

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of
National Institute for Land and Infrastructure Management

No. 894

March 2016

2015年10月の温帯低気圧に伴う 釧路港における高潮浸水被害調査

本多和彦・内藤了二・浅井 正

Damage to Kushiro Port due to Storm Surge of an Extratropical Cyclone in 2015

Kazuhiko HONDA, Ryoji NAITO, Tadashi ASAI

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan

2015年10月の温帯低気圧に伴う釧路港における高潮浸水被害調査

本多和彦*・内藤了二*・浅井 正**

要 旨

2015年10月に温帯低気圧が急速に発達しながら日本海を北上し、その後、北海道の西の海上を通過し、さらに発達しながら北海道の北に抜けた。この低気圧による強風、高波および高潮により、日本各地の港湾で被害が発生した。とくに、この低気圧が接近した北海道沿岸の港湾に被害が集中し、防波堤ケーソンの滑動、船舶の接触による岸壁の損傷などの被害のほか、港湾地域の浸水被害も発生した。

道東の太平洋沿岸の釧路港では、港湾施設の被害のほか、浸水被害も発生したため、それらの状況を把握することを目的とし、関係者へのヒアリングおよび浸水痕跡測定の現地調査を実施した。

本調査で得られた結果は以下のとおりである。

- (1) 係留されていたコンテナ船が、強風により岸壁に接触し、岸壁の各種施設が損傷した。
- (2) 波浪によって、護岸の被覆ブロックおよび方塊が飛散する被害が生じた。
- (3) 東港区での浸水範囲は限定的であり、西港区での浸水範囲は約0.9km² (90ha) と広範囲であった。
- (4) 当時の降水量は少なかったことから、浸水の要因は、雨水によるものではなく、高潮によるものと考えられる。
- (5) 西港区での潮位は、そこから約4km離れた東港区の潮位よりも1m前後高かった。この要因を明らかにすることが今後の課題として挙げられる。

キーワード：温帯低気圧、高潮、波浪、浸水、被害、現地調査

* 沿岸海洋・防災研究部 主任研究官

** 沿岸海洋・防災研究部 沿岸防災研究室長

〒239-0826 横須賀市長瀬3-1-1 国土交通省国土技術政策総合研究所

電話：046-844-5024 Fax：046-844-5068 e-mail：honda-k852a@mlit.go.jp

Damage to Kushiro Port due to Storm Surge of an Extratropical Cyclone in 2015

Kazuhiko HONDA*

Ryoji NAITO*

Tadashi ASAI**

Synopsis

In October, 2015, an extratropical cyclone, having gradually increased in strength, crossed the Sea of Japan northward, before it passed the northern sea of Hokkaido through that western sea with an even greater increase in strength. There was damage in various ports in Japan due to storm surge, waves, and gales of the extratropical cyclone. Especially ports along the coast in Hokkaido, close to the cyclone track, suffered damage: inundation as well as sliding of the breakwater caisson, collision between vessel and berth etc.

The extratropical cyclone caused not only damage to the port facilities, but also inundation in Kushiro Port, which is located along the Pacific coast of eastern Hokkaido and has two districts: the western port district and the eastern one. Therefore, a field survey of the damage and the inundation was conducted: hearing survey and inundation trace height measurement. The major outputs are as follows:

- (1) A container ship, which was moored to its berth, collided with that berth, and then some of its berthing facilities were damaged: capping and pavement of quay, fenders etc.
- (2) Some armor blocks and rubble stones of the bulkhead were scattered due to waves.
- (3) The inundation area in the eastern port district was not wide. In contrast, that in the western port district was extensive: approximately 0.9km² (90ha).
- (4) The cause of inundation was not rainwater but storm surge because rainfall was less at that time.
- (5) Even though the eastern port district and the western one are only about 4km away, the maximum sea level in the western district was approximately one meter higher than that in the eastern one. The cause of this sea level gap between these two close port districts should be studied.

