

II-7 全天候バースによる波浪変形 (その1)

—水理模型実験と実測との比較—

新日本製鐵(株)室蘭製鐵所 正員 山上 佳 範
 同 上 矢 崎 尚
 室 蘭 工 業 大 学 正員 近 藤 倅 郎

1. はじめに

北海道のように厳しい気象・海象条件下にある港湾では、年間を通して安全で円滑な操船・荷役作業の
 できることが大きな課題である。当社室蘭製鐵所では、このような背景を踏まえ荒天時にも荷役可能な全
 天候型のバースを昭和62年に建設し、さらに平成2年に2バース目を増設した。

これら全天候バースの計画にあたっては、荷役稼働率上特に重要な波浪低減方法について水理模型実験
 を行い検討し、バース完成後に現地の波浪観測を実施して稼働率の検証を行った。

ここでは、第1全天候バースを対象としてバース内の波高低減効果を主とした波浪変形に注目し、水理
 模型実験と実測との比較を行い考察するものである。

2. 当所泊地の概要

室蘭港は西方向に開口した長さ約6km、幅約2kmの袋状の地形をしており、水深は-10~17mで奥に行く
 ほど浅くなっている。港内に来襲する波浪は噴火湾で発生する風波が主であるが、当地の風発生確率が
 冬季は西方向に卓越することから、港内は外内の2重の防波堤で静穏度を確保している。

一方、当所の泊地は長さ約2000m、幅約450mのスリット形状をしており、室蘭港の一番奥に位置して
 いることから、沖波より港内で発生する風波や行き止まり地形による反射波の影響が大きく、港内でも冬
 季の静穏度は低い方である。全天候バースは、第1バースがこの泊地の奥から約500mの南岸に、第2バ
 ースはさらに約200m入口側きたところに位置している。

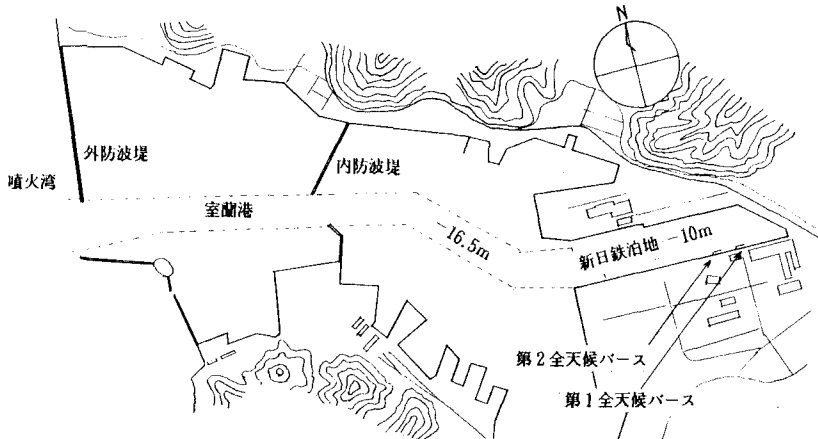


図-1 室蘭港の概要

Wave Deformation with All Weather Berth (Part 1) - Comparison between Hydraulic Model
 Test and Field Observation - : Yosinori Yamakami and Hisahi Yazaki (Nippon Steel Corporation
 Muroran works), Hideo Kondo (Muroran Institute of Technology)

3. 模型実験方法と現地観測方法

(1) 模型実験方法

当所泊地が港内で発生する風波に影響されることから、水理模型実験では泊地内の波浪変形を把握することとした。模型は泊地の直進性を考慮し全長の3/4の範囲とし、縮尺1/80の歪みなし平面水槽とした。

実験波は泊地入口部に進入する波浪を想定し、波向は風発生頻度の高いW・WNW方向とし、周期は沖波実測結果に基づき4～6秒とした。実験波の波高は、沖波と港内発生風波が合成されたものとなる。今回は、SMB法と既往の実験データから風速と波高との関係を計算し風速20m/s時の各波向における波高を実験波とした。尚、実験波は規則波とした。

波高測定点は造波板前とバス内としたが、バス内については重複波となることから腹と節の平均値を代表波高とした。

実験はバスがある場合と無い場合について行った。

(2) 現地観測方法

現地観測は実験との比較をするため、波高測定点を極力同じ位置とした。しかし、実際には泊地中央部は航路にあたることやバス無しのケースは建設後であるため不可能なことなどから次のような位置とした。先ず、泊地入口部については航路に支障のないよう泊地南端とした。また、バス無しのケースは泊地幅約450mに対してバス張り出し幅が20mと小さいことからバスの外側約10m離れた地点を測定点とした。バス有りのケースはバス内中央点を測定点とした。

