

新形式 LNG 運搬船及び LNG 運搬船の大型化に係る 航行安全・防災対策の安全対策評価ガイドライン

平成 28 年 3 月

公益社団法人 日本海難防止協会

目 次

1	はじめに.....	1
2	ガイドラインの概要.....	2
2.1	目的及び構成.....	2
2.2	対象船舶及び対象バース.....	2
2.3	ガイドラインの関係者.....	2
2.4	ガイドラインの性格.....	3
3	検討の手順.....	4
3.1	検討手順の概要.....	4
3.2	新形式 LNG 運搬船の新規受入れに係る検討.....	7
3.2.1	新形式 LNG 運搬船の判定（図 3.1.1 の①）.....	7
3.2.2	個別検討委員会（地方）による検討（図 3.1.1 の④）.....	8
3.2.3	LNG 運搬船の操船性能評価基準による判定（図 3.1.1 の⑤及び⑥）.....	9
3.2.4	事前検討委員会（共通）による検討（図 3.1.1 の⑦及び⑧）.....	10
3.3	LNG 運搬船の承認済み最大船型大型化に係る検討.....	11
3.3.1	LNG 運搬船の大型化判定（図 3.1.1 の②）.....	12
3.3.2	入港安全性の事前確認（図 3.1.1 の③）.....	12
3.4	使用事例.....	13
3.5	個別の航行安全・防災対策の検討における手順の整理.....	16
3.5.1	入出港に係る評価手法及び安全対策.....	16
3.5.2	係留中の評価手法及び安全対策.....	17
3.5.3	その他の航行安全対策.....	17
3.5.4	海上防災対策の確認.....	17
3.6	事前検討委員会（共通）から個別検討委員会（地方）への引き継ぎ.....	20
3.6.1	海難防止団体間の情報の開示・共有方法.....	20
3.6.2	シミュレーション業務実施者の情報の開示・共有方法.....	20
4	LNG 運搬船大型化判定チェックリスト.....	21
5	LNG 運搬船受入れのための事前確認基準.....	24
5.1	事前確認基準策定の背景と目的.....	25
5.2	承認願の安全対策等に対応可能か否かの確認方法.....	25
5.3	確認方法.....	27
5.3.1	航路.....	27
5.3.2	回頭水域.....	28
5.3.3	水深.....	29
5.3.4	接岸速度（エネルギー）.....	29
5.3.5	係留限界.....	30

5.3.6	曳引力	30
6	LNG 運搬船の操船性能評価基準.....	32
6.1	概要	32
6.2	要目等が操船に及ぼす影響要素の整理.....	32
6.3	操船局面毎の判断基準	35
6.4	要目の超過が操船に及ぼす影響評価	36
6.4.1	評価事例（操船性能評価基準による判定例）	36
6.4.2	操船性能評価基準を満たさない場合	43
6.5	従来船データベース（操船性能評価のための検証結果）	44
6.5.1	検証対象船（モデル船）	44
6.5.2	横移動（発動）操船局面に係る検証	47
6.5.3	保針操船局面に係る検証	56
6.5.4	その場回頭局面に係る検証.....	63
6.5.5	変針局面に係る検証.....	69
6.6	参考資料（過去の委員会での検討結果及び文献等）	105
6.6.1	横移動操船局面における強風下の横移動速力計算結果.....	105
6.6.2	保針操船局面における斜航角（Drift angle）	105
6.6.3	その場回頭操船局面における回頭水域の直径	106
6.6.4	変針操船局面における回頭角速度.....	106
6.6.5	保針操船局面又は変針操船局面における船型の変化が操船に及ぼす影響.....	106
7	（参考）委員会による検討.....	107
7.1	委員会の開催概要	107
7.2	委員会の構成.....	108
7.2.1	委員	108
7.2.2	関係官庁	109
7.2.3	関係出席者	109
7.2.4	事務局	109

1 はじめに

本ガイドラインは、平成 26 年度及び 27 年度に国土交通省海事局が公益社団法人日本海難防止協会に調査検討を委託した「シェールガス輸送に向けた新形式 LNG 運搬船に係る航行安全及び海上防災の評価手法検討調査」委員会の検討結果に基づくものであり、将来想定される新形式 LNG 運搬船の受入れや、承認済み最大船型を上回る大型 LNG 運搬船の受入れに必要となる航行安全対策の策定に係る検討の手順及び安全性の影響評価に関する各種基準等について取りまとめたものである。

今後、我が国への LNG の輸入が活性化することを踏まえると、新形式 LNG 運搬船や、承認済み最大船型を上回るより大型の LNG 運搬船の入港頻度の増大が見込まれるところである。このため本ガイドラインにおいて、これら対象船舶に関する航行安全対策の検討手順及び検討項目の明確化と整理を行い、従来の検討手法から安全性を損なうことなく、客観性及び透明性を高め、効率化を図ることで、検討の時間短縮と、それに伴う費用の削減という効果が期待される。

2 ガイドラインの概要

2.1 目的及び構成

本ガイドラインは、新形式 LNG 運搬船及び承認済み最大船型¹を上回る大型の LNG 運搬船の入出港及び着離棧における航行安全対策の策定に関し、その検討手順及び安全性の影響評価に関する各種基準等を取りまとめたものである。

全体の検討の手順については、「3 検討の手順」として、また、安全性の影響評価に関する各種基準等については、「4 LNG 運搬船大型化判定チェックリスト」、「5 LNG 運搬船受入れのための事前確認基準」、「6 LNG 運搬船の操船性能評価基準」として、その概要を取りまとめた。

2.2 対象船舶及び対象バース

本ガイドラインの対象となる船舶は、危険物積載船である LNG 運搬船であり、同じ危険物積載船であっても LPG 運搬船や原油タンカーといった船舶を対象としたものではない。

