

報告

台風9918号による山口県西部地方の高潮災害に関する調査

山本 哲朗*

Storm Surge Disasters Caused by Typhoon 9918 in Western Part of Yamaguchi Prefecture

Tetsuro YAMAMOTO*

Abstract

Because a storm surge caused by typhoon 9918 occurred during spring tide, a very serious storm surge disaster occurred along the Inland Sea in Yamaguchi Prefecture on September 24, 1999. Field investigations were made at 29 seadikes sites which had been damaged, concentrated especially in the western part of Yamaguchi Prefecture. The total length of the damaged seadikes reached about 2.4 km. At Nishioki in Onoda and at Oki-ube in Ube, the seadikes underwent remarkable destruction due to joint breakage, and consequently the operations of the Yamaguchi-Ube airport and an oil company were completely shut down. These observations suggest the necessity of examining the storm surge brought about by typhoon during spring tide, and calculating effects of the resulting wave force on seadikes.

キーワード：台風 9918 号, 高潮災害, 護岸, 大潮, 山口県

Key words : Typhoon 9918, storm surge disaster, seadikes, spring tide, Yamaguchi Prefecture

1. まえがき

1999年9月19日に宮古島の南東海上で発生

した台風 18 号 (台風 9918 号) が九州に上陸し、山口県に再上陸した際、熊本県不知火町では高潮

* 山口大学工学部
Faculty of Engineering, Yamaguchi University

本報告に対する討論は平成 13 年 11 月末日まで受け付ける。

によって12名が犠牲となった¹⁾。一方、山口県の瀬戸内沿岸では、幸いにも高潮に直接関係した犠牲者は出なかったものの、その時が大潮と重なったため、随所で護岸が壊滅的被害を受ける等の沿岸災害が発生した。護岸の破壊に伴い、越波や浸水が助長された結果、多くの家屋・海苔加工工場等が全壊したのをはじめ、山口宇部空港や石油会社の機能が全く麻痺し、完全復旧までにそれぞれ11日、1ヶ月余りを要した。

山口県では、1942年周防灘台風が上陸した際、台風に伴う高潮が満潮と重なり、高潮によって死者・行方不明者を合わせて894名が犠牲となる大惨事を経験している²⁾。最近では、最大瞬間風速50 m/s以上を記録した台風9119号の際、台風による高潮がほぼ満潮と重なり、近年まれにみる沿岸災害となった³⁾。

著者は今回、特に山口県西部地方の瀬戸内沿岸を中心にして高潮による甚大な護岸災害を10日間にわたって調査した。その内の8箇所、すなわち山陽町植生・津布田、小野田市焼野・西沖、宇部市沖宇部、山口市秋穂二島、秋穂町岩屋・北条の護岸の被害については速報的に報告^{4), 5)}している。本文では、それら護岸の被災状況も含め、調査した29箇所すべての護岸等の被災状況を比較的细节に述べて、台風に伴う高潮と大潮が重なった際の沿岸災害の資料を提供するとともに、そのような高潮に対する護岸対策で検討すべき課題を提示する。

2. 気象および潮位概要

1999年9月19日に宮古島の南東海上約420 kmで発生した台風9918号は、中型で強い勢力を維持したまま九州北部地方を横断し、いったん

周防灘に抜けたのち、24日9時頃に山口県宇部市付近に再上陸した。図1に示すように、台風9918号の経路は風台風といわれた台風9119号のそれ³⁾と非常によく似ていた。

表1には、本台風が山口県に再上陸した際の下関・宇部・山口・萩で観測された最大瞬間風速、最大時間雨量・日雨量および最低気圧を示す。同表には、台風9119号時の観測値も示した。台風9918号時に山口・宇部で記録された最大瞬間風速約50 m/sは、台風9119号時に山口で記録された53.1 m/sに匹敵するものである。

表2に今回の台風における山口県内4港の潮位について、潮汐表に記載された予想値と最大潮位偏差値を示した。この台風が山口県宇部市付近に再上陸したときが、ほぼ大潮と重なったために、