Key words: extratropical cyclone, storm surge, wave, inundation, damage, field survey

* Senior Researcher, Coastal, Marine and Disaster Prevention Department

** Head of Coastal Disaster Prevention Division, Coastal, Marine and Disaster Prevention Department

3-1-1 Nagase, Yokosuka, 239-0826 Japan

Phone: +81-46-844-5024 Fax: +81-46-844-5068 e-mail: honda-k852a@mlit.go.jp

目 次

1. まえがき	1
2. 気象・海象条件	1
3. 釧路港の概要	2
4. 現地調査概要	3
5. 現地調査結果	3
5.1 被害状況	3
5.2 浸水痕跡調査	6
6. まとめ	7
7. あとがき	8
謝辞	8
参考文献	8
付録 A 施設被害資料	9
付録 B 釧路港港湾計画図	11

1. まえがき

2015年10月1日から2日にかけて、急速に発達した温帯低気圧が日本海を北上し、また、この低気圧に伴う前線は日本列島を通過した。この発達した低気圧により、西日本から北日本の広い範囲にかけて風が強まり、前線付近では激しい雨となった。とくに、北海道では、この低気圧が接近したため、暴風が吹き荒れ、高波および高潮が発生した。

この低気圧による強風、高波および高潮により、日本各地の港湾にて被害が発生した（詳細は付録Aを参照）。北九州港では、強風によりガントリークレーンが逸走し、神戸港や川崎港では、護岸が損傷した。とくに被害が集中したのは、低気圧が接近した北海道であり、防波堤のケーソンの滑動、船舶の接触による岸壁の損傷などが発生し、また、浸水が生じた港湾地域もあった。

本稿では、この低気圧により浸水被害が生じた港湾のうち、釧路港を対象に現地調査を実施したので、その調査結果を報告する。

方、10月1日6時31分に高潮注意報は発表されたが、高潮警報が発表されることはなかった。

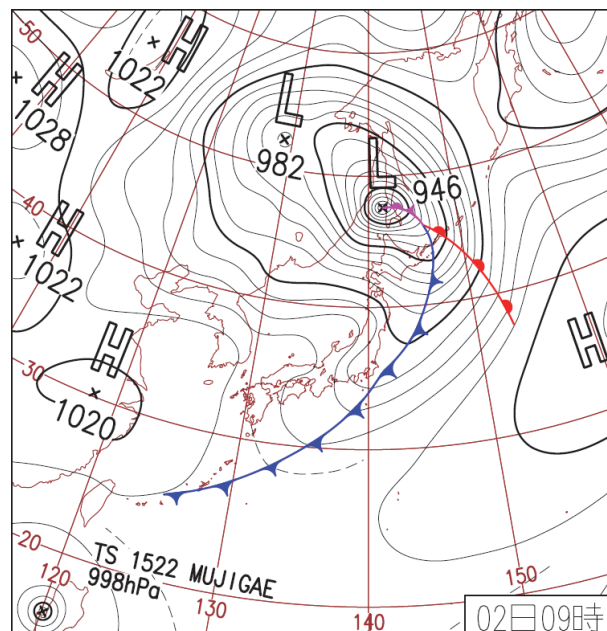


図-2.1 天気図 (2015年10月2日9時)

(出典：気象庁「日々の天気図」)

2. 気象・海象条件

前線を伴った温帯低気圧は、2015年10月1日正午頃に朝鮮半島付近を通過し(996hPa)、急速に発達しながら日本海を北東に進行した。その後、10月2日午前3時頃には北海道の西側の海上を通過し(958hPa)、さらに発達しながら北海道の北側の海上に抜けた(946hPa、図-2.1)。

低気圧が来襲した際の釧路港における実測潮位、天文潮位および高潮偏差(気象庁発表の確定値)を図-2.2に示す。また、過去最高潮位、高潮警報基準潮位および高潮注意報基準潮位も同図に示す。なお、実測潮位および高潮偏差(潮位偏差)は平滑値が基本であるが、これらの最大値のみについては、平滑値ではなく瞬間値である。

実測潮位は、2015年10月2日5時44分にT.P.+1.02mの最大値を記録し、高潮警報の基準潮位とほぼ同じであった。一方、高潮偏差の最大値は、同日7時07分に0.72mを記録した。実測潮位および高潮偏差の最大値は、他の毎時の平滑値と比較して突出していることが分かる。このことから、今回の低気圧による潮位の変化は、緩やかな変動ではなく、急激な変動であったと推察される。もし、半日後の満潮時刻(同日16時59分)と重なっていたら、天文潮位と高潮偏差を合わせた合成潮位はT.P.+1.25mとなり、過去最高潮位を更新した可能性があった。