また、対象となるバースは、すでに港長から危険物専用岸壁の承認を得た岸壁（以下、「専用岸壁」という。）であり、新たに LNG 運搬船用の専用岸壁を建造する場合は、本ガイドラインの検討手順とは異なり、「大型タンカー及び大型タンカーバースの安全防災対策基準（行政指導指針）」（平成 23 年 1 月 17 日付け保警環第 73 号、保交安第 78 号（平成 26 年 3 月 31 日最終改正））に基づき、別途、海上保安部署長に「建造届」を提出し、安全防災対策を実施するため必要な指導・助言を受けることになる。

2.3 ガイドラインの関係者

本ガイドラインの関係者は、LNG 運搬船の入出港及び荷役に係る安全性の評価に関する団体・企業等であり、具体的には、以下のとおりである。

(1) LNG 運搬船の運航に関する団体・企業

例：LNG 運搬船の船主、運航会社、代理店、水先人

(2) LNG 運搬船の荷役に関する団体・企業

例：LNG の荷主（ガス会社、電力会社、商社等）

(3) LNG 運搬船の建造に関する団体・企業

例：造船所等

(4) LNG 運搬船が入港するバースの管理者・運営者

例：LNG バースの管理者（ガス会社、電力会社等）

(5) LNG 運搬船が入港する港湾の関係者

例：LNG バース近隣の係留施設の管理者・運営者、当該港湾の水域利用者、港湾管理者・

¹承認済み最大船型とは、LNG バース管理者が各港の港長に提出し、承認を受けた危険物専用岸壁承認願に記載された最大荷役船舶を指す。

港長等の関係行政機関

(6) LNG 運搬船の安全性評価のために開催される委員会の関係者、同事務局

例：学識経験者、上記（１）～（５）の団体・企業、海難防止団体（事務局）

新形式LNG 運搬船及び承認済み最大船型を上回る大型のLNG 運搬船を専用岸壁に入出港させようとする場合、上記の関係者は、本ガイドラインに基づき安全性を確認する必要がある。

2.4 ガイドラインの性格

本ガイドラインは、LNG 運搬船の入出港及び荷役時についての安全性評価に関して、平成26年度から2カ年に亘り開催された「シェールガス輸送に向けた新形式LNG 運搬船に係る航行安全及び海上防災の評価手法検討調査委員会」の検討²を経て、学識経験者、海事関係者、関係行政機関等の合意を得て策定されたものである。

したがって、法的な拘束力は有してはいないものの、2.3の関係者間において事前に合意がなされた事項として、最大限尊重し、関係者はこれを遵守すべきである。

なお、本ガイドラインは「3 検討の手順」で後述するとおり従来のバース毎の個別検討委員会等による安全対策の策定方法も包含していることから、既存の運用基準等航行安全対策等は、本ガイドラインの策定に伴って無効になるものではない。