観測は海底設置型の水圧式波高計を用い各点の波高を測定した。また、泊地入口点では進入波の波向も測定した。波向測定方法は、波の流速を測定し軌道流速のエネルギーピークとなる周期の波の主方向を波向として求めた。尚、測定は120分間隔で10分間の波形を解析して有義波を求めた。

4. 結果と考察

現地波浪観測は西方向の風が強い冬季に実施したが、W方向のデータが極端に少なかったためWNW方向の結果について考察していく。

(1) 波向

沖波・港内発生波とも風波であることから、実験では風向を波向として考えた。今回この風向と実際の波向を比較した。

図-4に示すように、実測波向のピークはNNWで風向のWNWと一致しなかった。これは他の風向についても同様に実測ピークはNWやNNWとなった。

このことから、風向と波向の不一致は測定点に原因があると考えた。即ち、今回の

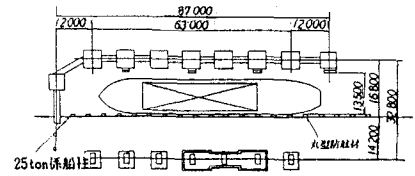


図-2 全天候バス平面図

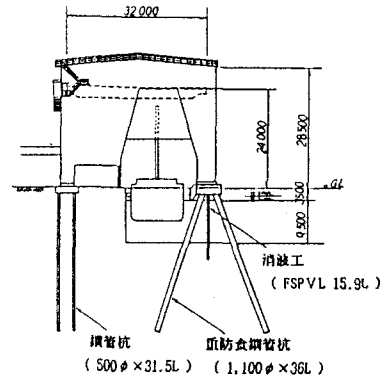


図-3 全天候バス断面図

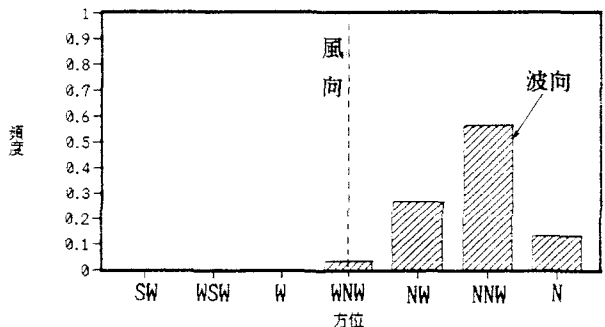


図-4 波向と風向との比較

測定点は泊地の南端であること、WNW方向の水深は-16.5mに対し測定点から南側は-10m前後と浅くなっていることから、WNW方向に進入してきた波浪が水深の変化により屈折が生じることが考えられ、観測ではこの屈折した波向を測定したものと思われる。

したがって、波向については従来どおり風向を波向をすることにした。

(2) 泊地入口波高

泊地に進入する波浪は沖波と港内発生波との合成波で、波高は(1)式にて表すことができる。

$$H_0 = \sqrt{(KH_i)^2 + H_1^2} \dots (1)$$

ここで、 H_0 は泊地入口波高、 K は沖波の港内減衰率、 H_i は沖波波高、 H_1 は港内発生波波高を示す。

沖波に関して実測値と計算値とを比較した結果を図-5に示す。風速10m/s以下ではほぼ一致しているが、10m/s以上では実測値の方が小さい。これは、WNW波では吹送距離が約50kmあることから、区間内の風速や継続時間のバラツキによるものと考えられ妥当な傾向と言える。

次に、泊地入口について実測値と計算値とを比較した。これも風速10m/s以下ではほぼ一致しているが、10m/s以上では実測値の方が小さい。これは、港内風波では吹送距離的に区間内でのバラツキが考えにくいことから、WNW波の吹送距離の取り方にひとつ原因があるものと思われる。また既往の実験結果を用いた港内減衰率も実験前提条件で水深が現在より浅い等の相違点があることからこの影響もあると考える。

(3) 泊地内波浪変形

水理模型実験にて求めた周期毎の波高比について実測値と比較した。実測値は有義波周期と有義波高を用いた。

図-7に全天候バースの無い場合の比較結果を示す。これによると、実験値と実測値とも周期が大きくなると波高比が下がる傾向を示し、波高比は実験値が実測値の上限値とほぼ一致している。これは実測値の測定点が実際には第1バースの外側であるため、第1バースと既設岸壁との反射位置や反射率の違い等の影響と考える。

