

寒地港湾の利用可能率向上に関する調査研究



(一社)寒地港湾空港技術研究
センター 調査役
増田 亨

6月から当センターにお世話になっております増田といいます。今日は当センターで自主研究として取り組んでおります、寒地港湾の利用可能率向上に関する調査研究と題して発表させていただきます。時間が少ないので、ちょっとはしょって説明させていただきます。

本日の発表内容はこちらに書いてあるとおり、1から5まであって、背景と目的ですけれども、錨泊港は積雪寒冷地特有の過酷な環境にあって、こちらの下の写真にあるようなボーディングブリッジが年間に20回程度使えないということが発生しておりまして喫緊な課題となっております(図3.3.1)。ただ、地方港湾に対する予算に関しましては、あまり潤沢につくということがなくて、管理者さんとかで少ない投資で利用可能率を向上できるような対策がないかということで研究を始めております。目的としましては、そのような利用可能率を向上させるための手法を研究して対策を提案すること

になります(図3.3.2)。

調査研究の全体計画と実施内容は、こちらの表の左側にあるように六つほどをやる予定であります。研究自体は令和5年から7年までの3か年を考えておりまして、こちらの上から五つのことをやって、最後、来年度取りまとめたいというふうに考えております(図3.3.3)。

一つ説明したいのは、補助金・交付金制度の資料収集ですけれども、直轄事業のような、割と潤沢に予算をかけて対策を講じるというのではなくて、管理者さんですとかフェリー会社さんがこういう補助金・交付金制度を使って船体動揺対策ができればいいということで、そのようなことをやるときに有効な補助金ですとか、



図 3.3.2

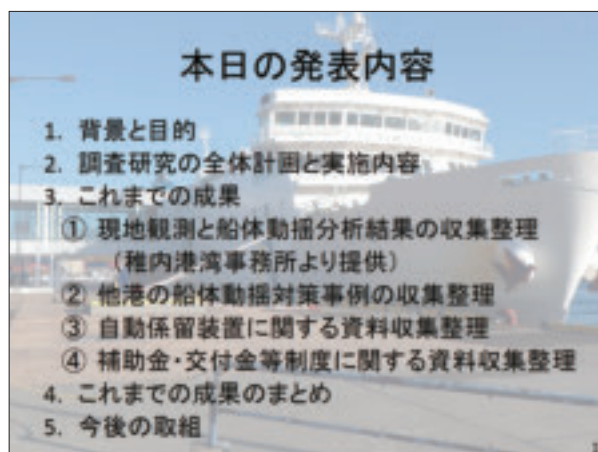


図 3.3.1

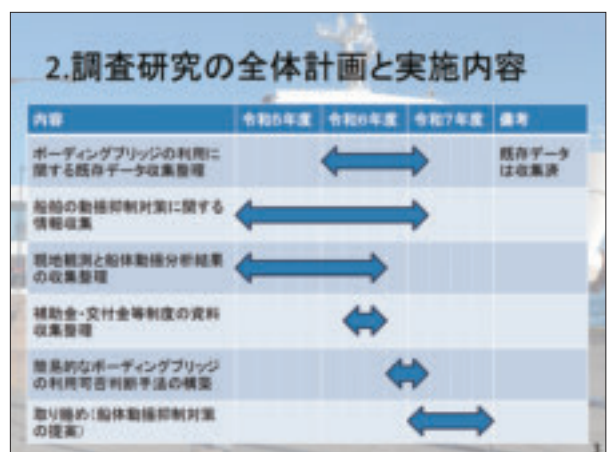


図 3.3.3

交付金制度ないかということで調査しております。

これまでの成果の一つ目です。現地観測と船体動揺分析結果になります。こちらは、稚内開発建設部から資料提供をいただいております。錨泊港で令和5年に、風況、それから波浪と船体動揺観測を行っておりまして、それらを整理しているのですが、その中でボーディングブリッジが使えない高い波浪の時の船体動揺の調査をしております。こちら左下の表にあるのですが、ボーディングブリッジが使えないイベント時の船体動揺量を調査しているのですが、その中で、限界動揺量を超えているのがローリングということで、それがボーディングブリッジの使えない主要因であるということが分かっております（図3.3.4）。