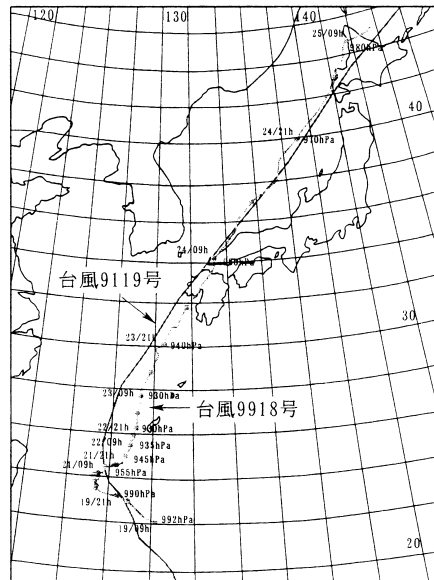


図1 台風9918号の経路図

表1 各観測所における気象観測値

観測所	台風9918号 (9月24日)				台風9119号 (9月27日)		
	最大瞬間風速 (m/s)	最大時間雨量 (mm)	最大日雨量 (mm)	最低気圧 (hPa)	最大瞬間風速 (m/s)	最大時間雨量 (mm)	最大日雨量 (mm)
下関	41.9	21.0	51.0	962.6	45.3	33.0	61.0
宇部	49.5	欠測	欠測	967.0	51.4	欠測	欠測
山口	46.4	98.0	110.0	967.3	53.1	15.0	82.0
萩	24.0	66.5	72.0	969.8	45.6	58.0	114.5

表2 測位の予測値と観測値

港名	台風 9918 号			台風 9119 号
	潮汐表		最大潮位偏差 (m)	最大潮位偏差 (m)
	時刻	潮位 (m)		
下関 (長府)	8:06	3.55	2.75 以上 (記録振切れ)	2.50
小野田	7:56	3.55	0.45 以上 (記録振切れ)	—
宇部	7:56	3.51	2.09	2.59
三田尻・中関	7:43	3.04	1.66 以上 (記録振切れ)	—

きわめて大きな高潮となった。すなわち、表2に見られるように、宇部港における潮位観測記録以外はすべて観測記録が振切れる事態になった。4港における潮位観測値は、予想値を少なくとも2m以上を上回るものになった。同表に併記した台風9119号の来襲もほぼ満潮と重なり、宇部港では最大潮位偏差2.59m、最大潮位5.6mを記録している。

3. 被害の概要と特徴

台風9918号による山口県内の被害概要を表3にまとめた⁶⁾。同表には高潮被害の著しかった台風9119号の場合も併記した³⁾。今回の台風では、被害総額は414億円余りに達し、その内、土木関係の被害額は約211億円で約半額を占めた。死者3名、重軽傷者186名が出たが、高潮による直接の犠牲者はない。住家被害件数は21,821棟に及び、全壊は80棟であった。一方、台風9119号の際には5名の犠牲者があり、236名が重軽傷を負った。被害総額は516億円余りに達し、その内農林関係分は238億円余りで最も多額となり、土木関係分は102億円程度であった。なお1942年周防灘台風の際には、被害総額は1991年の貨幣価値に換算して約580億円、高潮による死者・行方不明者は894名に達した²⁾。

今回の台風9918号時には台風による高潮が大潮時に生じたために、山口県下の瀬戸内海沿いの護岸に甚大な被害が発生したことが特徴である。これに伴って、越波や浸水の影響を受けて多くの民家や海苔加工工場をはじめ、臨海部にある山口宇部空港、石油会社等の施設が被災した。台風9119号よりも今回の台風の人的被害および物的被害総額は小さいのに対して、護岸の破壊に伴っ

表3 台風9918号による被害(文献3)・6)による)

種別	被害数量		
	台風 9918 号	台風 9119 号	
人的被害	死者 (人)	3	5
	重傷者 (人)	26	31
	軽傷者 (人)	160	205
住家被害	全壊 (棟)	80	35
	半壊 (棟)	1,309	484
	一部損壊 (棟)	10,554	34,701
	床上浸水 (棟)	2,506	500
	床下浸水 (棟)	7,372	2,835
	部門別の被害額	農林関係 (千円)	10,043,871
	水産関係 (千円)	4,052,010	6,975,339
	土木関係 (千円)	21,138,400	10,203,850
	商工関係 (千円)	—	7,592,113
	衛生関係 (千円)	—	633,286
	文教関係 (千円)	1,840,142	1,973,839
	その他 (千円)	386,533	458,185
	合計 (千円)	41,408,433	51,673,148

