	1.28	1.33
江名	2.0	1.35	1.48
小名浜	2.1	2.44	0.86
大津	1.5	1.83	0.82
久慈	2.3	2.08	1.11
那珂湊	1.67	1.38	1.21
$K = 0.98$		$\kappa = 1.36$	

第9図 計算値と痕跡高との比較 (1960年のチリ地震)

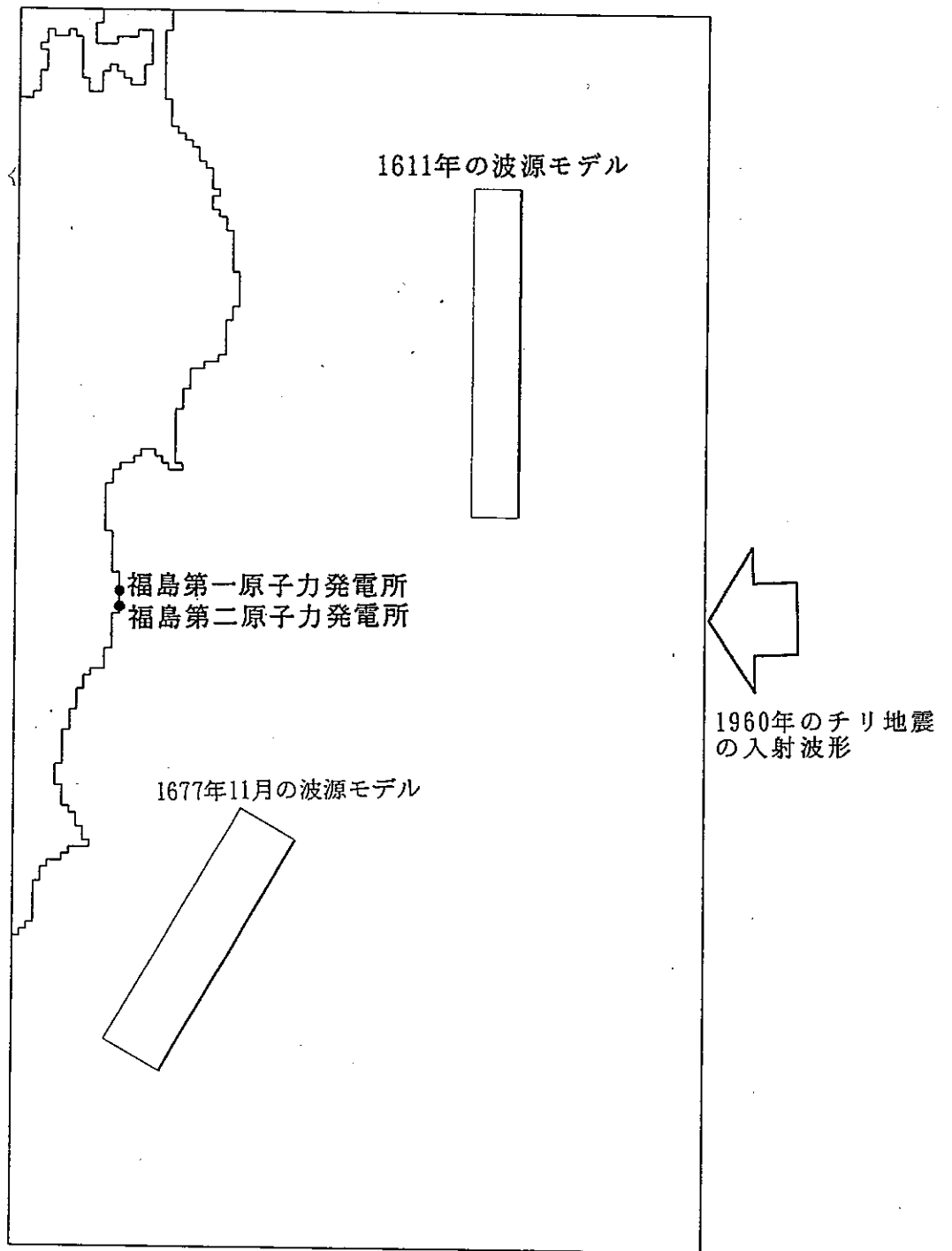




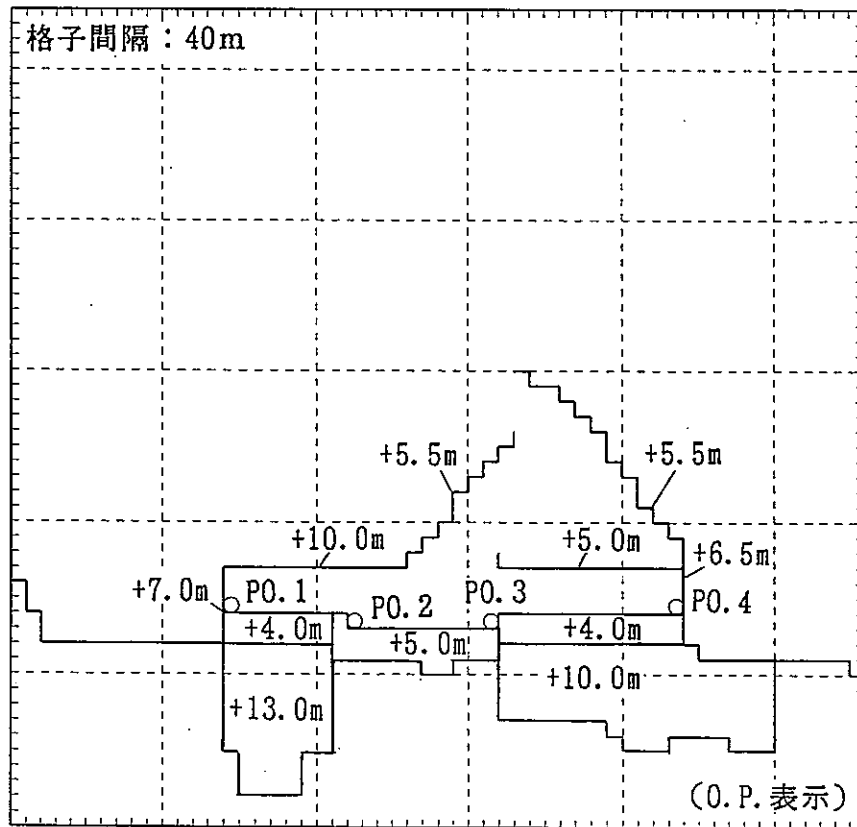
第10図 津波の数値シミュレーションのフロー