それから、波浪観測をした結果ですが、ボーディングブリッジが使えないような船体動揺を引き起こすときの港内擾乱のメカニズムとしましては、北からの長周期波を含む高波浪が来て、一部こちらの港口から波が侵入、それからさらに南外防波堤を回り込んで、港内に侵入した長周期波成分が港の中で増幅して、こちらに示すフェリー岸壁の方で悪さをするとということが分かっております（図3.3.5）。

それからこれまでの成果の二つ目、他の港における船体動揺対策事例の収集整理になります。

す。中段の表にある9個の事例を集めております。それに関する参考資料は下の表にあります。全部で9件集まって、係留施設を対策したのが5件で、外郭施設を対策したのが4件であります。対策方法としては、係船柱を増設したのが1件で、外郭施設の延伸・改良が3件、それから係留索による対応が4件で、防舷材の変更が1件、それから防風柵が1件となっております（図3.3.6）。

事例紹介の一つ目です。香深港になります。こちらは長周期波が入ってきて、フェリーの利用障害が発生しているということです。それに対して、こちらの図にあるように、係船柱を増設して対策したという事例になります（図3.3.7）。

二つ目の事例、羽幌港になります。位置的に

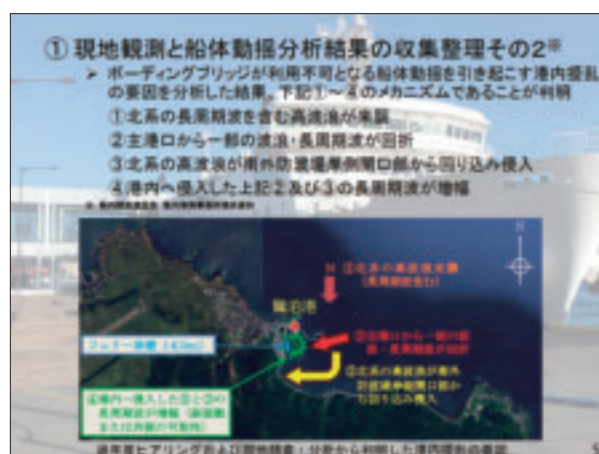


図 3.3.5



図 3.3.4



図 3.3.6

はこちらで、こちらも高波浪時に新しいフェリー岸壁が擾乱するということで、平成25年から26年は30回、避難が起きたということに対して、平成29年度にこちらの防波堤、それから令和元年度にこちらの防波堤を整備して、現在はフェリーの避難回数がゼロという状況です(図3.3.8)。

それから事例の三つ目です。苫小牧港と志布志港になります。場所的にはこちらになっていまして、こちらは長周期波対策ということで、苫小牧港の吸収層、志布志港に関しましても、こちらに吸収層を対策するという事例になります(図3.3.9)。

四つ目、能代港になります。場所はこちらで、こちらでも長周期波で係留索が切れたり、利用障害が発生しているということに対して、船体動

揺シミュレーションを使って、こちらの図に示すように、赤線の係留索の本数を増やしたりとか、防舷材のタイプを変更して、船体の動揺の固有周期を調整して動揺を抑えるということを考えました。シミュレーションでは一定程度の効果を得たというふうに聞いております(図3.3.10)。

続きまして、石巻港と高知港になります。こちらは、港空研で開発した長周期波動揺低減システム、こちらの写真に示すものなのですが、このウインチから出ている係留索の材質を軟らかいものと硬いものを組み合わせて、船舶の動揺の固有周期を変えようという対策です。高知港の事例では、サージングの動揺量を30%低減したという報告があります(図3.3.11)。

