

相川火力発電所タンカー岸壁変更等
に係る航行安全対策調査

報 告 書

平成 22 年 3 月

社団法人日本海海難防止協会

目 次

第1章 調査検討の概要	1
1 目 的	1
2 調査内容	1
2.1 港湾等の状況	1
2.2 対象船舶(5,000DWT及び3,000DWTタンカー)の着離岸操船及び係留の安全性	1
2.3 航行安全対策	1
3 調査方法等	2
3.1 委員会の構成	2
3.2 調査検討の方法	3
4 調査検討の結果	3
第2章 燃料受入岸壁変更計画の概要	5
1 タンカー岸壁変更の経緯	5
2 岸壁変更計画	6
3 受入対象船舶	9
第3章 港湾等の状況	10
1 二見港の現況	10
1.1 二見港の沿革	10
1.2 二見港の施設	12
1.2.1 外郭施設	12
1.2.2 水域施設	12
1.2.3 係留施設	12
1.3 錨 地	14
1.4 潮 位	15
1.5 港内静穏度	15
1.6 二見港の利用状況	16
1.6.1 取扱貨物量	16
1.6.2 入港船舶	17
2 二見港の曳船	19
3 自然環境	20
3.1 気 象	20
3.2 海 象	34
4 漁船及びプレジャーボート等の状況	36

4.1 漁船	36
4.2 プレジャーボート等	38
5 航路標識	39
6 海難の発生状況	40
第4章 着離岸操船及び係留の安全性	43
1 対象岸壁及び対象船舶等	43
1.1 対象岸壁	43
1.1.1 岸壁前面の水深	46
1.1.2 防舷材	49
1.1.3 係船柱	49
1.2 泊地・航路	50
1.3 対象船舶等	51
1.3.1 対象船舶	51
1.3.2 係留索	55
1.3.3 係留状況	55
2 着離岸操船の安全性	60
2.1 操船水域	60
2.1.1 航路及び泊地の水深	60
2.1.2 航行水域の幅	61
2.1.3 泊地の広さ	61
2.1.4 水域の安全性	62
2.2 着離岸操船	63
2.2.1 検討方法	63
2.2.2 シミュレーションのケース	63
2.2.3 入港着岸操船	64
2.2.4 離岸出港操船	65
2.3 着岸時の安全性	67
3 係留の安全性	72
3.1 係留施設	72
3.1.1 岸壁の諸元	72
3.1.2 係留施設の配置等	72
3.2 係留限界風速の算出	73
3.2.1 検討条件	73
3.2.2 風圧力及び流圧力の算出式	73
3.2.3 係留限界風速	75
3.3 係留中の船体動揺	77

3.3.1	検討方法	77
3.3.2	設定条件	77
3.3.3	シミュレーションのケース	78
3.3.4	係留状態の評価	79
3.3.5	船体動揺シミュレーション結果からの考察	80
第5章 航行安全対策		82
1	入出港の管理体制	82
2	着離岸時の対策	82
2.1	着離岸の条件	82
2.2	余裕水深	83
2.3	その他	83
3	係留中・荷役中の安全対策	83
3.1	荷役開始前打合せ	83
3.2	船体動揺対策	83
3.3	異常気象・海象時の安全対策	84
3.3.1	荷役の中止等	84
3.3.2	荒天時の対策	84
3.4	その他	84
3.4.1	長周期波対策	84
3.4.2	地震津波等への対策	85
3.4.3	避泊等の留意事項	85
委員会等の開催状況及び議事概要		86
1	第1回委員会	86
1.1	開催状況等	86
1.2	議事概要	87
2	第1回作業部会	97
3	第2回委員会	98
3.1	開催状況等	98
3.2	議事概要	100

〈参 考 資 料〉

資料-1 操船シミュレーションによる安全性の検討	111
1 操船シミュレーションによる検討	111
1.1 検討方法	111
1.2 システムの概要	113
1.3 実施対象船舶	114
1.4 シミュレーション・データ	114
1.4.1 操船水域	114
1.4.2 気象・海象等	115
1.4.3 操船関係	116
1.4.4 載貨状態	117
1.4.5 シミュレーションのケース	117
1.5 操船シナリオ	117
1.6 評価・検討方法	122
2 鳥瞰図操船シミュレーション結果	123
2.1 操船局面等	123
2.2 入港着岸操船	124
2.2.1 入港着岸操船（入船右舷）	124
2.2.2 入港着岸操船（出船左舷）	133
2.2.3 入港着岸操船のまとめ	142
2.3 出港離岸操船	144
2.3.1 出港離岸操船（入船右舷）	144
2.3.2 出港離岸操船（出船左舷）	153
2.3.3 出港離岸操船のまとめ	162
2.4 操船者の意見	164
資料-2 係留中の船体動揺シミュレーションによる検討	165
1 検討方法	165
2 実施対象船舶	166
3 設定条件	167
3.1 気象・海象	167
3.2 対象船舶の係留状態	167
3.3 岸壁水深	167
4 シミュレーション・ケース	168
5 評価方法	169