低気圧の接近に伴い、釧路市には、10月1日14時47分に波浪注意報、同日18時27分に波浪警報が発表された。一

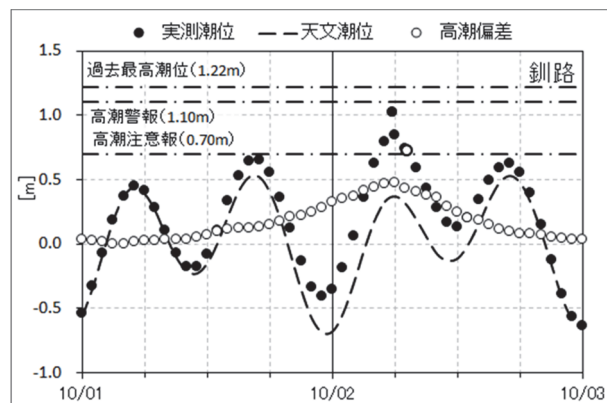


図-2.2 検潮記録(釧路港)

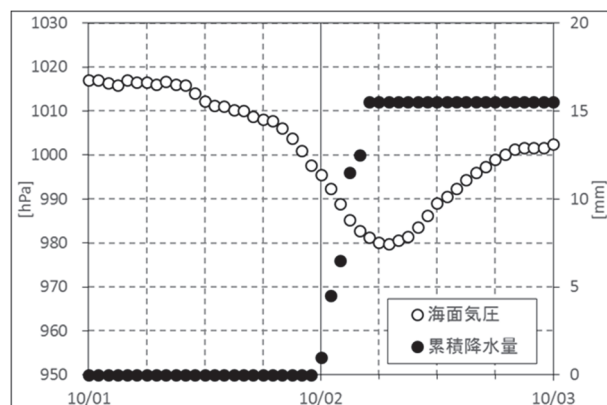


図-2.3 海面気圧および累積降水量(釧路)

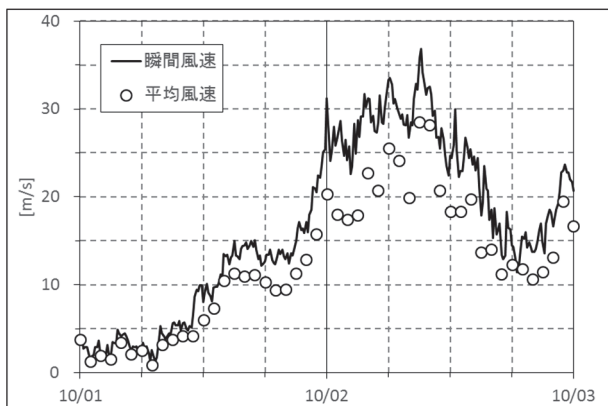


図-2.4 風速（釧路）

釧路における海面気圧および累積降水量を、図-2.3に示す。低気圧の接近に伴い、釧路においても海面気圧が低下し、釧路港で潮位が最大となった時刻には、およそ980hPaであった。静的な釣合いを仮定すれば、気圧低下に伴う吸上げ効果による高潮は約0.3m程度である。

降雨については、10月2日の未明から降り始めたが、潮位が最大となった時刻には降水量は0mmになり、累積降水量も15.5mm程度と少なかった。そのため、雨水による内水位の上昇等での浸水の可能性は低い。

釧路における風速を、図-2.4に示す。瞬間風速については、最大で36.8m/sを記録した。平均風速については、潮位が最大となった時刻には、25.5m/sを記録し、その後、同日9時に28.5m/sを記録した。なお、潮位が最大となる時間帯での風向は南西であった。

3. 釧路港の概要

調査を実施した釧路港の位置図を、図-3.1および図-3.2に示す。釧路港は、北海道東部の太平洋沿岸に位置しており、外洋に面している。外洋に面している沿岸では、波浪を遮蔽する地形が少ないことから、沖合の海域で発達し伝播してきたうねりや沿岸近くで強風により発達した風波が直接来襲するため、内湾の沿岸部と比較して波高が大きくなる傾向がある。

釧路港の港湾区域を、図-3.3に示す（拡大版を付録Bに掲載）。釧路港は、北海道釧路市の沿岸部の約8kmの範囲に渡り、新釧路川を挟んで、東港区と西港区に分かれ、それぞれの港形や向きなどの特性は異なる。

