

資料-2

**第2回 富山湾における『うねり性波浪』
対策検討技術委員会 資料**

**「うねり性波浪」による
過去の港湾施設被災事例等の整理**

平成 20 年 3 月 27 日

**国土交通省 北陸地方整備局
新潟港湾空港技術調査事務所**

第2回 富山湾における「うねり性波浪」対策検討技術委員会 資料

「うねり性波浪」による過去の港湾施設被災事例等の整理

～ 目 次 ～

「うねり性波浪」による過去の港湾施設被災事例等の整理　まとめ	1
1. 「寄り回り波」による過去の被災事例の整理	3
1.1 収集資料一覧	3
1.2 被災事例一覧	3
1.3 出現月の頻度	7
1.4 寄り回り波による被災地の分析	8
1.5 寄り廻り波による被災の種類の分析	9
1.6 近年の代表的な被災事例	10
2. 「寄り回り波」による過去の検討事例の整理	15
2.1 収集資料（文献）一覧	15
2.2 各種資料の概要	15
(参考1) 既往文献一覧	20
(参考2) 海岸の被災事例（本間仁著：「海岸防災」より）	27

「うねり性波浪」による過去の港湾施設被災事例等の整理　まとめ

○「寄り回り波」による過去の被災事例の整理

今回発生した寄り回り波による被災が、過去の事例と比較してどのようなものであったのかを明らかにする目的で、富山県内における高波による被災事例を収集した。その中から、寄り回り波によると思われるものを抽出し、発生時期、被災施設、被災場所について取りまとめた。

被災事例から判ったこと

- ① 寄り回り波による被災は、10月～3月に多く発生している。
- ② 寄り回り波によって被災した施設は、護岸と堤防が多い。
- ③ 寄り回り波による被災がよく発生する場所は以下の通りである。

下新川郡、滑川市、射水市

○「寄り回り波」による過去の検討事例の整理

文献を整理して、判ったことと今後の課題を以下に示す。また、寄り回り波に関するまとめを表Aに示す。

文献から判ったこと

- ① 日本海を低気圧が通過して間宮海峡から北海道西方海上にかけて気圧傾度が異常に強まり、北ないし北東の強風が連吹するとき、この強風により発生した風浪がうねりとなって日本海を南下し、富山湾に入って寄り回り波となる。
- ② このとき日本海では、北西の季節風と北海道からの寄り回り波が同時に来襲している。
- ③ 寄り回り波の出現頻度は年3回程度で、10月～3月に多く発生する。特に12月、1月、3月に多く発生している。12月、1月は、西高東低の冬型気圧配置による。3月は、東シナ海で発生した低気圧が発達し、日本海を通過した後、北海道の東側で停滞することによる。
- ④ 寄り回り波発生時には、波の発生海域である北海道西方では、北寄りの風速が20m/s以上となり、これが10時間以上吹き続いている。
- ⑤ これが12時間～24時間かけて富山湾に伝搬して来ると、波高3～5m、周期10～12秒のうねりが観測される。
- ⑥ 寄り回り波は富山湾内のどこでも見られる訳ではなく、氷見、新湊、滑川、入善等特定の海域で見られる。これは富山湾内の複雑な海底地形によって波が変形するためである。

今後の課題

将来的に、地形を考慮した波浪予測を行い、富山湾内各地点の寄り回り波の発生場所、時刻、波高等を正確に予測することが強く望まれている。

(文献 11, 12)

表 A 寄り回り波に関するまとめ

寄り回り波：富山湾固有の波（時間遅れの異常波）				
発生時期	9月～4月			
発生回数	年に約3回程度			
発生頻度	12～3月に多く発生			
発生源	海域	間宮海峡から北海道西方海上		
	気象	西高東低（冬型気圧配置）		
	風	北ないし北東の強風		
	海象	発生波 風波	北海道西方海上の強風域で発生	
		伝播波 うねり	日本海を南下 → 1日程度	富山湾
湾内特性	発生時	気象 穏やか	低気圧通過後、半日から1日遅れ	
			風速小さい	
	海象	海象 静か	波浪小さい	
		侵入波 日本海を南下してきた伝播波	富山湾湾口より入射（波向：N～NE）	
		地形の影響 湾内の水深が深い	深海波の性質	
			エネルギー損失少の伝播に格好の条件	
		複雑な地形による局所的な高波	深海域から浅海域への侵入 → 波高の増加	
		発生波 うねり性の大波	複雑な等深線による屈折 → 波エネルギー収束、発散 波高：3～5m程度 周期：10～12s程度	
主な発生場所		氷見、新湊、入善、滑川 庄川、神通川、常願寺川河口近くの沿岸		

1. 「寄り回り波」による過去の被災事例の整理

1. 1 収集資料一覧

富山湾沿岸で発生した過去の災害に関する資料を収集した。収集した資料を表 1.1-1 に示す。

表 1.1-1 収集資料一覧表

番号	著者	発行年	文献名	備考、発行所等
1	運輸省第一港湾建設局 新潟調査設計事務所	1984	局地波浪分析調査 報告書 港湾・海岸構造物被災施設に関する調査票	
富山県				昭和62年災 昭和63年災 平成2年災 平成3年災 平成7年災 平成9年災 平成16年災
2				
3	財団法人日本気象協会	1989	気象海象要覧 日本海 主として北陸海域	財団法人日本気象協会
4	運輸省第一港湾建設局 新潟調査設計事務所	1998	平成9年度富山湾波浪特性分析調査 報告書	
5	国土交通省北陸地方整備局		平成16年発生伏木富山港直轄港湾災害の概要	平成16年災
6	富山県	2004	災害報告（No. 2）変更、気象状況調書	
7	富山県	2006	災害速報（No. 2）、気象状況調書	
8	本間仁		海岸防災	共立出版株式会社

1. 2 被災事例一覧

1.1 で収集した資料から、1864 年～2006 年の間に富山県で発生した過去の災害をまとめた。結果を表 1.2-1 に示す。表中で気象要因の欄に付けた○は、資料に記載された記事に依る。

表 1.2-1(1) 富山県内で過去に発生した被災

番号	被害発生期間	気象要因	備考	主な被災地域		被害施設（港湾、海岸の施設等）	船、家屋（損壊、浸水）等
				寄り 低 気 圧 回 り 波	台 風		
1	1154/8/10	~		新治科二円			
2	1488/9/9	~		魚津、伏木			
3	1542	~		越中一帯			家屋
4	1655	~					家屋
5	1749	~					家屋
6	1792	~		放生津			家屋
7	1805/2/9	~		放生津			家屋
8	1845/2/23	~		新川、滑川			家屋
9	1856/9/3	~	○	放生津			家屋
10	1864/8/9	~	○	伏木方面沿岸一帯			
11	1865/4/8	~	○	伏木方面沿岸一帯			
12	1880/1/27	~	○	南西の暴風			
13	1893/1/14	~	○	滑川、東方崎谷岸			
14	1893/1/18	~	○	伏木方面沿岸一帯			
15	1896/1/1	~	○	滑川、水橋、早月、加賀沿岸		堤防決壟	家屋
16	1896/6/2	~	○	伏木方面沿岸一帯			
17	1903/7/29	~	○	新湊			
18	1914/8/29	~	○	台風		海老江海岸、新湊、四方海岸	
19	1915/7/19	~	○	滑川方面沿岸、海老江海岸		堤防陥没	家屋
20	1915/7/14	~	○	海老江海岸			
21	1915/1/29	~	○	滑川			
22	1915/9/4	~	○	新湊		波除堤防破壊	
23	1915/10/4	~	1915/10/9	台風			
24	1915/10/15	~		生地沖			
25	1916/1/1	~		滑川		石堤欠陥	
26	1916/2/11	~		下新川、滑川		石堤欠陥、護岸破損	
27	1916/2/13	~		高月海岸		石堤破壊	
28	1916/3/4	~		水橋			
29	1916/12/29	~		富山湾一帯			
30	1919/2/1/5	~	○	発達した高気圧		護岸、突堤決壟	
31	1920/8/4	~	○	台風		波除堤防破壊	
32	1920/1/031	~	○	水橋			
33	1920/1/12	~	○	新湊方面沿岸一帯、射水、放生津			
34	1920/1/2/7	~	○	伏木			
35	1921/4/3	~	○	台風2110号			
36	1921/9/26	~	○	伏木湾一帯			
37	1922/1/5	~	○	富山湾一帯			
38	1926/1/20	~	○	滑川、新湊、水見、伏木、堀端、海老江海岸		護岸欠陥、堤防決壟	家屋
39	1926/1/21	~	○	伏木、新湊、国分、堀端、海老江、滑川、水橋		護岸欠陥、堤防決壟	家屋
40	1927/1/24	~	○	宮町、滑川、富山、高月、水橋、打出浜		道路欠陥	家屋
41	1927/1/23	~					
42	1928/1/018	~		富山湾沿岸			
43	1928/1/21	~		富山湾沿岸、魚津			
44	1929/1/2	~	○	入善、滑川、水橋、下新川沿岸		護岸堤防欠陥	家屋
45	1929/3/14	~	○	富山湾沿岸			
46	1929/4/22	~	○	伏木沿岸、新湊、海老江		防波堤欠陥、道路欠陥	家屋
47	1930/2/13	~					
48	1930/2/26	~		射水			
49	1930/3/31	~		新湊			
50	1930/7/20	~		伏木港、海老江、		海岸線欠陥、石堤破壊、護岸崩壊	家屋

■は資料中に「寄り回り波」が原因と標記されているもの。

▲は天気図を見て、より回り波の可能性が高いと判断。
2004/2/23～24の被災時の観測周期：伏木富山13.6秒、富山13.9秒
2006/10/6～8の被災時の観測周期：伏木富山11.8秒、富山12.79秒