5.1	データの処理	169
5.2	係留状態の評価	169
5.3	船体動揺シミュレーション手法の概要	171
6	係留中の船体動揺シミュレーション結果	172
6.1	5千トンタンカーのシミュレーション結果	172
6.1.1	船体動揺量	172
6.1.2	係留索張力及び防舷材歪み	179
6.2	3千トンタンカーのシミュレーション結果	184
6.2.1	船体動揺量	184
6.2.2	係留索張力及び防舷材歪み	191
6.3	増し取り索を配置した追加シミュレーション結果	196
7	船体動揺シミュレーション結果のまとめ	201

第1章 調査検討の概要

1 目的

東北電力㈱相川火力発電所の燃料受入配管ルート変更に伴う、タンカー接岸場所を公共岸壁の二見港2号岸壁に変更すること、ならびに受入れる最大船舶を3,000DWTから5,000DWTへ大型化することに係る着離岸及び係留の安全性について調査・検討することを目的とした。

2 調査内容

東北電力㈱相川火力発電所タンカー岸壁変更等の計画を基に、次の事項を調査検討した。

2.1 港湾等の状況

- イ 二見港の現況
- ロ 二見港の施設
- ハ 二見港の利用状況
- ニ 周辺の航行環境（風況、波浪、天候、海潮流、海難等）

2.2 対象船舶（5,000DWT及び3,000DWTタンカー）の着離岸操船及び係留の安全性

5,000DWTタンカーについては、4,999DWTタンカー（以下「5千トンタンカー」という。）及び3,000DWTタンカーについて、2,000KL積み3,000DWTタンカー（以下「3千トンタンカー」という。）を対象船舶として、次の事項を調査検討した。

- イ 操船水域の安全性
- ロ 操船シミュレーションの実施及び評価
 - ・出船（入船）着離岸について実施
- ハ 着離岸の安全性の検討
 - ・着離岸操船方法及び運用基準の検討
 - ・防舷材の強度（接岸エネルギーの算定、計画防舷材の耐力検討）
- ニ 対象岸壁の安全性
- ホ 係留船体動揺シミュレーションの実施及び評価
- ヘ 係留中の安全性の検討
 - ・船体動揺量、防舷材圧縮歪、係留索張力
 - ・係留限界気象条件

2.3 航行安全対策

- イ 入出港の風速基準
- ロ 標準操船例（着岸速度を含む。）
- ハ 係留（荷役）中の対策（荷役中止基準、荒天時の措置等）
- ニ その他（気象・海象情報の把握等）

3 調査方法等

学識経験者及び船舶交通の専門知識を有する者等を委員とし、二見港を管理・監督する関係官公庁から指導を受ける委員会を設置して検討した。

委員会の名称は、「相川火力発電所タンカー岸壁変更等に係る航行安全対策調査委員会」とした。

3.1 委員会の構成

(順不同・敬称略)

「委員」

大津 皓平 東京海洋大学 名誉教授
山崎 龍生 社団法人 日本船長協会 副会長
塚原 政和 新潟水先区水先人会 会長
坂本 久和 二見港利用促進協議会 会長代行(坂本海運株式会社 代表取締役)
濱本喜和雄 佐渡漁業協同組合 理事

「関係官公庁」

第九管区海上保安本部
新潟海上保安部
佐渡海上保安署
北陸地方整備局 新潟港湾・空港整備事務所
新潟地方气象台
新潟県交通政策局 港湾整備課
新潟県佐渡地域振興局 地域整備部港湾空港課

3.2 調査検討の方法

資料を収集及び整理して検討すると共に、対象船の係留船体動揺及び操船シミュレーションを実施のうえ、その結果を委員会の検討・審議資料とし、委員会において調査・検討した。

なお、シミュレーションの結果に基づく評価及び係留の安全対策については、作業部会により整理・検討のうえ委員会における審議資料とした。

4 調査検討の結果

東北電力株式会社相川火力発電所の燃料受入タンカー接岸場所を公共岸壁の二見港 2 号岸壁に変更すること、ならびに受入れる最大船舶の大型化計画について、二見港の現況等を踏まえ 5 千トンタンカーの操船シミュレーション（鳥瞰図）及び 5 千トンタンカー、3 千トンタンカーの船体動揺シミュレーションを実施して、その航行の安全性及び必要な安全対策を調査検討した。

