

II-495

海面上昇後の東京湾岸域における高潮時の浸水解析

(株)三井不動産 正会員 立石 英機
 東京大学工学部 正会員 磯部 雅彦
 東京大学工学部 正会員 渡辺 晃

1 はじめに

本研究では海面上昇後の台風に起因する高潮と波浪による、東京湾岸域での浸水状況予測を試みた。筒井(1991)の高潮・波浪の数値シミュレーションによって、海面上昇後台風時の東京湾岸域各地点の潮位偏差や有義波高の時系列的な予測データが得られている。この予測データと既存の堤防の天端高等の地形情報をもとに各堤防における越流・越波流量を算定した。越波流量を算定するには、不規則波に対する越波流量式を用いた。算定された越流・越波流量を境界条件として、浸水解析モデルを使って東京湾岸域の江東地区や浦安の埋立て地区について浸水解析を行った。

2 浸水解析の概要

2.1 越波流量の算定

対象域の浸水解析にあたって浸水的主要原因として越波を考慮するため、越波氾濫流を正しく再現するためには越波流量の計算精度が問題となるが、ここでは不規則波に対する越波流量式を用いて、越波流量を算定することとした。合田ら(1975)は、波高がレーリー分布するものとして、期待越波流量を次式で与えている。

$$\frac{q_{\text{exp}}}{\sqrt{2g(H_{1/3})_0^3}} = \int_0^\infty \frac{q(\eta)}{\sqrt{2g(H_{1/3})_0^3}} p(\eta) d\eta \quad (1)$$

$$\frac{q(\eta)}{\sqrt{2g(H_{1/3})_0^3}} = 0.10 \left(\frac{K}{1+K} \right)^{3/2} \eta^{3/2} \times \left[1 - \frac{h_c}{(H_{1/3})_0} \frac{1}{K\eta} \right]^{5/2} \quad (2)$$

$$K = \eta_0/H, \quad \eta = H/(H_{1/3})_0 \quad (3)$$

$$K = \min \left\{ \left[1 + a \frac{\eta(H_{1/3})_0}{h} + \frac{b}{(K_s)_{1/3}} \left(\frac{\eta(H_{1/3})_0}{h} \right)^2 \right], c \right\} \quad (4)$$

ここに、 $(H_{1/3})_0$: 沖波有義波高、 h_c : 静水面からの天端高さ、 η_0 : 波峰高、 $(K_s)_{1/3}$: 碎波減衰も含めた有

義波高の変化率、 a, b, c は実験的に定まる定数で、この解析では堤防をすべて直立護岸と仮定しているので $a = 1.0, b = 0.8, c = 10.0$ という値を与えた。また堤前水深を一律 6.0 m と与えた。なお、高潮による越流量は、長方形ぜきを仮定した Govinda-Rao の式(水理公式集)を用いて評価した。

2.2 越波氾濫流の浸水解析

河川防災に関連して、豪雨時における氾濫流を模擬する試みは既にいくつかなされている。岩佐ら(1980)は氾濫流を2次元平面流として表し、直接に基礎方程式を解く氾濫解析モデルを提案している。今回の解析では、下記の基礎方程式を差分化し、陽形式で解いた。

連続方程式:

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0 \quad (5)$$

運動方程式:

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(\xi_1 u M) + \frac{\partial}{\partial y}(\xi_2 v M) = -gh \frac{\partial \zeta}{\partial x} - \frac{\tau_{xb}}{\rho} \quad (6)$$

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(\xi_2 u N) + \frac{\partial}{\partial y}(\xi_3 v N) = -gh \frac{\partial \zeta}{\partial y} - \frac{\tau_{yb}}{\rho} \quad (7)$$

ここに、 $M = uh, N = vh$: x, y 軸方向の線流量、 ζ : ある基準面からの浸水面の水位、 h : 浸水水深、 ξ_1, ξ_2, ξ_3 : 運動量補正係数である。 τ_{xb}, τ_{yb} は底面において作用する x および y 方向のせん断応力であり、抵抗則として Manning 式を用いると

$$(\tau_{xb}, \tau_{yb})/\rho = gn^2(u, v)\sqrt{u^2 + v^2}/h^{1/3} \quad (8)$$

で表される。

2.3 地形データ

解析を行う際の地形データには建設省国土地理院の国土数値情報を利用し、一辺が250mの第3次メッシュから地盤高を取得した。また、堤防天端高のデータは東京都港湾局及び千葉県土木部の資料より取得した。

2.4 海面上昇の予測値

気候変動に関する政府間パネル (IPCC) の報告によると大気大循環モデル (GCM) を用いた地球全体の熱収支機構のシミュレーションから得られた結論として、2030年までに20 cm(10 ~ 32 cm)、2100年までに65 cm(30 ~ 110 cm)の海面上昇が見込まれている。