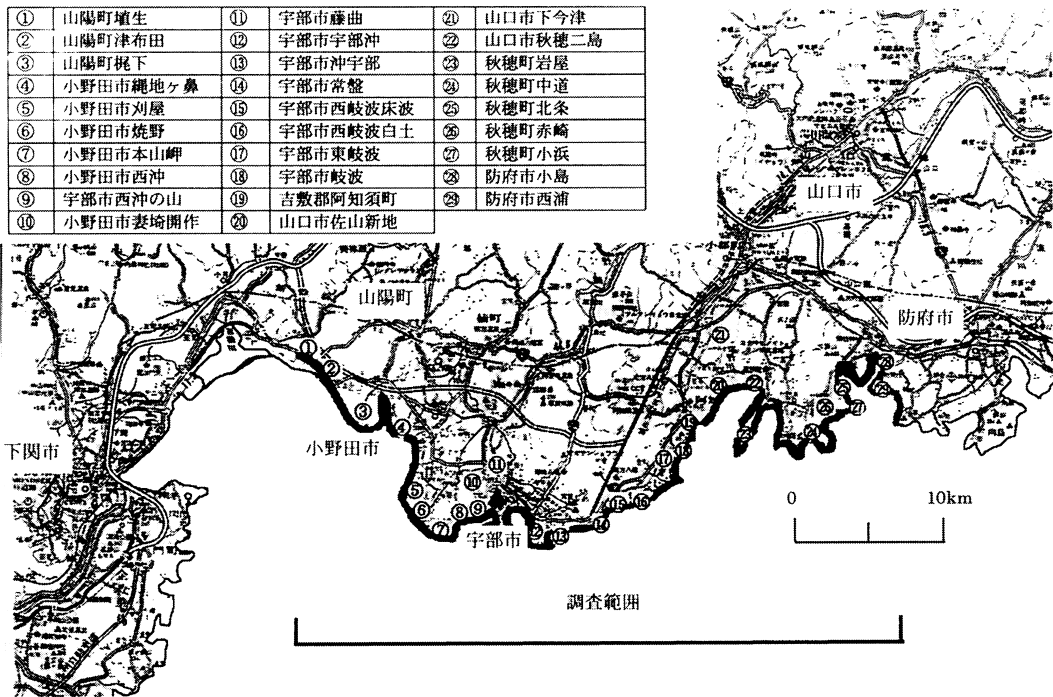
て家屋床上浸水等の被害および土木関係の被害が目立った。

4. 護岸等の被災状況

著者は9月25日から10月12日にかけて都合10日間にわたって、特に瀬戸内海沿いの山口県西部地方において高潮による護岸の被災およびそれに伴う各種の被災状況を調査した。

図2に示すように、調査範囲は西端の山陽町植生から東端の防府市西浦までの総延長90.3km区間である⁵⁾。この図の左上の表に示す29地点において、高潮によって護岸が損壊、転倒したり、さらに浸水によって家屋や道路が破壊するといった被害が発生した。

表4には被災した15地点の護岸それぞれについて、被害の箇所数および延長を示す⁵⁾。この表より被害箇所の総数は41件、被害の総延長は2441.8mにも及んでいることが分かり、護岸の被災がきわめて甚大であったことが明らかになる。

図2 山口県西部地方における高潮による護岸の被災箇所⁵⁾表4 被災した護岸の延長⁵⁾

地点番号	地点名	護岸	
		箇所数	延長 (m)
①	山陽町埴生	2	51.1
②	山陽町津布田	1	32.9
⑥	小野田市焼野	1	120.0
⑧	小野田市西沖	4	663.0
⑬	宇部市沖宇部	15	430.5
⑭	宇部市常盤	1	4.8
⑲	宇部市阿知須町	3	134.2
㉚	山口市佐山新地	3	86.7
㉑	山口市秋穂二島	1	310.0
㉒	秋穂町岩屋	3	200.0
㉓	秋穂町中道	1	20.2
㉔	秋穂町北条	1	159.0
㉕	秋穂町赤崎	1	45.1
㉖	秋穂町小浜	2	166.1
㉗	防府市西浦	2	18.2
総計		41	2441.8

なお、被害延長は、最短の場合宇部市常盤⑭での4.8 m、最長の場合小野田市西沖⑧での663.0 mであるが、その他は約20 mから約400 mの範囲にある。

以下に、調査地点の西側から順次、被害状況を比較的に詳しく記述する。

1) 山陽町埴生^{4),5)}

埴生において昭和59年に建造されたコンクリート製パラペット（波返し）が幅38.6 mにわたり転倒し、壊滅した（写真1）。パラペットは高さ3.8 m、天端幅0.5 m、底幅0.8 mで、1ブロック長は6 mである。このパラペットから23.1 m離れた海域には、消波ブロックが高さ2.8 mまで積まれていた。この護岸の破損に伴い、護岸背面に敷設されたコンクリート舗装道路が破損した。

埴生漁港近くでは1ブロック長6 mのパラペット2枚が転倒するとともに、パラペットの上端で幅1.1 mをもつ縦割れが発生した。また当現場近くでは、調査時に15隻の小型漁船が海浜、護岸上および護岸の内側（住居側）に乗り上げていた（写真2）。