² 検討の概要については、「7（参考）委員会による検討」を参照

3 検討の手順

3.1 検討手順の概要

本ガイドラインは、新形式 LNG 運搬船の新規受入に係る検討と、承認済み最大船型を上回る大型 LNG 運搬船の受入に係る検討において使用する。

本ガイドラインの検討手順に関する概要を図 3.1.1 に示す。

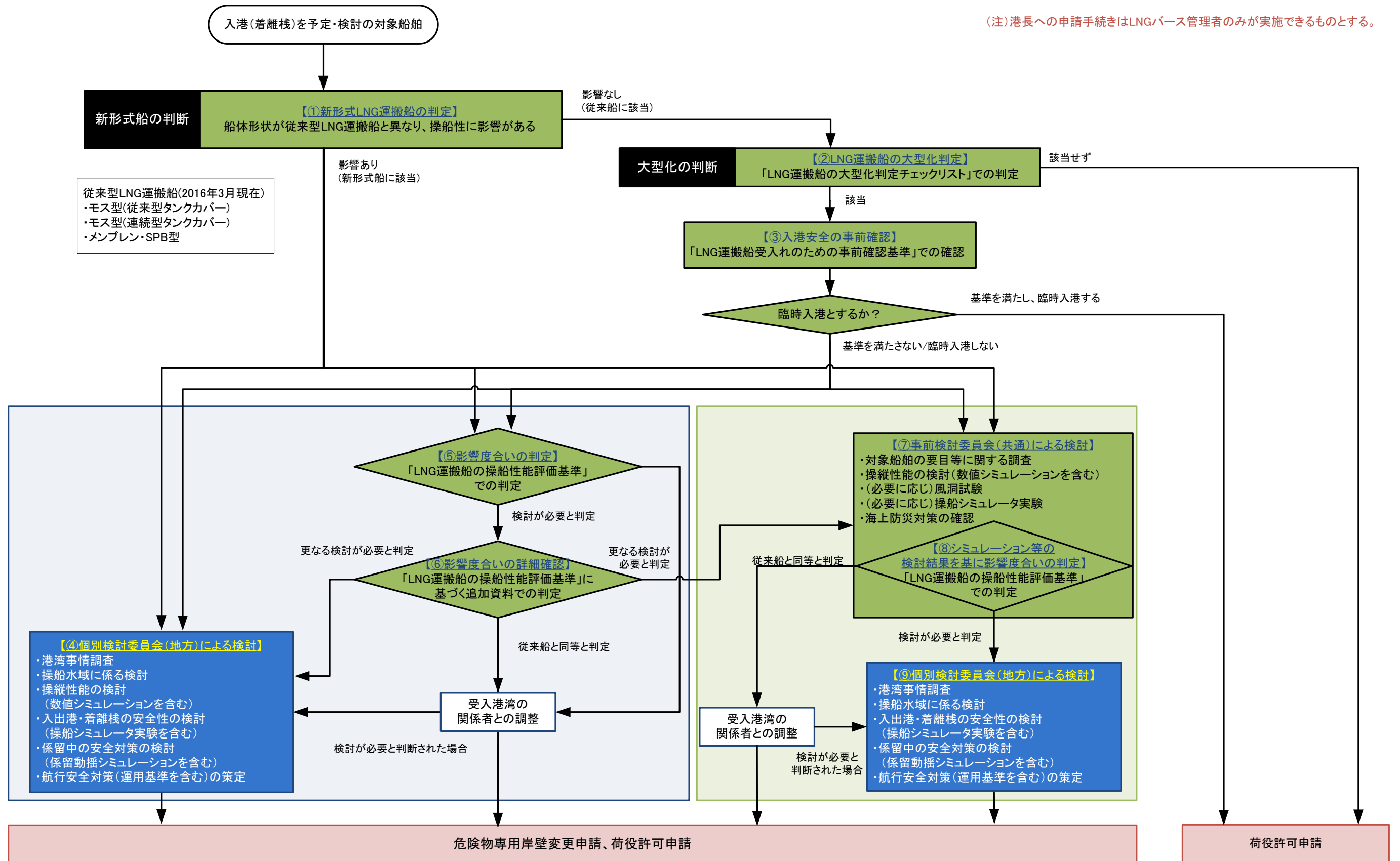


図 3.1.1 新形式 LNG 運搬船及び LNG 運搬船の大型化に係る航行安全・防災対策の安全対策評価ガイドライン

3.2 新形式 LNG 運搬船の新規受入れに係る検討

新形式 LNG 運搬船の新規受入れに係る検討の方法及び手順を以下に示す。

3.2.1 新形式 LNG 運搬船の判定（図 3.1.1 の①）

【判定方法】

新規に受入れを検討する LNG 運搬船（以下、「対象船舶」という。）が、新形式 LNG 運搬船と位置付けられるか否かを判定する。ここで判定するための指標は、対象船舶の船体形状が従来型 LNG 運搬船と異なり、操船性に及ぼす影響の度合いとなる。

本邦の LNG バース入港実績のある従来型 LNG 運搬船（平成 28 年 3 月現在、予定を含む）を図 3.2.1 から図 3.2.3 に示す。

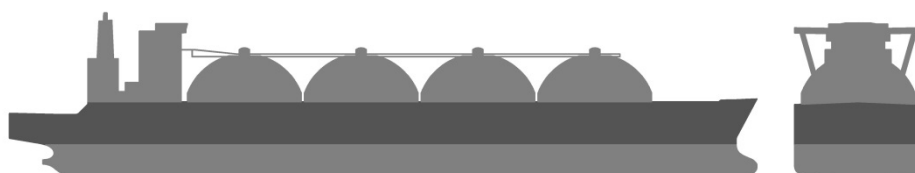


図 3.2.1 モス型（従来型タンクカバー） LNG 運搬船



図 3.2.2 モス型（連続型タンクカバー） LNG 運搬船



図 3.2.3 メンブレン・SPB³型 LNG 運搬船

³ 自立型角形タンク (Self-supporting Prismatic Shape IMO type B)

船体形状が従来型と異なれば原則新形式船に該当すると考えられるが、船体形状が従来型と異なっても操船性に及ぼす影響の度合いを判断し、操船性が同等と判断されれば非該当となる。

一般に、操船性に及ぼす影響の度合いを定量化した上で、閾値を設け、従来型 LNG 運搬船と新形式 LNG 運搬船とを明確に区別することは困難であるが、LNG 運搬船は、他の船種と比較して、喫水が浅く、海面上の構造物が大きいという特徴があるため、LNG 運搬船の操船性に及ぼす影響の度合いに係る主たる着目点は、風圧影響の大きさと考えられる。なお、受風面積のみならず、浸水面積、船長/船幅比 (L/B)⁴、方形係数(Cb)⁵、排水量、船体形状、舵形状/最大舵角、水深/喫水比等も、LNG 運搬船の着離棧及び入出港局面における操船性能に影響を与える要素として考えられる。

したがって、対象船舶について、これらの要素に違いがあり操船性に影響があると考えられる場合、新形式船に該当するものとして、検討実施者は以下の 3 つの検討手順から 1 つを選択し安全性の検討を行う。

- (1) 個別検討委員会（地方）による検討（図 3.1.1 の④）
- (2) 「LNG 運搬船の操船性能評価基準」による判定（図 3.1.1 の⑤及び⑥）
- (3) 事前検討委員会（共通）及び必要に応じて個別検討委員会（地方）による検討（図 3.1.1 の⑦～⑨）

また、前述の諸要素について、対象船舶と従来型 LNG 運搬船とを比較し、操船性に影響がない場合、従来型 LNG 運搬船として「3.3 LNG 運搬船の承認済み最大船型大型化に係る検討」の手順に従う（ただし、船体形状が異なる場合「3.3.2 入港安全性の事前確認」は除く）。

3.2.2 個別検討委員会（地方）による検討（図 3.1.1 の④）

図 3.1.1 中「④ 個別検討委員会（地方）」の検討方法は、従来から各バースにおいて実施されてきた航行安全に係る検討である。ここでは、有識者、港湾関係者や関係官庁より構成される委員会を開催し、LNG 運搬船の航行安全に係る技術的検討を実施し、運用基準等を含む具体的な航行安全対策について合意形成が図られる。

検討委員会においては、港湾の事情に関する情報の収集・整理、操船シミュレーション、係留シミュレーションや、一部海上防災に係る事項を含んだ検討を経て、最終的には航行安全対策が策定される。

なお、海上防災対策は、LNG バース新設時に委員会による検討が実施されるものであり、バース側の荷役設備に変更がない場合については、一般的に実施しない。但し、海上防災委