古くは東港区が中心に発展していたが、貿易量の増大に伴い西港区の建設が始まり、施設の拡充が図られた。現在の釧路港は、国際パーク戦略港湾（穀物）として、穀物の全国的な拠点港となっている。



図-3.1 釧路港位置図（広域）
（地理院地図を加工して作成）



図-3.2 釧路港位置図（詳細）
（地理院地図を加工して作成）



図-3.3 釧路港港湾区域
（地理院地図を加工して作成）

4. 現地調査概要

2015年10月の低気圧に伴う高潮、波浪等による釧路港の被害について、北海道開発局釧路港湾事務所および釧路市水産港湾空港部の関係者への被害状況等のヒアリング、および、浸水痕跡等の測量の現地調査を実施した。

浸水痕跡の測量では、箱尺およびレーザー距離計（Laser Technology 社製 Impuls200）を用いて、調査時の水位から地盤高、および、浸水痕跡またはヒアリングから得られた浸水位置を測量し、その後、釧路港における調査時の検潮記録を用いて、浸水高（T.P.基準）を求めた。

2015年10月7日に、本稿の著者のうち、本多および内藤の2名で現地調査を実施した。

図-4.1に、被害箇所および痕跡測量調査を実施した位置を示す。



図-4.1 調査位置図
(地理院地図を加工して作成)

5. 現地調査結果

5.1 被害状況

(1) 東港区

図-5.1中の東港区北埠頭の付け根における浸水被害箇所では、岸壁背後の道路が冠水したことにより、通行止めの措置が取られた。なお、図中の浸水範囲は、関係者による推定範囲である。ここは、埠頭内の隅角部であり、波浪が高いときに比較的越波しやすい場所である。

図中の地点①および地点②における浸水当時の写真を、それぞれ、写真-5.1および写真-5.2に示す。これらの写真の撮影時刻は10月2日10時35分である。釧路港の検潮記録による最高潮位の発生時刻（5時44分）から約5時間経過して潮位が低下しても、道路が冠水したままであることが分かる。これは、前面の岸壁の天端高よりも背後の道路の地盤高の方が低いため、越波等で一度浸水してしまうと、背後の道路が湛水したままになりやすい



図-5.1 東港区浸水箇所
(地理院地図を加工して作成)



写真-5.1 東港区の浸水状況（地点①）
(10月2日10時35分撮影)
(提供：釧路港湾事務所)



写真-5.2 東港区の浸水状況（地点②）
(10月2日10時35分撮影)
(提供：釧路港湾事務所)

地形であるためである。

ここでは、今回の低気圧による浸水の約1週間後にも、台風1523号による高潮および高波により浸水し、また、2014年12月の低気圧の際にも、高潮による高潮位時に高波が加わり、越波による浸水被害が発生した（写真-5.3）。



写真-5.3 東港区の浸水状況（地点③）
（2014年12月17日）
（提供：釧路市水産港湾部）



図-5.2 西港区浸水範囲
（地理院地図を加工して作成）

(2) 西港区

西港区における浸水範囲および浸水当時の撮影地点を図-5.2に示す。東港区における浸水は、岸壁近くの狭い範囲であったが、西港区においては、非常に広範囲に浸水被害が広がった。浸水範囲は、東西に約2.3km、南北に約0.4kmに渡り、その面積はおよそ0.9km²（90ha）である。浸水範囲内にある事業所等の敷地は、道路の地盤よりも高くなっているため、ほぼ敷地内は浸水せず、前面の道路のみが冠水している状態であった。

写真-5.4および写真-5.5は、それぞれ、図-5.2中に示す浸水範囲内部の地点①および地点②において撮影されたものである。いずれも、撮影時刻は10月2日6時55分であり、東港区にある検潮所の最高潮位の発生時刻（5時44分）から約1時間経過しているが、車道だけではなく歩道も冠水しており、依然浸水深が深いことが分かる。

写真-5.6は、図-5.2中に示す浸水範囲の内陸側の境界に位置する臨港道路の地点③において撮影されたものである。撮影時刻は、写真-5.4および写真-5.5とほぼ同じ6時50分であるが、車道は冠水しているものの、歩道は冠水していないため、地点①や②の浸水範囲の内部と比較して浸水深が浅いと考えられる。

写真-5.7は、図-5.2中に示す浸水範囲の内陸側の境界に位置する臨港道路の地点④において撮影されたものである。撮影時刻は、他の写真の撮影時刻から2時間半後の9時20分であり、潮位の低下および排水により、道路の冠水状況が改善されていることが分かる。