木造1、2階建て家屋では、高潮、浸水の影響を受けて1階部が著しく破損している場合が多く見られた。鉄骨造で屋根や壁がトタンやスレートぶきの海苔加工工場が壊滅した。これが当地区における被害の大きな特徴である。また護岸直下に



写真1 山陽町植生①における護岸の損壊



写真3 山陽町津布田②における護岸の損壊



写真2 山陽町植生①において護岸の内側に乗り上げた漁船



写真4 山陽町津布田②における倉庫の被災

ある道路から約 50 m 以内に存在する家屋に被害が目立った。ほとんどの住民は特に避難せず、またその余裕もなくて 2 階に上がり、難を免れた例が多く聞かれた。

現在、当地区の護岸は 0.9 m の高上げがなされている。

2) 山陽町津布田^{4),5)}

写真3に示すように、津布田における護岸でパラベットが長さ 32.9 m にわたり転倒し、壊滅した。一つのパラベットは高さ 3.7 m、上端部の幅 0.55 m、下端部の幅 0.7 m、1 ブロック長 5.9 m である。これによって高潮が浸水して民家 3 棟、倉庫や海苔加工工場 7 棟が壊滅的な被害を受けた。写真4は倉庫の被害状況を示す。付近の住民の話では、24 日 7 時 50 分には道路面から 2.2 m の高さまで浸水した。護岸から沖合 24.2 m の位置で部分的に消波ブロック（5 列、高さ 2.7 m）が設

置されていたが、この損壊したパラベットは消波ブロックの端から沿岸方向に 4.8 m の位置にあり、消波ブロックが設置された場所では高波に伴う波力が軽減された結果、パラベットが損壊しなかったと考えられる。破壊しなかったパラベットでも幅 1.2 cm 程度の縦亀裂が入っていた。

この護岸から陸側 14.7 m にある 5 階建てマンション前では、高潮を受けて鉄筋入りコンクリートブロック塀（高さ 1.2 m、延長 23.3 m）がその下端部から完全に倒壊した。高潮による浸水によって、マンション 1 階の床上 1.5 m まで浸水し、さらにマンションの広場に駐車していた 12 台の自家用車が波浪により互いに衝突したり、他車に乗り上げる被害も発生した。このマンション前の護岸は高さ 3.6 m (TP 4.1 m) で、護岸天端から 0.9 m 下に敷設されたアスファルト舗装道路より 0.4 m 下にこのマンション等が建築されている。周辺の民家および倉庫、海苔加工工場も 1 階部は骨組

みだけを留め、壊滅的な打撃を受けた。

上述した被災護岸から西方 100 m のところに位置する護岸（延長 147.2 m、高さ 2.0 m）およびその上のアスファルト舗装道路（幅 4.1 m）が 7 箇所にわたって破壊した。最大の破壊規模は長さ 12.6 m、幅 4.5 m、深さ 1.2 m であった。この護岸の堤長方向は N 27° E（北北東方向で、北から 27 度、東に向いているという表記）で、護岸が南東向きの風によって助長された高潮に伴う激浪を受けて、このような大被害が発生した。この護岸とほぼ直交する護岸には被害が全く発生しなかった。

被災した護岸は修復され、また被災していない護岸は 0.9 m の嵩上げがなされている。

3) 山陽町梶下

コンクリート製パラペット（高さ 3.9 m、天端幅 0.47 m）を越えた高潮によって海苔加工工場がほぼ全壊するとともに、多くの家屋が被災した。護岸から 104 m の位置にある家屋では床上まで浸水した。小型船が民家を直撃し、家屋の外壁、塀等に被害をもたらした。

4) 小野田市縄地ヶ鼻

樹齢 20 年の檜、雑木合わせて 52 本が強い東風および高波を受けて倒れた。

5) 小野田市刈屋

旧護岸（高さ 2.5 m）を越えた高潮によって道路面から 1.1 m まで浸水した。旧護岸の一部は高さ 0.6 m ほど嵩上げされていたため、浸水による被害が軽減された、という、護岸に近接する工場の方の話が聞かれた。

6) 小野田市焼野^{4),5)}

1999 年 7 月 20 日に竣工した“きららビーチ焼野”において、化粧パネルで造った階段式護岸（13 段組で、高さ 1.8 m）が延長 120 m にわたりほぼ全壊した（写真 5）。パネルの形状の多くは縦 37 cm × 横 59 cm × 厚み 4 cm である。石積み形式の突堤を挟んでこの護岸と反対側にある同形式の護岸にはほとんど被害が発生していない。シュロの木の高さ 3 m 程度まで波しぶきが上がった痕跡が確認された。シュロの木の転倒方向から強い風向きはほぼ東であると推定された。この海岸

