

徳島大学大学院 フェロー 村上 仁士
 (株)四国総合研究所 正 会 員 山本 尚明

徳島大学大学院 正 会 員 上月 康則
 (株)ゾク建設コンサルタント 正 会 員 〇後藤田忠久
 徳島大学大学院 学生会員 杉本 卓司

1. はじめに 有史以来、100～150年の周期で南海トラフ沿いに発生したM8.0以上の巨大地震に伴う津波（以下、南海地震津波と呼ぶ）により、四国太平洋沿岸は幾度となく甚大な被害を受けてきた。また、津波被害は太平洋沿岸全域で大きいのではなく、湾入りをなす特定の集落で大きく、こうした地域では繰り返し被害が発生している。高知県土佐市宇佐町もその一つに挙げられ、浦ノ内湾の湾口付近に形成された典型的なV字型湾をした漁村集落である。同地域では、1854年安政南海地震津波（以下、安政津波と呼ぶ）により家屋はほとんど流失し、70余人の死者を出しており、1946年昭和南海地震津波（以下、昭和津波と呼ぶ）では341軒が流失し、死者も1人記録されている。さらに、21世紀前半にも起きるといわれている巨大南海地震津波に対し、過去の惨劇を繰り返さないためにも、津波に対する集落規模の防災対策を施す必要がある。昨年度は、宇佐町を対象として、津波の遡上を考慮した数値計算を実施し、同地域における津波挙動を解明するとともに、昭和級の津波来襲を想定した現況港湾施設の安全性について検討してきた。今回は、宇佐町における津波危険度が最も大きくなる波源位置とほぼ同じである安政級の津波を想定した現況港湾施設の安全性について検討し、今後の津波防災に有効となる資料を提供することを目的とした。

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.20¹¹⁾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～浦ノ内湾周辺～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に、津波の遡上を考慮した計算に用いた計算領域を示す。時間間隔は全領域で1秒、計算時間を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て0.025, 0.04, 0.12, 0.16の4種類を用いた。また、図-1中に現況の港湾施設の設置状況を示す。過去の経験を活かし、現在の宇佐湾には津波や高潮対策が行われており、宇佐湾の中央部にU字型をした高さ約3.0mの導流堤が築かれている。沿岸域では、道路を兼ねた4.0～6.8mの宇佐防潮堤が町全体を取り囲み、その背後に民家が立ち並んでいる。また、福島付近には萩谷川の河口部があり、市街地付近で排水性の悪い小水路に枝分かれしている。

数値計算の支配方程式

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

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

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

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+η): 全水深
 M = u(h+η) = uD, N = v(h+η) = vD: (x, y)方向の環流量

3. 計算結果 図-2は、安政級の津波来襲を想定した数値計算より得られた、最高水位上昇量および陸域における浸水高の分布である。津波は宇佐防潮堤を越波しないが、西端にある萩谷川河口付近から陸域に遡上し、町全体に浸水域が広がった。遡上後の津波は、排出口がないため陸域に留まり、衛生面や海水混入などの二次的被害が懸念され

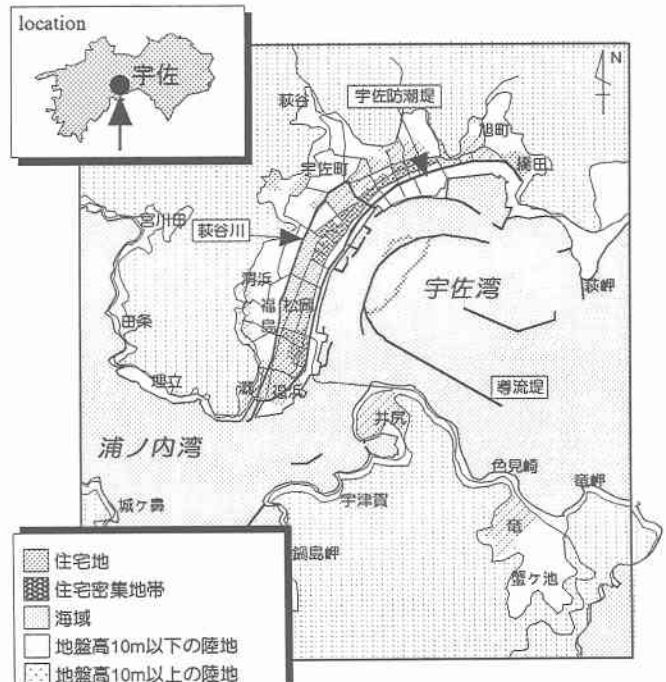


図-1 計算領域と現況港湾施設の設置状況

る。海域をみると、U字型をした導流堤の内と外で最高水位上昇量の差は小さく、導流堤は安政級の津波に対して低減効果を与えていないことがわかる。

次に、図-2中のPoint.Aにおける津波の水位上昇量の変化を図-3に示す。これより、津波の第1波目は地震発生後（以下、震後と呼ぶ）約35分に最大となっている。その後20~30分の間隔で津波が来襲しており、震後2時間以内に合計4波が宇佐町に襲来し、第1波目が最大波であった。