表 1.2-1(2) 富山県内で過去に発生した被災

番号	被害発生期間	気象要因	備考	主な被災地域	被害施設（港湾、海岸の施設等）		船、家屋（損壊、浸水）等
					苦り低気圧	台風	
51	1930/1/03~1	~	○	新湊、佐木、米貝			船、家屋（損壊、浸水）等
52	1931/1/10	~	○	生地、滑川、新湊、魚津、水橋沿岸			船、家屋（損壊、浸水）等
53	1932/1/14	~	○	新湊、四方、佐木、滑川、下新川			船、家屋（損壊、浸水）等
54	1933/6/5	~	○	鶴野、滑川、吉原			船、家屋（損壊、浸水）等
55	1935/5/2	~		越の湯海岸			防波堤欠陥、護岸亀裂、突堤欠陥、護岸亀裂
56	1935/6/7	~	○	滑川、水橋			防波堤欠陥、堤防崩壊
57	1935/6/11~12	~		滑川			防波堤欠陥、堤防崩壊
58	1936/6/21	~	○	滑川、高月沿岸			防波堤欠陥、堤防崩壊
59	1936/6/15	~	○	滑川			防波堤欠陥、堤防崩壊
60	1936/10/5	~	○	滑川、水橋			防波堤欠陥、堤防崩壊
61	1937/3/7	~		県内			防波堤欠陥、堤防崩壊
62	1937/6/11	~	○	滑川			防波堤欠陥、堤防崩壊
63	1937/7/22	~		新湊			防波堤欠陥、堤防崩壊
64	1938/2/9	~		富山湾一帯			防波堤欠陥、堤防崩壊
65	1938/1/22	~	1938/12/23	新湊沿岸一帯、高月海岸			防波堤欠陥、堤防崩壊
66	1939/1/5	~	○	1939/1/6	○		防波堤欠陥、荷揚場沈下、護岸捨石流出
67	1949/2/15	~		富山湾沿岸			防波堤欠陥、荷揚場沈下、護岸捨石流出
68	1951/1/27	~	○	富山湾、早月			防波堤欠陥、荷揚場沈下、護岸捨石流出
69	1954/9/26	~	○	1949/2/16	○		防波堤欠陥、荷揚場沈下、護岸捨石流出
70	1955/1/23	~	○	1951/1/28	○		防波堤欠陥、荷揚場沈下、護岸捨石流出
71	1955/1/11	~	○	合風			防波堤欠陥、荷揚場沈下、護岸捨石流出
72	1955/9/20	~	○	1954/12/24	○		防波堤欠陥、荷揚場沈下、護岸捨石流出
73	1955/10/8	~	○	新湊、佐木、堀尾、越の湯、高老江、滑川、新湊			防波堤欠陥、荷揚場沈下、護岸捨石流出
74	1961/2/11	~	○	宮崎、境、泊、入善、吉原			防波堤欠陥、荷揚場沈下、護岸捨石流出
75	1961/1/26	~	○	1955/10/9	○		防波堤欠陥、荷揚場沈下、護岸捨石流出
76	1962/1/13	~	○	下新川、滑川			防波堤欠陥、荷揚場沈下、護岸捨石流出
77	1962/1/22	~	○	下新川、滑川、魚津、朝日、新湊			防波堤欠陥、荷揚場沈下、護岸捨石流出
78	1963/1/7	~	○	二つ玉低気圧			防波堤欠陥、荷揚場沈下、護岸捨石流出
79	1964/1/20	~	○	入善、吉原沿岸			防波堤欠陥、荷揚場沈下、護岸捨石流出
80	1964/2/22	~	○	入善沿岸			防波堤欠陥、荷揚場沈下、護岸捨石流出
81	1965/1/3	~	○	入善東端沿岸			防波堤欠陥、荷揚場沈下、護岸捨石流出
82	1965/1/2/18	~	○	入善、吉原			防波堤欠陥、荷揚場沈下、護岸捨石流出
83	1966/1/23	~	○	入善、吉原沿岸			防波堤欠陥、荷揚場沈下、護岸捨石流出
84	1966/8/1	~	○	入善、朝日			防波堤欠陥、荷揚場沈下、護岸捨石流出
85	1970/1/31	~	○	朝日、入善、魚津、滑川の各沿岸			防波堤欠陥、荷揚場沈下、護岸捨石流出
86	1970/3/17	~	○	高月			防波堤欠陥、荷揚場沈下、護岸捨石流出
87	1970/7/17	~	○	入善沿岸			防波堤欠陥、荷揚場沈下、護岸捨石流出
88	1970/1/12	~	○	高月海岸			防波堤欠陥、荷揚場沈下、護岸捨石流出
89	1970/1/13	~	○	入善、吉原			防波堤欠陥、荷揚場沈下、護岸捨石流出
90	1970/1/2/18	~	○	入善、滑川			防波堤欠陥、荷揚場沈下、護岸捨石流出
91	1970/1/2/16	~	○	四方漁港			防波堤欠陥、荷揚場沈下、護岸捨石流出
92	1971/1/6	~	○	滑川海岸			防波堤欠陥、荷揚場沈下、護岸捨石流出
93	1971/2/28	~	○	入善			防波堤欠陥、荷揚場沈下、護岸捨石流出
94	1972/2/28	~	○	滑川海岸			防波堤欠陥、荷揚場沈下、護岸捨石流出
95	1972/4/1	~	○	滑川海岸			防波堤欠陥、荷揚場沈下、護岸捨石流出
96	1972/9/16	~	○	高岡、水見、新湊、朝日、入善、滑川沿岸			防波堤欠陥、荷揚場沈下、護岸捨石流出
97	1972/1/22	~	○	高岡、入善、高刀、朝日沿岸			防波堤欠陥、荷揚場沈下、護岸捨石流出
98	1974/1/24	~	○	新湊、水見			防波堤欠陥、荷揚場沈下、護岸捨石流出
99	1974/2/9	~	○	黒部、水見			防波堤欠陥、荷揚場沈下、護岸捨石流出
100	1974/1/23	~	○	水見			防波堤欠陥、荷揚場沈下、護岸捨石流出

■は資料中に「苦り回り波」が原因と標記されているもの。

■は天気図を見て、より回り波の可能性が高いと判断。
2004/2/23~24の被災時の観測測定期間 : 伏木富山13.6秒、富山13.9秒
2006/10/6~8の被災時の観測測定期間 : 伏木富山11.8秒、富山12.79秒

表 1.2-1(3) 富山県内で過去に発生した被災

■は資料中に「寄り回り波」が原因と標記されているもの。
■は天気図を見て、他の図の波の可能性が高いと判断

は木原院と見えて、より凹りの可能性が高いと判断。

1. 3 出現月の頻度

収集した資料から、1154年～2006年までに発生した被災の月別件数を図1.3-1に示す。ここでは、表1.2-1に示した147件のうち、発生月が不明な4件を除いた143件を対象とした。図から、厳冬期や台風時期に被災が多くなっていることがわかる。

さらに、「寄り回り波」が原因となった被災の月別件数（総件数は表1.2-1で黄と水色に塗りつぶした87件）を図1.3-2に示す。被災全般とほぼ同様の傾向である。

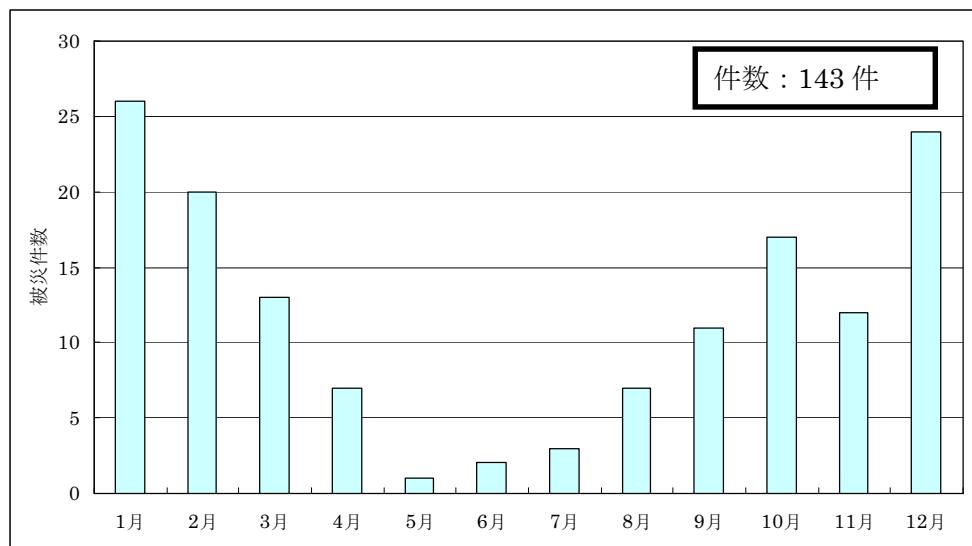


図1.3-1 被災の月別件数

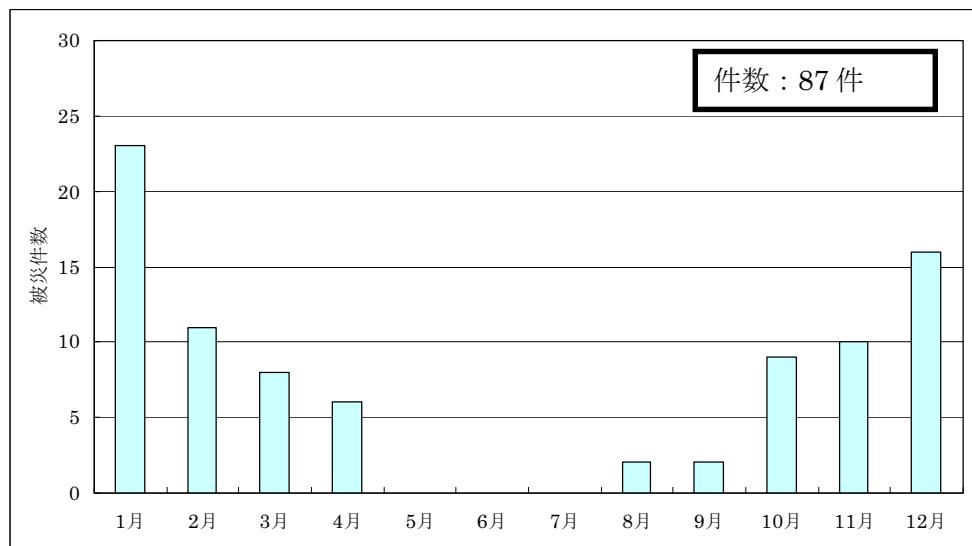


図1.3-2 寄り回り波による被災の月別件数

1. 4 寄り回り波による被災地の分析

表 1.2-1 を元に、被災した地域を表 1.4-1 に示す行政区分に従って分類すると、図 1.4-1 に示すような分布になる。行政区分に従って分類する際には、地域名が明確なものを件数に加えた。例えば、伏木方面沿岸一帯は伏木と判断し高岡市に加算した。一方で、越中一帯、富山湾一帯など地域を特定できない被災の場合には、どの地域にも属さないようしている。この様な考えに従って被災地を分類すると、延べ 210 箇所となった。