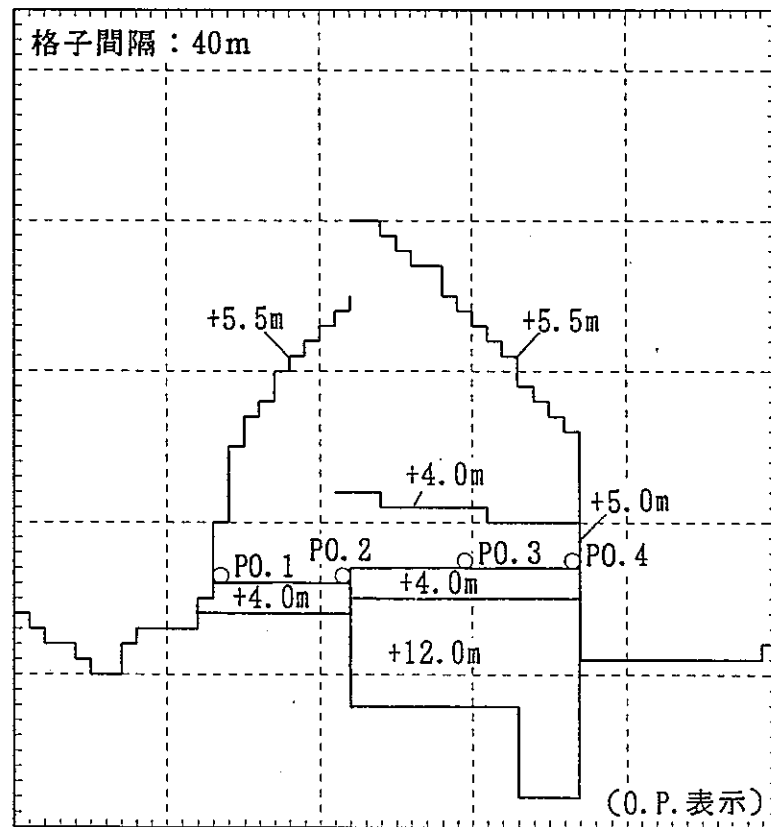
第11図 計算領域及び領域内の水深分布



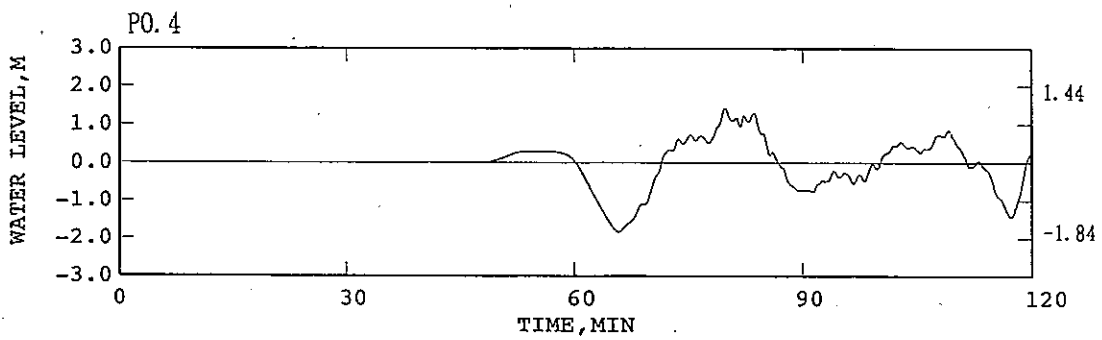
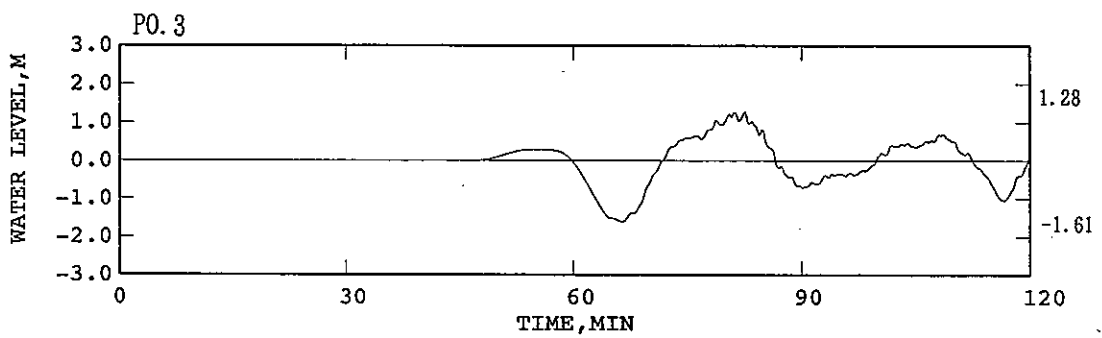
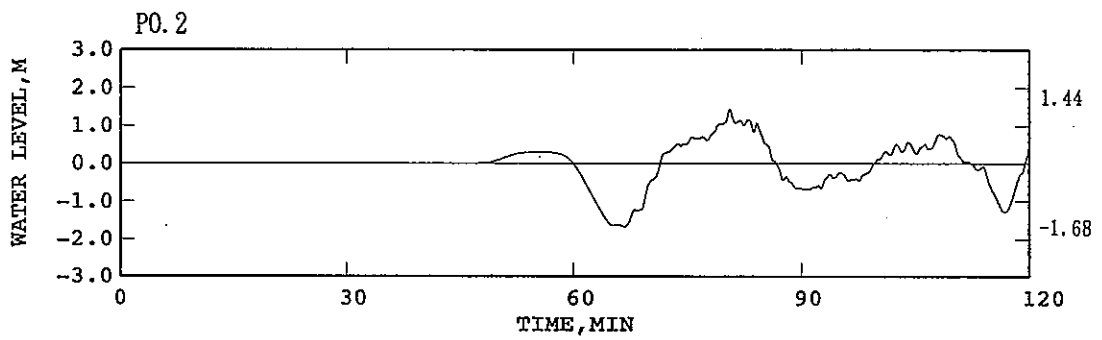
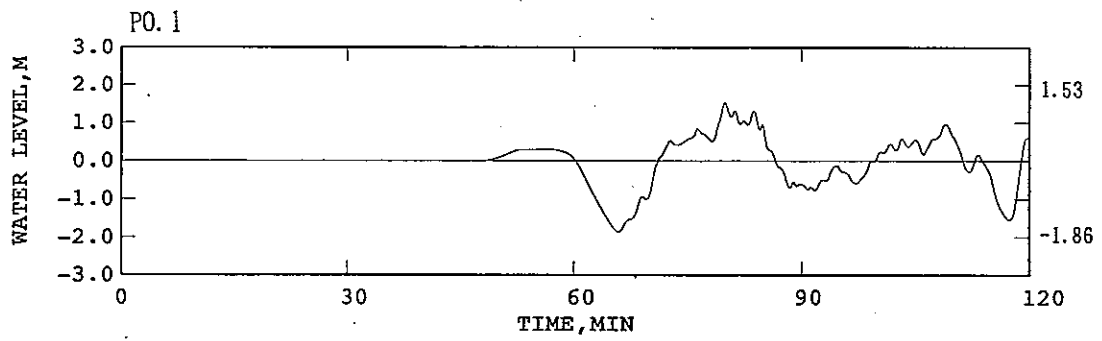
第12図 波源モデルの投影位置及び沖合境界での入射位置



