

徳島県牟岐町における1946年南海地震津波の氾濫特性

徳島大学工学部 正員 村上 仁士 阿南工業高等専門学校 正員 島田 富美男
 徳島大学工学部 正員 伊藤 禎彦 日本工営(株) 正員 石塚 淳一

1. はじめに 南海道沖では有史以前からプレート境界型の巨大地震が100~150年という周期で繰り返されており、四国沿岸はそのつど津波の襲来をうけてきた。著者らは昭和南海地震津波により大きな被害を受けた徳島県牟岐町において、津波の氾濫特性を現地調査より明らかにした。さらに、地震断層モデルを用いて陸上への氾濫を考慮した津波の数値計算を行うことで、昭和南海地震津波の挙動を再現し考察を行った。

2. 現地調査の結果 当地は幅800m、奥行き500mほどの湾奥に位置し、海岸線に沿って集落が基盤目状に形成されており、津波災害をうけやすい地であるといえる。被災当時の防災施設としては東牟岐の沖合いにT.P. + 3 mほどの防波堤と西牟岐の浜辺に石積み護岸がかろうじてある程度であった。図1は85地点および水準測量の結果から得られた浸水高分布である。全般的に海岸線付近で5 m以上、小河川の河口ではさらに上回る浸水高が得られている。詳細にみると、東牟岐においては地盤の低い観音寺川沿いに津波が遡上している。他方、西牟岐においても津波は瀬戸川沿いに侵入し、川を溢れて八坂橋の付近から集落の西側を襲い、多くの家屋を破壊しており、浜辺の護岸の隙間からも侵入してきたそうである。なお、図中で明かに浸水がなかった地域にはハッチを施している。

3. 数値計算法 つぎに数値計算により氾濫挙動の再現を試みた。数値計算は、右に示すNavier-Stokes運動方程式と流体の連続式をleap-frog法で差分展開して行われる。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、そのまま海面の変位となるものとする。計算領域は断層モデルを含む南海道沖~紀伊水道~徳島県南部沿岸~牟岐湾と徐々に計算格子を小さくしていき、牟岐湾内の地形を20m間隔の格子で表現している。計算時間間隔は全領域で1秒、再現時間を3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(0.025, 0.04, 0.12および0.16)で評価される。

数値計算の支配方程式

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

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

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

ここで、

h : 静水深, η : 静水面上の水位上昇量

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

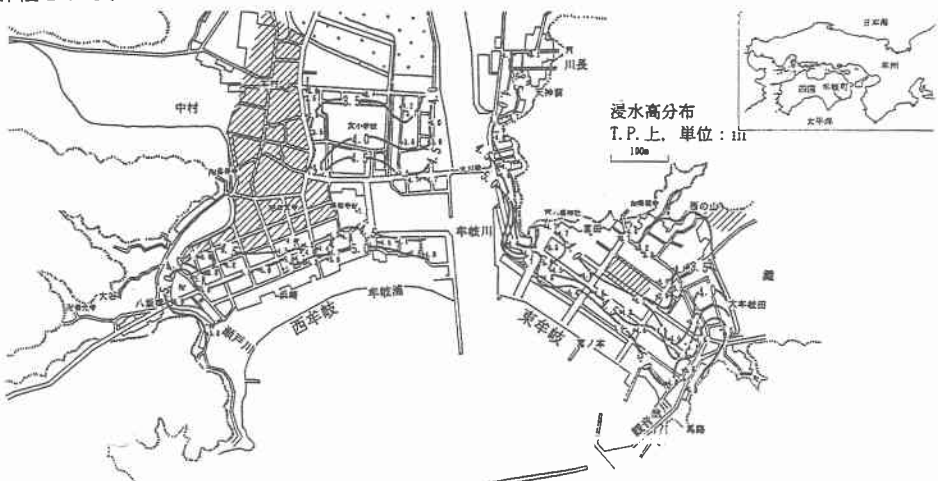


図1 水準測量より得られた南海地震津波の浸水高分布

4. 計算結果 図2に数値計算より得られた最大浸水高の分布を示す。先に述べた現地調査結果との比較を行うと、海岸線や河川沿いにみられた高い浸水高は再現されておらず、陸上における分布の水面勾配も緩やかであり粗度係数の評価に問題が残されているようである。しかし、東牟岐や内港背後の低地における浸水高分布は調査結果と同様な傾向を示している。数値計算による調査結果の再現性は、約20%の誤差範囲に収まっており、良好な再現性を有しているといえる。