続きまして、常陸那珂港になります。場所は

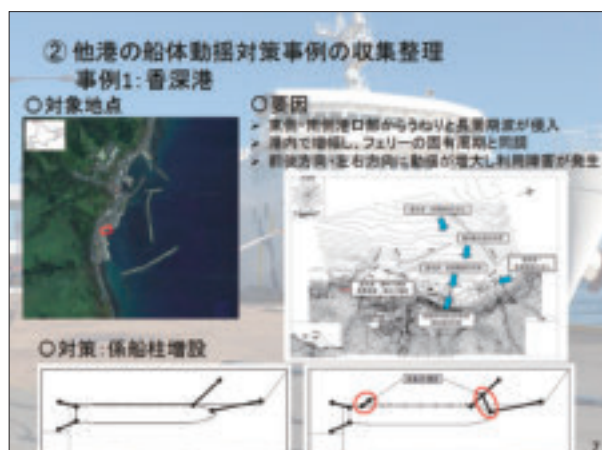


図 3.3.7

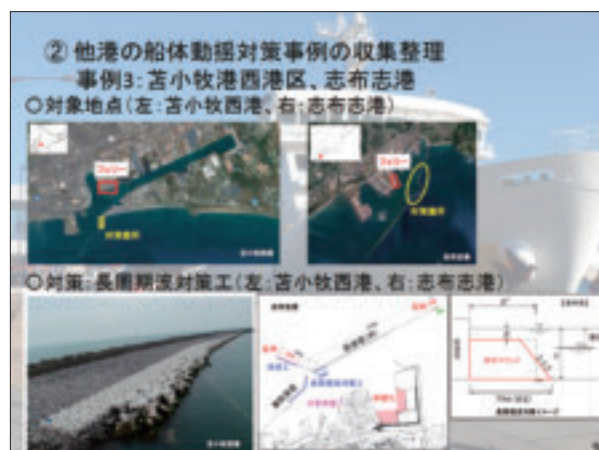


図 3.3.9



図 3.3.8

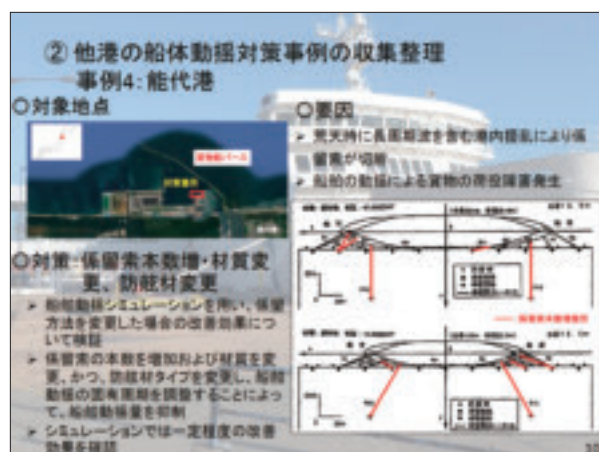


図 3.3.10

こちらで、こちらは、トレルボルグ・マリンステムズ社と日本郵船が共同開発した船体動揺低減係留システムというものです。こちらの写真にあるとおり、この装置を岸壁に付けて係留索を通して、係留索の張力を制御することによって、船体動揺を抑えるというものです。今年から試験運用中ということです（図 3.3.12）。

これまでの成果の三つ目ですけれども、自動係留装置に関する資料収集整理になります。場所は敦賀港で今、実証実験中です。この写真に示す自動係留装置というものが、こちらに6基付いていて今実証実験中です（図 3.3.13）。

自動係留装置の特徴なのですけれども、このアーム部と吸着部に分かれておりまして、船舶が岸壁に近づいてくると吸着部で船体をキャッチして、アーム部でどんどん引き寄せながら着

岸させるというシステムです。アーム部に関しては、スプリングと油圧で稼働して、船体が揺れた時に係留力を大きくして、もともとの位置に戻そうというようなシステムになっております。具体の仕様はメーカーの機密事項でちょっと分からない状況です（図 3.3.14）。