下新川郡、滑川市での被災が多くなっている。各行政区分の位置を図 1.4-2 に示す。

表 1.4-1 行政区分一覧

行政区分	地域分類
下新川郡	下新川, 入善, 朝日, 宮崎, 泊, 飯野, 大屋, 吉原, 境, 八幡
黒部市	黒部, 新川, 生地
魚津市	魚津, 加積, 経田
滑川市	滑川, 水橋, 高月, 吉浦
富山市	富山, 早月, 四方, 打出, 倉垣
射水市	射水, 新湊, 放生津, 海老江, 堀岡, 越の潟
高岡市	高岡, 伏木, 伏木富山, 国分
氷見市	氷見, 中田, 小境

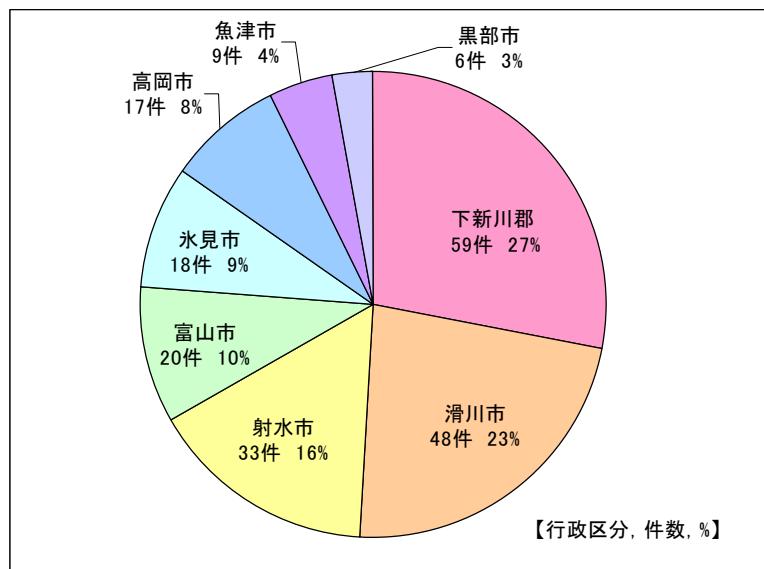


図 1.4-1 被災地域分布

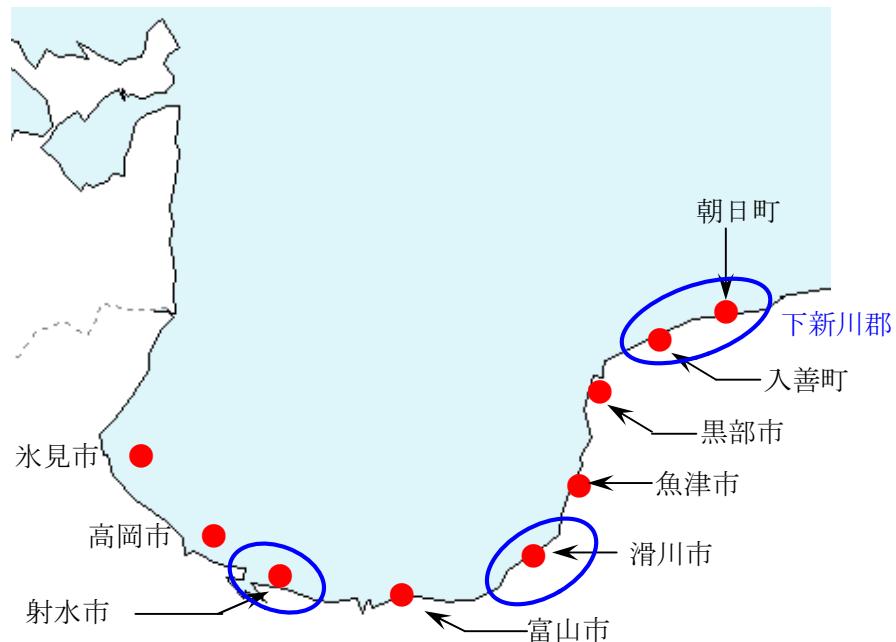


図 1.4-2 被災位置図
(**○**で囲んであるのは寄り回り波による被災が多い地域)

1. 5 寄り回り波による被災の種類の分析

表 1.2-1 を元にそれぞれの被災事例で被害を受けた施設を、表 1.5-1 に示す分類に従って累計した。「その他」には、物揚場、船揚場、防砂堤の破損や、被災後に航路の浚渫を行った事例等が含まれる。この考え方従って集計すると、被災した施設は、延べ 83 となる。

被災した施設毎の被災頻度は図 1.5-1 に示す通りである。護岸、堤防での被災が多く、被害が広範囲の海岸に及んでいることが判る。

表 1.5-1 被災施設分類

被災施設分類
護岸
堤防(石堤)
防波堤
離岸堤(副離岸堤)
道路
突堤
波除堤
その他

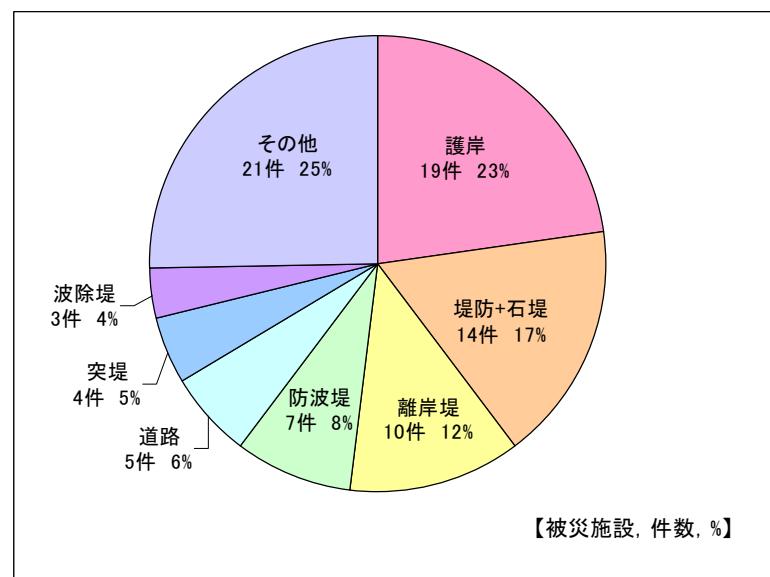


図 1.5-1 被災した施設

1. 6 近年の代表的な被災事例

被災地位置図及び状況写真を以下に示す。なお、以下に示す事例は港湾施設のみである。

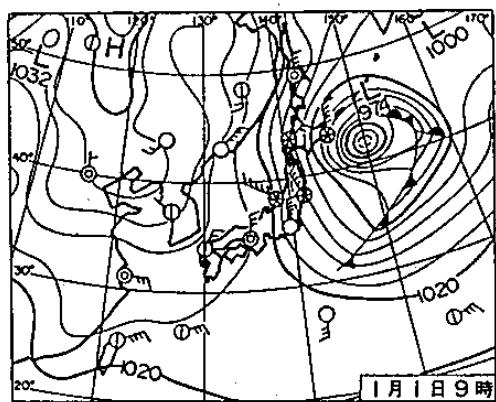
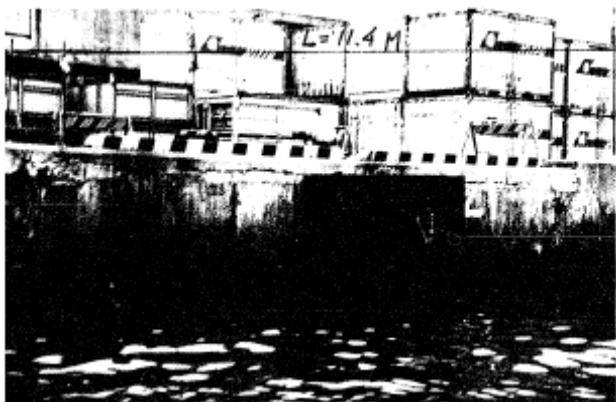


図 1.6-1(1) 被災地位置図（伏木富山港）



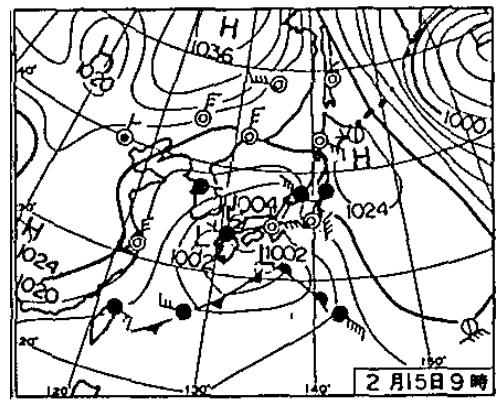
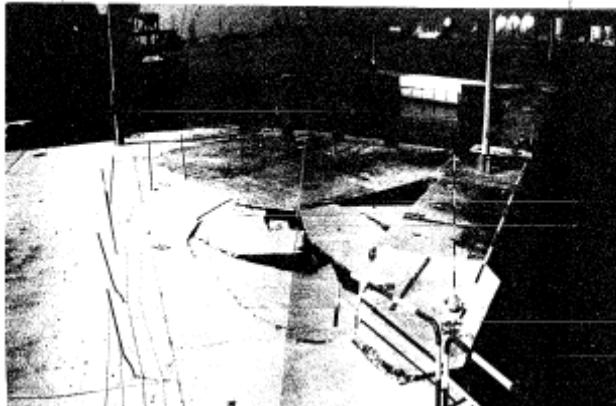
図 1.6-1(2) 被災地位置図（魚津港）