⁴ 正確には、船長(L)は垂線間長 (Lpp) 。なお、操船性能に影響を与えるのは全長 (LoA) ではなく、垂線間長(Lpp) であることに注意が必要。

⁵ 船体の水面下の容積のやせている度合を示す指標で、数値が大きければ肥えた船、小さければ痩せた船ということになる。方形係数 (Cb) = 排水容積 / (長さ×幅×喫水)

員会の開催から長期間が経過している場合にあっては、航行安全に係る検討委員会の中で情報の共有が成される。

3.2.3 LNG 運搬船の操船性能評価基準による判定（図 3.1.1 の⑤及び⑥）

(1) LNG 運搬船の操船性能評価基準による判定（図 3.1.1 の⑤）

図 3.1.1 中「⑤ 影響度合いの判定」では、後述する「6 LNG 運搬船の操船性能評価基準」に含まれる「6.5 従来船データベース（操船性能評価のための検証結果）」に基づき、船体形状の違いや船型（排水量など）の違いが操船性に及ぼす影響の有無について推定、確認し、対象船舶の操縦性能が従来船と同等か否かを判定する。この基準を利用することにより、比較的簡便に影響の程度を推定、確認することが可能となる。⁶

なお、「6.5 従来船データベース（操船性能評価のための検証結果）」は、以下の 5 船型を検討対象船（モデル船）型としており、横移動（発動）、保針、その場回頭、変針操船の 4 つの操船局面における数値シミュレーション等の結果が視覚的に比較・判断できる内容となっている。

（検討対象船型⁷）

- ・ 15 万 m³ 級モス型（従来型タンクカバー）LNG 運搬船
- ・ 15 万 m³ 級モス型（連続型タンクカバー）LNG 運搬船
- ・ 17 万 m³ 級モス型（従来型タンクカバー）LNG 運搬船
- ・ 18 万 m³ 級モス型（連続型タンクカバー）LNG 運搬船
- ・ 21 万 m³ 級メンブレン・SPB 型 LNG 運搬船

具体的な判定方法については、「6 LNG 運搬船の操船性能評価基準」に示す。

比較した結果、船体形状の違い等が操船性に与える影響の度合いが限定的であり、対象船舶の操船性が従来船と同等以上と判定できる場合にあっては、受入港湾の関係者と調整する。

一方、同等以上と判定できず、更なる検討が必要と判定された場合にあっては、図 3.1.1 中「⑥ 影響度合いの詳細確認」にて詳細な検討を要する。

(2) LNG 運搬船の操船性能評価基準に基づく追加資料での判定（図 3.1.1 の⑥）

図 3.1.1 中「⑥ 影響度合いの詳細確認」では、事前に実施した「⑤ 影響度合いの判定」

⁶回頭モーメント力が大きくなると考えられる場合にはシミュレーション等にて検証する必要がある。

⁷ 要目等詳細については「表 6.5.1 検討対象船（モデル船）」を参照。5 つの形式のうち、「18 万 m³ 級モス型（連続型タンクカバー）LNG 運搬船」については 2016 年 3 月現在、未だ建造はされておらず、設計段階のデータを用いたモデルのシミュレーション結果となっている。

(前述)において影響度合いが従来船と同等と判定できなかった場合に、追加資料により、影響度合いを判定する。

ここでは、対象船舶について「6 LNG 運搬船の操船性能評価基準」の「6.5 従来船データベース（操船性能評価のための検証結果）」と同一局面の数値シミュレーションを実施し、その結果が同一の操船局面における安全性を判断するための基準（目安）を満たしているか否かを確認する。

この判断基準を満たしていると判定される場合、対象船舶の操船性が従来船と同等以上と判断できることから、受入港湾の関係者と調整する。

一方、評価基準を満たしていないと判定された場合には、従来船と比して影響が大きい可能性があることから、図 3.1.1 中「④ 個別検討委員会（地方）」又は「⑦事前検討委員会（共通）」にて詳細な検討が必要となる。

(3) 受入港湾の関係者との調整

図 3.1.1 中「⑤ 影響度合いの判定」及び「⑥影響度合いの詳細確認」の結果、対象船舶の操船性が従来船と同等以上と判断された場合にあっては、受入港湾の関係者、特に嚮導する水先人と調整する。

関係者からの了解が得られた場合、港長に対して必要な資料（荷役時間、接岸エネルギー、係留力の安全性に関する資料等を含む）を提出し、危険物専用岸壁承認願の変更手続きを行えば足りることとなる。

一方、関係者から追加の検討事項の要請があった場合、関係者からの指摘に応じた追加検討資料等による説明実施、または図 3.1.1 中「④ 個別検討委員会（地方）」にて詳細な検討が必要となる。

3.2.4 事前検討委員会（共通）による検討（図 3.1.1 の⑦及び⑧）

(1) 事前検討委員会（共通）による検討（図 3.1.1 の⑦及び⑧）

図 3.1.1 中「⑦事前検討委員会（共通）」の検討方法は、前述の図 3.1.1 中「④ 個別検討委員会（地方）」における検討項目のうち、対象船舶の操船性に特化した検討である。事前検討委員会の（共通）の構成員には受入れ検討予定バースの安全対策立案に係る関係者も含めることが望ましい。

本検討は、数値シミュレーションによる操船性に対する外力（風や潮流など）影響の把握と、対象船舶に関する海上防災対策の確認を目的とする。数値シミュレーションで使用する操船モデルは可能な限り計画満載喫水の想定コンディションで作成し、外力（風や潮流、及びそれらの組合せ）の設定に当たっては、全国の受入れ予定バースにおける既存船の安全対策（運用基準）等を基に、委員会での審議を通じて実施シナリオを決定する。

その他、数値シミュレーションだけでは情報が不十分と考えられる場合(回頭モーメン

ト制御に特徴がある、パウスラスターが有効に活用できる場合など）には、必要に応じて操船シミュレータ実験の実施も検討し、その要否および実施シナリオは、委員会での審議を通じて決定する。