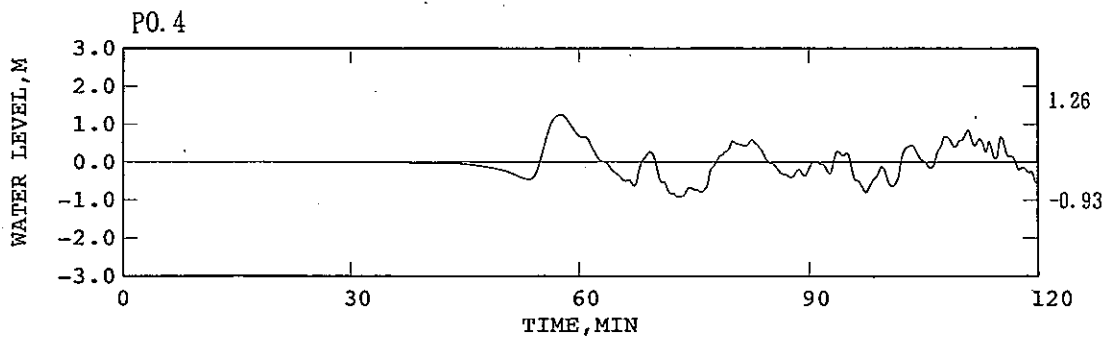
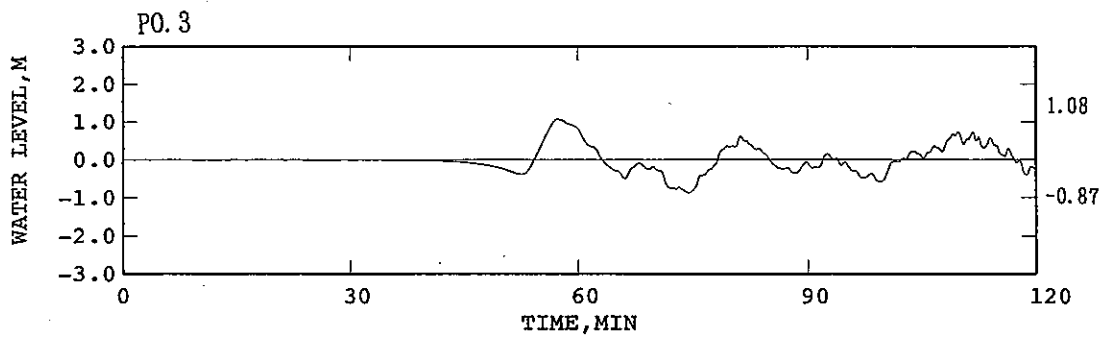
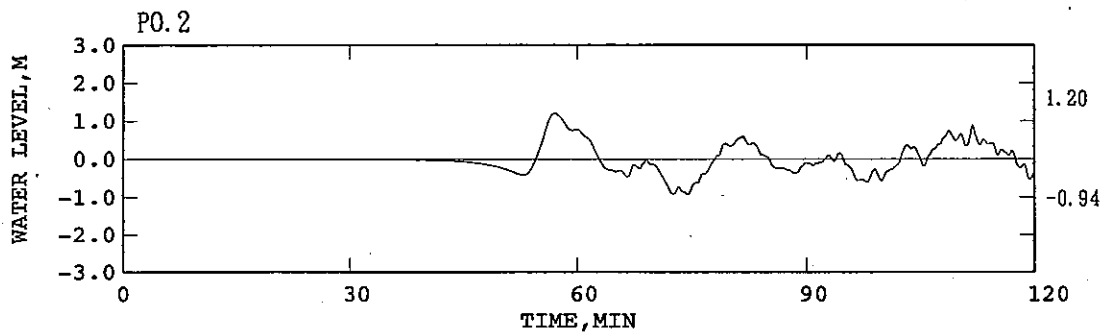
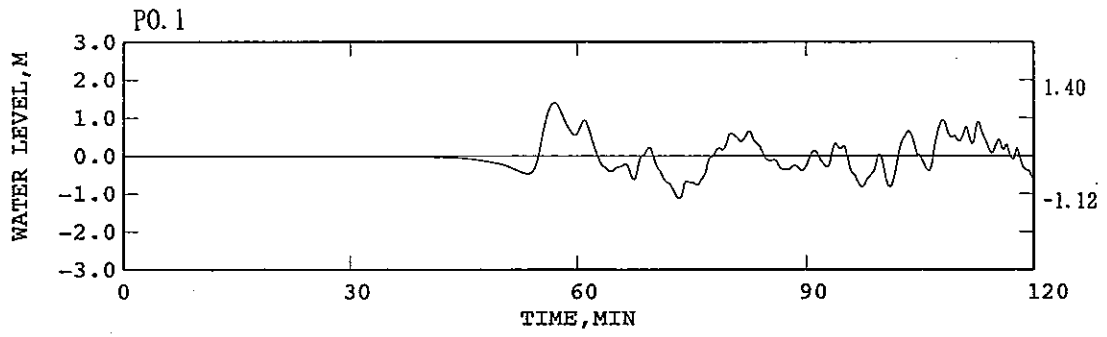
第13図 各種構造物の天端高及び計算波形の出力点（○印）  
（福島第一原子力発電所）



