

広島湾の異常潮位について

中国地方整備局 広島港湾空港技術調査事務所 調査課 中島 剛

1、概要

2001年9～10月にかけて、東海地方～九州地方の太平洋沿岸、並びに広島湾において異常潮位が観測された。広島湾では、満潮時刻前後に世界遺産である『厳島神社』の回廊が冠水している。

従来、潮位としては、主として月や太陽の引力や遠心力などに起因する天文潮位、台風等の低気圧による海面の吸い上げや強風による海水の吹き寄せに起因する高潮、海底地震に伴う地殻運動に起因する津波などが知られており、港湾施設や海岸保全施設等の整備において、これらの潮位と波浪を考慮して施設の天端高が決定されている。

一方、異常潮位とは「高潮や津波以外の原因により、調和定数によって推算された予測潮と実際に観測された潮位との偏差の大きい状態が広範囲に比較的長時間続く現象」と言え、図-1に示すその他の水位上昇要因が研究者によって指摘されているが、原因の特定が困難なため、その定量的な把握や発生予測等が十分になされていない状況にあり、施設整備においてはこれらを考慮していない状況のため、高潮などの要因と同時生起した場合、越波量の増大等による被害の発生が予測され得る。

ここでは、2001年9月に広島湾で観測された異常潮位偏差40cm(第六管区海上保安本部の発表による)をケーススタディとして、異常潮位現象の発生実態の把握、発生要因の分析を行っている。

その結果、水位変動としては、黒潮の接岸・蛇行、陸棚波、北西太平洋の長期的な水位変動等の要因及び地殻変動を含む地盤の変動に起因する相対的な水面上昇と推定された。

現時点では、ケーススタディでの要因推定に留まっているが、異常潮位の定量的な予測に取り組むとともに、異常潮位を考慮した施設整備のための、技術基準類への反映を目途に、より詳細なデータ解析を実施する予定である。

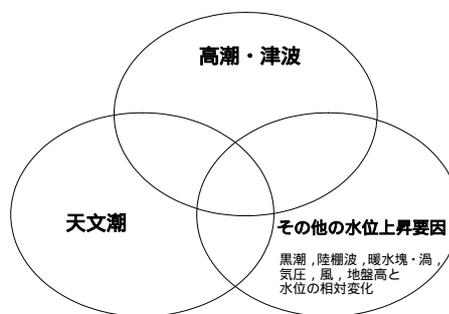


図 - 1 異常潮位発生概念図

2、厳島神社の冠水実態

1980～2001年までの広島検潮所における月平均潮位の変動状況を図-2に示すと2001年9月は、過去22年間で最も月平均潮位が高かったことが分かる。

また、2001年9月15～22日の潮位

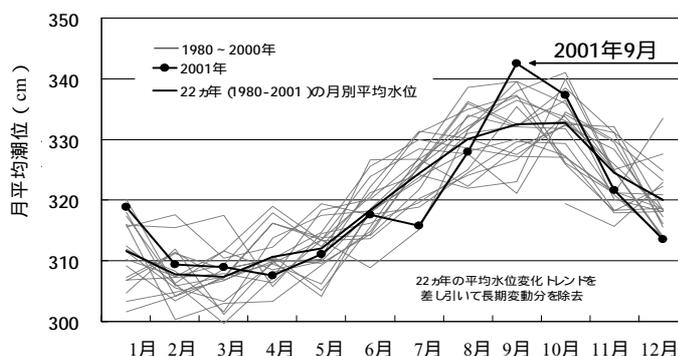


図 - 2 1980～2001年の月平均潮位変動

観測値を図 - 3 に示す。9月17日は秋の大潮期であり、その満潮時刻である17日22時はこの年の最大潮位（基本水準面より+436cm）を観測したほか、巖島神社の回廊天端高である+420cm（簡易測量による）を越える潮位も数回発生しており、これは巖島神社の冠水状況と整合している。

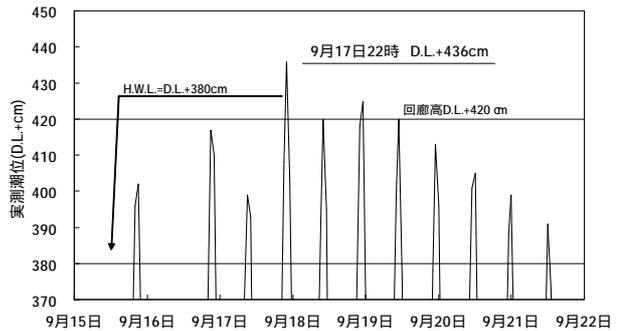


図 - 3 広島検潮所の実測潮位

3、異常潮位の発生要因分析

3.1、潮位偏差の算出

潮位偏差は、観測潮位と予測潮の差であり、今回検討に使用した予測潮は観測潮位から求めた23分潮を用いて年毎の予測潮とした。その際、潮位偏差の経年変動を検討するにあたり、特異な変動を含まない平均的な変動が望ましいことから、全23分潮の調和定数の振幅を過去10年分用いて、スペクトル平均して経年変動を平滑化した。