に面する道路を隔てた位置にある民家には浸水による被害が出た。

7) 小野田市本山脚

高潮によって小船 1 隻が高さ 1.6 m の護岸（天端幅 0.50 m）上に乗り上げたのをはじめとして、各種の漂流物が海岸奥部の山林内に運搬された。

8) 小野田市西沖^{4),5)}

今回被災した護岸被害の内でも被害規模の大きいものである。調査した総延長 1269.0 m の護岸において、完全に倒壊したパラペットは総延長 663.0 m、割れ目の入ったパラペットは総延長 385.8 m に及んだ。残りの被災しなかったパラペットは総延長 220.2 m であった。このように、倒壊したパラペットの総延長は調査延長の 52.2 % に相当する。倒壊したパラペットの一部を写真 6 に示す。倒壊には 1 ブロックのパラペットで発生したタイプと、1 ブロックのパラペット内で割れたタイプがある。3 ブロックのパラペットが海側に



写真 5 小野田市焼野⑥における護岸の損壊



写真 6 小野田市西沖⑧における護岸の被災状況

転倒した以外、他は陸側に転倒していた。陸側および海側への最大移動量はともに 1.7 m であった。パラベットの堤長方向は N 82° E で、パラベットは高潮による激浪を受けて被災した。

パラベットはコンクリート製の直立型 2 段形式で、昭和 27 年に築造され、その後に高上げされた。上段のパラベットは高さ 3~4 m、天端幅 0.8 m、底の幅 1.6~1.9 m 程度で、下段は高さ 1.8 m、天端幅 1.9 m である。一つのブロックは延長 12~13 m である。上・下段のパラベット間には、直径 7 cm 程度の松材がパラベット幅方向に 3 列で配置されている。上段パラベットの転倒はこの上・下段の継ぎ手部で発生した（写真 7）。本護岸の倒壊および樋門の損壊によって、浸水が助長された結果、それらに近接した石油会社では発電設備等が冠水する大惨事となり、正常な操業開始までに 1 箇月余りを要した。平成 12 年 6 月現在、当現場では新規護岸の建造のために倒壊した護岸の解体工事がなされている（写真 8）。

9) 宇部市西沖の山

火力発電所の敷地内で 0.3 m 程度の浸水があった。また近くの建物では 1.0 m 浸水した。

10) 宇部市妻埼開作

図 2 に▲（調査地点⑨の東側）で示した 2 級河川の厚東川河口近くの右岸に位置する当現場では、8 時頃の大潮時に高潮が発生し、これに伴いスレート式倉庫の外壁が破損し、アスファルト舗装道路が長さ 5.7 m にわたり破壊した。また 2 隻の小船が陸上に打上がり、その内 1 隻は護岸から 80 m の陸域まで移動した。

11) 宇部市藤曲

上述した宇部市妻埼開作から 120 m ほど上流側に位置する厚東川左岸では、8 時頃、護岸天端から 0.3 m 下まで水位が上昇した。東向きの強風によって当護岸の下方にある干拓地内の工場の外壁が破損する等、大きな被害が発生した。

12) 宇部市宇部沖

宇部港に面する工場群では高潮による直接の被害は発生しておらず、陸側から海岸側に吹きつける南東の強風を受けて、工場の屋根、スレート壁等に軽微な被害が発生した。宇部魚市場では駐車



写真 7 小野田市西沖⑧におけるパラベットの倒壊



写真 8 小野田市西沖⑧における新規護岸建造のために行われている護岸の解体状況（平成 12 年 6 月 21 日撮影）

場の車輛が冠水したり、ボートが広場に乗り上げた。当地区は 8 時頃満潮で、道路面上から 0.3~0.4 m の高さまで浸水した。

13) 宇部市沖宇部^{4),5)}

当地点に位置する山口宇部空港では、24 日 7 時 20 分頃に東向きの瞬間最大風速 49.5 m/s を記録した。宇部港では 5.9 m の潮位を記録した。

7 時半頃、高潮時の高波によって護岸が転倒した（写真 9）。高潮時の高波を受けた延長 2870 m のパラベットの内の、総延長 430.5 m において大小合わせて 15 箇所転倒が発生した。パラベットは 1 ブロック長 12 m で、上・下段の高さがそれ

ぞれ 1.9 m, 2.0 m の 2 段積み形式であるが、写真 9 に見られるように上段のパラペットが継ぎ手部から倒壊した。最大の倒壊長さは 72.2 m に及んだ。またパラペットの天端から 1.1 m 下にあるアスファルト舗装道路が数箇所破壊され、まさ土路盤が長さ 5.0 m, 幅 2.6 m および深さ 1.2 m 程度に洗掘された。