西港区の浸水範囲を通る車両は、主にトラック等の大型車両であるため、東港区のような通行止めの措置を取らなかったとのことである。



写真-5.4 西港区の浸水状況（地点①）
（10月2日6時55分撮影）
（提供：釧路市水産港湾部）



写真-5.5 西港区の浸水状況（地点②）
（10月2日6時55分撮影）
（提供：釧路市水産港湾部）



写真-5.6 西港区の浸水状況（地点③）
（10月2日6時50分撮影）
（提供：釧路市水産港湾部）

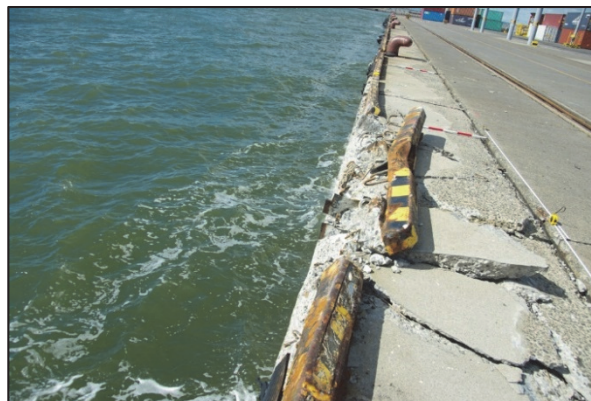


写真-5.8 上部工の損傷（西港区第3埠頭）
（提供：釧路港湾事務所）



写真-5.7 西港区の浸水状況（地点④）
（10月2日9時20分撮影）
（提供：釧路市水産港湾部）



写真-5.9 舗装工の損傷（西港区第3埠頭）
（提供：釧路港湾事務所）

西港区の第3埠頭（図-4.1参照）では、係留中のコンテナ船の接触により、ガントリークレーンのレール、岸壁の上部工、舗装工および防舷材が損傷した。

写真-5.8および写真-5.9に、岸壁の上部工および舗装工の損傷状況を示す。これらの写真から、コンテナ船が岸壁を押し付けるように接触したことが分かる。上部工の損傷の延長は25mに渡り、法線方向のずれは最大0.13mであった。舗装工については、欠損や浮上りの損傷があり、その損傷の延長は45mに渡り、舗装の浮上りは最大0.27mであった。

写真-5.10に、防舷材の損傷状況を示す。防舷材は、8箇所で欠損や脱落の損傷が発生した。

写真-5.11に、ガントリークレーンのレール基礎の損傷状況を示す。写真に示すように、ガントリークレーンのレール基礎にひび割れが生じ、その損傷の延長は15mに渡る。



写真-5.10 防舷材の損傷（西港区第3埠頭）
（提供：釧路港湾事務所）

西港区の海面処分場（図-4.1参照）の埋立護岸では、高波によって、被覆ブロックおよび方塊が飛散し、捨石が流失する被害が発生した（写真-5.12および写真-5.13）。



写真-5.11 ガントリークレーンのレール基礎の損傷
(西港区第3埠頭) (岸壁法線は右側)
(提供：釧路港湾事務所)



写真-5.12 被覆ブロック・方塊の飛散
(西港区海面処分場)
(提供：釧路港湾事務所)



写真-5.13 捨石の流失 (西港区海面処分場)
(提供：釧路港湾事務所)

5.2 浸水痕跡調査

広範囲に渡った西港区における浸水状況を把握するため、地盤高および浸水痕跡の測量を実施した。浸水痕跡測量の測線を図-5.3に示す。岸壁から内陸に向けて直線状に測線を伸ばすことができなかつたため、L字型の測線とした。データ整理の際には、測線の隅角部(図-5.3下図の○印)を沿岸部から内陸に向かう水平距離の起点とし、便宜上、岸壁の位置は水平距離の起点と同等のものとした。

