

高知県宇佐における津波の数値解析に関する基礎的研究

徳島大学工学部 フェロー 村上 仁士
 徳島大学工学部 正会員 上月 康則
 四国総合研究所 正会員 山本 尚明
 徳島大学大学院 学生会員○後藤田忠久

1. はじめに 有史以来、100～150年の周期で南海トラフ沿いで発生したM8.0以上の巨大地震に伴う津波により、四国沿岸は幾度となく甚大な被害を受けてきた。そして、今後早ければ21世紀前半にも起こるといわれる巨大南海地震に対し、自分の地域は安全かという危機意識が当時被災した住民の間で次第に高まりつつあり、今後の南海地震津波に対する危険度評価や防災対策が急がれている。従来の研究では、津波による被害の調査や数値計算を用いた津波の危険度評価が行われてきた。今後は、住民の「避難し易さ」を考慮した地域密着型の津波防災対策を講じる必要がある。そのためには対象地域における正確な浸水域を推定しなければならない。そこで、本研究では高知県土佐市宇佐町を対象領域として、現況の沿岸堤防護岸等の港湾施設を昭和南海地震津波が襲来した場合、津波が越波するかどうかについて再検討を行い、同地域における津波防災に基礎的資料を提供することを試みた。

2. 数値計算法 数値計算には、右に示す浅海波の方程式と流体の連続式をleap-flog法で差分展開して行う。津波の波源は、相田の断層モデルパラメータNO.19¹⁾をもとにManshinha-Smylieの解析解²⁾で計算される地震時の海底地盤変動量が、そのまま海水面の変位になるものとする。計算領域は格子による海岸形状の近似の精度をよくするため計算格子間隔を断層モデルを含む高知県沖～宇佐湾～土佐市太平洋岸～宇佐湾と1.25kmから徐々に小さくしていき、宇佐湾の地形を20m間隔の格子で表現している。図1は、計算領域を示したものである。計算時間間隔は全領域で1秒、再現時間を2時間としており、海底および陸上での摩擦はManningの粗度係数nで評価し、海底および陸上の状況に応じ0.025, 0.04, 0.12, 0.16の4種類を用いた。また、図2は宇佐湾における現況の港湾施設の設置状況を示したものである。

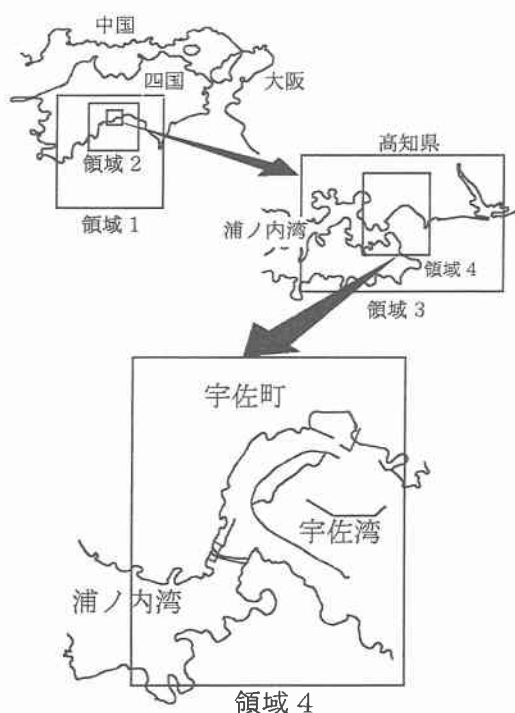


図1 計算領域

数値解析の支配方程式

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0$$

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{M^2}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{MN}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{g n^2}{D^{7/3}} M \sqrt{M^2 + N^2} = 0$$

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{MN}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{N^2}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{g n^2}{D^{7/3}} N \sqrt{M^2 + N^2} = 0$$

ここで、
 h : 静水深, η : 静水面の水位上昇量
 u, v : (x, y) 方向の流速, $D (= h + \eta)$: 全水深
 $M = u(h + \eta) = uD$, $N = v(h + \eta) = vD$: (x, y) 方向の線流量

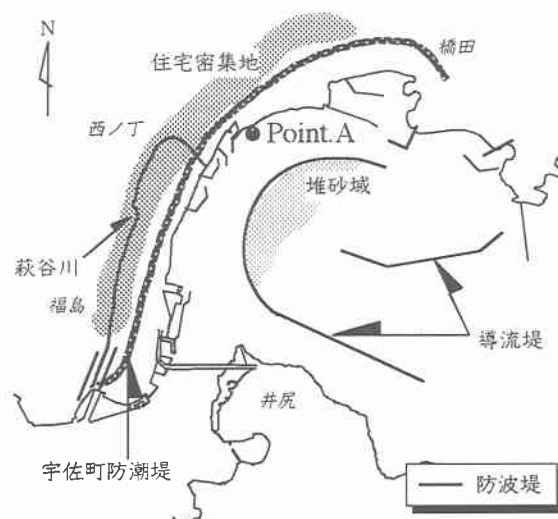


図2 宇佐湾における現況の港湾施設の設置状況

3. 計算結果 まず、1946年昭和南海地震モデルを用いた数値計算を行い、その再現性について検討する。図3に再現計算により得られた最大浸水高の分布と観測値を示す。この図から計算結果と観測値において宇佐町の東方で浸水高は大きくなり、浸水域も町全体に広がっているなど全体的な傾向は類似している。また、計算結果と観測値はほぼ一致しており、良好な再現性を有しているといえる。