特に、対象船の船体形状が特異な場合などは、必要に応じて風洞試験結果に基づく風圧影響の確認や、操船シミュレータ実験による操船性の確認も実施することが望ましい。

事前検討委員会にて実施される数値シミュレーション及び操船シミュレータ実験の設定条件（外力、タグ配置等）や結果の提示については、対象船舶の特徴が容易に理解できるように事前検討委員会（共通）の報告書に明示する。

数値シミュレーション等の検討結果を基に前述の図 3.1.1 中「⑤ 影響度合いの判定」でも使用する「6 LNG 運搬船の操船性能評価基準」に掲載されている「6.5 従来船データベース（操船性能評価のための検証結果）」と比較して、船体形状や船型の違いが操船性に及ぼす影響を推定、比較し、事前検討委員会（共通）にて従来船と同等か否かを判定する（図 3.1.1 の⑧）。なお、具体的な判定結果等については、事前検討委員会（共通）の報告書に明示する。

判定の結果、影響の度合いが限定的であり、対象船舶の操船性が従来船と同等以上と判定できる場合にあつては、受入港湾の関係者と調整する（3.2.3(3)参照）。

一方で、同等以上と推定・判定できず、更なる検討が必要と判定された場合にあつては、図 3.1.1 中「⑨個別検討委員会（地方）」にて詳細な検討が必要となる。

（2）個別検討委員会（地方）による検討（図 3.1.1 の⑨）

図 3.1.1 中「⑨ 個別検討委員会（地方）」の検討方法は、前項(1)における対象船舶の操船性に係る検討結果を受けて、個別の港・バースの環境や状況に応じた検討を行うものである。操船性に係る検討としては、本検討に先行して「⑦事前検討委員会（共通）」で実施される数値シミュレーションの結果から、バースに着離棧する際の外力影響を分析し影響の大きな外力条件を把握の上、操船シミュレータ実験を実施する。その他には、個別バースにて過去に実施された航行安全検討の検討項目に倣い、港湾事情調査、操船水域に係る検討、着棧時・荷役中の安全性検証、係留動揺シミュレーションなどを実施の上、航行安全対策（運用基準を含む）を策定する。

「⑨個別検討委員会（地方）」及び先行実施される「⑦事前検討委員会（共通）」の検討結果をもって、港長に対する危険物専用岸壁承認願の変更手続きに係る審査を充足できる航行安全対策が策定される。

3.3 LNG 運搬船の承認済み最大船型大型化に係る検討

承認済み最大船型を上回る大型 LNG 運搬船の新規受入れに係る検討の方法及び手順は、基本的には前節「3.2 新形式 LNG 運搬船の新規受入れに係る検討」の方法及び手順を踏

襲することから、異なる点についてのみ、以下に示す。

3.3.1 LNG 運搬船の大型化判定（図 3.1.1 の②）

対象船舶が、船型大型化に該当するか否かを判定する。ここでは、受入れバースの承認済み最大船型と比較し、操船性に影響を及ぼす可能性がある要目や風圧面積などの項目が存在するか否かで判定する⁸。具体的な判定の項目及び手法は、「4 LNG 運搬船大型化判定チェックリスト」に示すとおりである。このチェックリストを使用して、既存の承認済み最大船型と新規に受入れを検討する対象 LNG 運搬船を項目ごとに比較し、大型化の有無を確認する。

ここで「該当せず」と判定された場合にあっては、既存の運用基準に従って入港する。

一方で、「該当」と判定された場合にあっては、下記 3.3.2 の事前確認を行う。

3.3.2 入港安全性の事前確認（図 3.1.1 の③）

図 3.1.1 中「③ 入港安全性の事前確認」は、対象船舶が既存の承認済み最大船型の要目等を僅かに上回る場合において、LNG 調達の都合等により、従来受入れていた LNG 運搬船と異なる LNG 運搬船を受入れる必要があり、かつ、当該船舶の受入れまでに十分な時間がない場合に、危険物専用岸壁承認制度を用いず、荷役許容量を超える危険物荷役として個別に安全対策等を策定したうえで荷役するいわゆる臨時荷役を含め、LNG 運搬船の着棧・係留を認めるための事前確認を行うものである。

当該確認は、後述する「5 LNG 運搬船受入れのための事前確認基準」に基づき、港湾施設の条件、着棧時・係留中の安全性、本船の外力影響と配備可能な曳船の曳引力の関係について確認するものである。

その結果、臨時入港が可能と判定できる場合には、港長に対して荷役許可を申請することができる。

一方、従来受入れていた LNG 運搬船と異なる LNG 運搬船を受入れるまでに十分な検討期間を有する場合や、「5 LNG 運搬船受入れのための事前確認基準」を満たさない場合にあっては、検討実施者は以下の 3 つの検討手順から 1 つを選択し検討を行う。

- (1) 個別検討委員会（地方）による検討（図 3.1.1 の④）
- (2) 「6 LNG 運搬船の操船性能評価基準」による判定（図 3.1.1 の⑤及び⑥）
- (3) 事前検討委員会（共通）と個別検討委員会（地方）による検討（図 3.1.1 の⑦及び⑧と、必要に応じて⑨）

⁸ 船の長さを表す指標において、保針性や旋回性等の操船性能に影響を与える要素は LoA （全長）ではなく、 L_{pp} （垂線間長）であることに注意が必要である。

3.4 使用事例

本節では、3.2 及び 3.3 で詳説した新形式 LNG 運搬船及び LNG 運搬船の承認済み最大船型大型化に係る各検討における本ガイドラインの具体的使用方法を紹介する。

[事例 1] カーゴタンク形状が従来船型とは異なり、風圧面積が増大する場合

船社 A は、カーゴタンクの形状が操船性に影響を及ぼすような従来船型と異なる新形式 LNG 運搬船を発注した。ここで、複数のバース管理者が対象船舶（新形式 LNG 運搬船）の受入れを検討していることから、船社 A は自ら主導し、事前検討委員会（共通）を開催することとした。