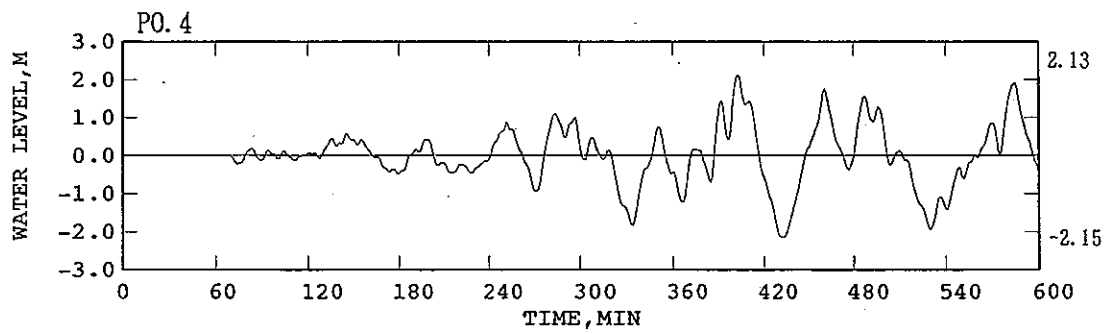
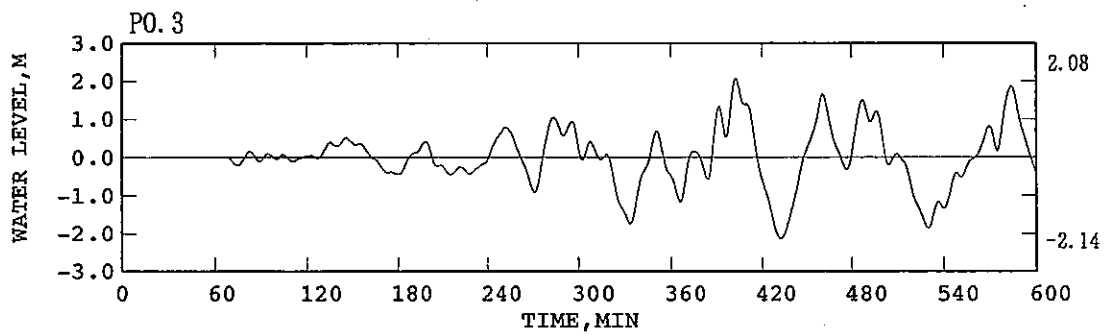
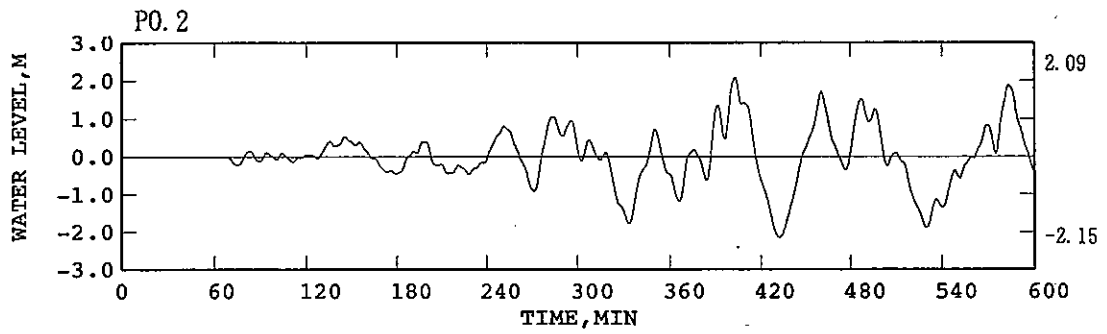
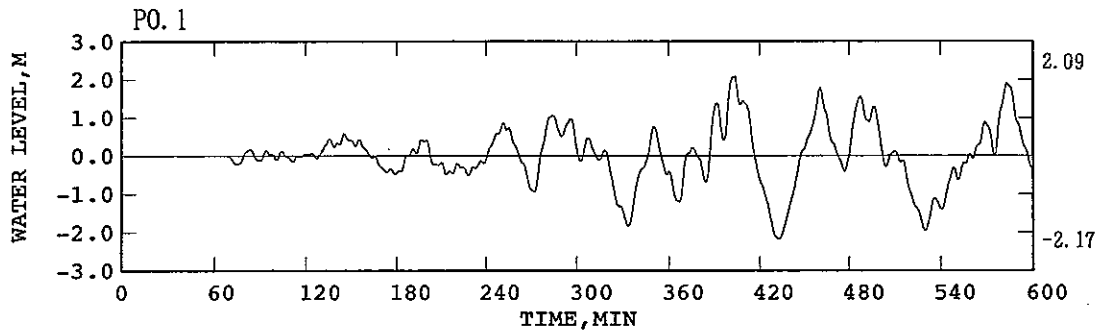
第14図 各種構造物の天端高及び計算波形の出力点（○印）  
（福島第二原子力発電所）