それから船体動揺に関する低減効果です。現地観測も行っており、船体動揺シミュレーションを右の表に示す条件と、こちらの船型で船体動揺のシミュレーションもやりまして、その結果が右下になるのですが、普通の係留索の時と、自動係留装置を2基から8期増やした時の、それぞれの船体動揺の6成分を計算した結果になります。結果としては、Surge と Sway の水平成分とそれから Yaw の鉛直成分に関しては動揺抑制効果が見られて Heave と Pitch に関しま



図 3.3.11



図 3.3.13



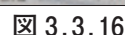
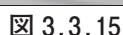
図 3.3.12



図 3.3.14

あと、令和5年度12月4日に当センターで現地調査をやってきましたので、その概要を報告させていただきます。自動係留に関しましてはそういう装置なので省力化と効率化があるということが分かりました。あと、利礼航路のフェリーはこちらに示す諸元なのですが、実際に、敦賀で接岸しているRORO船に対して、船長が2分の1ですとか、総トン数が4分の1ということなのですが、ヨーロッパでは利礼航路と同じような船型でも実績があるので、船型に関する問題はないというふうに考えています。一番心配なのは、吸着板が当たるところが平滑でないといけないということと、先ほども言ったのですが、積雪寒冷地特有の現象として船体に着氷したときにちゃんと吸着板が吸い付いて機能するのかということ、は、実証実験や現地からはちょっと分かりませ

成果取りまとめは省略して（図 3.3.19）、今後の取組もこちらに示すとおりで、③ボーディングブリッジの利用可否判断手法構築についてちょっと説明させていただきます（図 3.3.20）。コンセプトは、ユーザーがフェリーターミナルの運営者。それから閾値みたいなのを設定して、無料の気象・海象の予測サイトからピンポ



イントの予測値を入手して、それと対比してボーディングブリッジが使えるか使えないかという判断の材料にしたいというふうに考えています。過去 10 年間のボーディングブリッジが使えない日時が分かっているのと、同時期の気

[illegible]

图 3.3.17

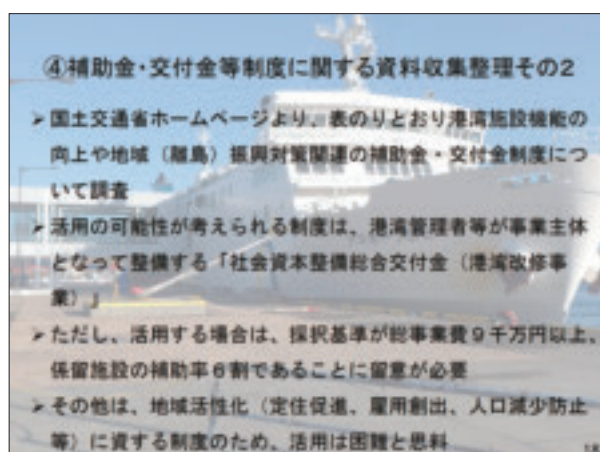


图 3.3.18

象・海象のデータも入手しているので、これらを付き合わせてボーディングブリッジが使えない日時の気象・海象データを抽出して、それをちょっと睨めっこして、ボーディングブリッジが使えないと判断する気象・海象値、いわゆる閾値を設定できればというふうに考えています。イメージとしては、風向きがこのような状況で風速がこれ以上の時は駄目ですよとか、波向きがこのような状況で波高がこれ以上だと使えないというようなことが設定できればというふうに考えています (図 3.3.21)。

流れの続きなのですけれども、気象・海象のピンポイント予測値、今、ウインディという予測サイトを考えています。こちら、普通にクリックすると風も波も分かり、何日か後の気象・海象値が分かるサイトです。それで予測値