- (1) 事前検討委員会（共通）及び LNG 運搬船の操船性能評価基準による判定（図 3.1.1 の⑦及び⑧）

【検討実施者】

船社 A

【検討事務局】

公益社団法人 日本海難防止協会

【検討参加者】

有識者、LNG バース管理者（複数）、地方海防団体、関係官庁

【検討方法】

- 事前検討委員会（共通）では、以下に示すような操船に係る資料を公開するとともに、全国の港・バースにおける個別検討委員会（地方）での検討の基礎となる数値シミュレーションを実施した。ここで公開した資料は、検討対象である新船型 LNG 運搬船を設計する造船所の提供する設計段階における計画数値であった。
 - 対象船舶の要目等
 - 一般配置図（GA）
 - IMO 操縦性能基準に対する対象船舶の想定操船性能（旋回試験結果、Z 試験結果、停止性能）
 - その他（パイロットカード、風圧力係数、舵面積などの操縦性能に関する資料）
- 数値シミュレーションの実施結果について委員会にて審議を行い、外力影響に対する対象船舶の操船特性と、その影響の度合いを明確化した。

その結果、対象船舶の操船性が従来船型と同等と判定できなかったことから、対象船舶の受入れを新規に検討する各 LNG バース管理者は、各々のバース事情を勘案したより詳細な検討をそれぞれ実施することになった。

なお、対象船舶の荷役に関し、栈橋上のローディングアームなどの設備に特段の変更がないことが確認されたことから、従前の海上防災対策（基地建設時の消火設備、ガス検知器等の防災設備及び荷役管理体制、事故発生時の対応体制等）で対応できることが確認された。

(2) 個別検討委員会（地方）（図 3.1.1 の⑨）

新形式 LNG 運搬船を、複数の港の LNG バースに受け入れる計画があり、バースごとに個別検討委員会を実施することとなった。以下は、そのうちの 1 つの港に所在するバースでの検討例である。

【検討実施者】

LNG バース管理者 B

【検討事務局】

LNG バースの所在する港を管轄する地方海防団体 C

【検討参加者】

有識者、LNG バース所在港の関係者、関係官庁

【検討方法】

個別検討委員会（地方）では、過去に実施した航行安全検討時の検討項目を念頭に、以下の項目について検討を実施した。

- LNG バースの所在する港の事情や対象船舶の操船水域
- 事前検討委員会（共通）にて実施された対象船舶の数値シミュレーション結果と、LNG バースの所在する海域事情から、操船上、大きな影響を及ぼす可能性がある外力条件を選定した操船シミュレータ実験
- 着岸時と荷役中の安全性として、対象船舶のパラレルボディとフェンダーの関係についての確認
- 係留中の安全性を確認するための係留動揺シミュレーション
- 検討結果を総合的に評価した航行安全（運用基準を含む）の策定

(3) 危険物専用岸壁承認願の変更申請

LNG バース管理者 B は、事前検討委員会（共通）と個別検討委員会（地方）での検討結果を添えて、LNG バースの所在する D 港長に対して危険物専用岸壁承認願に記載する最大船型の変更を申請した。

承認後、荷役許可を申請し、許可を得て対象船舶を受入れた。

[事例 2] 排水量が承認済み最大船型を上回る LNG 運搬船を受入れる場合

LNG バース管理者 E は、対象船舶の受入れを検討する中で、対象船舶の排水量が承認済み最大船型（17 万 m³級モス型（従来型タンクカバー）LNG 運搬船）の排水量を上回る可能性があることから、確認することとした。

(1) LNG 運搬船の大型化判定（図 3.1.1 の②）

【実施者】

LNG バース管理者 E

【判定方法】

対象船舶（排水量が承認済み最大船型を上回る可能性がある 17 万 m³級モス型（従来型タンクカバー）LNG 運搬船）の要目等を入手し、「4 LNG 運搬船大型化判定チェックリスト」を用いて、対象船舶と承認済み最大船型の要目等を比較した。

その結果、対象船舶の排水量は、承認済み最大船型のそれを上回ることが確認された。

(2) 入港安全性の事前確認（図 3.1.1 の③）

【実施者】

LNG バース管理者 E

【確認方法】

LNG バース管理者 E は、対象船舶と承認済み最大船型とを比較した結果、全長は長くなっておらず、喫水も変わらないことから、航路、回頭水域、水深の確認は省略した。

また、対象船舶の排水量が増加することから、接岸速度（エネルギー）、係留限界、曳引力を確認したが、それぞれ条件を満たしていた。

このため、臨時荷役は可能であることが確認できたが、今後も対象船舶の定期的な入港を予定しているため、臨時荷役ではなく、最大船型の大型化の申請を見据え、「6 LNG 運搬船の操船性能評価基準」により、更なる検討を実施することとした。

(3) 影響度合いの判定（図 3.1.1 の⑤）

【実施者】

LNG バース管理者 E

【判定方法】

LNG バース管理者 E は、排水量の増大が保針・変針局面のみならず、横移動・回頭局面で操船性に影響を及ぼすことから、「6 LNG 運搬船の操船性能評価基準」を用いて、対象船舶の操船性について入港実績のある LNG 運搬船と比較することとした。

その結果、承認済み最大船型である 17 万 m³級モス型（従来型タンクカバー）LNG 運搬船と比較して正横速力 20cm/sec を得るまでの時間は僅かに長くなるものの、基準（目安）である「180 秒後に正横速力 20cm/sec」は得られることが「6 LNG 運搬船の操船性能評価基準」のデータから推定できた。