その概要は次のとおりであり、第 4 章及び第 5 章に詳細を記載する。

なお、本報告書に詳述した諸安全対策は、その基本的事項を示したものであり、二見港 2 号岸壁へのタンカー受入にあたっては、二見港利用者と連絡を密にして、関係者間で十分協議を行い、関係官公庁の指導を受けて安全確保に万全を期す必要があるものと思料する。

- (イ) 港内操船水域については、5 千トンタンカーを対象とする全長の 1 倍以上の通航路幅、全長の 2 倍以上の直径の円（水深 7.1m 以上）の回頭泊地が確保でき、5 千トンタンカーが二見港に入出港するに際し、曳船または十分な推力を有するスラスターを利用することにより、操船上特に問題ない水域といえる。
- (ロ) 二見港 2 号岸壁は、5 千トンタンカーを対象とする港湾の施設の技術上の基準に適合し通常時の係留においては支障ないものといえる。
- (ハ) 5 千トンタンカーのシミュレーション（鳥瞰図）から、船首スラスター及びシリングラダー等の特殊舵を利用できる場合には、風速 15m/sec^{注1}まで左舷付け及び右舷付けのいずれにおいても安全に入港着岸できることを確認した。

なお、離岸出港については、風速 17m/sec においても、安全に離岸出港できることを確認した。
- (ニ) 5 千トンタンカー及び 3 千トンタンカーの船体動揺シミュレーションにおいて、風速 15m/sec までの荷役の安全性、風速 20m/sec までの係留の安全性を確認した。
- (ホ) 離岸風となる風向 NNE における SWAY の軽減を図るためのプレストライン繫止のための直柱の設置、接岸速度 15cm/sec までの安全な着岸を可能とするための防舷材の改善（強化）を提案した。

(へ) タンカー入出港にあたっては、係留中、長周期波の影響による動揺に十分注意するとともに、必要に応じ、今後、長周期波の影響を認めた場合の即応要領を整備すること、及び、二見港利用者間において入出港情報を共有することが望ましいとの意見があった。

(ト) 安全対策の要点は、次のとおりとした。

- ① 入港着岸の基準は、風速 15m/sec 以下とし、入港着岸を決定するにあたっては、気象・海象情報の把握に努め、係留荷役中、離岸避難を要する事態の虞のない条件下において入港着岸する必要がある。
- ② 通常時の出港（予測できない荒天等による避難以外）は、原則として風速 15m/sec 以下において離岸出港すること。
- ③ 荷役中止の気象・海象条件を風速 15m/sec とし、タンカー着岸中風速 15m/sec 以上が予想される場合にあっては、荷役の中止時期、離岸出港条件等を考慮して、安全に離岸出港できる風速条件下において離岸させ、安全な海域に避難させること。

注：本報告書において記載する風速は、10 分間平均風速、波高は、有義波高を示す。

第2章から第4章省略

第5章 航行安全対策

1 入出港の管理体制

発電所において定める「発電用燃料油受入作業基準」等によるタンカー入出港及び係留・荷役の管理責任者、作業責任者等の安全管理に関する体制を周知・徹底して責任分担を明確にする必要がある。

2 着離岸時の対策

2.1 着離岸の条件

二見港2号岸壁に着離岸する東北電力(株)相川火力発電所燃料輸送タンカーについては、以下の事項を条件とする必要がある。

- (1) 入港最大船舶は、5,000DWT未滿のタンカーとする。
- (2) 着離岸の基準は、表2-1に示すとおり。

表 2-1 着岸の基準

項目	基準
着離岸の時間帯	原則日出から日没までの間
気象・海象の入港基準	風速：15m/sec以下() 波高：1.0m以下 視程：500m以上

風速は10分間平均風速、波高は有義波高を示す。

- (3) 着岸速度は15cm/sec以下とする。

なお、防舷材の改善等がなされない場合においては、表2-2に示す着岸速度とする。

表 2-2 着岸速度の基準

対象船舶	着岸速度
3,000DWT以上のタンカー	10cm/sec以下
3,000DWT未滿のタンカー	12cm/sec以下

- (4) 3,000DWT以上のタンカーについては、船首スラスタ及びシリングラダー等の特殊舵装備船であること。

なお、船首スラスタ及び特殊舵が利用できない船舶にあつては、曳船を利用する必要がある。

- (5) 入港着岸を決定するにあたっては、気象・海象情報の収集に努め、原則として、係留荷役中、離岸避難を要する事態発生の恐れ(風速15m/sec以上の発生等)のない

