

高潮・高波浪防災検討について

中国地方整備局 広島港湾空港技術調査事務所 萩元 幸将

1. はじめに

平成16年9月7日に来襲した台風0418号は、九州・中国地域に上陸し、中国管内においては、三田尻・広島・呉などで記録的な風速や高潮が観測され、防波堤の滑動・転倒、護岸の崩壊など港湾・海岸施設に甚大な被害を与えるとともに背後地にも大きな被害が生じた。

本報告では、被災を受けた広島港(観音地区)護岸を対象として、被災後の現地調査、潮位観測結果及び波浪・潮位の数値計算結果より、被災発生メカニズムの推定結果並びに今後の防災対策に資するための考察について報告する。

2. 既往台風との比較

台風0418号は、気象観測データ(図.1)及び海象観測データ(図.2)に示すとおり、台風の経路・規模や最高潮位・最大有義波高について台風9119号と酷似しているが、台風9119号来襲時には広島港では、大きな被害が発生していない。その理由として、図.1、図.3及び図.4に示すように、台風0418号は、台風半径が約30kmほど大きいいため、広島港付近で強風の継続時間が長くなり、高波浪の発生とともに、その継続時間が長いことから高潮位時と重なったことがあげられる。

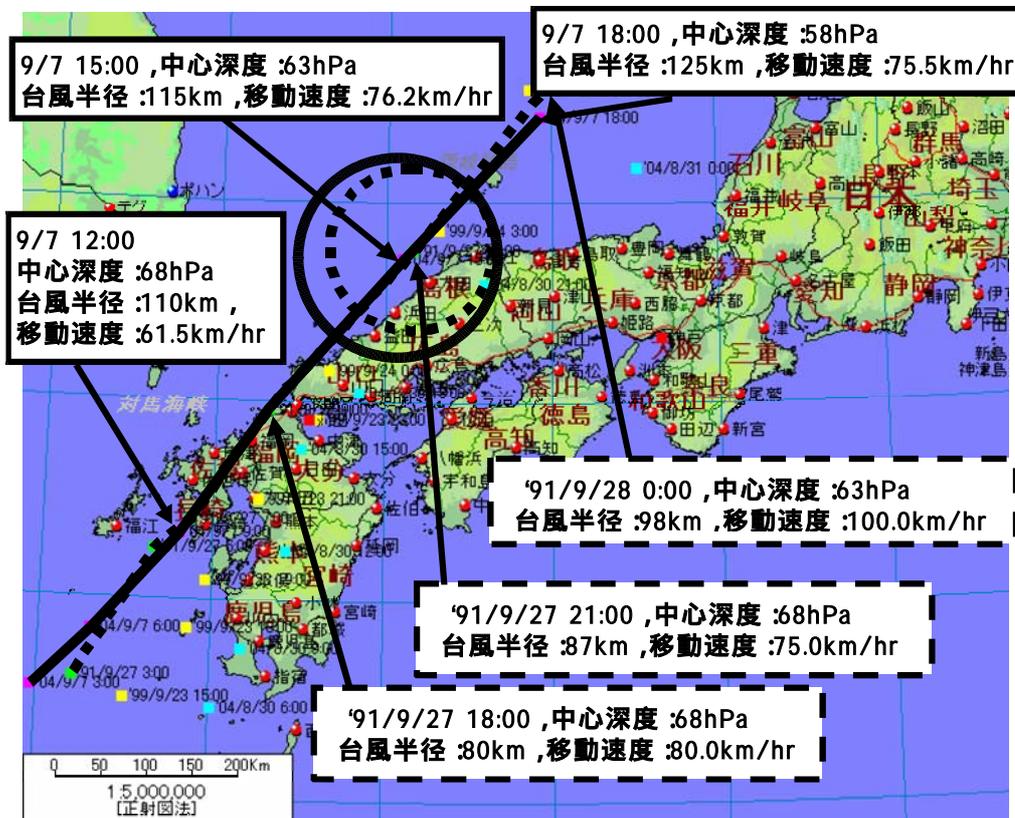


図.1 T0418号(実線)とT9119(破線)の気象観測データの比較

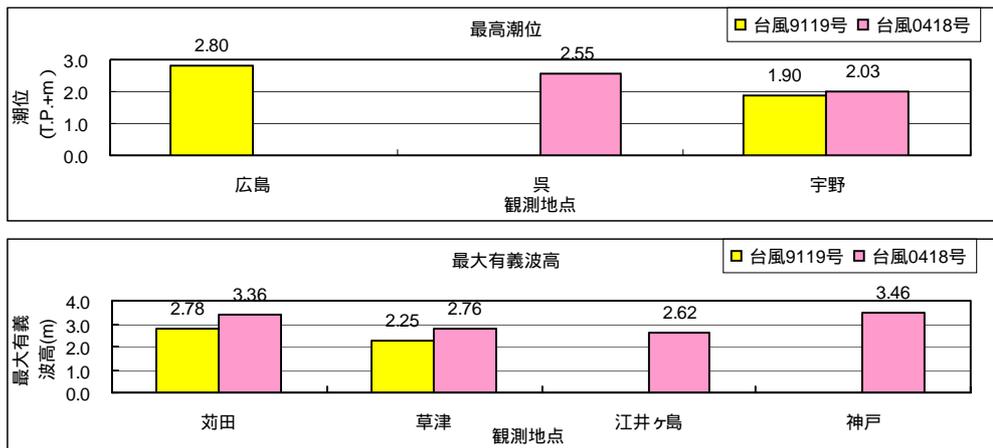


図.2 海象観測データの比較

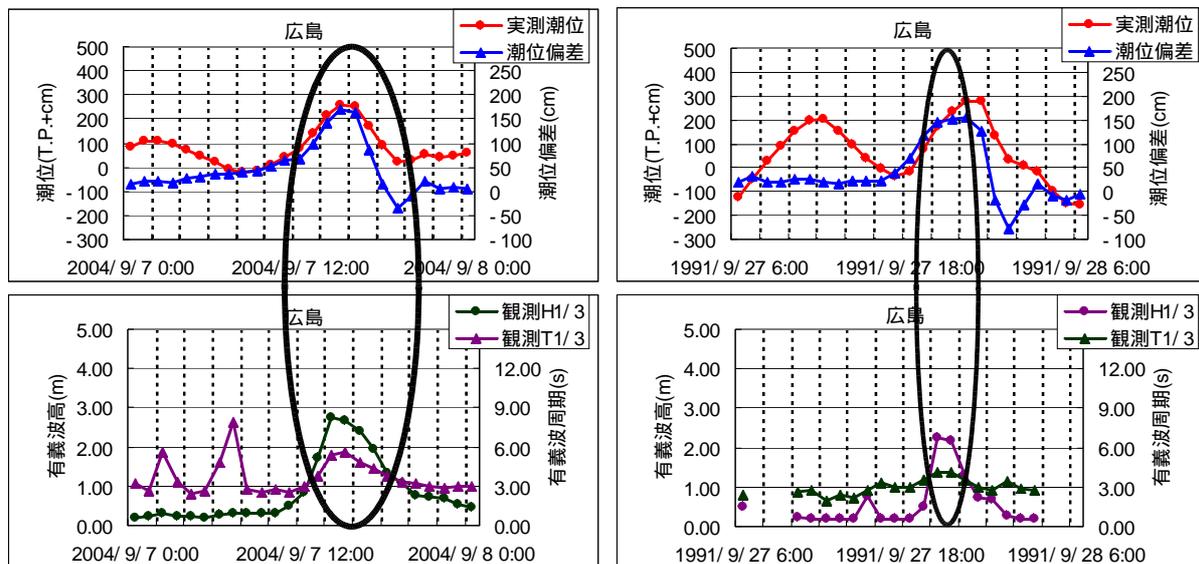


図.3 台風0418号の潮位・潮位偏差（上）と有義波高（下）との時系列（注、14:00以降の潮位データは、推算潮位である）

図.4 台風9119号の潮位・潮位偏差（上）と有義波高（下）との時系列

3. 被災状況

詳細調査は、直轄事務所、港湾管理者、施設の周辺住民を対象に被災時刻（何時に被災したか）・被災時の状況（どのように被災を受けたか）・浸水状況（どこまで浸水があったのか）等について聞き取り調査を実施した。