【①矢板が切断され、上部工が沈下した例】昭和 62 年 1 月 1 日 富山



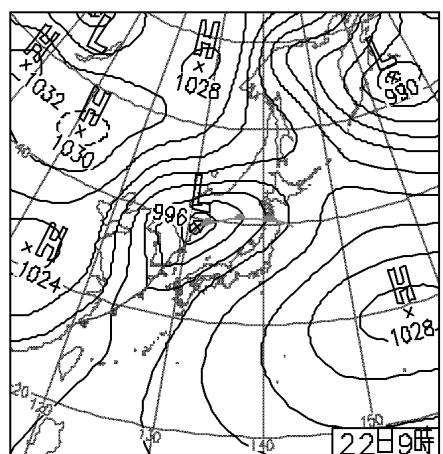
気象年鑑より

【②方塊ブロックが沈下し、エプロン舗装が崩壊した例】平成 3 年 2 月 15 日 富山



気象年鑑より

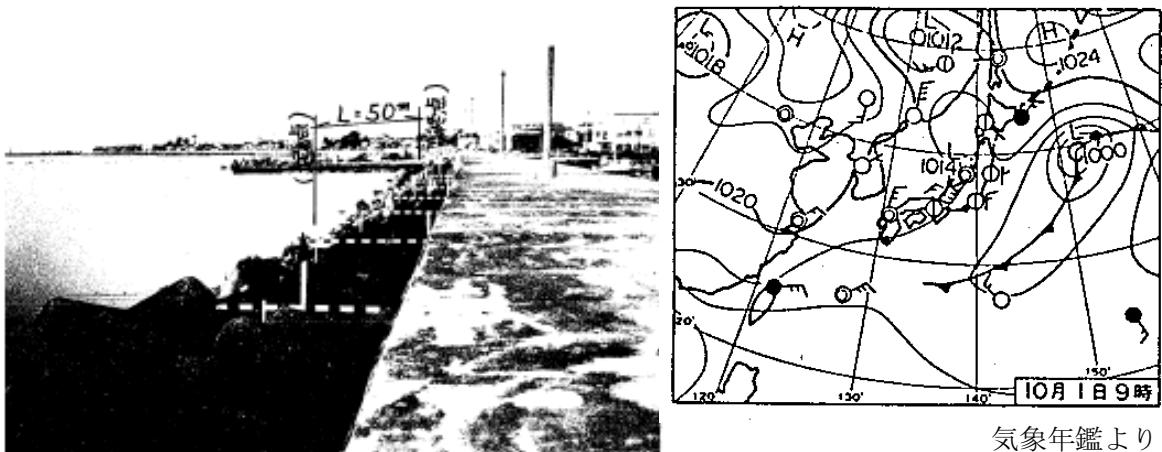
【③護岸の中詰めが吸い出された例】平成 16 年 2 月 22 日 新湊



気象庁 HP より

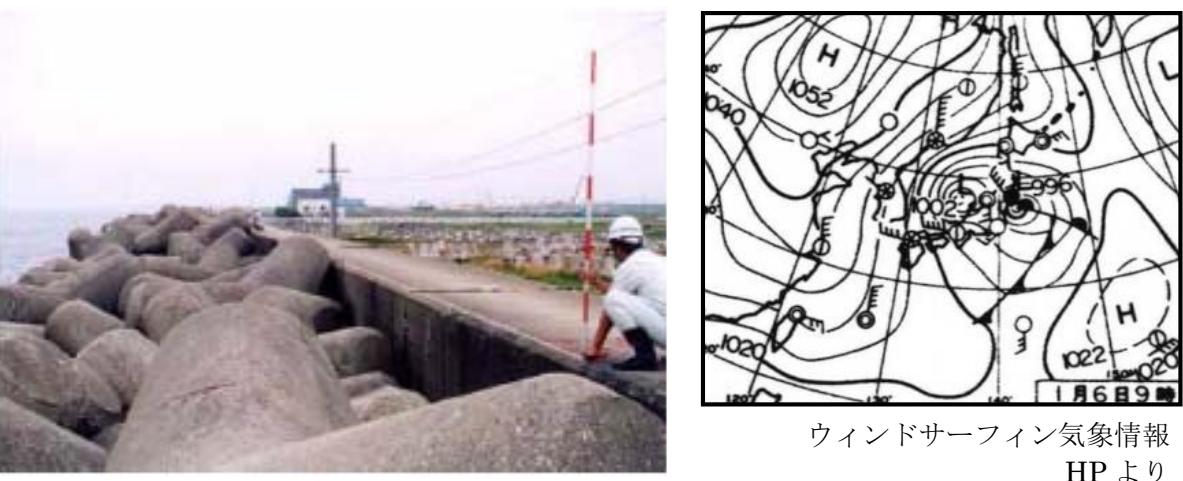
国土交通省北陸地方整備局
伏木富山港湾事務所 提供

【④護岸消波工の消波ブロックの沈下例①】昭和 63 年 10 月 1 日 魚津



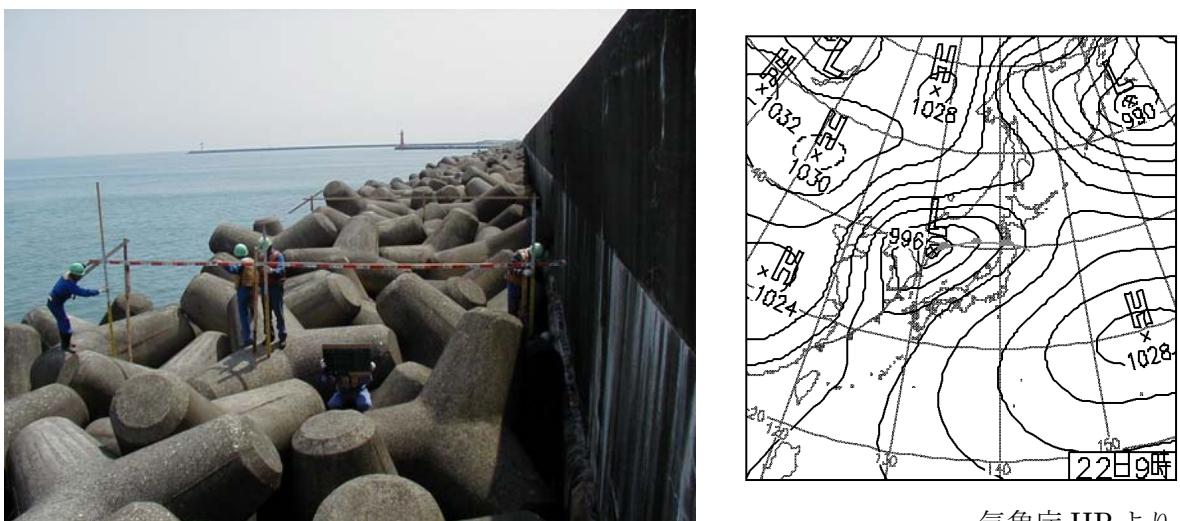
気象年鑑より

【⑤護岸消波工の消波ブロックの沈下例②】平成 9 年 1 月 6 日 新湊



ウインドサーフィン気象情報
HP より

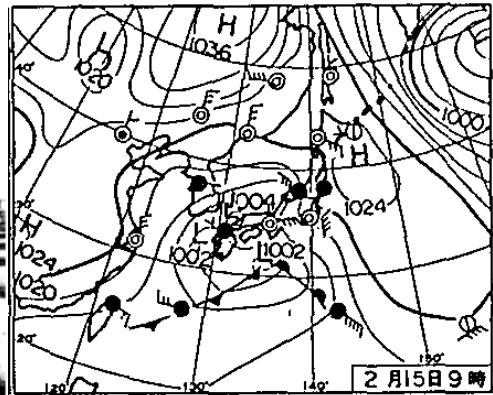
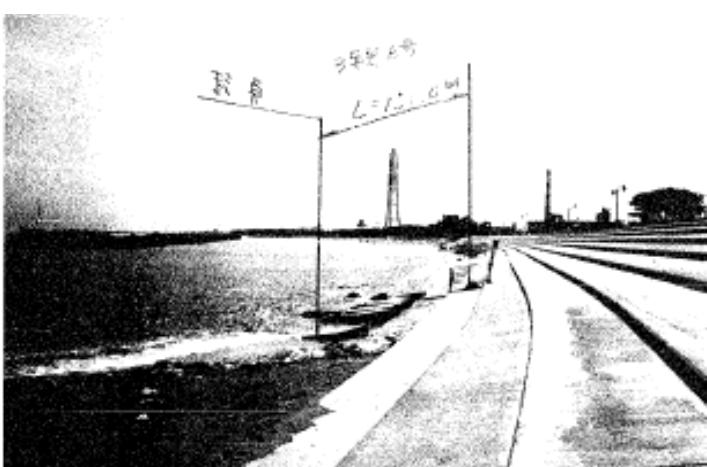
【⑥護岸消波工の消波ブロックの沈下例③】平成 16 年 2 月 22 日 新湊



国土交通省北陸地方整備局
伏木富山港湾事務所 提供

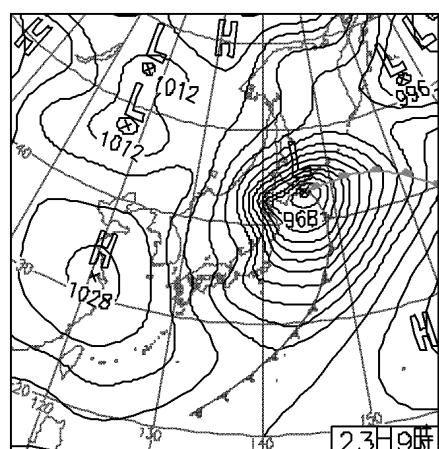
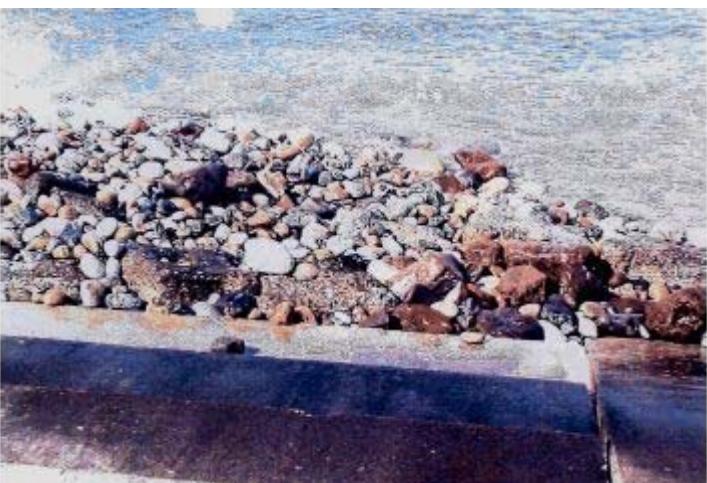
気象庁 HP より