条件下において入港着岸すること。

- (6) 通常時の出港(予測できない荒天等による避難以外)は、原則として風速 15m/sec 以下において離岸出港すること。

2.2 余裕水深

タンカー入港に当っては、既往最低潮位(LLWL)及び航行時の浅水影響や船体動揺に起因する船体沈下、気象・海象による水深の変化等を考慮して、吃水の10%以上の余裕水深を確保する必要がある。

2.3 その他

次の事項を考慮する必要がある。

- イ 強風下における3,000DWT以上のタンカーの入出港は、船長をはじめ関係者が十分協議して決定する。
- ロ 操船水域内において、対象船舶と同等の他の船舶の入出港と競合しないように、必要に応じて入出港時間の調整を図る。
- ハ 在泊船がある場合にあっては、当該船舶との連絡を密にし、からみ錨等の障害の発生の未然防止を図る。
- ニ 真野湾内の共同漁業権内には多数の刺し網等の漁具が設置されており、特に台ヶ鼻及び田切須崎沖には、季節により定置網が設置されているので注意を要する。(第3章港湾等の状況4.1漁船の項を参照。)

3 係留中・荷役中の安全対策

3.1 荷役開始前打合せ

船舶と陸上の責任者は、荷役開始前に次の事項について十分な打合せを行い、その内容を荷役関係者に周知・徹底すること。

- イ 荷役作業に関する事項
- ロ 荷役時の事故防止対策
- ハ 緊急時の連絡方法
- ニ 事故時の緊急対応

3.2 船体動揺対策

次により、船体動揺による事故防止を図ること。

- イ 気象情報の把握に努め、必要に応じて係留索を増し取りする。
- ロ 定期的に係留索の状況を監視し、できる限り係留索を均等に張り合わせる。
- ハ 気象・海象状況に応じて増取り索を取ると共に、係留索の張り合わせ張力を強めるなど船体動揺量の軽減に努める。

二 暴風時にもタンカーを係留しようとする場合にあっては、係船柱（直柱）を設置して、プレストラインを繫止する必要がある。

3.3 異常気象・海象時の安全対策

3.3.1 荷役の中止等

異常気象・海象時における荷役中止等の対策基準は、表 3-1 のとおりとする。

表 3-1 異常気象・海象時の対策基準

項目	対策基準
荷役中止基準	風速 15m/sec、波高 1.0m

風速は 10 分間平均風速、波高は有義波高を示す。

次の事項に該当する場合には、原則として、直ちに荷役を中止してフレキシブルホースを切離す等の必要な荒天対策を執る必要がある。

なお、ホースの切離しに当っては、荷役中止後の安全性、気象・海象、船体動揺等の状況を勘案して、実施すること。

- イ 気象・海象条件が荷役中止基準に達した場合
- ロ 荷役岸壁付近に火災が発生した場合
- ハ 漏洩事故が発生した場合
- ニ その他荷役続行が危険な場合

3.3.2 荒天時の対策

台風及び低気圧等による暴風が予想される時は、十分早めに安全な海域に避難させる必要がある。

なお、タンカー着岸中は、気象情報の把握に努め、風速 15m/sec 以上が予想された場合にあっては、荷役中止時期、出港調整等を検討し、安全に離岸可能な風速条件下において、離岸出港できるようにすること。

また、次の事項に該当する場合には、原則として離岸し、安全な海域に避難すること。

- イ 津波警報が発令された場合（直ちに荷役中止、離棧）
- ロ 船長が離棧する必要があると判断した場合
- ハ その他係留の続行が危険な場合

3.4 その他

3.4.1 長周期波対策

タンカー入出港にあたっては、係留中、長周期波の影響による動揺に十分注意するとともに、必要に応じ、今後、長周期波の影響を認めた場合の即応要領等を整備することが望ましい。

3.4.2 地震津波等への対策

海上保安官署及び地方自治体からの通達について、収集・整理し、対策マニュアル等を作成するなどして、安全対策に資することが望ましい。

3.4.3 避泊等の留意事項

荒天により、荷役を中止して離岸させた場合または入港待機させる場合において、佐渡島周辺海域で漂ちゅう(lie to)、ちちゅう(heave to)または錨泊する場合には、本州北西岸水路誌、航行警報等を参考にするとともに、漁網に十分配慮して海域を選定するように留意させる必要がある。

参考 社団法人日本海海難防止協会が平成 14 年 3 月に発行した「日本海中部海域における避泊地及び錨泊方法等に関する調査研究報告書」は、本海域における避泊又は錨泊にあつたての好参考資料である。

委員会等の開催状況及び議事概要、〈 参考資料 〉 省略