当該施設は、図.5に示すように、傾斜コンクリート被覆式(以下、もたれ式)護岸でありその法線方向は概ね東西方向である。

現地調査、詳細調査の結果より、当該施設の被災状況について、次のような知見が得られた(以下、具体的に記述。)(写真.1参照)。護岸及び背後の裏埋土が海側に流出している。護岸の前面に据え付けられていた根固ブロックが海側に移動している。背後の水叩部のコンクリート版が、割れていない状態で背後に移動している。護岸本体の破断箇所もあるが、破断箇所は、大半がコンクリートの打継目であった。同一法線上には、パラペットが陸側に転倒しているものもある。護岸背後の洗堀状況は、深さ最大約1.5m、奥行き約5.5mである。



写真.1 被災状況写真
(広島港観音マリーナ護岸)

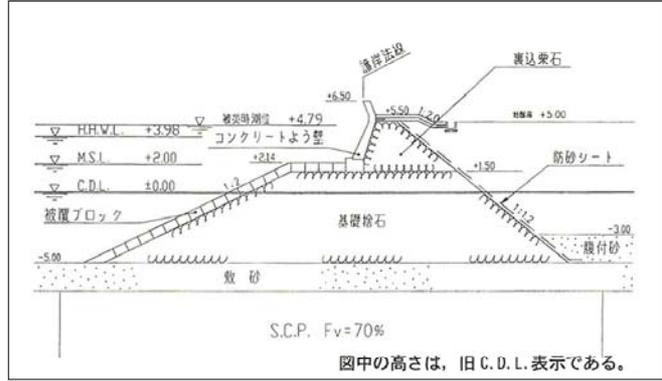


図.5 被災断面図(左) (広島港観音マリーナ護岸)

4. 被災メカニズムの検討

波浪，潮位による作用と護岸の被災限界と数値計算による波浪・潮位の時刻歴の推算結果を図.6に示す。護岸の被災モードは波の峰作用時（押波），波の谷作用時（引波）の滑動・転倒，越波量（許容越波流量・被災限界），パラペットの曲げ・せん断破壊を想定した。

図.6より，当該施設は，波の谷による引波波圧に護岸の滑動が先行して発生したものと推定される(図.7参照)。

また，他の被災施設における現地調査により，裏埋土中に法線直角方向に設置された配水管の位置で護岸背後の洗堀が止まっている事例があった。以上を踏まえると，当該施設で延長100mにわたり，護岸が被災した状況として次のように推定される。

パラペットの滑動に伴う越波流量の増大により，護岸背後地盤が洗堀され，護岸が転倒した。

による間隙部より波浪が進入し，周辺護岸背後の裏埋土を洗堀した。護岸背後の洗堀により周辺構造物の倒壊が発生した。

以降，，を繰り返す，連鎖的に倒壊が発生した。

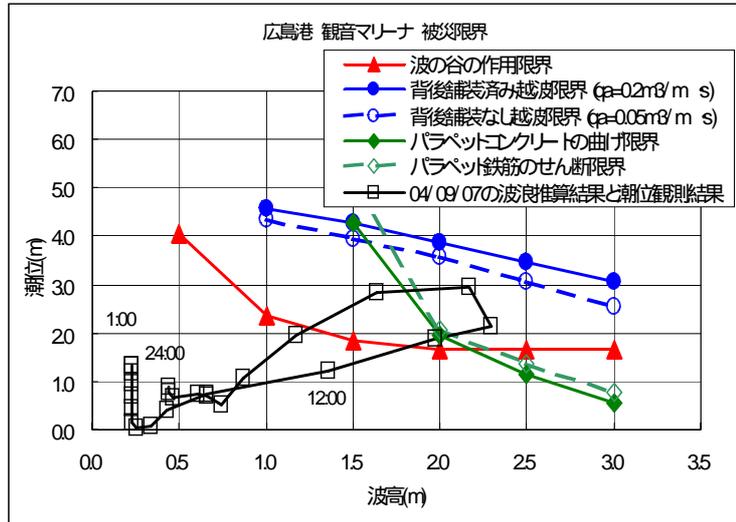


図.6 波高・潮位の時系列と安定限界値(観音マリーナ)