次に、同様の再現計算で図2中のPoint.Aにおける水位上昇量の変化を図4に示す。計算結果を見ると、津波の第1波目は地震発生後およそ35分で宇佐湾沿岸域に到達している。その後40分～50分の間隔で津波が来襲しており、地震発生後2時間以内に合計3波が宇佐町に來襲している。最大波は第3波目で高さはおよそ4.0mとなった。また、第1波目が到達した直後に水位上昇量が増加しているが、これは第1波目が湾内で反射したものである。

現在の宇佐湾は港湾整備が施され、1946年津波来襲当時と現在では宇佐湾の形状が大きく異なる。そこで宇佐町の津波に対する安全性を検討するため、現在の湾の形状に1946年昭和南海地震津波が来襲した場合を想定し数値計算を行った。図5は、現況計算による水位上昇量の分布を示したものである。計算結果から宇佐町防潮堤を越波する箇所は見られなかった。一方、地盤高とともに防潮堤も低くなっている萩谷川河口から津波の遡上が確認され、浸水域は西ノ丁付近まで細長く広がった。しかし、実際には水路や河川の河口には防潮扉が設置されており、地震発生時に迅速に防潮扉を閉鎖することができれば、こうした津波の遡上は軽減できるものと思われる。また、海域における水位上昇量の変化から、導流堤は津波の挙動に影響を及ぼしていることがわかる。今後は、1946年昭和南海地震津波より津波の規模が大きくなった場合について検討する必要がある。

4. おわりに 断層モデルを用いた数値計算の結果、1946年昭和南海地震津波における宇佐町の浸水高を再現し、現況地形の場合を含めた宇佐湾内における津波の挙動を明らかにすることができた。今後は、小河川を考慮した数値計算を行い、津波の挙動に及ぼす影響について検討していく。最後に、本研究は文部省科学研究費基礎研究(c)[代表者：村上仁士]による補助を受けたことを記し、ここに謝意を表する。

参考文献 1)相田勇：南海道沖の津波の数値実験，地震研究所彙報，pp.713～730，1981，2)Mansinha,L.and D.E.Smylie：The displacement fields of inclined faults,Bulletin of the Seismological Society of America,Vol.61,No.5, pp.1-214,1989

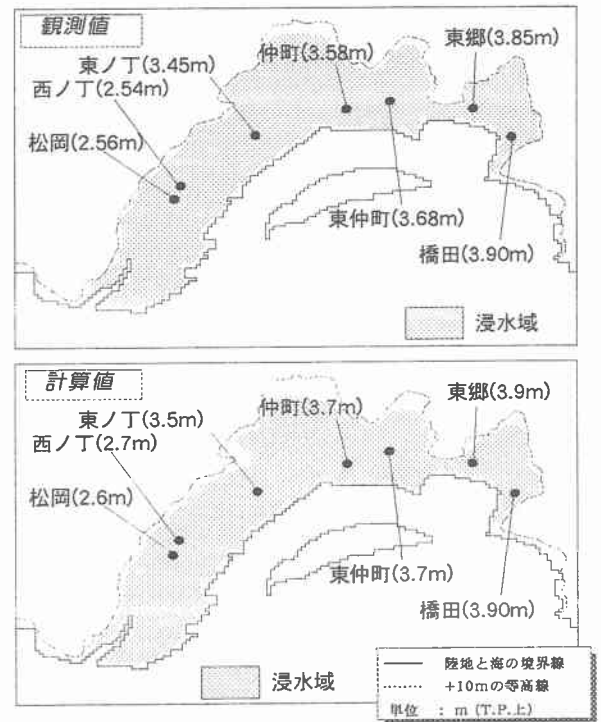


図3 再現計算の結果と観測値

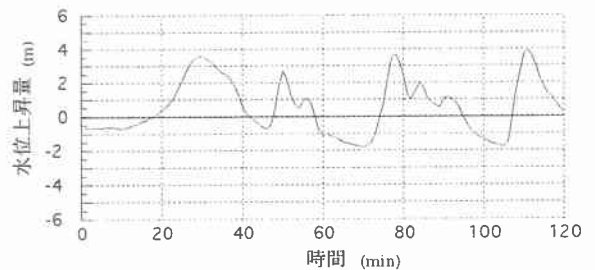


図4 Point.Aにおける水位上昇量の変化

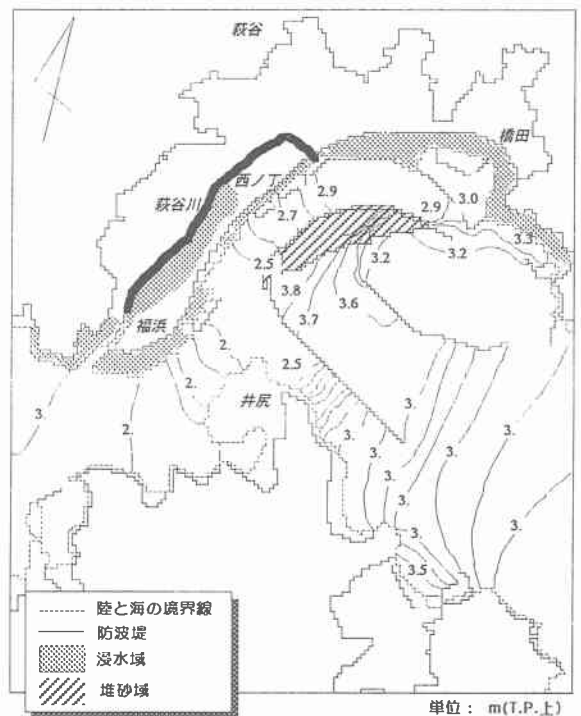


図5 現況計算による水位上昇量の分布