第15図 (1) 福島第一地点の護岸前面での計算波形 (1611年の地震)

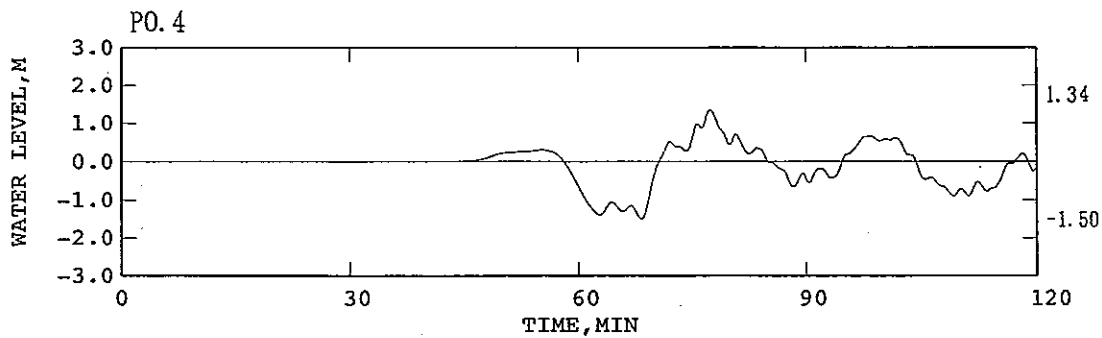
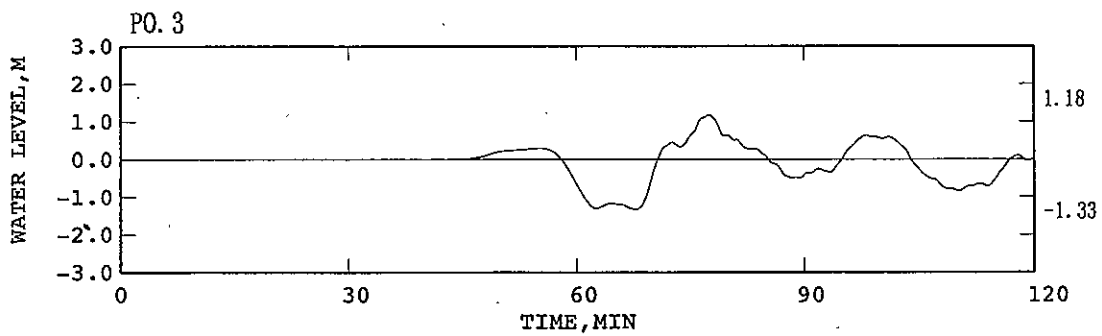
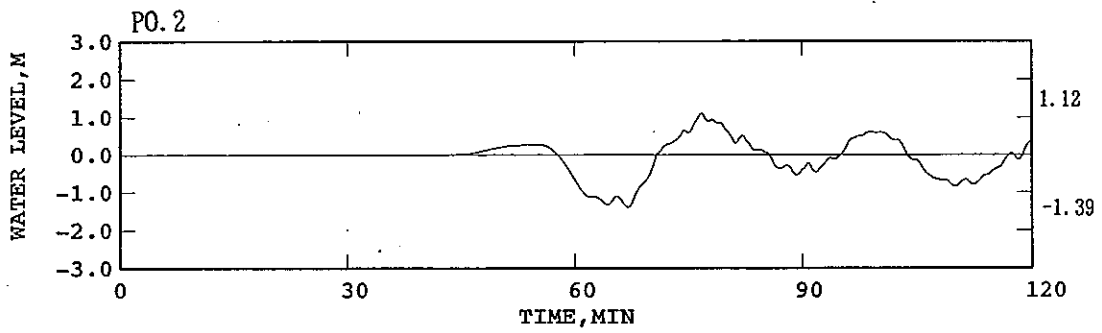
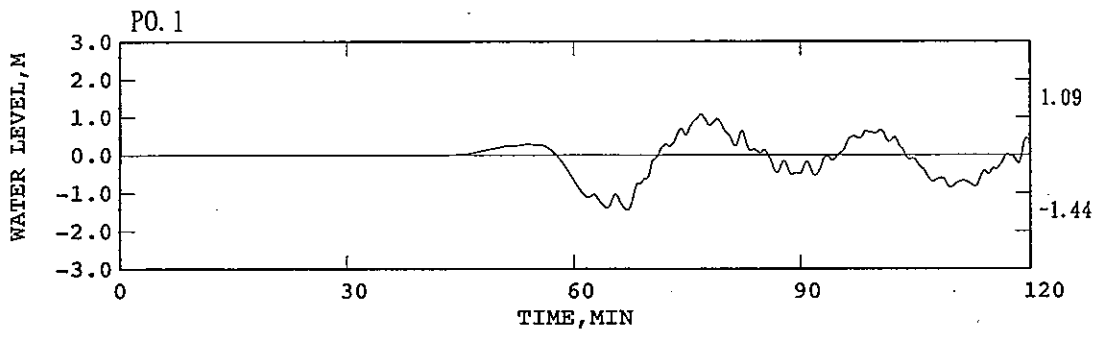