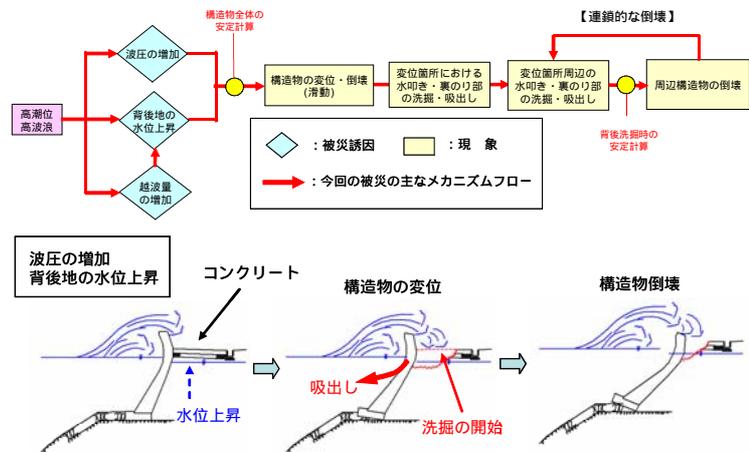


図.7 被災メカニズムフロー (観音マリーナ)

5. 今後の対策の検討

5.1 既存施設の被災を軽減させるための対策案

被災の軽減策として、想定される被災メカニズムに応じた対策が必要である。被災要因、対策の概念、対策方法の関連性を整理した対策方針を図.8に示す。

波浪の作用に対しては、通常は抵抗力増加と作用外力の低減が考えられるが、波浪を直接的に低減させる方法は、多くの場合現実ではないため、抵抗力の増加を基本とした対策方針となると考えられる。また、護岸の共通事項として、被災時に隣接区間への連鎖的な破壊を防止するための対策が有効となる可能性が示された。

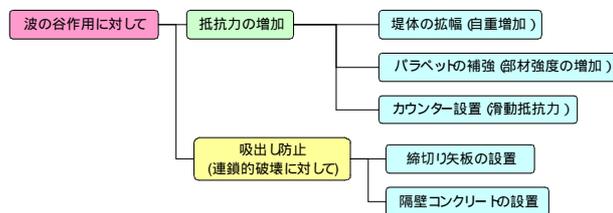


図.8 波の谷作用対策方針フロー

5.2 瀬戸内海における現行の設計法の課題抽出と対応方針

瀬戸内海沿岸の護岸構造物は、当該施設と同様のもたれ式護岸で整備されている事例も多く見受けられる。この場合、波の峰作用時には、背後地が抵抗力となるが、波の谷が作用した場合は、堤体を沖側へ押し出す方向の水圧が作用する事となるため、必要に応じて考慮すべきと考えられる。また、護岸本体・パラベットのコンクリート打ち継ぎ目が弱面となることもあるため、設計・施工において、腐食を考慮した補強鉄筋の挿入・打ち継ぎ面のチップング処理・打ち継ぎ目をH.W.L以下にするなどの配慮が必要である。さらに、護岸本体の変形によって、背後土砂の洗堀を防止するため、裏込材については適切に選定し確実な設置を行うべきである。

6. 調査成果のまとめ

本報告のまとめ

- ・高潮、波浪推算より得られた外力から、被災箇所の構造物の安定計算を行い、被災メカニズムを解析した。
- ・被災状況の現地調査から構造物の連鎖的な崩壊が甚大な被害を及ぼしたと推測された。
- ・被災メカニズムの解析結果より既存施設の対策方針を提案した。

今後の設計に当たっての課題

過去29年の広島湾周辺における潮位偏差の極値統計解析より、台風0418号の再現期間は、概ね44年と推定され、決して稀な台風ではないと考えられる。

また、今回の検討より、海域、構造物の特性を十分に把握した上で破壊モードを設定し、構造物の設計を行うことが重要であることがわかった。特に当該施設では、設計の想定を上回る作用があったが、構造物の特性及び重要性を鑑みながら、そのような状況をもある程度見据えた感度分析もしくは多段階設計法の導入が必要となると考えられる。

現在、当事務所では、海域特性の把握のため、瀬戸内海における波浪現地観測に着手するとともに、港空研、大学と連携して、高潮・波浪推算モデルの高度化のための調査研究に着手したところである。これらの成果については、順次とりまとめ、瀬戸内海沿岸の沿岸構造物の防災能力向上に寄与していきたいと考えている。