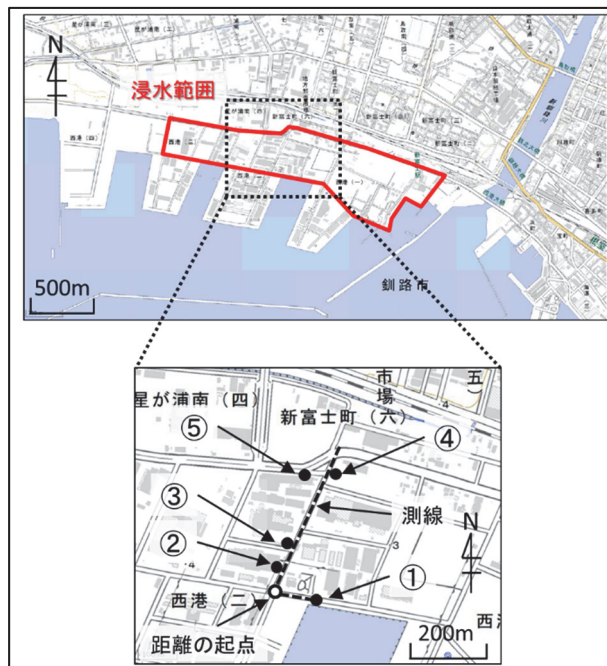


図-5.3 浸水痕跡測量調査位置図
(地理院地図を加工して作成)

図-5.3中の地点①、③および⑤における浸水痕跡を、それぞれ、写真-5.14、写真-5.15および写真-5.16に示す。

地点①における浸水痕跡は、水面に浮遊した草等の漂流くずがフェンスに残ったものであり、写真にあるように、当時の最高潮位に沿って直線状に残っている。

地点③および地点⑤における浸水痕跡は、水面に浮遊した草やペットボトルが打ち上がったものであり、浸水遡上限界の高さとなる。

これらの浸水痕跡の高さおよび地盤高の測量結果を、図-5.4に示す。起点からの水平距離が約400mの位置は、浸水範囲の内陸側の境界である臨港道路である、なお、前述のとおり、岸壁の位置およびL字型の測線の隅角部は、起点からの水平距離が0mの地点である。

この測線上における浸水深(地盤から痕跡までの高さ)は、およそ0.3m~0.5mであり、また、浸水高は、T.P.+1.9m

～2.3mであった。前述のとおり、西港区では浸水による通行止めの措置を取っていなかったため、浸水痕跡は、車両の通行に伴う水面の動揺の影響を含むものとなる。



写真-5.14 浸水痕跡 (地点①)



写真-5.15 浸水痕跡 (地点③)



写真-5.16 浸水痕跡 (地点⑤)

とくに、岸壁から約340mにある痕跡 (T.P.+2.3m)は、臨港道路に沿った箇所であるため、車両の通行に伴う水面の動揺の影響が大きい。一方で、岸壁から0mにある痕跡 (T.P.+2.1m)は、海に隣接しているため、車両の通行による影響は非常に小さい。これらのことから、痕跡調査を実施した西港区における浸水高は、およそT.P.+2mであることが分かる。

一方で、痕跡調査地点から約4km離れた東港区の検潮所での最高潮位は、T.P.+1.02mであり、西港区の浸水痕跡高は東港区よりもおよそ1m高かったことが判明した。

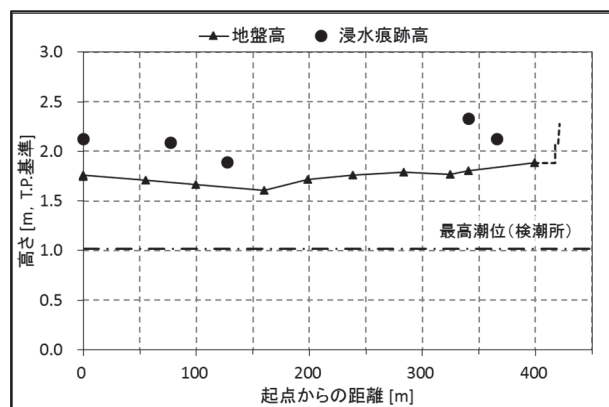


図-5.4 浸水痕跡測量結果

6. まとめ

2015年10月の急速に発達した低気圧により被害が生じた港湾のうち、釧路港を対象に、関係者へのヒアリングおよび浸水痕跡測量の現地調査を実施した。これらの主要な結論は以下のとおりである。

東港区において浸水被害が発生した北埠頭の付け根は、比較的浸水被害が生じやすい場所であるが、この低気圧による浸水は限定的であった。一方、西港区における浸水範囲は約0.9km² (90ha)と広範囲に渡った。累積降水量は少なかったことから、雨水による内水位の上昇等での浸水の可能性は低く、浸水被害は高潮によるものと考えられる。