第15図 (2) 福島第一地点の護岸前面での計算波形 (1677年11月の地震)

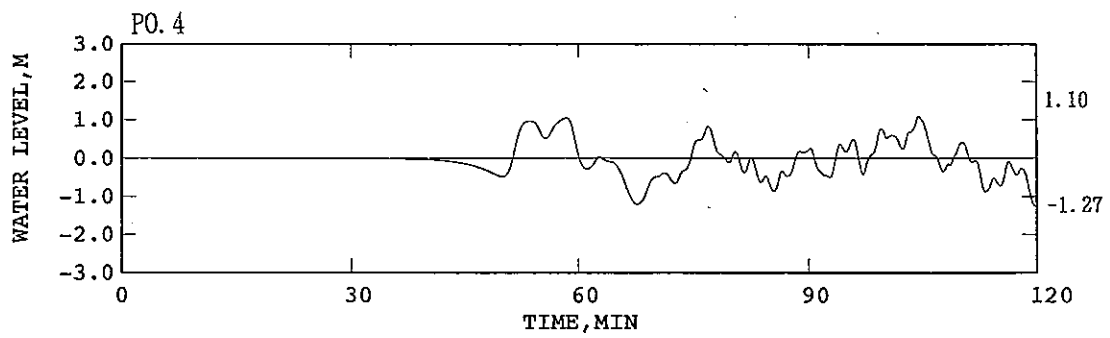
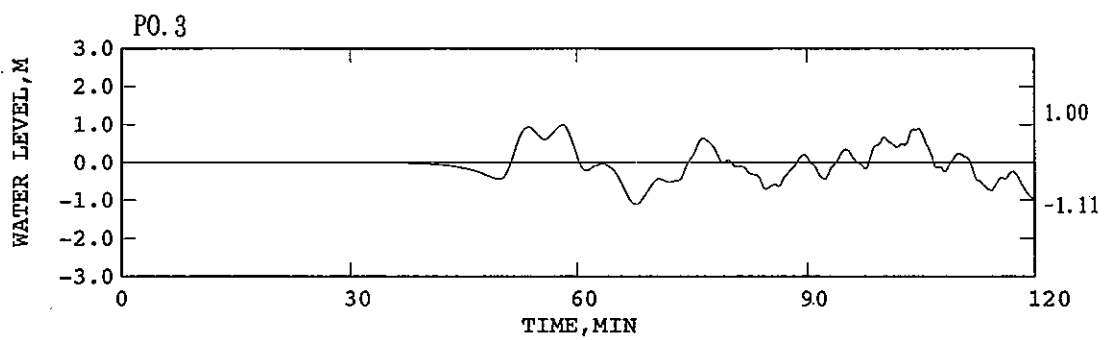
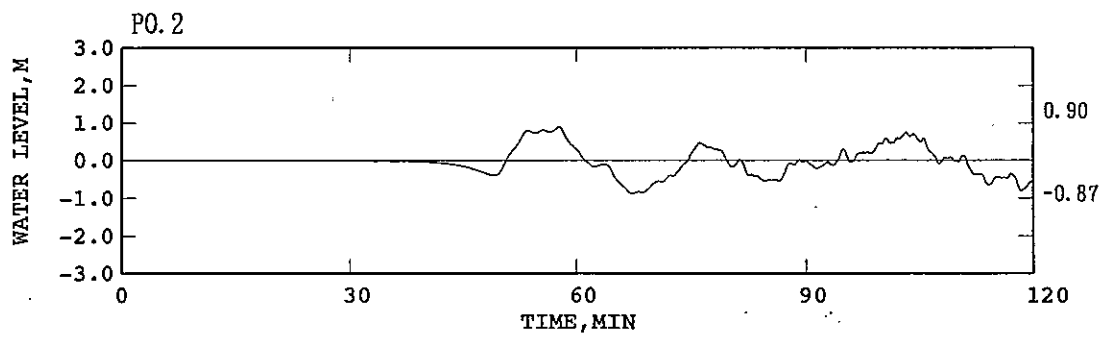
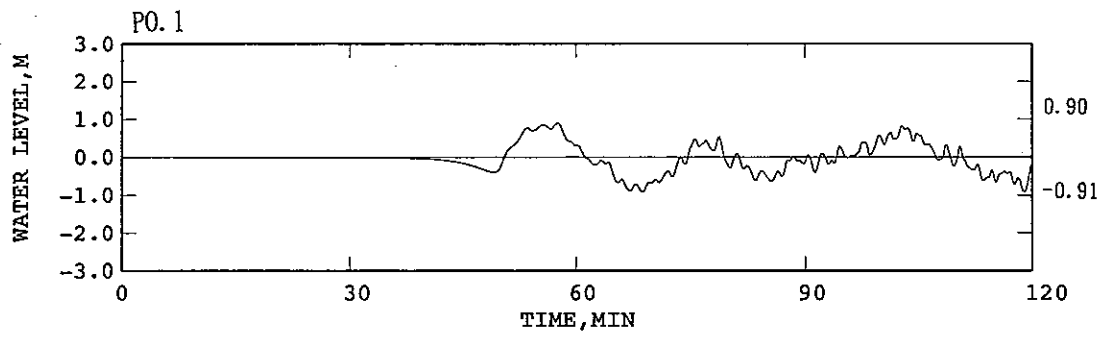


第15図 (3) 福島第一地点の護岸前面での計算波形 (1960年のチリ地震)