【⑦緩傾斜護岸の根固ブロックが沈下した例】平成3年2月15日 四方



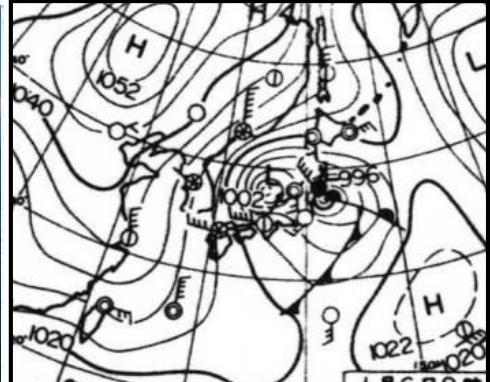
気象年鑑より

【⑧緩傾斜護岸の根固ブロックが飛散した例】平成16年2月23日 魚津



気象庁 HP より

【⑨離岸堤の消波ブロックが散乱、沈下した例】平成9年1月6日 四方

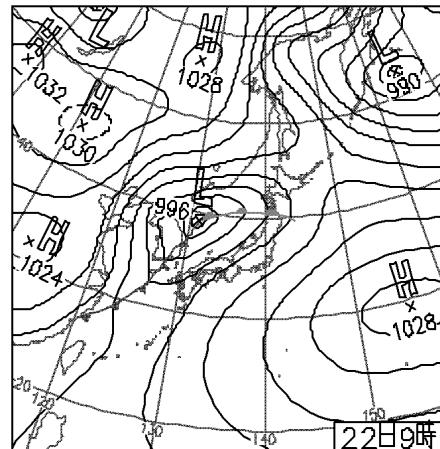


ウインドサーフィン気象情報
HP より

【⑩灯台にヒビが入った例】平成 16 年 2 月 22 日 新湊



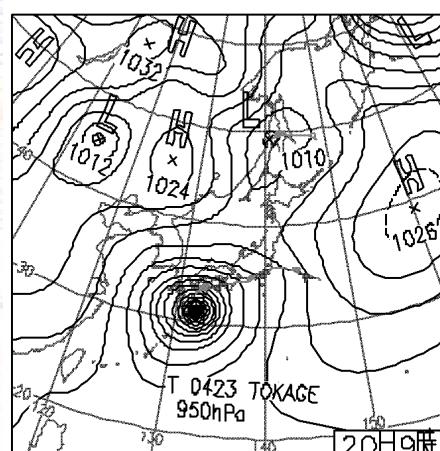
国土交通省北陸地方整備局
伏木富山港湾事務所 提供



気象庁 HP より

【⑪岸壁の防舷材が破損した例】平成 16 年 10 月 20 日 伏木富山 中央 1 号岸壁

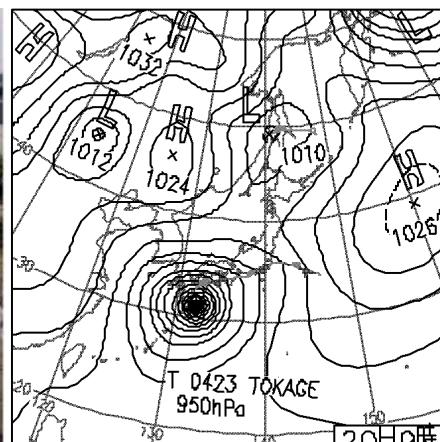
(寄り回り波ではないが、伏木富山において既往最大波高発生)



気象庁 HP より

【⑫公園緑地が被災した例】平成 16 年 10 月 20 日 伏木富山 万葉ふ頭緑地

(寄り回り波ではないが、伏木富山において既往最大波高発生)



気象庁 HP より

2. 「寄り回り波」による過去の検討事例の整理

2. 1 収集資料（文献）一覧

表 2.1-1 収集した文献一覧

番号	著者	発行年	文献名	雑誌、発行所等
1	磯崎一郎		波浪学入門	財団法人日本船舶職員養成協会
2	本間仁 編		海岸防災	共立出版株式会社
3	磯崎一郎	1971	富山湾の沿岸波浪の特性（第1報）	防災科学技術総合研究報告、第25号
4	磯崎一郎・太田芳夫	1972	富山湾の沿岸波浪の特性（第2報）	防災科学技術総合研究報告、第28号
5	土屋義人・山口正隆・芝野照夫・矢下忠彦	1976	海岸波浪の変形に伴う波浪の地域分布特性	第23回海岸工学講演会論文集
6	吉田清三	1987	富山湾の海難と寄り回り波	海難防止資料
7	財団法人日本気象協会	1989	気象海象要覧	財団法人日本気象協会
8	磯崎一郎・齋藤勝也	1991	日本海の波浪特性	財団法人日本気象協会
9	国土交通省北陸地方整備局	1997		けんせつほくりく、No336、1997年12月号
10	内藤信二・歌川紀之・西村仁嗣・武若聰	1999	日本海沿岸における寄り回り波の性状に関する研究	土木学会第54回年次学術講演会論文集
11	畠田佳男・山口正隆	1998	富山湾における特異波浪「寄り回り波」の予測に関する予備的検討	愛媛大学工学部紀要、第17巻
12	国土交通省北陸地方整備局 新潟港湾空港技術調査事務所	2005	平成16年度沿岸波浪算定調査報告書	

2. 2 各資料の概要

文献1 磯崎「波浪学入門」

- 波は富山湾沿岸で一様に高まるのではなくて、特に氷見、新湊、入善、滑川など限定された海岸で高まる。
- 湾が全体的に深いため、湾内に進入したうねりは海岸近くまで深海波の性質を持って接近し、岸から 2~5km の沿岸域内で複雑な等深線による屈折を起こし、結果的に波高の局所的分布が複雑になる。

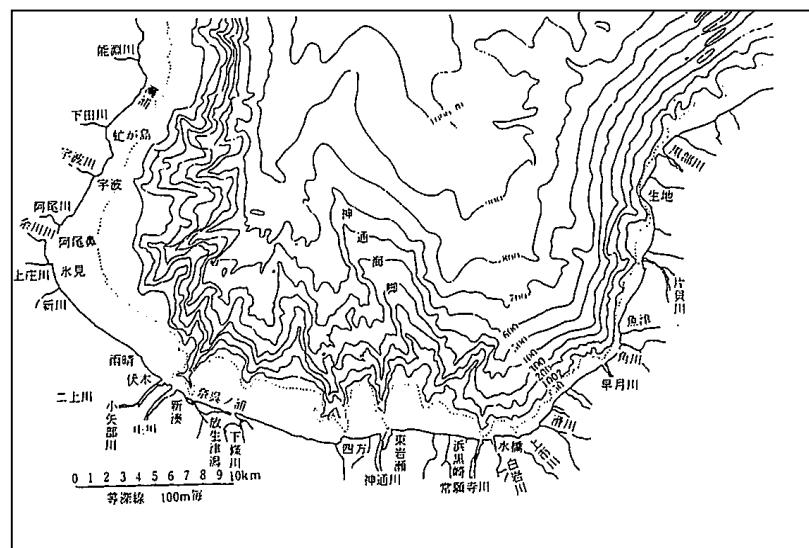


図 2.2-1 富山湾南部の等深線図

- このように、波の進入方向や周期が変わると波エネルギーが収束する場所が変化するため、進入波の性質が時間的に変化する場合には高い波が出現する海岸も時間的に移動することがある。

文献5 土屋ら「海岸波浪の変形に伴う波浪の地域分布特性」

波浪変形計算手法を用いて、山形県酒田市から石川県江泊町に至る日本海沿岸の波浪分布を推定した。沖合に対する波高比が大きいところと、災害の発生頻度とは良く対応している。

文献6 吉田「富山湾の海難と寄り回り波」

古い災害記録や新聞記事、写真、気象・波浪資料を整理して、寄り回り波が発生した時の状況を記述している。また、寄り回り波発生時に航空機から波の伝搬の様子を観察し、風波とうねりとが同時に来襲している様子を確認している。

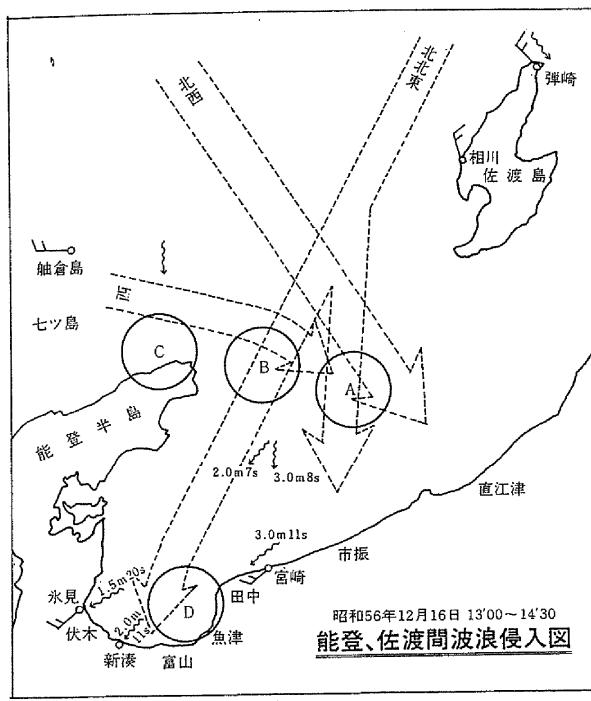


図 2.2-2 風波とうねりが同時に来襲する様子

文献7 財団法人日本気象協会「気象海象要覧 日本海 主として北陸海域」

- 富山湾では、毎年12月～4月頃に、低気圧が通過して風や風浪が収まり、海面が静かになった頃に突如として周期10～12秒、波高3～5m程度の北～北東からのうねり性の大波が沿岸を襲い、海難や海岸浸食、漁船の転覆、沿岸構造物の破壊等の災害の主要因になっている。
- 寄り回り波は、過去10年間において、年に約3回の割合で発生している。月別に見ると、