また、予測潮算出に用いる平均潮位は、観測潮位を年毎に単純平均したものをを用いた。

なお、今回の手法で算定した潮位偏差を算出偏差と記し、海上保安庁発表の潮位偏差と区別した。

3.2、異常潮位発生要因の整理と算出偏差の関連解析

既往の知見から水位上昇の発生要因を整理すると、風の吹き寄せを始め、暖水塊、黒潮接岸・蛇行、陸棚波、北西太平洋振動の影響などが考えられる。そこでこれら要因の指標となる風速、海水温、黒潮の流軸距離、算出偏差の平面的な時系列変動の比較、算出偏差の振幅の平面分布について解析を試みた。

風速については南風が強い時の水位上昇が一部で見られたが、解析対象期間での例が少なく、明確な相関が確認できなかったことから要因から除外した。

水温については算出偏差の減少とともに水温が低下する状況が確認されたが、観測期間が短く、また算出偏差上昇時の確認が不十分で、更に他の期間での相関解析等による裏づけが得られていない事から、水温に関する影響については言及しない。

一方、黒潮流軸距離の変化や算出偏差の伝播状況から、黒潮接岸・蛇行、陸棚波、北西太平洋の長期的な水位変動の影響があることが示唆されたことにより、これらについてより詳細に解析を行った。

3.2.1、黒潮の影響

海上保安庁発行の海洋速報をもとに、2001年8～10月までの黒潮流軸変動を図 - 4 に示す。全期間で、黒潮は四国沖から紀伊半島沖に接岸した後、石廊崎沖の冷水渦を迂回し八

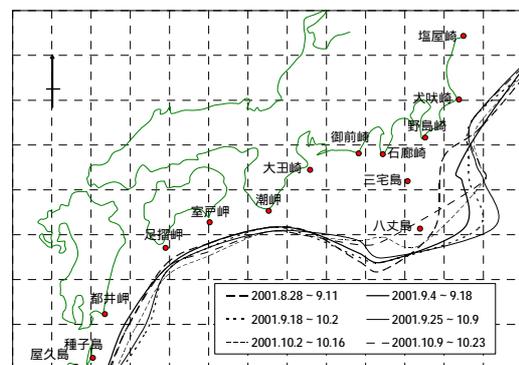


図 - 4 黒潮流軸の変動

丈島の沖合まで蛇行しながら房総半島沖合で再び接岸する蛇行型であった。

詳細には、9～10月はその前後に比べて四国沖から紀伊半島への接岸傾向が強いほか、遠州灘沖において渦の発達しやすい楕円形状に近い反流となっていた。これに対し、図-5にて布良（南房総）～油津（日南市）間の太平洋沿岸にかけて算出偏差が上昇していることから、この水位上昇に黒潮が大きく影響しているものと考えられる。

3.2.2、北西太平洋振動による影響

広島では、2001年9～10月の約2ヶ月にわたり、10cm程度の算出偏差が継続的に観測されているほか、9月末に20cm、10月上旬に25cmの算出偏差が観測され、厳島神社が冠水した9月17～19日には13～15cmの算出偏差(移動平均処理前の値 15～20cm)が発生している。また他の地点を見ると、布良～油津の間で算出偏差が高いほか、全体的には北東側の偏差が小さく、南西側がやや高い傾向となっている(図-5)。このことは、黒潮の影響が大きいことに加え、北西太平洋振動のような海洋現象の影響があることを示唆している。

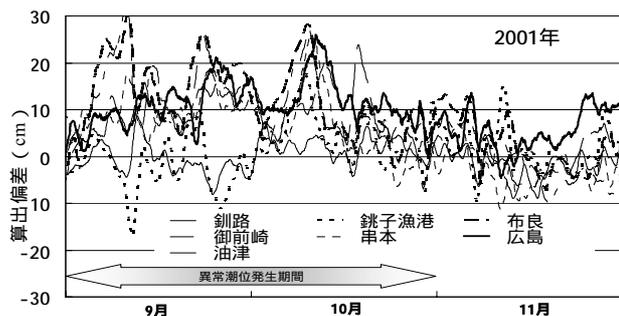


図-5 算出偏差の時系列比較

3.2.3、陸棚波の伝播状況

陸棚波の伝播解析においては、ピークの発生時刻や位相差などの情報が重要となるため、花輪ら(1985)によるタイドキラフィルターを用いて、48時間より短い周期の変動成分を除去した。そして、銚子漁港から広島までの検潮所の算出偏差の時系列グラフを比較し、陸棚波による水位上昇の伝播状況を整理した。