西港区に係留されていたコンテナ船が岸壁に接触し、ガントリークレーンのレール、岸壁の上部工、舗装工および防舷材が損傷した。この原因としては、強風が考えられる。

高波によって、西港区の海面処分場の埋立護岸の被覆ブロックおよび方塊が飛散し、捨石が流失する被害が発生した。

西港区の浸水痕跡高は、およそT.P.+2mであり、西港区から約4km離れた東港区の潮位記録T.P.+1.02mよりも、お

よそ1m高かった。この潮位差の要因を明らかにする必要がある。

7. あとがき

釧路港は、港形の異なる東港区および西港区から成り、2015年10月の低気圧により、西港区の浸水痕跡の高さは、4km程度しか離れていない東港区の潮位記録よりも1m前後高いものであった。今後は、この2地点間の潮位の差の要因を明らかにすることが、今後の課題として挙げられる。

(2016年2月16日受付)

謝辞

最後に、現地調査の実施および資料収集にあたり、北海道開発局釧路開発建設部、北海道開発局釧路港湾事務所および釧路市水産港湾空港部の皆様にご協力いただきました。ここに記して、深く御礼を申し上げます。

参考文献

気象庁：各月の潮汐，

<http://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/db/tide/gaikyo/index.php>，2016年1月7日時点。

気象庁：過去の気象データ検索，

<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>，2016年1月7日時点。

気象庁：潮汐観測資料，

<http://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/db/tide/genbo/index.php>，2016年1月7日時点。

釧路地方気象台（2015）：平成27年10月1日から3日の暴風と高波及び高潮に関する気象速報（釧路・根室地方），

<http://www.jma-net.go.jp/kushiro/tenki/sokuhou/pdf/sokuhou20151001-1003.pdf>，2016年1月7日時点。

国土交通省：災害・防災情報，

<http://www.mlit.go.jp/saigai/index.html>，2016年1月7日時点。

付録A 施設被害資料

表-A.1 港湾施設の被害状況

(出典：国土交通省 急速に発達する低気圧に伴う暴風等に係る被害状況等について (第4報))

都道府県名	管理者名	港格	港湾名	地区名	被害状況
北海道	釧路市	重要	釧路港	東港区	臨港道路海運町地崎道路が冠水のため通行止め → 10/2 11:00 解消.
北海道	釧路市	重要	釧路港	西港区	<ul style="list-style-type: none"> ・係留中のコンテナ (出航済) の接触により, 岸壁の上部工が損傷 (25m), 舗装工が損傷 (45m), 防舷材が破損等 (8本), ガントリークレーンのレール基礎にクラック発生 (15m). (今後のコンテナ荷役の可否, 代替措置等については検討中) ・土砂処分場護岸の方塊が移動, 捨石が一部流出, 被覆ブロックが飛散.
北海道	根室市	重要	根室港	花咲	護岸水叩舗装の一部破損.
北海道	天塩町	地方	天塩港	本港	岸壁及び臨港道路が冠水.
北海道	留萌市	重要	留萌港	三泊	岸壁 (-12m) のエプロンが冠水 (交通規制はなし).
北海道	稚内市	重要	稚内港	本港	フェリーターミナルボーディングブリッジの外壁の剥がれ (運航に支障なし).
北海道	利尻町	地方	杓形港	本港	<ul style="list-style-type: none"> ・フェリーターミナルボーディングブリッジの外壁の剥がれ (運航に支障なし). ・防波堤のケーソン5函が滑動 (約60cm), 消波ブロックが飛散・沈下.
北海道	岩内町	地方	岩内港		防波堤の胸壁が一部欠損. (詳細確認中)
神奈川県	川崎市	国際戦略	川崎港	浮島2期	廃棄物埋立護岸の背後裏込石が部分損壊.
兵庫県	神戸市	国際戦略	神戸港	ポートアイランド (第2期)	土砂処分場の護岸石材が一部移動.
福岡県	北九州市	国際拠点	北九州港	響灘西	強風によりガントリークレーンが逸走. (荷役作業に影響なし)

表-A.2 港湾局所管の海岸保全施設の被害状況

(出典：国土交通省 急速に発達する低気圧に伴う暴風等に係る被害状況等について (第4報))

都道府県名	管理者名	港格	港湾名	地区名	被害状況
北海道	稚内市	重要	稚内港海岸	潮見	護岸が一部損壊. 消波ブロックが沈下.

