

東京都沿岸の防潮堤天端高と波峯位に関する考察

日本大学理工学部 正会員○後藤 浩 日本大学 フェロー会員 竹澤 三雄

○まえがき 東京都沿岸では、図1および表1のように、高潮に対して外郭防潮堤が海水の浸水を防ぐよう整備されている。従来、防潮堤天端高の妥当性については、モデル台風に基づく数値解析的検討が行われ、後背地の浸水の危険性の指摘がなされている<sup>1), 2)</sup>。本研究では、東京港周辺を対象にして統計データに基づく経年変化傾向を示して考察を加え、モンテカルロシミュレーションを用いて、今後発生しうる最大波峯位の将来予測を試みた。

○調査方法 防潮堤の天端高さの設計思想は、図2のように示されている<sup>3)</sup>。図2のように潮位偏差に影響を与える要素としては、風速と気圧<sup>4)</sup>で、波浪成分に影響を与える要素としては、風速(および吹送距離)である<sup>4)</sup>。このことから、年最大潮位偏差、年最大波高、年最大風速、年海面最低気圧の統計データを収集した。そして、気圧が下がるときには、天候も悪く降雨も生じている可能性があることから年最大降雨強度のデータも抽出した(吹送距離については湾内であることと算定が困難であるので、抽出しなかった)。年最大潮位偏差、年最大風速、年最大降雨強度データについては気象庁HP等(観測地「東京」で計測)<sup>5), 6)</sup>から、年最大波高データについては東京都港湾局HP<sup>3)</sup>から、年海面最低気圧データについては、気象庁等(観測地「東京」で計測)および日本海洋データセンターHP(観測地「観音崎」)<sup>7)</sup>から入手した。なお、入手に当たっては、東京都港湾局において、1969年から波高の観測記録が存在するため、他のデータも合わせて1969~2017年までの49年間のデータを手に入れ、それぞれの経年変化を整理した。また、入手データをもとに、Oracle Crystal Ball(構造計画研究所)を用いて、モンテカルロシミュレーションをもとにして時系列分析を実施し、年最大波峯位の将来予測を試みた。

○統計データの経年変化の傾向 目的変数と説明変数とに分けて経年変化の傾向を簡潔に述べる。

(a) 目的変数データの傾向 年最大潮位偏差、年最大波高の経年変化を図3および図4に示す。図3および図4中、データの傾向を知るために直線回帰した傾向線を併記してある。図3のように、年最大潮位偏差は、僅かながら増加傾向である一方、年最大波高については、減少傾向が認められる(有義波高データについては、全データがそろわなかったため、便宜的にRayleigh分布<sup>8)</sup>から1時間当たり1000波来襲するものとして、最大波高から換算し参考としてプロットしてある)。図5は、潮位(年最大潮位、年平均潮位、月平均潮位の最大値、データが存在した年の朔望平均満潮位)の経年変化を表しているが、直線回帰すれば、潮位は僅かに増加傾向である。

(b) 説明変数データの傾向 年最大風速、年海面最低気圧、年最大降雨強度に関する経年変化を図6~図8に示す。図6~図8中、データの傾向を知るために直線回帰した傾向線を併記してある。図6、図7のように、年最低海面気圧は減少傾向で年最大降雨強度は増加傾向である。一方、図8のように年最大風速は減少傾向である。

以上のように、潮位は、降雨と気圧の変化傾向および地球規模の気候変動の影響により年を追うごとに僅かに高くなっていると考えられる。また、波高は風速の傾向に応じて小さくなっているものと考えられる。

○モンテカルロシミュレーションによる時系列分析 図9、図10は、年最大潮位偏差と年最大波高について、計算回数を1000回として、モンテカルロシミュレーションを行った結果で、一例として2035年の場合の発生確率ヒストグラムを示している(計算モデル⇒年最大波高: Holt-Winter 加法型, 年最大潮位偏