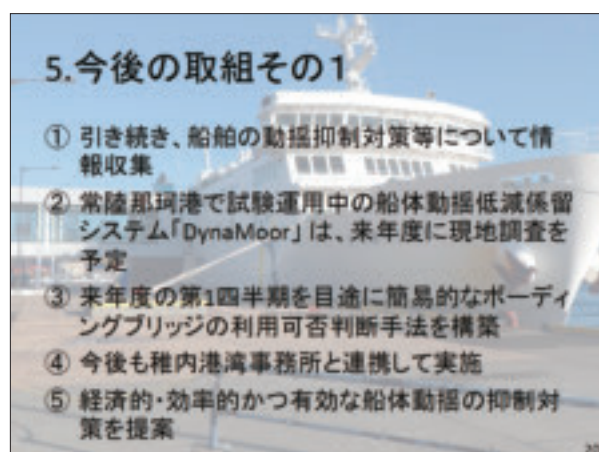


图 3.3.20

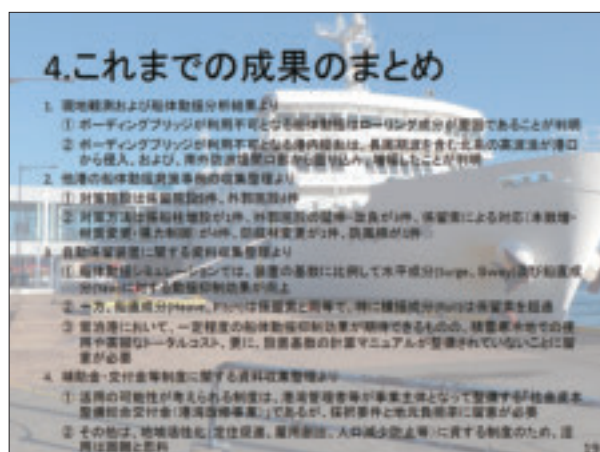


图 3.3.19

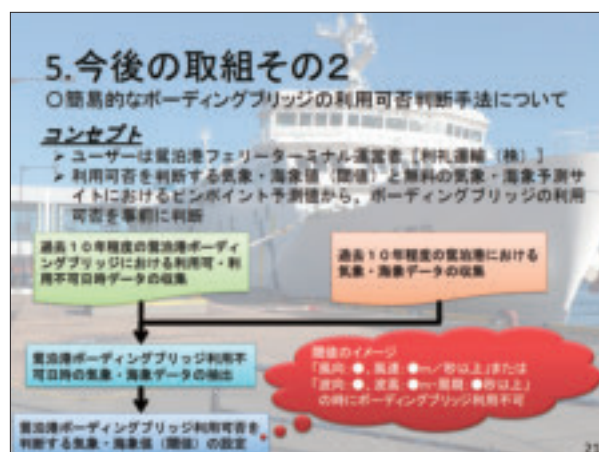


图 3.3.21

が出てくるので、閾値と比較して、予測値が閾値より大きいと使えないという結果になるのですけれども、それが実態と合っていれば、この作業としては終了なのですが、実態とちょっと乖離していると、閾値としてちょっと良くないのではないかということでもう一回再検討しなければならないというふうに考えています（図 3.3.22）。

以上、簡単ですけれども、御静聴ありがとうございました。

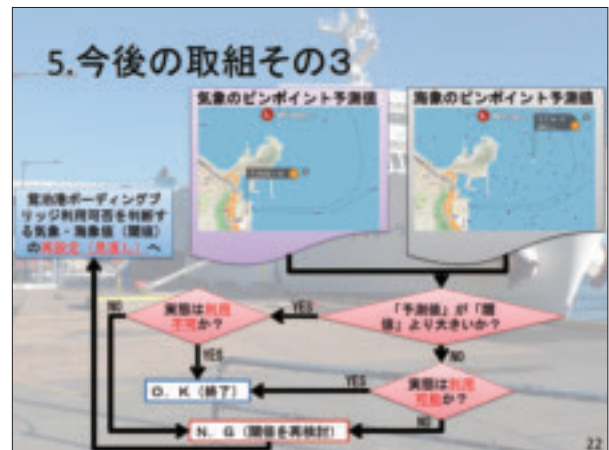


図 3.3.22