表 2.2-1 に示すように 9 月から 4 月にかけて、特に 12 月、1 月、3 月に多く発生している。

- 主たる海難発生地区は、富山湾沿岸の中でも、氷見、新湊、入善、宮崎、滑川等に集中している。寄り回り波が富山湾沿岸に一様に来襲するのではなく、限定された沿岸に大きな波が押し寄せる。

表 2.2-1 寄り回り波月別発生状況

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
発生回数	5	2	6	1	0	0	0	0	1	3	2	7	27
発生年(%)	18.5	7.4	22.2	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7	11.1	7.4	25.9	100

【気象海象要覧 p. 236 より抜粋】

- 寄り回り波の発生機構に関しては、次のような考え方がある。

- ① 間宮海峡から北海道西方海上にかけて気圧傾度が異常に強まり、北ないし北東の強風が連吹する。この強風により発生した風浪がうねりとなって日本海を南下し、富山湾に入って寄り回り波となる。
- ② 冬季卓越する北西の季節風で生成された風浪が能登半島で回折して湾内に入り、これが①の北～北東のうねりと干渉して高波となる。
- ③ 富山湾に入るうねりは、湾が深いためエネルギーを失うことなく海岸に到達する。深水域から急に浅水域に入ると、波は屈性、回折、反射、浅水変形等により複雑に変形し、局地的に波が高まる海域がある。

文献 8 磯崎ら「日本海の波浪特性」

- 富山湾で寄り回り波が発生した時の約 12 時間前の天気図を調べると、いずれも顕著な冬型の気圧配置で、北海道あるいはその東に非常に発達した低気圧が存在し、大陸高気圧との間で気圧傾度が急峻になっている。

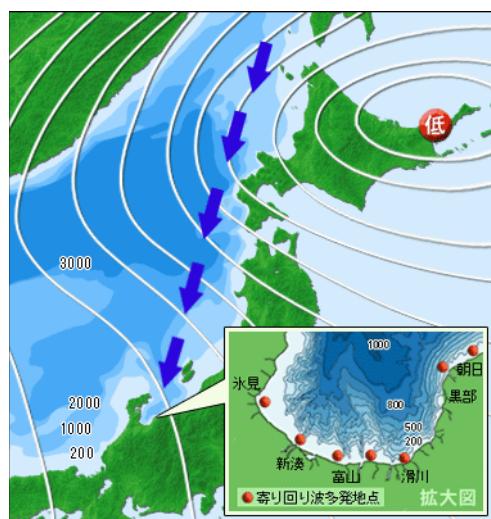


図 2.2-3 寄り回り波発生時の天気的な気圧配置

- しかもこの型が 12 時間以上継続し、間宮海峡から北海道の西の海上にかけて北ないし北東の強風が連吹している。
- 磯崎ら (1971,1972) は波浪データのスペクトル解析により、寄り回り波とえられるうねり性の波の存在を確認すると同時に、波浪の数値モデルを用いてシミュレーションを試みた。計算結果は観測値とかなりよく合っており、上に述べた寄り回り波の発生機構が合理的であることを述べている。

文献 9 国土交通省北陸地方整備局「けんせつほくりく」

- 伏木測候所が昭和十年十一月富山日報に「富山湾の浪害は北海道の旋風次第で北海道の激浪がうねって回って来たもので、池の波紋が意地悪く岸に届いた理屈である。」と、極めて、説得力のある表現で「浪源は能登北西ではなく北海道西方海上にある」ことを明言している。

文献 10 内藤ら「日本海沿岸における寄り回り波の性状に関する研究」

- 外洋から侵入してきたうねりと富山湾付近で発生した風波では、それぞれ波高・周期の結合分布が異なる。
- 3/8 のスペクトルはピークが 0.09Hz の位置に見られ、第 2 のピークが 0.18Hz に表れている。これはバンド幅の狭いスペクトルを持つうねりが入射したことにより形成された高調波であると考えられる。4/2 のスペクトルはピークが 4/1 18:00 から 4/1 22:00 にかけて成長、4/2 6:00 には減少しており、これは風波のスペクトルを表していると考えられる。

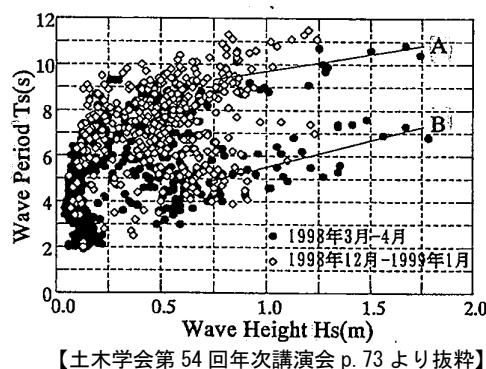


図 2.2-4 波高・周期相関図

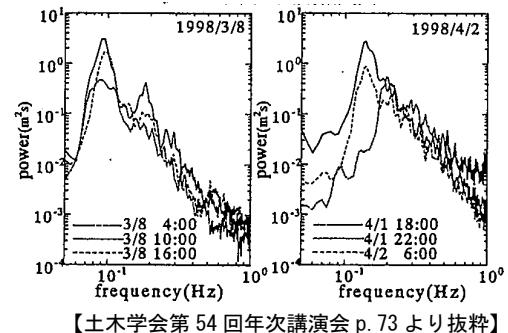


図 2.2-5 波数スペクトル経時変化(3/8vs4/2)

文献 11 畑田ら「富山湾における特異波浪寄り回り波の予測に関する予備的検討」

- 浅海波浪モデルを用いて、寄り回り波の再現を行った。北陸沿岸から富山湾口部についての波は比較的精度良く再現できるが、湾内の波高、周期を過小評価する傾向がある。

文献 12 国土交通省北陸地方整備局新潟港湾空港技術調査事務所「平成 16 年度沿岸波浪算定調査報告書」

- 既往の文献を整理して、その特徴をまとめるとともに、伏木富山の波浪観測資料を整理することによって、寄り回り波を抽出する目安として、伏木富山の観測周期が 10 秒以上になることという基準を提案した。
- 過去に寄り回り波が発生した擾乱を対象にして波浪推算を行ったが、周期の長い成分を必ずしも精度良く再現できず、周波数帯別の波浪観測結果を用いて補正するのが有効であることが判った。

(参考 1) 既往文献一覧

表 1.1-2 の資料 1, 資料 4 の中では「寄り回り波」に関する既往文献が紹介されている。
参考 1-1, 参表 1-2(1)~(6)にその一覧を示す。

参表 1-1 資料 1 の中で収集された文献一覧

No.	文 獻 名	著 者 名	発刊年度
1	寄り回り波の機巧と予知、中央気象台海洋報告2 P.419~P.445	北出正清	1952
2	富山湾の波浪について、海と空 第44巻第4号 P.120~P.128	原見敬二	1969
3	富山湾の沿岸浪と「寄り回り」波の実態、富山高専校紀要2号 P.20~P.33	吉田清三	1970
4	富山湾の波浪統計的調査、富山湾の波浪の総観解析 P.1~P.18	加藤進一	1971
5	伏木新湊の風浪について、富山湾の波浪の総観解析 P.19~P.23	日原達彦	1971
6	富山湾の高波に関するケーススタディ、富山湾の波浪の総観解析 P.24~P.28	吉田忠孝	1971
7	富山県の浪害とその予想について、富山湾の波浪の総観解析 P.29~P.38	舟田久之	1971
8	いわゆる“より回り波”的天気図パターンと波高計算について 富山湾の波浪の総観解析 P.39~P.46	佐藤正夫	1971
9	波浪と脈動の関係について、富山湾の波浪の総観解析 P.39~P.46	森田茂	1971
10	富山湾の波浪と脈動について、富山湾の波浪の総観解析 P.50~P.55	樋藤光宏	1971
11	富山湾の沿岸波浪の特性（第1報） 防災科学技術総合研究報告25号 P.3~P.15	磯崎一郎	1971
12	富山湾の沿岸波浪の特性（第2報） 防災科学技術総合研究報告25号 P.3~P.17	磯崎一郎	1971
13	冬の富山湾に発生する高波 「寄り回り波」 気象 P4624	佐藤正夫	1976
13	第拾魚水丸遭難現場付近の風浪状況について、 富山商船校集録第15号 P.15~P.22	石森繁樹	1982
14	日本海における季節風時の波浪予知（1）海上風推定、 京大防災研年報26号 B-2 P.587~P.598	光田、藤井、塙本	1983
15	日本海における季節風時の波浪予知（2）波浪の数値予知 京大防災研年報26号 B-2 P.599~P.635	土屋、山口、平口	1983
16	寄り回り波、 日本気象学会中部支部だより大16号 P.2~P.5	石森繁樹	1983
17	創立百年誌、 伏木測候所		
18	富山県気象災異誌、 富山地方気象台		

参考表 1-2(1) 資料4で紹介されている文献一覧

No.	著者名	文献名	発刊年、発刊機関、書名等
1	伏木測候所	気象雑誌(第一巻)	(1919)伏木測候所
2	伏木測候所	気象日用便覧	(1924)伏木測候所
3	川上宣孝	日本海の副振動について	(1927)海と空7(4)
4	田口龍雄	伏木海岸の磯波に就いて (第1報、第2報)	(1943)海と空23(1)
5	田口龍雄	富山湾海洋誌	(1947)北陸地方気象研究会誌2(4)
6	田口龍雄	富山湾の浪害に関する研究	(1949)北陸地方気象研究会論文集
7	小林清次	富山湾の浪害と気象状況について	(1949)北陸地方気象研究会論文集
8	田口龍雄	富山湾浪害資料	(1950)富山県海岸対策協議会
9	小林清次	昭和24年11月23日夜から 24日朝にかけての高岡市、新湊 の浪害について	(1950)北陸地方気象研究会論文集
10	富山測候所	「寄り回り波」現地調査報告	(1951)富山測候所
11	北出正清	「寄廻り」波の機巧と予知 2(4)	(1952)北陸地方研究会誌海洋報告
12	田口龍雄	伏木沿岸の波浪について	(1954)北陸東西両地区合同研究会 論文集
13	伏木測候所	伏木気象累年報(1886~1950)	(1954)伏木測候所
14	波多正二	日本海を通る台風による地盤の脈 動と富山港の波浪について	(1956)秋季北陸西部地区気象研究会 論文集
15	久保崎時夫 磯崎一郎 共訳	新しい波浪予報報とその実際的手 順	(1958)東京管区気象台
16	波多正二	富山湾の波浪予報	(1958)北陸東西地方合同研究会誌
17	田口龍雄	日本海の波浪について	(1958)北陸地方予報ノート6
18	田中忠雄	寿都地方の強風について(第1報)	(1958)研究時報10