3 計算結果

一例として現在の水位と海面上昇後の水位において、台風起因する高潮と波浪による浸水状況を図-1及び2と比較する。台風の規模は伊勢湾台風クラスとし、海面水位の上昇値は65cmとした。図-1と図-2を比較してわかるように海面上昇後、浦安地域ではかなりの浸水水位の増加が予測される。

4 参考文献

- 1) 岩佐義朗他 (1980): 氾濫水の水利の数値解析法, 京都大学防災研年報, 23号, B-2, pp.305-317.
- 2) 合田良實他 (1975): 不規則波による防波護岸の越波流量に関する実験的研究, 港研報告, 14巻, 4号, pp.3-44.
- 3) 筒井純一 (1991): 地球温暖化後の東京湾における高潮の予測, '91日本沿岸域会議研究討論会講演概要集 No.4, pp.26-27.

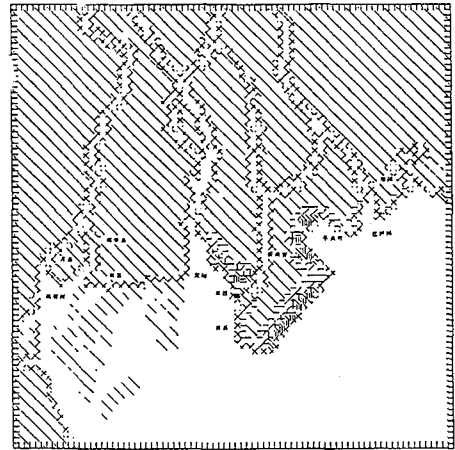


図 1: 最大浸水水深 (現在の水位)

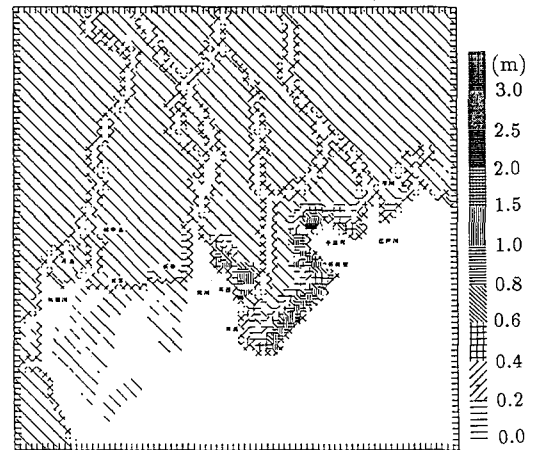


図 2: 最大浸水水深 (海面上昇後)

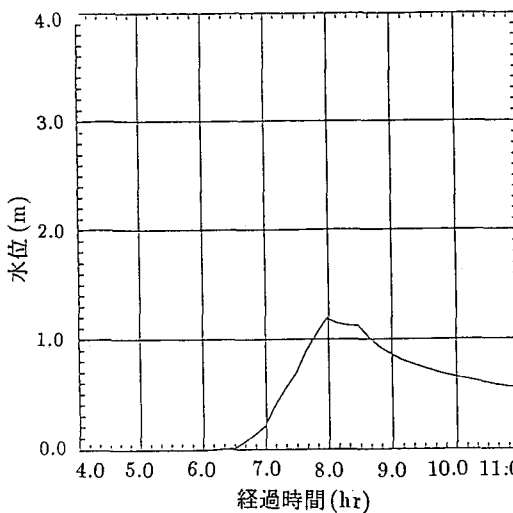


図 3: 浦安の浸水水深の変化 (現在の水位)

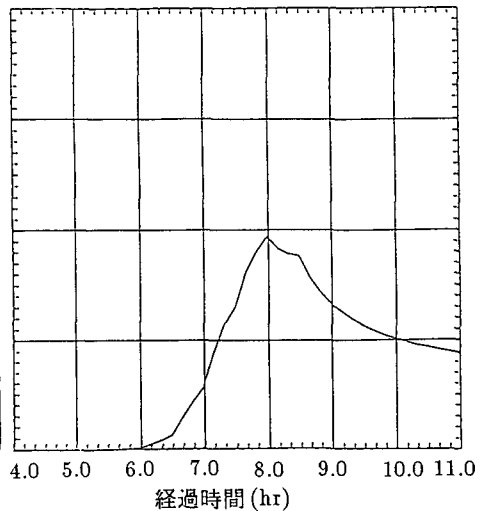


図 4: 浦安の浸水水深の変化 (海面上昇後)