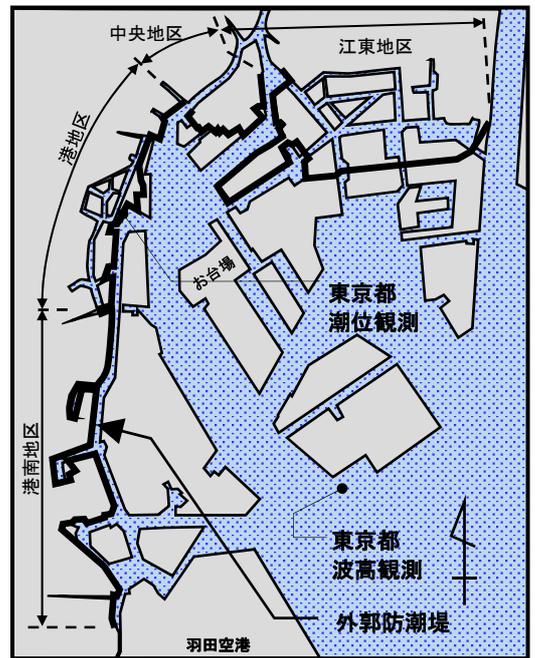


図1 東京湾都内沿岸部における外郭防潮堤<sup>3)</sup>  
表1 外郭防潮堤の計画天端高等の設定値<sup>3)</sup>

地区名	朔望平均満潮位 (A.P.+m)	高潮偏差 (m)	波浪要素 (m)	計画天端高さ (A.P.+m)	
江東地区(詳細省略)	2.1	3.0	0.5~2.9	5.6~6.3	
中央地区(詳細省略)	2.1	3.0	0.5~1.2	5.6~6.3	
港地区	中央市場-古川臨海部	2.1	3.0	1.2	6.3
	中央市場-古川陸上部	2.1	3.0	0.5	5.6
	古川-目黒川臨海部	2.1	2.5	1.2	5.6
	古川-目黒川臨海部	2.1	2.0	0.5	5.1
港南地区	目黒川-南前堀	2.1	2.0	0.5	4.6
	大井・昭和島・京浜島	2.1	2.0	0.5~2.7	6.8

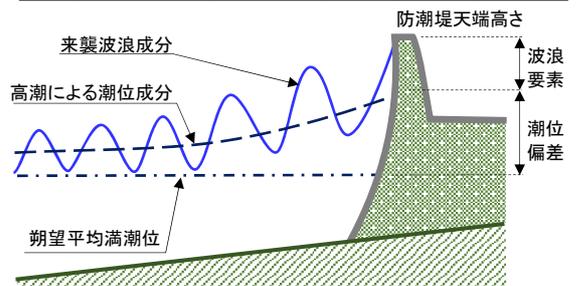


図2 外郭防潮堤の設計思想<sup>3)</sup>

連絡先: 〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台 1-8 E-mail: gotou.hiroshi@nihon-u.ac.jp  
キーワード: 防潮堤, 天端高, 高潮, 浸水被害, 時系列分析

差：SARIMA型）。また、図11は、2017年以前は統計データを、2018年以降はシミュレーション結果の年最大波高の平均値の半値、シミュレーション結果の年最大潮位偏差、朔望平均満潮位 (=A.P.+2.1m) の3つの値を足し合わせて線で結んだものである。一般に、時系列分析は、予測年数の5倍程度のデータがない場合、精度が悪くなると言われているが、20年後(2037年)までシミュレーションを行ってみた。図11に示されるように、3つの値を足し合わせた波峯位は、現況防潮堤天端高より低いが、図9、図10に示す分布の最大値を各年考慮して検討すると僅かであるが、現況防潮堤天端高より波峯位が高くなる場合があるため、防潮堤の更新の場合には嵩上げなどの措置が望ましいと考えられる。

**○まとめ** 東京湾東京都沿岸を対象にして、波峯位と防潮堤天端高との比較を将来にわたって行ってみた。その結果、現況天端高よりも大きい波峯位となる可能性が少なからず発現する場合があるので、施設更新の場合に天端高の大きさを検討することが望ましいことが分かった。