参考表 1-2(2) 資料4で紹介されている文献一覧

No.	著者名	文献名	発刊年、発刊機関、書名等
19	富山県、 富山地方気象台	富山湾波浪観測報告（Ⅲ） 昭32～34	(1960)富山県、富山地方気象台
20	宇野木早苗	波浪と波候	(1960)科学技術庁資源局
21	安田 浩	駿河湾の波について	(1962)海と空38(1)
22	日本海区水産研究所	1961年の5月、7月、11月に おける富山湾の沿岸域の流動と定 置網の漁況に関する考察	(1962)富山県、水産庁
23	浅井俊夫	北陸沿岸の高波	(1963)研究時報15
24	浅井俊夫	磯波帯の波浪予報	(1963)北陸地方予報ノート
25	重田貞久	佐渡沿海における波浪について	(1963)北陸地方気象研究会誌
26	瀬下伸二	史料から見た佐渡の気象災害と異 常気象（第2報）海難	(1964)北陸地方気象研究会誌
27	伏木富山港工事事務所	富山新港の自然条件について (昭和38年度)	(1964)富山新港資料調査編1 V-1
28	伏木富山港工事事務所	富山湾海岸侵食調査報告	(1964)第一港湾建設局
29	奈須紀幸、本座栄一	富山湾海岸侵食調査報告	(1966)富山県
30	富山地方気象台	富山県の風に関する調査報告	(1967)気象庁技術報告58
31	浅井俊夫	沿岸波浪予報のための基礎調査	(1967)研究時報19(7)
32	原見敬二	富山湾の波浪について	(1967)海と空44-4
33	黒部工事事務所	富山湾沿岸下新川海岸調査報告書	(1967)建設省北陸地方建設局
34	土木部河川課	富山県の海岸	(1968)富山県
35	井上篤次郎	波浪予報と航海	(1968)日本航海学会誌39
36	伏木測候所	富山地方の北東強風について	(1968)東京管区気象台研究会誌1・53
37	浅井俊夫	高波による異常振動について	(1968)研究時報19(10)
38	浅井俊夫	冬期日本海の総觀波浪図解析	(1968)研究時報20(12)
39	岩崎雄一 他	大潟海岸における波浪の変計につ いて	(1969)海岸工学講演会講演集16
40	吉田清三	富山湾の沿岸浪害と「寄回り」波	(1970)商船高等専門学校紀要20類

参考表 1-2(3) 資料4で紹介されている文献一覧

No.	著者名	文献名	発刊年、発刊機関、書名等
41	磯崎一郎 他	富山湾の沿岸波浪の特性(その1)	(1971)防災科学研究報告25
42	磯崎一郎 他	富山湾の沿岸波浪の特性(その2)	(1971)防災科学研究報告28
43	新潟調査設計事務所	昭和45年冬季異常波浪について (昭和44年11月～昭和45年3月)	(1971)第一港湾建設局
44	富山地方気象台	富山湾の波浪の総観解析	(1971)日本気象協会富山支部
45	富山地方気象台	富山県気象災異誌	(1971)日本気象協会富山支部
46	佐藤昭二 他	富山海岸湾奥部の海岸侵食について	(1971)第18回海岸工学講演会論文集、土木学会
47	瀧内俊郎、荒木甫	富山湾における海岸侵食および海岸構造物の経年変化に関する調査報告	(1971)防災科学技術総合研究報告25
48	瀧内俊郎、荒木甫	富山湾における海岸侵食および海岸構造物の経年変化に関する調査報告(抜粋)	(1971)富山県土木部
49	瀧内俊郎、荒木甫	富山湾における海岸侵食および海岸構造物の経年変化に関する調査報告	(1972)防災科学技術総合研究報告28
50	原見敬二	日本海の波浪について	(1972)海の気象18(2)
51	堀口善一	海洋気象ブイロボット資料による冬季日本海の海上風について	(1973)研究時報25
52	富山地方気象台 北陸電力技術研究所	富山地方の海陸風について	(1973)富山地方気象台、北陸電力
53	川鍋安次	日本海の季節風と波	(1973)気象研究ノート115
54	権藤光宏	北陸沿岸の波浪と脈動について	(1973)東京管区地方気象研究会誌6
55	舟田久之	富山県の海陸風について (第1報～第5報)	(1970～1974)東京管区地方気象研究会誌6
56	藤井昭二	富山湾	(1974)富山文庫3、巧玄出版

参考表 1-2(4) 資料4で紹介されている文献一覧

No.	著者名	文献名	発刊年、発刊機関、書名等
57	新潟調査設計事務所	越波に関する模型実験報告書 (伏木富山港新湊区)	(1974)第一港湾建設局
58	山 下 旭	沖波と沿岸波の関連性について	(1975)船と海上気象19(2)
59	浅 井 俊 夫	外洋波浪図の利用と石川県沿岸の 波浪の特性	(1975)研究時報27
60	土屋義人、山口正隆 他	海岸波浪の変形に伴う波浪の地域 分布特性	(1976)第23回海岸工号講演論文集 土木学会
61	吉 田 忠 孝	石川県沿岸の波浪予報	(1976)東京管区技術コース43
62	藤 井 昭 二 他	富山湾東部海岸における海岸侵食	(1977)自然災害資料解析 4
63	藤 井 昭 二 他	富山湾西部海岸における海岸侵食	(1978)自然と社会44
64	北陸電力株式会社	富山新港および周辺海域における 海域調査報告書	(1978)北陸電力株式会社
65	新日本気象海洋㈱	伏木富山港流況解析報告書	(1978)新日本気象海洋株式会社
66	矢 吹 文 太 郎	能登半島西方海域および佐渡海峡 における沿岸波浪について	(1979)研究時報31
67	日本気象協会	新しいモデルによる波浪予測手法 の実用化試験の開発研究報告書	(1980)日本気象協会
68	富 山 県	富山県の海岸	(1980)富山県
69	沢 田 久 蔵	日本海の波について	(1980)海の気象26(1、2)
70	吉 田 清 三	富山湾の特異波浪－俗にいう「寄 り回り波」について	(1981)中部日本海海難防止協会会報 17
71	土屋義人、山口正隆 他	日本海沿岸における異常波浪の數 値予知	(1982)第29回海岸工学講演論文集 1～5
72	吉 田 清 三	寄り回り波の航空機観測	(1982)富山商船高等専門学校研究集 録15
73	吉 田 清 三	上空より見た「寄り回り波」につ いて	(1982)中部日本海海難防止協会会報 15

参考表 1-2(5) 資料4で紹介されている文献一覧

No.	著者名	文献名	発刊年、発刊機関、書名等
74	石森繁樹	第10魚水丸遭難現場付近の風浪 状況について	(1982)富山商船高等専門学校研究集 録15
75	石森繁樹	寄り回り波	(1983)日本気象学会中部支部だより 16
76	光田、藤井、塙本	日本海における季節風時の波浪予 知(1)海上風推定	(1983)京都大学防災研究所 年報26号B-2
77	土屋義人、山口正隆 他	日本海における季節風時の波浪予 知(2)波浪の数値予知	(1983)京都大学防災研究所 年報26号B-2
78	新潟調査設計事務所	日本海波浪相関分析調査報告書	(1983)第一港湾建設局
79	伏木富山港工事事務所	富山湾の波について(寄り回り波)	(1983)第一港湾建設局
80	神戸調査設計事務所	美保湾の波浪特性調査報告書	(1984)第三港湾建設局
81	山口正隆	波浪推算法とその適用性	(1985)土木学会水理委員会 水工学シリーズ85-B-2
82	吉田清三	富山湾海難史年表 古代～近代	(1985)富山商船高等専門学校
83	吉田清三、石森、加藤	寄り回り波と海難	(1986)航海87、日本航海学会
84	吉田清三	富山湾海難史年表(1946～1983)	(1986)富山商船高等専門学校
85	新潟調査設計事務所	局地波浪分析調査	(1986)第一港湾建設局
86	新潟調査設計事務所	日本海波浪相関分析調査報告書	(1987)第一港湾建設局
87	吉田清三	富山湾災害総覧	(1987)富山商船高等専門学校

参考表 1-2(6) 資料4 の中で収集された文献一覧

No.	著者名	文献名	発行年、発行機関、書名等
1	北出正清	"寄廻り" 波の機巧と予知	(1952) : 中央気象台海洋報 2 (4)、419-445
2	小林清久	富山湾の沿岸風、波浪、ウネリの観測及び浪害状況	(1952) : 富山湾海岸浸蝕調査報告書、富山県海岸対策協議会、265-298
3	原見敬二	富山湾の波浪について	(1968) : 海と空 第44巻 第4号、19-27
4	吉田清三	富山湾の沿岸浪害と「寄廻り」波の実態	(1970) : 商船高等専門学校紀要 2 (1)、20-33
5	富山地方気象台	富山湾の波浪の総觀解析	(1971) : 55
6	磯崎一郎	富山湾の沿岸波浪の特性(第1報)	(1971) : 防災科学技術総合研究報告 第25号、3-15
7	磯崎一郎、太田芳夫	富山湾の沿岸波浪の特性(第2報)	(1972) : 防災科学技術総合研究報告第28号、13-17
8	浅井俊夫	日本海の波浪	(1972) : 天気19 (8) 、408-413
9	舞鶴海洋気象台海上気象課	日本海の海上気象	(1972) : 気象庁技術報告、第80号 91
10	土屋義人、山口正隆、芝野照夫、矢下忠彦	海岸波浪の変形に伴う波浪の地域分布特性	(1976) : 第23回海岸工学講演会論文集、296-301
11	石森繁樹 (富山商船高等専門学校)	第拾魚水丸遭難現場付近の風浪状況について、	(1982) : 富山商船高等専門学校研究集録 No.15、15-22
12	吉田清三 (富山商船高等専門学校)	寄り回り波の航空機観測	(1982) : 富山商船高等専門学校研究集録、No.15、1-13
13	土屋義人、山口正隆、平口博丸	日本海沿岸における異常波浪の数値予測	(1982) : 第29回河岸工学講演会論文集、1-5
14	須山洋、山本鶴松 (北陸地方建設局)	下新川海岸の侵食の状況とその対策について	(1983) : 海岸 No.23、41-55
15	石森繁樹 (富山商船高等専門学校)	富山湾の海上気象、	(1984) : 富山商船高等専門学校研究集録 No.17、135-148
16	笹川栄志 (富山県庁)	特集 海岸問題 自治体行政の展開 安全な海辺と快適な浜辺を育成	(1985) : 河川レビュー 124-1 27