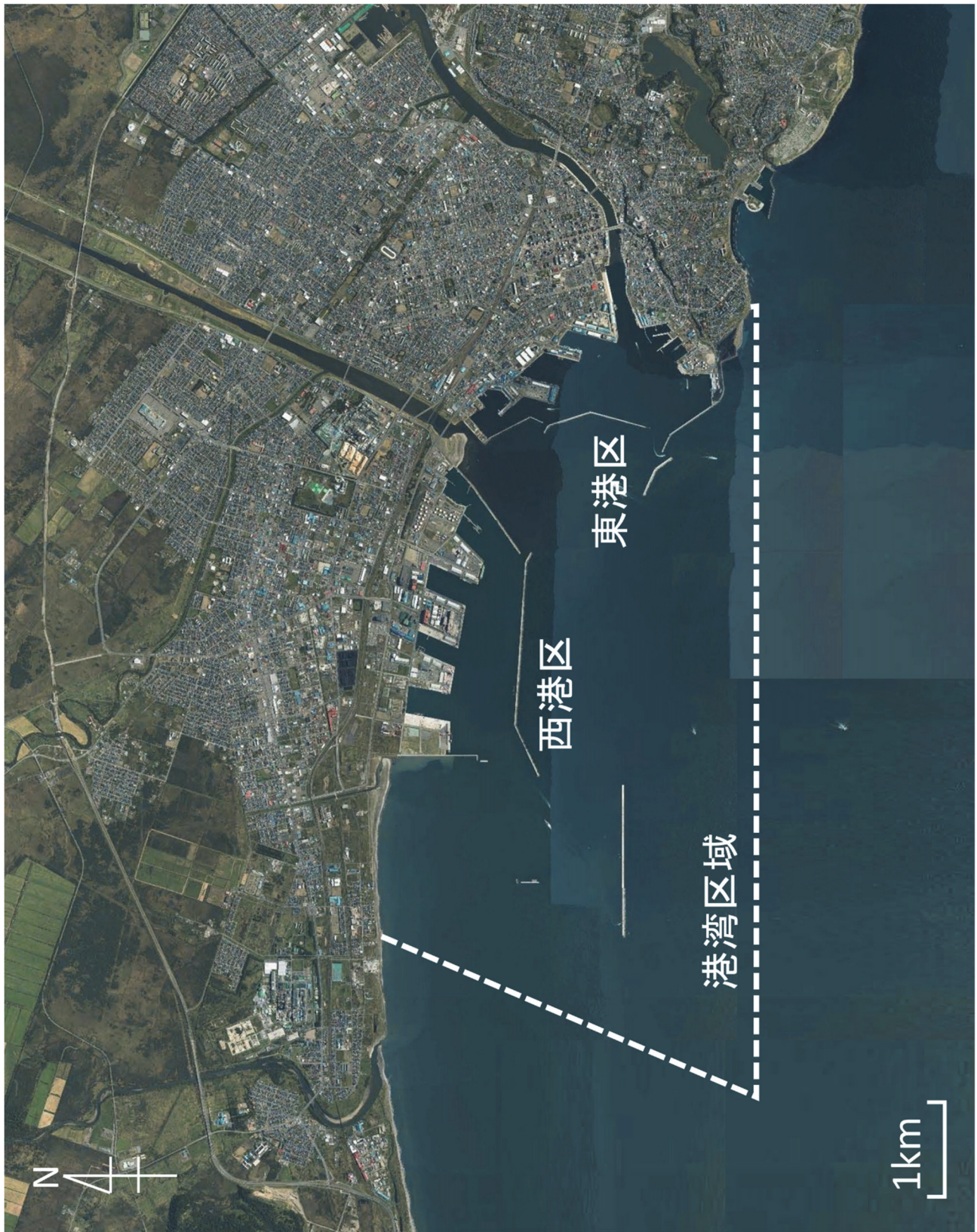


図-B.2 港湾区域（釧路港）

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of NILIM

No. 894 March 2016

編集・発行 ©国土技術政策総合研究所

本資料の転載・複写のお問い合わせは
〔〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1
管理調整部企画調整課 電話:046-844-5019〕