この護岸の倒壊によって浸水が助長された結果、滑走路はもとより山口宇部空港内の施設、および空港駐車場における多くの車両が冠水し、空港の機能は完全に麻痺した。東京便が完全に復旧するまでに 11 日を要した。

このような臨海の空港で発生した護岸の損壊に起因した高潮災害は、今回の沿岸災害での一つの特徴として挙げられる。

14) 宇部市常盤

道路面から高さ 1.0 m にあるコンクリート製護岸が幅 4.8 m にわたり破壊した。海岸に面した 2 階建て鉄筋コンクリート造りのアパートや 1 階建て鉄筋コンクリート造りの“ヤルプときわ”が壊滅した。

15) 宇部市西岐波床波

写真 10 に見られるように、水産物加工倉庫 3 戸が壊滅的な打撃を受けたのをはじめ、床波漁港協同組合建物が破損した。さらに、木造家屋の多くが全壊ないし半壊した。延長 850 m に及ぶ護岸自体には全く被害は発生しなかったが、護岸を乗り越えた高波によって護岸に面する民家敷地内で浸水深さは 2 m にも達した。大番地区に住む婦人は家屋周囲で海水が上昇しているのに気付き、倉庫から裏手の高台に避難した。もし、約 2 m 高の浸水のあった家屋敷地内に出ていたら、非常に危険な目にあっていただろう、と語った。

この地区から東側の護岸でも被害は発生しなかったが、道路面から 1.5 m の高さまで浸水した。この地区では、民家のコンクリートブロック塀が高波を受けて鉄筋の有無に関わらずほぼ全壊しており、この点は当地区における被災の特徴である。その内、最大の崩壊延長は 24.5 m であった。当護岸から約 450 m 以内にある床波地区では、多くの民家や商店が床上浸水した。



写真 9 宇部市沖宇部⑬におけるパラペットの倒壊



写真 10 宇部市西岐波床波⑮における水産加工工場⑮の倒壊

16) 宇部市西岐波白土

海岸線が N 62° E 方向に向いている場所では、南東寄りの強風を直接受けないこともあって、高潮によって次のような軽微な被害が発生したに過ぎない。すなわち、高さ 1.4 m の斜面が延長 116 m にわたり侵食され、また砂浜沿いのアスファルト舗装道路が延長 43.4 m, 幅 2.6 m にわたり破損した。

17) 宇部市東岐波

山陽病院の眼下にある海岸沿いで高さ 1.9 m の花崗岩石積み護岸およびアスファルト舗装道路が高潮時の高波によって被災した(写真 11)。総延長は 124 m に達し、4 箇所破損した。

18) 宇部市岐波

6時30分から海面が上昇し、7時57分の満潮後、護岸からほぼ80m以内にある民家が浸水した。調査区間580mにおいて民家のコンクリートブロック塀が22ヶ所で高潮時の高波を受けて壊滅的な打撃を被った(写真12)。この点が当地区における被害の特徴である。

さらに家屋6棟および倉庫・小屋7戸が壊滅し、一部の住民は岐波自治会館に避難した。民家裏にある古屋八幡宮境内では強風によって松林が甚大な被害を受けた。調査した175.0m×69.8mの区画内で、倒れた松は18本、幹が折れた松は12本に達した。



写真11 宇部市東岐波⑩における花崗岩石積み護岸の被災



写真12 宇部市岐波⑩におけるブロック塀の倒壊

19) 吉敷郡阿知須町

阿知須町砂郷においてコンクリート護岸(天端高さTP 5.2m)を越えた高潮によって0.2m程度の浸水が発生した。この地点から1.7km東に位置する阿知須駅周辺では家屋の床上浸水を生じた。

井関川を挟んで上述した護岸と反対側にある小古郷では、護岸の長手方向が互いに直交するように築造された護岸が壊滅的な打撃を受けた。一つは堤長方向がN75°Eのもので、長さ10.0mおよび17.0mにわたり2箇所壊滅した(写真13)。護岸は高さ1.8mで、上段がコンクリート、下段が花崗岩石積み形式であるが、破壊は上・下の継ぎ手部から発生した。他は堤長方向がN28°Wで、長さ107.2mにわたり壊滅した。護岸は2段形式のコンクリート造りで、下段1.4mのコンクリート護岸上に1.9m高上げされている。両者の継ぎ手部には直径13~20mmの鉄筋が間隔1.0~1.2mで配筋されているが、鉄筋は著しく腐食しており、破壊はこの継ぎ手部から発生した。