この結果から、対象船舶の排水量の増大分が操船性に及ぼす影響は限定的であると判断でき、受入港湾の関係者と調整することとした。

(4) 受入港湾の関係者との調整

LNG バース管理者 E が、受入港湾の関係者それぞれに対し「6 LNG 運搬船の操船性能評価基準」での検証結果を相談した結果、対象船舶の操船に及ぼす影響は限定的であることが理解された。

(5) 危険物専用岸壁承認願の変更申請

LNG バース管理者 E は、上記(2)「入港安全性の事前確認」の結果及び(3)「影響度合いの判定」の結果を添えて、LNG バースの所在する F 港長に対して危険物岸壁承認願に記載する最大船型（排水量）の変更を申請した。

変更承認後、荷役許可を申請して許可を得て、安全性の確認が済んだ対象船舶（排水量の増加した 17 万 m³級モス型（従来型タンクカバー）LNG 運搬船：新たな承認済み最大船型）を受入れた。

3.5 個別の航行安全・防災対策の検討における手順の整理

LNG バース管理者等の検討の実施者が、個別の港湾における航行安全・防災対策を検討する際に、本ガイドラインに基づき実施すべき検討の項目・手順を以下に示す。但し、検討の項目・手順については、過去に実施した当該バースの航行安全・防災対策を参考に加除できるものとする。

なお、事前検討委員会（共通）と個別検討委員会（地方）における検討の内容、実施体制等の例を表 3.5.1 に示す。

3.5.1 入出港に係る評価手法及び安全対策

入出港の安全性については、以下項目について安全性を検証し、安全対策（運用基準を含む）を策定することとする。

(1) 港湾事情調査

- 自然環境（気象、海象等）
- 港湾の現況（港湾利用船舶の現況、港湾物流、海難発生状況等）
- 航行環境（海上交通法規、操船・航行水域、航行援助施設等）
- その他（水先、曳船の配備状況等）

(2) 操船水域に係る検討

操船水域（航路の幅員、航路・泊地等の水深、回頭水域等）について、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」（以下、「技術基準」という。）に基づく評価を実施し、安全性を確認する。

(3) 操船シミュレータ実験による検討

水先人による入港・着舷及び離舷・出港について、操船シミュレータを活用した実験を実施し、安全を確保可能な外力条件、曳船の仕様や、航行援助施設の要否等について、検証を実施する。

(4) 安全対策の策定

上記検討の結果を踏まえ、運用基準（入港・着舷基準及び離舷・出港基準）を含む安全対策を策定する。

3.5.2 係留中の評価手法及び安全対策

係留中の安全性については、以下項目について安全性を検証し、安全対策（運用基準を含む）を策定することとする。

(1) 着岸時の安全性検討

想定される対象船舶の入岸時における着岸エネルギーと防舷材の吸収エネルギーの関係について、技術基準に示されている計算の方法及び条件を参考に着岸時の安全性を評価する。

(2) 着岸中の安全性検討

着岸中に想定される対象船舶の喫水変化や潮汐を勘案し、対象船舶のパラレルボディと防舷材の接触状況について確認する。

(3) 係留中の安全性検証

想定される気象・海象条件を基に、静的な風圧力と係留力の関係（OCIMF 提唱の計算等）や、動的な係留動揺シミュレーションを実施することにより、係留中の安全性を検証する。

(4) 安全対策の策定

上記検討の結果を踏まえ、運用基準（限界着岸速度、荷役限界基準、係留限界基準）を含む安全対策を策定する。

3.5.3 その他の航行安全対策

上記検討内容のほか、各バース・港湾の事情を勘案し、必要と思われる事項があれば、検討を実施し、安全性の向上に努める。

3.5.4 海上防災対策の確認

総トン数 2 万 5 千トン以上の液化（石油、天然）ガスタンカー及び同タンカーの荷役の用に供されるバースの安全防災対策については、「大型タンカー及び大型タンカーバースの安全防災対策基準（行政指導指針）」（平成 23 年 1 月 17 日付け保警環第 73 号、保交安第 78 号（平成 26 年 3 月 31 日最終改正））に従うことになる。

大型 LNG タンカーの受入基地においては、基地建設の前に海上防災委員会を開催し、行政指導指針に基づく安全防災設備、荷役管理体制、事故即応体制及び追加的資機材について審議している。そして基地建設においては、審議結果に基づいて安全防災設備及び追加的資機材を配置するとともに、荷役管理体制、事故即応体制を確立しており万全の体制整備がなされている。

一般財団法人海上災害防止センターが取りまとめた「シェールガスの海上輸送体制確立に

向けた新型式 LNG 運搬船に係る海上防災対策評価手法に関する調査研究報告書」(平成 27 年 3 月)によれば、船型の大型化にあっても栈橋上のローディングアームなどの設備に特段の変更がない限り、基地建設時の消火設備、ガス検知器等の防災設備及び荷役管理体制、事故発生時の対応体制で対応できるものと結論付けられている。

したがって、本ガイドラインに基づく新形式 LNG 運搬船及び承認済み最大船型を上回る LNG 運搬船の大型化に係る検討に際しては、栈橋上の設備に特段の変更がないか否か、すなわち、既存の海上防災対策で十分に安全性が担保できるかを確認する。