(参考2) 海岸の被災事例 (本間仁著:「海岸防災」より)

横尾海岸

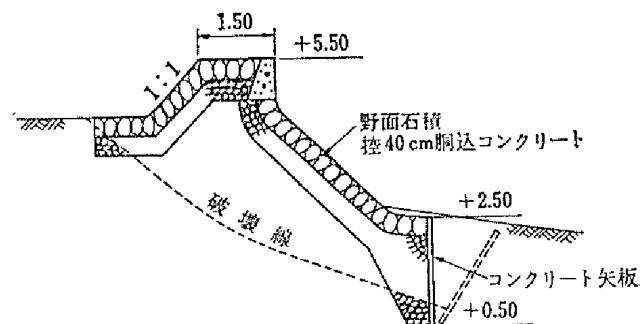
横尾海岸は富山県の東端、泊町の前面に当たり、昔から浸食被害を受けている箇所である。横尾海岸における護岸築造と被災の経緯を示す。

参考2-1 横尾海岸における護岸築造と被災の経緯

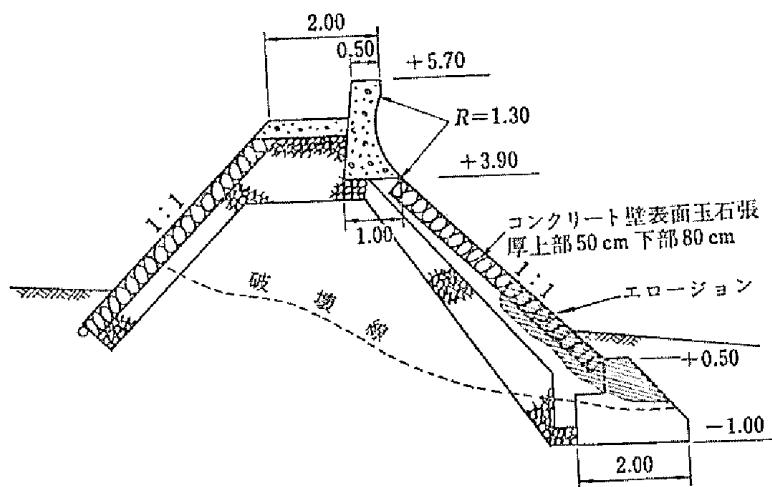
年	月	日	記　　事
昭和11～15			野面石積護岸を築造。
昭和26年度			東方約1500mの宮崎漁港の防波堤が伸張するに従い、汀線が急速に後退。
昭和29	3	1	冬季風浪により、護岸中央部が100m決壊。その後も決壊が続く。
昭和29	8		被災部分を復旧。
昭和29	9	27	洞爺丸台風の日本海通過に伴う寄り回り波来襲。波高3mの波が、復旧部の左右の護岸を決壊させ、復旧部は孤立。
昭和29	12	23	季節風に伴ううねり(2.5m～3m)により、大部分が決壊。
昭和30	2	21	(護岸の浸食とそれに伴う脱石が原因)
昭和30	9		復旧工事がほぼ完成(突堤の一部以外)。護岸125m。
昭和30	10	9	低気圧に伴ううねり(4～5m)によって、東側45mを除く75mが決壊。激浪によって前面が洗掘され、基礎ブロックが沈下・移動したため。また、隔壁前面に石張りが施していなかったため、この部分が激しい浸食を受けて破壊され、ここから被害が伝搬。
昭和31～32年度			残存部分は前面ブロック投入で補強。他の部分は構造を変更し、法線も20m後退させ、無底ケーン主体とした突堤を30m間隔に設置。
昭和33年	1	18	3.5m程度のうねりによって、昭和30年度施工の残存45mの護岸決壊。
昭和33年	2	14	2.5m程度のうねりによって、昭和31年度施工箇所の波切小段の下をえぐり取られ、中詰を流失して空洞状態。
昭和33年度			護岸前面にテトラポッドを設置して、構造物に当たる波力を減殺する工法に変更して復旧。

表に示すように、復旧と被災が交互に繰り返されている。横尾海岸の構造物の被害が多い理由として以下のものが挙げられる。

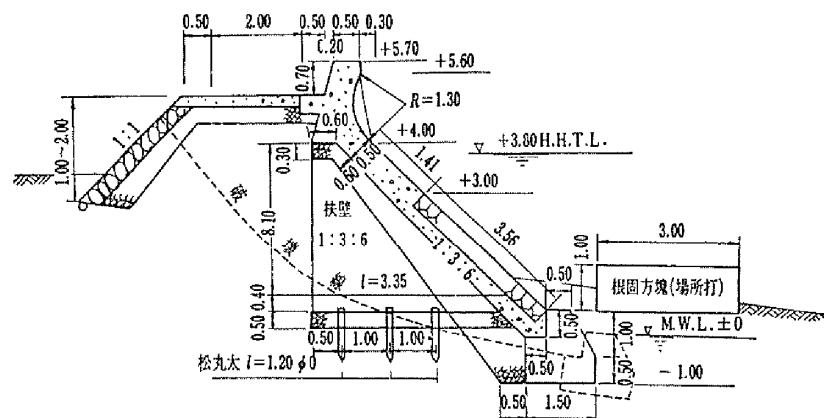
- ① 比較的高い波が頻繁に来襲すること
- ② 富山湾沿岸が沈降海岸で、急激に深くなっていること、横尾海岸での海底勾配が1/8もあること
- ③ 海浜が主に礫、砂利で構成されており、摩耗作用が著しいこと。



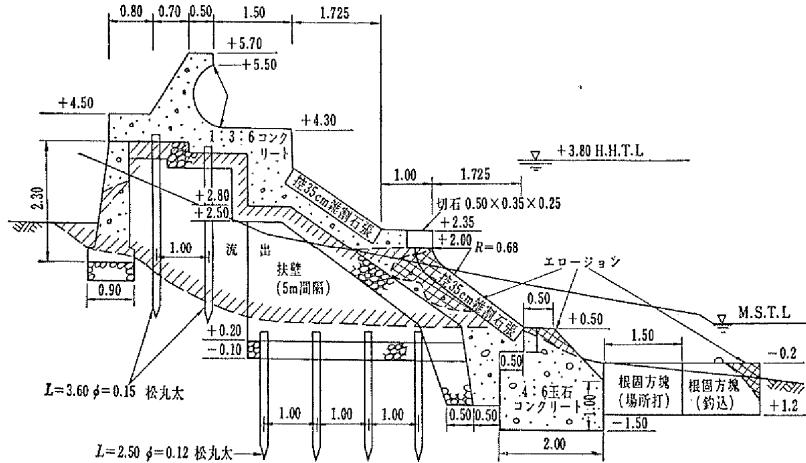
参図 2-1 横尾海岸構造図（昭和 11～15 年）



参図 2-2 横尾海岸構造図（昭和 29 年 8 月）



参図 2-3 横尾海岸構造図（昭和 30 年 9 月）

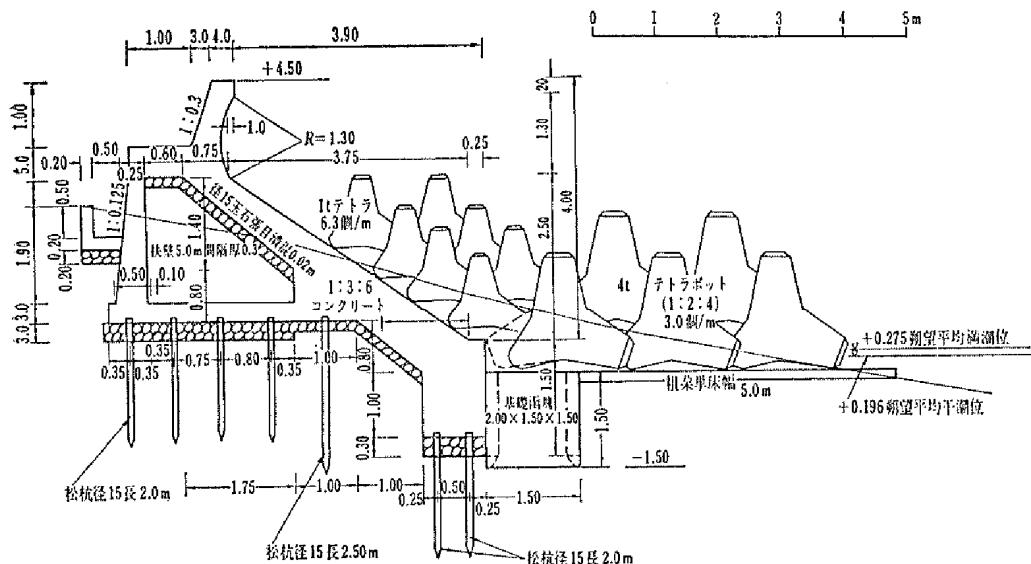


参図 2-4 横尾海岸構造図 (昭和 31~32 年)

伏木富山港放生津海岸

昭和 34~35 年度に施工。

昭和 38 年 1 月 6 日～7 日朝に日本海を通過した低気圧によって、7 日 17 時頃、波高 4.9m、周期 13 秒（富山新港）の寄り回り波が押し寄せ、背後地に越波による浸水、家屋損壊被害を生じた。このため、富山湾沿岸の海岸保全施設の計画は、このときの波浪諸元を対象とすることに改定された。



参図 2-5 伏木富山港放生津海岸堤防標準断面図 (昭和 34~35 年)