20) 山口市佐山新地

高さ3.4m、天端幅0.5mのコンクリート製護岸を越えた高潮によって数棟の民家で0.6mの床上浸水が発生したり、半壊したが、これら民家と新地海岸の東側との間に設けられた高さ2.0mの

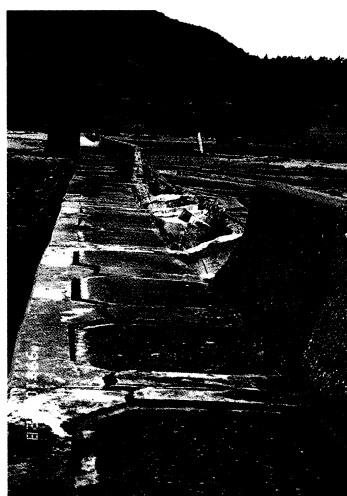


写真13 吉敷郡阿知須町⑨における護岸の倒壊

樋門によって、被害は軽減された。

新地海岸では護岸が延長 72.8 m にわたり破壊し、またコンクリート舗装道路も延長 85.4 m にわたり破壊した。この破壊は花崗岩石積み部とブロック部との境界から発生した。

21) 山口市下今津

川幅 28.8 m の今津川が高潮によって氾濫して護岸から約 3.0 m 下にある民家が半壊し、またアスファルト舗装道路が延長 29.8 m にわたり破壊した。

22) 山口市秋穂二島^{4),5)}

石積みにコンクリートを打設した高さ 4.6 m の直立式護岸(天端高 TP 5.15 m) が長さ 310 m にわたり決壊した(写真 14)。これに伴い、護岸内にある干拓地の耕地が一時完全に水没した。

23) 秋穂町岩屋⁴⁾

高潮時の高波を受けて花崗岩石積み護岸が長さ



写真14 山口市秋穂二島④における決壊した堤防



写真15 秋穂町岩屋⑤におけるパラペットおよびアスファルト舗装道路の破損

65.7 m にわたって破壊するとともに、護岸背後のアスファルト舗装道路が 120 m にわたって破壊した。この地点の南側においては、新設した幅 4.2 m のアスファルト舗装道路が破壊した。さらに、この前面にあるコンクリート製パラペットが延長 107.3 m にわたり倒壊した(写真 15)。パラペットは高さ 3.0 m、天端幅 0.55 m、下端幅 0.95 m で、コンクリートには異形鉄筋(直径 12 mm)が配筋されている。

この崩壊護岸のごく近傍で同型のコンクリート製護岸が延長 28 m にわたり完全に破壊し、さらにアスファルト舗装道路が長さ 155 m にわたって崩壊した。この道路に面した風化花崗岩斜面では、高潮時の高波を受けて崩壊が発生した。

24) 秋穂町中道

高潮時の高波を受けて花崗岩の石積み護岸が延長 20.2 m にわたり完全に崩壊した。

25) 秋穂町北条^{4),5)}

被災した護岸は、鉄筋コンクリート製パラペットがその下位にある 4 段の花崗岩からなる石積み部に載せられた形式である。パラペットは高さ 1.9 m、天端幅 1.15 m、底幅 1.30 m で、直径 20 mm 程度の異形鉄筋が 1.15 m 間隔で配筋されている。コンクリートと花崗岩の隙間には栗石が充填され、さらにコンクリートが打設されている。パラペットと 1 段目の石積み部が高潮時の高波によって転倒した(写真 16)。全長 185.8 m のパラペットのうち、転倒した総延長は 159.6 m (比率で 85.9%) に達した。この護岸の破壊に起因する



写真16 秋穂町北条⑥におけるパラペットの倒壊

浸水によって、近辺の多くの民家が被災した。

高潮時の東寄りの強風による高波を受けて、堤長方向が N 17° E (北北東) を向いている護岸は完全に倒壊したが、この護岸とほぼ 90 度の向き (N 78° W) に築造された護岸では、被害は発生しなかった。

26) 秋穂町赤崎

川幅 4 m 程度の河川に設けたブロック式護岸 (高さ 2.2 m, 一枚のブロック厚 0.20 m) が高潮によって延長 45.1 m にわたって破壊した。これに伴い、周辺は床上 0.3 m ぐらいまで水浸した。

27) 秋穂町小浜

花崗岩を下部に敷き詰めたコンクリート製突堤が延長 10.4 m において 2 箇所破損し、また突堤先端に設置された小コンクリート製灯台が折損した。この近くで道路沿いにあるコンクリート塀が高潮時の高波を受けて、長さ 12.1 m にわたり破壊した。