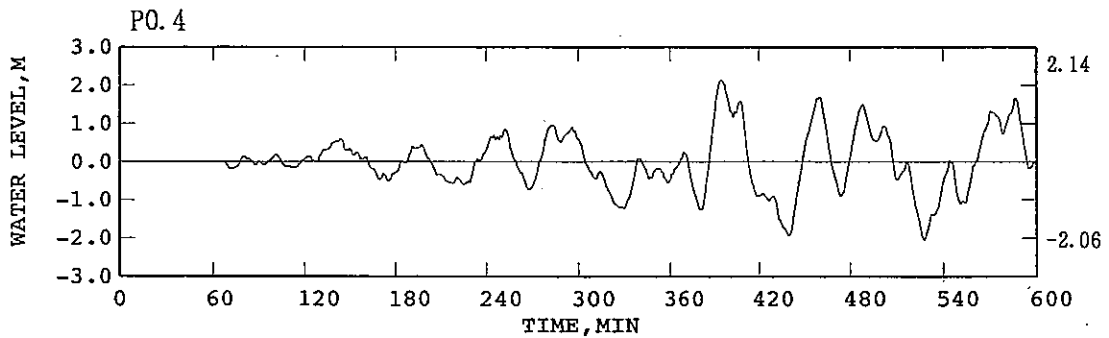
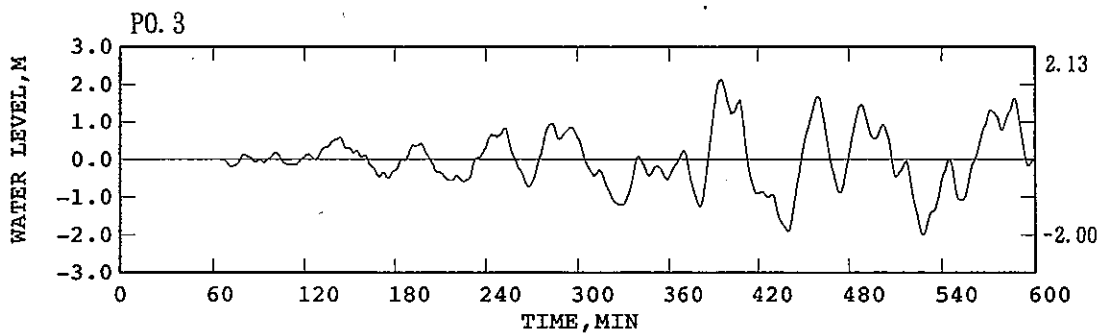
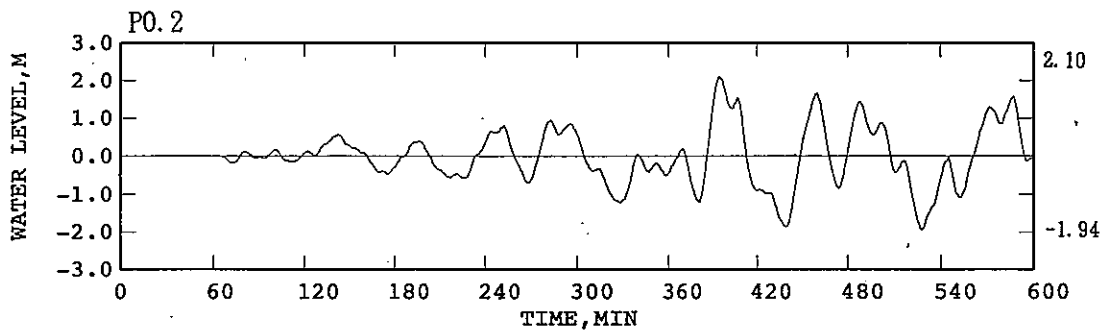
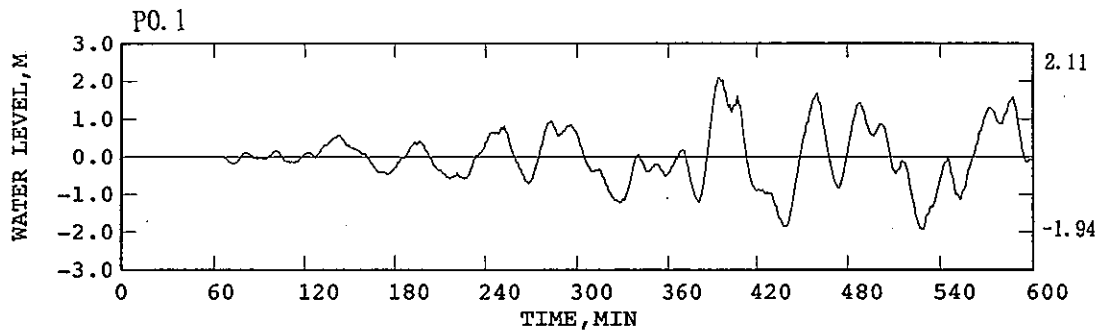