なお、ここでは豊後水道側からの影響結果を図-6に示した。図中のピーク出現状況を見ると、銚子漁港～浦神までの太平洋沿岸と、室戸岬～広島に至る豊後水道では明らかにその伝達速度が異なっている。

ピークの出現時間と検潮所間の距離から、陸棚波及びその影響と思われる偏差の伝達速度を求めると、太平洋沿岸では2.3m/s、豊後水道側では6.4m/sであり、前者は過去の異常潮位の発生要因分析として整理されている(吉田, 1971)太平洋沿岸の陸棚波の伝達速度(2～4m/s)とほぼ同じ数値を示しているのに対し、後者はそれより速い。これは地形

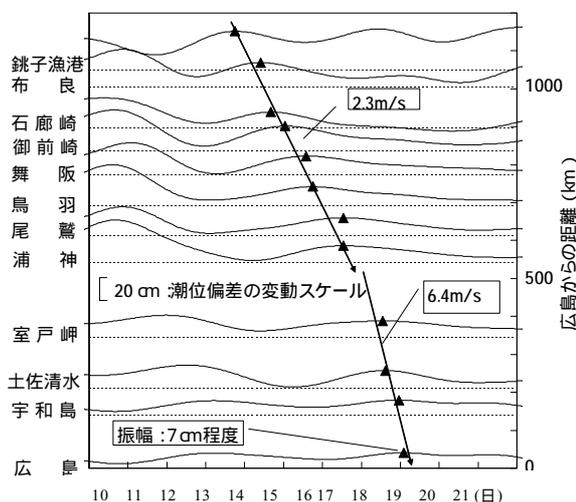


図-6 陸棚波の伝播状況(2001年9月)

の影響等による波動現象のメカニズムが異なったものと思われる。

陸棚波の振幅について、銚子漁港～浦神間の太平洋沿岸では10～15cmの水位上昇が伝播しているが、室戸岬～広島間の豊後水道では7～10cm程度と水位上昇量は小さくなっており、その内、豊後水道を通じて広島に到達した陸棚波と思われる影響は7cm程度であった。

4、地盤変動高と水位変動について

既に述べたように2001年9月17日の潮位偏差は40cmと報道されていたが、今回算定した算出偏差は半分の20cm程度であったことから、この差の20cmについては長期的な地盤高と水位の変動によるものと考えられる。そこで、広島検潮所の年平均水位の経年変化を図 - 7 に示す。

広島検潮所では1965～2001年迄の約40年間で、水位が約20cm上昇（平均5mm/yr）している。また潮位観測データには、地盤変動の影響が含まれていることが想定されることから、地盤変動分と水位変動分の分離について、海岸昇降検知センターで取りまとめられている「加藤・津村の方法」による地盤変動状況を見ても、広島検潮所の地盤は年間約5mmの割合で沈下しているという結果が出ている。

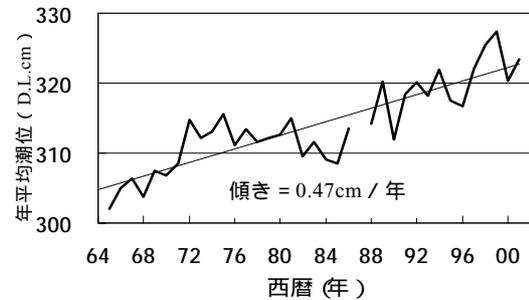


図 - 7 広島検潮所の年平均水位

5、まとめ

海上保安庁による厳島神社冠水時刻前後の潮位偏差は約40cmであり、この値には1965年以降の長期的な地盤高と水位の相対的な変動が約20cm含まれているほか、算出偏差は15～20cmであり、このうち太平洋沿岸を伝播した陸棚波と思われる影響として、豊後水道～広島に到達した算出偏差は約7cm、残りの約8～13cmは黒潮の接岸・蛇行、北西太平洋振動など長期的な水位変動によるものと考えられる。

6、今後の方向性

現状における港湾等施設整備においては、異常潮位を考慮していないことから、他の要因と同時生じた場合、甚大な被害の発生が懸念される。そこで、今回の調査により各港の水位・地盤変動等の結果から、平均海面の上昇に対応した設計潮位とする基準の改訂を行うことにより、既存施設の管理はもとより、将来においても初期機能を充分果たせる施設整備が可能となる。

また現状では、検潮所データから地盤の沈下及び海洋現象による水位上昇を正確に分離することが困難なため、各検潮所にGPSの設置が可能となった場合には、地盤変動分を厳密に測定することができる。

更には防災体制の強化から異常潮位予測システムの構築や長期的な水位変動予測手法の確立などを行い、より安全で安心できる港づくりへと寄与していく。