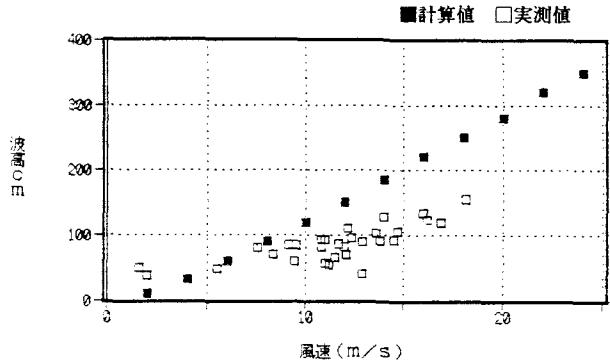


図-5 沖波の風速～波高関係の比較

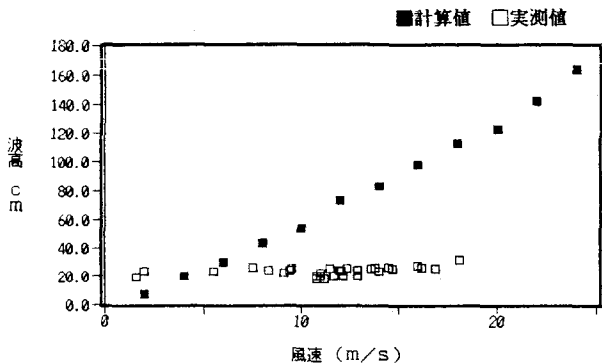


図-6 泊地進入波の風速～波高関係の比較

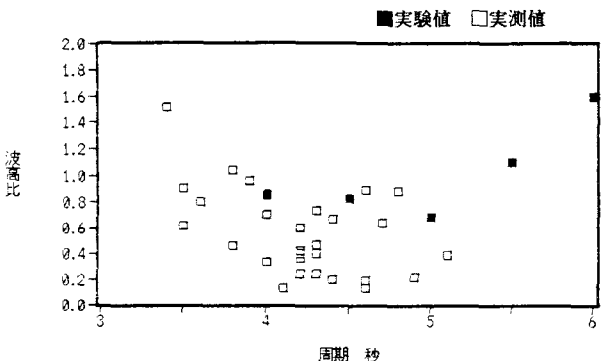


図-7 全天候バース無しの比較

次に、全天候バースが有る場合の比較結果を図-8に示す。バースの無い場合と同様に、周期が大きくなると波高比が下がる傾向を示している。また波高比の値は実験値が実測値と良く一致しており、実験値は実測値のほぼ平均値を示している。

以上より、泊地内の波浪変形については実験結果と実測結果はよく一致していることがわかった。

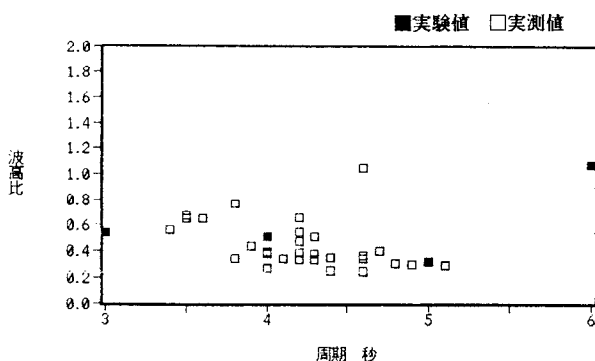


図-8 全天候バース有りの比較

5. まとめ

第1全天候バースに関する水理模型実験

結果と現地観測結果を比較することにより、以下のことがわかった。

- (1)実験において波向を風向として考えたことから実際の波向と比較した結果、波向測定機の設置場所が泊地端の水深の変化する地点であったため波向分布のピーク方向と風向は一致しなかった。
- (2)沖波と泊地進入波の風速～波高関係について計算値と実測値を比較した結果、風速10m/s以上で実測値の方が小さい傾向を示した。これは、吹送区間内での風速や継続時間のバラツキや吹送距離の取り方等を考慮すると妥当な傾向と言え、安全側の結果となった。
- (3)泊地内の波浪変形についてバースが有る場合と無い場合について各々比較した結果、実験結果と実測値とはよく一致しており、規則波による実験でも精度の良い結果を示すことがわかった。

6. おわりに

現在、第2バースについても第1バースと同様の水理模型実験と現地波浪観測を実施しており、今後これらのデータも合わせて実験の妥当性を検討していく予定である。

謝辞：今回の研究にあたっては室蘭工業大学4年目中川文彦君の絶大なる協力を得ており、ここに深く感謝の意を表する。

〔参考文献〕

- (1)山上・村井・富士：全天候バースの設計・施工について（土木学会北海道支部論文報告集第44号 PP.645～650、S63.2）
- (2)溝口：全天候バースの設計・施工（第24回水工学に関する夏期研修会講義集 Bコース PP.B-8-1～13、S63.8）
- (3)北海道開発局等：室蘭港外防波堤模型実験（S44.3）