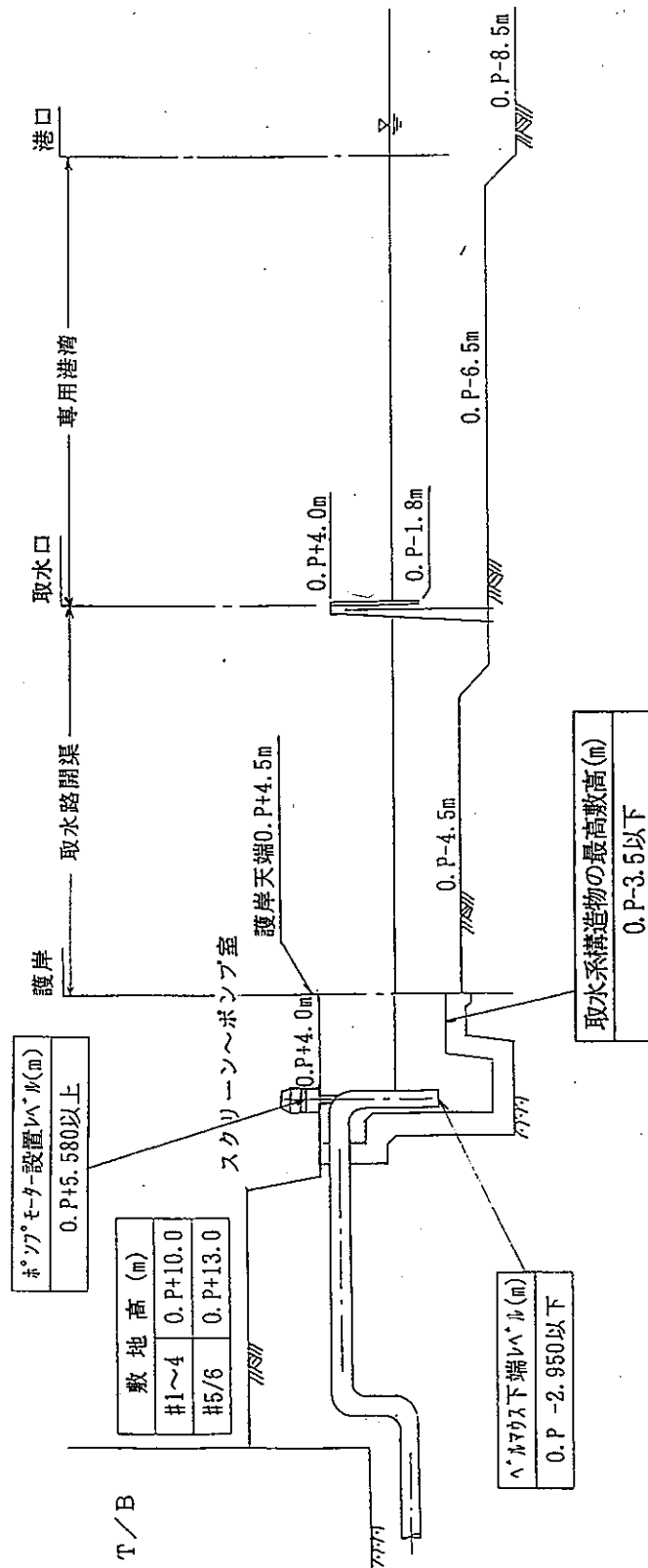
第16図 (1) 福島第二地点の護岸前面での計算波形 (1611年の地震)



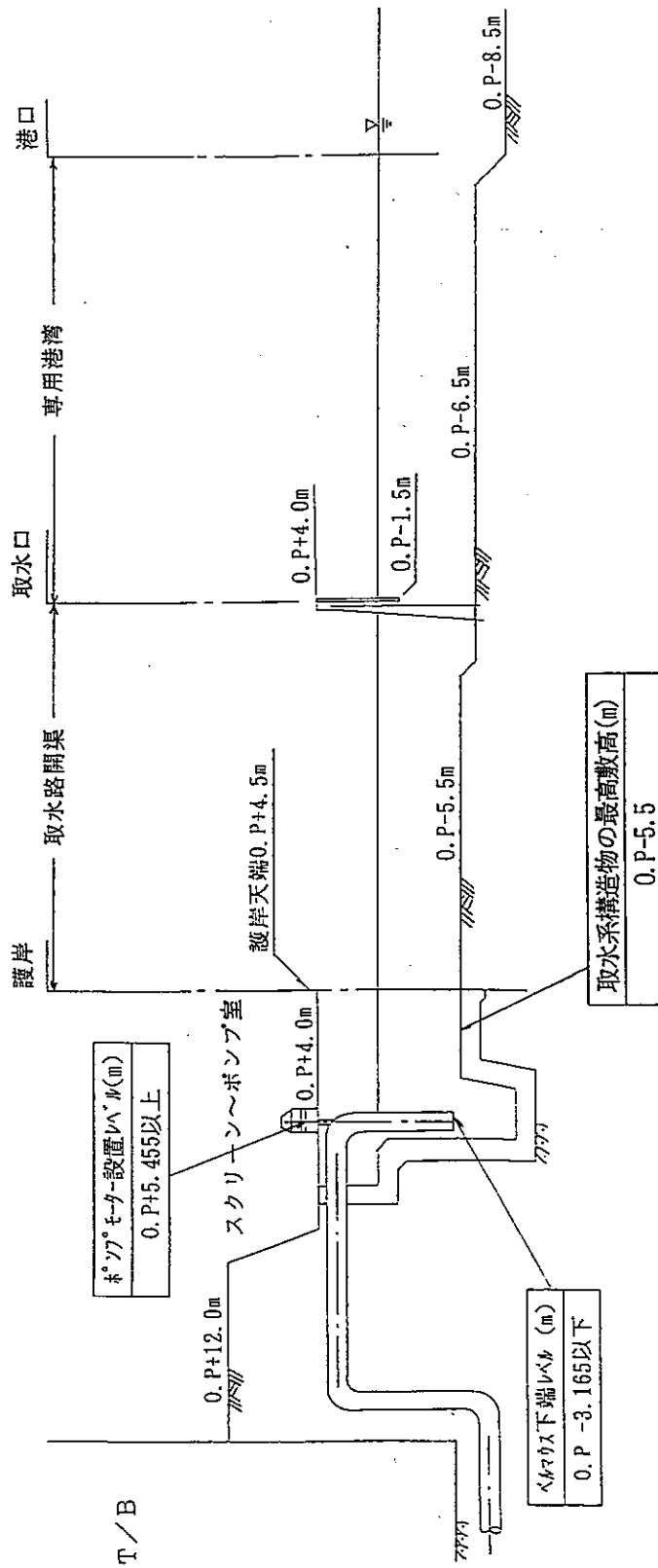
第16図 (2) 福島第二地点の護岸前面での計算波形 (1677年11月の地震)



第16図 (3) 福島第二地点の護岸前面での計算波形 (1960年のチリ地震)



第17図 補機系取水設備断面図 (福島第一原子力発電所)



第18図 補機系取水設備断面図（福島第二原子力発電所）