図3は湾内における流況図の一例である。計算結果をみると湾内では震後15分頃から顕著な潮位変動が始まっており、震後21分ではすでに西牟岐の浜辺において浸水がみられ、この部分の水位が高くなることで、津波は牟岐川へと流れ込んでいる。また、東へと向かった津波は陸上へ溢れることができずに東牟岐の海岸線沿いに進むが、防波堤に進路を阻まれその背後に渦を形成している。震後29分は湾奥で第1波がピークに達した状況であり、湾内の流速は小さく水位分布も平坦になっている。牟岐川河口の狭窄部では、直接両岸の低地に溢れ川へと流れ込んでいる。内港背後の低地では、内港と牟岐川からの浸水が重なり浸水域を北西へと拡大しつつある。東牟岐においては海岸線全般からの浸水がみられるが、海岸線から山際にかけての地盤が高いため観音寺川沿いの低地へと浸水は広がっていく。

現在の牟岐港は港湾整備が施され、被災当時の状況からは格段の変貌を遂げている。そこで、現況地形のもとで南海地震級の津波が来襲した場合を想定し計算を行った。結果を図4に示す。計算では湾奥で潮位低下が認められ、防潮堤・堤防ともに越流は生じなかった。ただ、計算格子では正確に表現されているとはいえないが、堤防の隙間や小河川沿いからの浸水がみられた。しかし、現実には防災機能の作動により、これほどの浸水被害は生じないであろうと思われる。

4. おわりに 昭和南海地震津波の痕跡に基づき陸上での浸水高を実測することにより、牟岐町内における津波の氾濫特性を把握することができた。さらに、断層モデルを用いた数値計算の結果は、町内での浸水高を良く再現し、現況地形における場合を含めた湾内における津波の挙動を明らかにすることができた。最後に、本研究は平成6年度文部省科学研究一般研究(C)に研究費用の補助を受けた。ここに記して感謝の意を表す。

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-Smylie: THE DISPLACEMENT OF INCLINED FAULTS, Bulletin of The Seismological Society of America, Vol. 61, No. 5, pp. 1433~1440, Oct. 1971

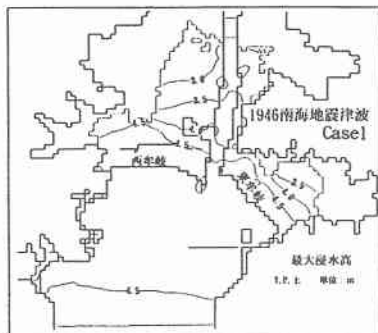


図2 再現計算における最大浸水高分布

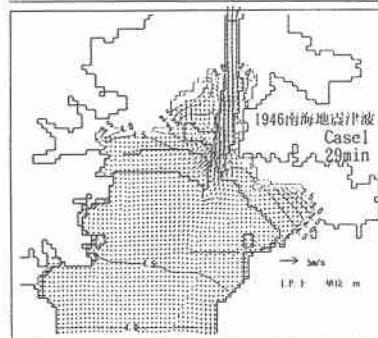
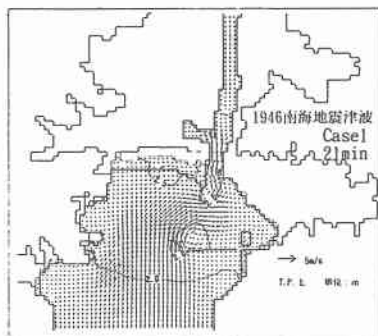


図3 再現計算より得られた流況図

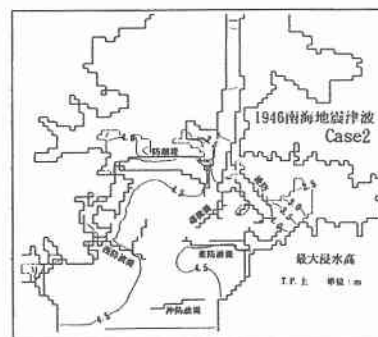


図4 現況計算における最大浸水高分布