謝辞 気象データは、日本海洋データセンター、気象庁、東京都港湾局から入手いたしました。ここに記して謝意を表します。

参考文献 1) 増田勝人, 柴木秀之, 中井圭二, 鈴木勝之 (2003): 東京湾海岸の想定高潮偏差と新たな計画偏差について, 海洋開発論文集, 土木学会, pp689-694. 2) 本多和彦, 鈴木健之, 鈴木武 (2016): 東京湾内の港湾地域を対象とした高潮浸水解析, 国総研資料, 国土技術政策総合研究所, No.934. 3) 東京都港湾局 (2012): 東京湾海岸保全施設整備計画. 4) 土木学会海岸工学委員会 (2000): 海岸施設設計便覧, 土木学会. 5) 気象庁: 1960~1990年の過去のデータ, 気象業務支援センター. 6) 気象庁: 過去の気象データ検索, 気象庁HP (www.data.jma.go.jp 2018/03/12閲覧) 7) 日本海洋データセンター: JODC オンラインデータ提供システム, 日本海洋データセンターHP (www.jodc.go.jp// 2018/03/12閲覧). 8) 岩田好一郎ほか (2005): 海岸環境工学 (初版), 朝倉書店.

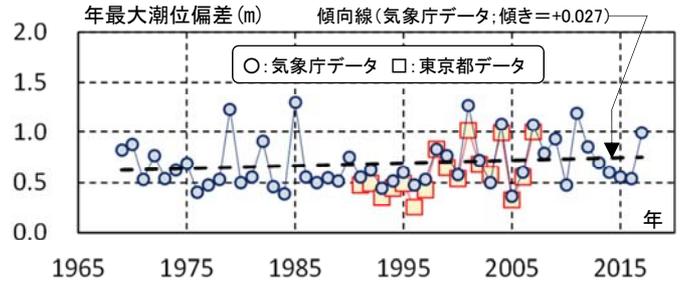


図3 年最大潮位偏差の変化

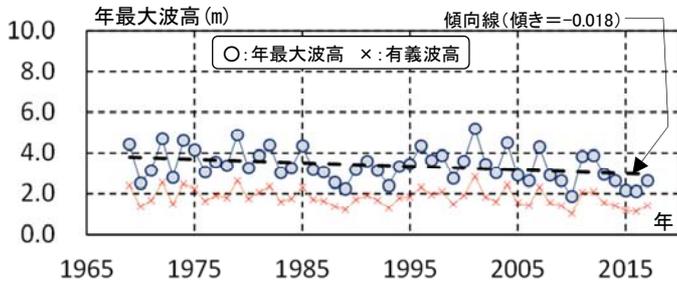


図4 年最大波高の変化

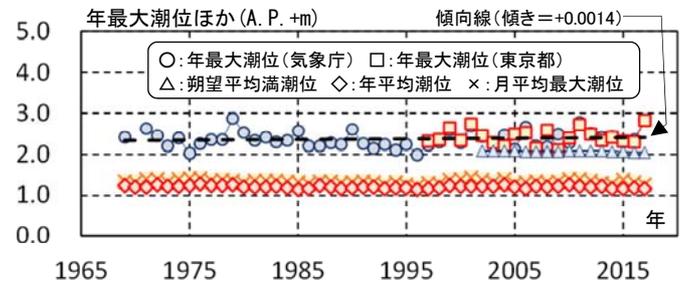


図5 年最大潮位値等の変化

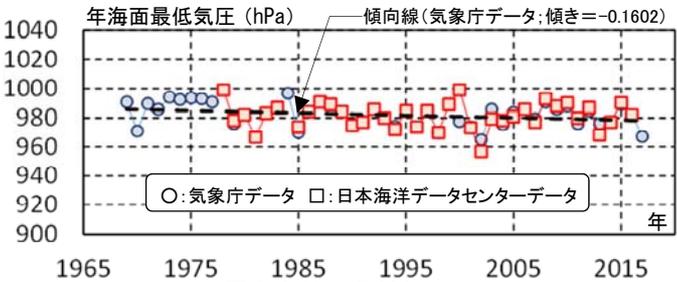


図6 年海面最低気圧の変化

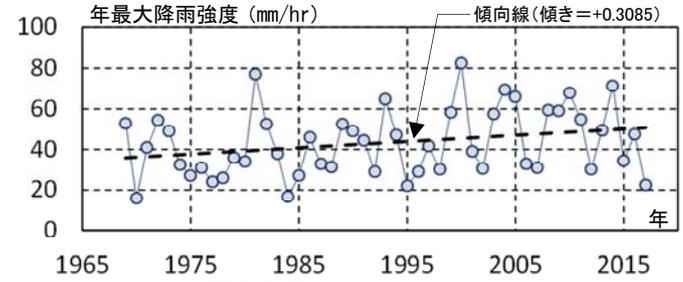


図7 年最大降雨強度の変化

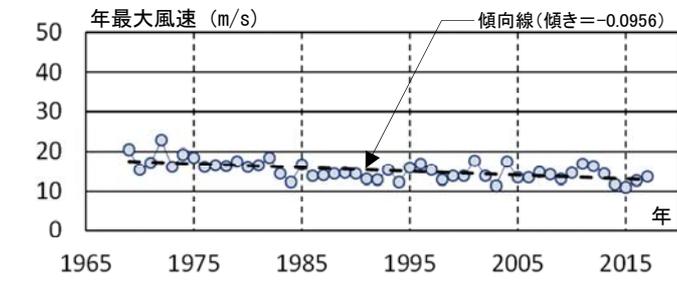


図8 年最大風速の変化

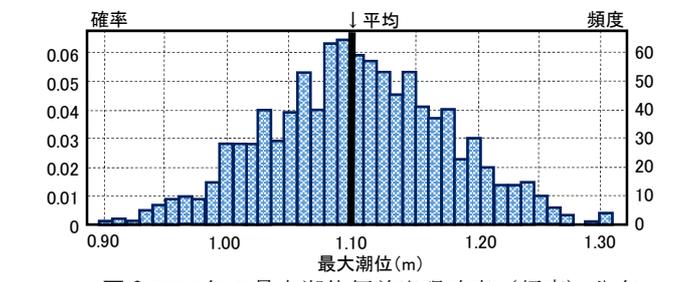


図9 2035年の最大潮位偏差出現確率(頻度)分布

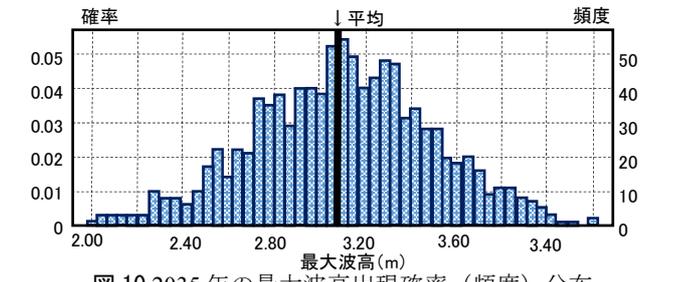


図10 2035年の最大波高出現確率(頻度)分布

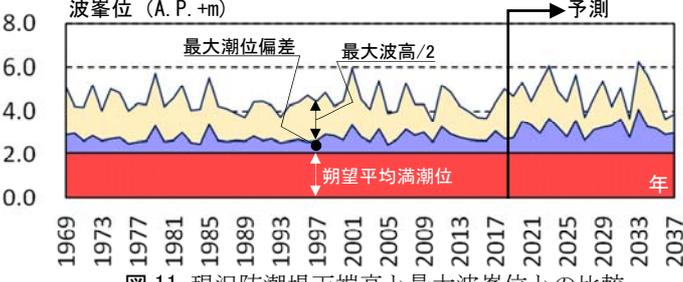


図11 現況防潮堤天端高と最大波峯位との比較