またコンクリート張りの花崗岩石積形式の突堤 (高さ 2.8 m, 幅 7.0 m) が延長 155.7 m にわたり破壊した。突堤の規模は真中付近で高さ 2.8 m, 幅 7.0 m であった。当現場の海岸沿いで広範囲にわたり、高潮によって 1.0 m 程度浸水したため、陸上に上げていた小船が移動して、家屋の外壁を破壊するといった特異な被害も発生した。

28) 防府市小島

佐波川右岸の突端部に位置し、堤長方向が N 10° E の護岸 (高さ 1.7 m) に面する墓地が高潮時の高波を受けて被災した。この護岸とほぼ直交する護岸背後にある墓地では、高潮被害は発生しなかった。

29) 防府市西浦

184 m 離れた 2 箇所でコンクリート製パラペットが高潮時の高波によって破損した。パラペットの 1 ブロック長は 9.1 m である。直径 12 mm 程度の鉄筋が 2 列に 0.5 m 間隔で配筋されている。両パラペットとも 1 ブロックのものが抜け出して飛散した。その一つは 3 つに割れ、17.4 m 離れたコンクリート張り斜面上に乗り上げた (写真 17)。

今回は現地調査を実施しなかったが、本調査範囲の西側に位置する下関等、また東側にある徳山、



写真17 防府市西浦における飛散したパラペット

下関等においても同様に高潮時の高波によって護岸に甚大な被害が発生した。

5. まとめと今後の課題

5.1 まとめ

中型の台風 9918 号に伴う高潮が大潮時に生じて発生した沿岸災害、特に護岸の被災状況について瀬戸内沿岸の山口県西部地方で調査した。護岸の被災状況の特徴は以下のようにまとめることができる。

1) 台風 9918 号時の方が台風 9119 号の時よりも人的・物的被害は軽微であったが、台風 9918 号による高潮は大潮時に生じたため、護岸の破壊が目立ち、それに伴って家屋の床上浸水および土木関連施設の被害が甚大となった。

2) 護岸が損壊して浸水の影響が助長されたため、臨海部に位置する小野田市西沖の石油会社および宇部市沖宇部の山口宇部空港の機能が完全に停止した。

3) 山陽町埴生および津布田では、民家だけでなく、地域産業を反映して海苔加工工場の損壊が目立った。

4) 護岸の損壊の多くは、パラペットの継ぎ手部分における破損に起因して発生した。

5) 山陽町津布田、秋穂町北条および防府市西浦において、高潮時の強風による高波を直接受けた護岸では、被害が顕著に見られたのに対して、そうでない護岸では被害が発生していない場合があり、風向きによって被害が相違する。

5.2 今後の課題

1) 今回のように、台風による潮位上昇が大潮時に生じた場合の大規模な高潮時における高波による護岸の破損機構を明らかにすることが必要である。そのためには、台風に伴う潮位上昇（高潮）や波浪の規模および護岸に作用する波力を適切に評価することが重要である。

2) きわめて大きな高潮に対する護岸対策を考える上で、パラベット継ぎ手部の強度および護岸の高さ等について再吟味する必要がある。

3) 護岸の倒壊に起因した浸水による臨海空港でその機能が完全に停止した経験を、今後の臨海空港の高潮対策に生かすことが肝要である。

(投稿受理：平成12年7月3日)

(訂正稿受理：平成13年1月4日)

謝 辞

今回の現地調査では、山口県宇部空港建設事務所所長長松悦生氏、山口県宇部港湾管理事務所主査磯部周平氏および常盤地下工業（株）部長瀬原洋一氏には一方ならない御世話と御協力を頂いた。山口県土木建築部河川課、運輸省第四港湾建設局調査設計事務所、同宇部港湾工事事務所、下関地方気象台、宇部時報社には貴重な資料や情報を提供して頂いた。これらの方々に対して深甚なる謝意を表します。

参 考 文 献

- 1) 滝川 清：台風 9918 号による不知火海高潮災害その残したも、土木学会誌, Vol.85, March, pp. 41-45, 2000.
- 2) 厚南大風水害受難追悼記念事業実行委員会編：厚南大風水害の思い出－50 回忌追悼記念誌, 1992.
- 3) 山口県土木建築部河川課：台風 17 号, 19 号の記録, 1992.
- 4) 山本哲朗・長松悦生・磯部周平・瀬原洋一：1999 年台風 18 号による山口県西部の高潮災害, 自然災害西部地区部会報・論文集, No.24, pp.125-128, 2000.
- 5) 山本哲朗・瀬原洋一：山口県西部で被災した護岸の調査報告 1999 年台風 18 号高潮災害, 土木学会誌, Vol.85, May, pp.68-72, 2000.
- 6) 山口県消防防災課：台風 18 号に伴う被害金額(確定報), 1999.