また、宇佐町沿岸における安政級と昭和級の各津波の最高水位上昇量の比較を図-4に示す。なお、横軸は宇佐湾北側沿岸を萩谷川河口付近から萩岬までとったものである。沿岸域全体で昭和モデルに比べ、安政モデルの値が大きく、0.5~1.5mの差がみられる。西側ほどその差が大きく、松岡付近で最大となっている。

図-5に震後30分と50分の流況分布を示す。震後30分では、津波は陸域に遡上しておらず、宇佐防潮堤を越波している様子もみられない。しかし、福島付近から西側では相当の速さで津波が襲来しており、震後50分には町全体に津波の遡上がみられる。このとき、海域では引き潮の状態にある。この結果、宇佐防潮堤は津波の遡上を防ぐだけでなく、住民が避難する時間を稼ぐ働きをしており、宇佐町における地震発生から避難完了までの時間として震後30分以内を設定するのが妥当であるといえる。

4. おわりに 高知県土佐市宇佐町を対象とし、M8.4級津波の来襲を想定した数値計算を行った結果、津波は沿岸の防潮堤を越波しないが、萩谷川河口より遡上し、浸水域は町全体に広がった。そのため、地震発生から津波が遡上し始めるまでの約30分以内には避難を完了していることが望まれる。今後は、これらの結果をもとに、宇佐における避難システムを確立していく必要がある。

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

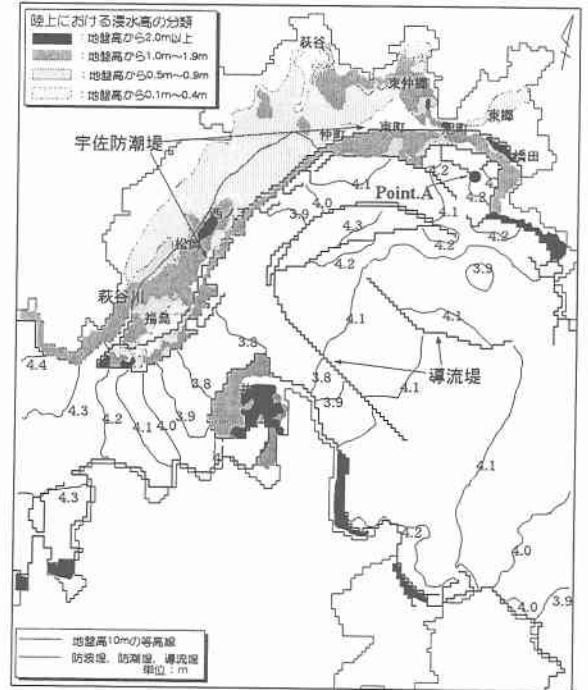


図-2 最高水位上昇量と浸水高の分布

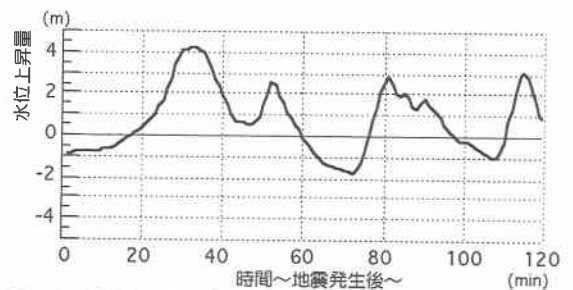


図-3 Point.Aにおける水位上昇量の時間的変化

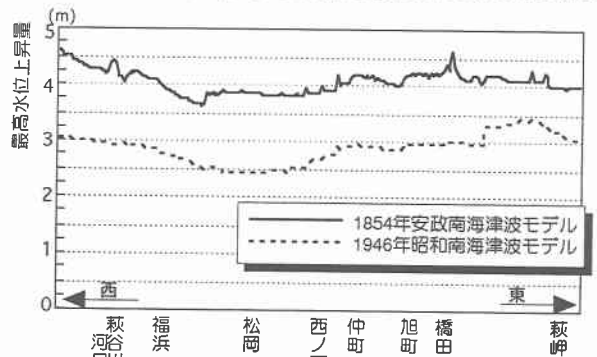


図-4 宇佐町北側沿岸における最高水位上昇量の比較

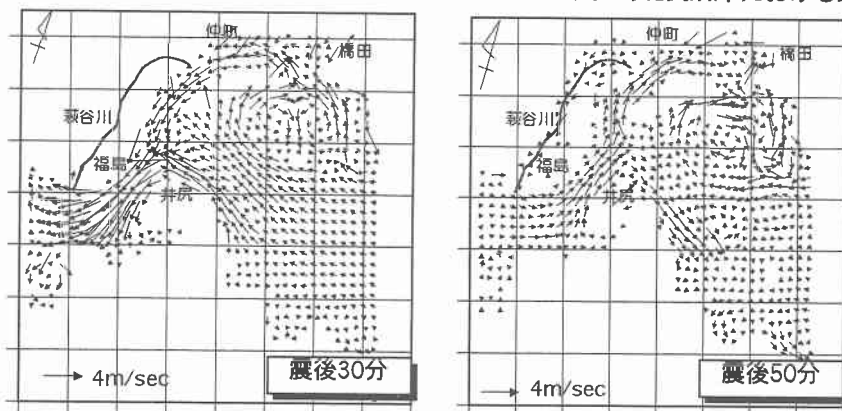


図-5 流況分布図