表 3.5.1 新形式 LNG 運搬船及び LNG 運搬船の大型化に係る事前検討委員会（共通）／個別検討委員会（地方）の検討項目等（例）

	委託者	検討項目 ※1	検討委員会構成メンバー ※2	
事前検討委員会（共通）	LNG 運搬船の入出港および荷役に係る安全性の評価に関する団体・企業等	(1) 対象船舶の要目等に関する調査 (2) 操縦性能の検討（数値シミュレーションを含む） (3) （必要に応じ）風洞試験 (4) （必要に応じ）操船シミュレータ実験 (5) 海上防災対策の確認 (1)～(4)の検討結果について「LNG 運搬船の操船性能評価基準」と照合し、従来の LNG 運搬船と操船性能について比較した結果、更なる検討が必要と判断されれば、下欄の個別検討委員会に検討を委ねる。	（委員） ➤ 学識経験者 ➤ 海事関係者 等 （受入れ予定バースの安全対策立案に関する関係者） ➤ 個別検討委員会での委員長候補者 ➤ 水先人 ➤ 地方海防団体 等	（関係官庁） ➤ 海上保安庁 等 （事務局） ➤ 日本海難防止協会
個別検討委員会（地方）	➤ LNG バース管理者	(1) 港湾事情調査 (2) 操船水域に係る検討 (3) 入出港・着離棧の安全性の検討（操船シミュレータ実験を含む） (4) 係留中の安全性の検討（係留動揺シミュレーションを含む） (5) 航行安全対策（運用基準を含む）の策定 (6) その他必要と思われる事項	（委員） ➤ 学識経験者 ➤ 海事関係者 等	（関係官庁） ➤ 港湾管理者 （地方自治体） ➤ 港長（海上保安部） 等 （事務局） ➤ 地方海難防止団体

※1 表中の検討項目は例であり、個別検討委員会（地方）の検討項目は、従来の各バースにおける検討内容を踏襲するものとする。

なお、事前検討委員会（共通）を開催せず、従来と同様に個別検討委員会（地方）のみを開催する場合、個別検討委員会（地方）の検討項目(1)～(6)に加え、事前検討委員会（共通）の検討項目(1)～(4)の検討と（5）の確認を実施することが望ましい。

※2 検討委員会の構成メンバーは、必要に応じて、委託者と事務局との間で、調整できるものとする。

3.6 事前検討委員会（共通）から個別検討委員会（地方）への引き継ぎ

事前検討委員会（共通）の開催が選択された場合、事前検討委員会（共通）と個別検討委員会（地方）では、事務局となる海難防止団体や、シミュレーションの実施者が異なることも想定され得る。これらの点については、安全対策の策定等において従来と同様に機能することと、評価の一貫性が確保されなければならない。

従って、情報の開示・共有方法については、以下に示すとおり対応することとする。

3.6.1 海難防止団体間の情報の開示・共有方法

事前検討委員会（共通）の事務局となる日本海難防止協会は、同委員会における検討結果が個別検討委員会（地方）で活用されることを念頭に、「6. LNG 運搬船の操船性能評価基準」に基づき検討する。検討結果は、報告書として取りまとめ、個別検討委員会（地方）での検討実施者と、その委員会事務局を担う地方海難防止団体へ引き継ぐものとする。

3.6.2 シミュレーション業務実施者の情報の開示・共有方法

事前検討委員会（共通）においては、対象船舶の操縦性を模したモデルによる数値シミュレーションを実施する。数値シミュレーションの実施者は、運動モデル作成時に対象船舶を設計した造船所よりデータの提供を受けることから、当該データについては事前検討委員会（共通）の報告書に明記する。

想定されるデータを以下に示す。なお、対象船舶を設計した造船所より追加情報（風圧力係数や流体力係数など）の提供があり、当該情報をシミュレーションに用いた場合を含め、シミュレーションに用いた対象船舶の操船性能について明らかにする。

(1) 対象船舶の要目

(2) 一般配置図（GA）

※プロペラ及び舵等の情報を含む

(3) IMO 操縦性能基準に対する本船の想定操船性能

※操船モデルのスピードテーブル、停止性能、旋回試験結果、Z 試験結果など

情報の提供を受けて個別検討委員会（地方）のシミュレーション実施者は、同委員会で使用する対象船舶の運動モデルについて、少なくとも主だった状況下における応答について可能な限り事前検討委員会（共通）と類似の結果となるよう努める。

4 LNG 運搬船大型化判定チェックリスト

「4 LNG 運搬船大型化判定チェックリスト」は、対象船舶が船型の大型化に該当するか否かを判定するためのチェックリストである。

当該大型化によって、どの程度、操船性に影響を及ぼす可能性があるかが不明であったことから、LNG 運搬船の操船性に影響を及ぼすと思われる確認事項と操船性及び係留・荷役への影響とを表 3.6.1 に整理した。

表 3.6.1 大型化の確認事項と操船・係留に及ぼす影響

確認事項	局 面			操船性及び係留・荷役への影響
	横移動 回頭	保針 変針	係留 荷役	
(1) 全長(L _{OA})	◎	◎		➤ 旋回性の低下（船体形状） ➤ 風上への切り上がり／風下への圧流（風圧側面隻の増大） ➤ 圧流影響（流圧側面積の増大）
(2) 垂線間長(L _{pp})	◎	◎		
(3) 型幅(B)		◎		➤ 保針性の低下（船体形状） ➤ 風圧・流圧正面積の増大
(4) 喫水（入港時）	◎	○	◎	➤ 圧流影響（流圧側面積・正面積の増大） ➤ 浅水影響
(5) 排水トン数 （入港時）	◎	○	◎	➤ 本船重量の増大
(6) 風圧側面積 （入港時）	◎	◎	◎	➤ 風上への切り上がり／風下への圧流 ➤ 船体構造物の拡大（風圧面積の増大）

凡例：◎ 特に影響がある、○ 影響がある

ただし、これらの確認事項を基準として、各バースにおける過去の検討において使用された項目に応じて、各港の関係者と調整し、確認事項を加えることができるものとする。

また、これら確認項目を盛り込んだ「4 LNG 運搬船大型化判定チェックリスト」の例と、その使用例をそれぞれ 22 ページ及び 23 ページに示す。従来の最大船型に比べ、確認事項のうち 1 つでも「Yes（超過する）」があった場合、大型化に該当するものとして「3.3 LNG 運搬船の承認済み最大船型大型化に係る検討」の手順に従って安全性を確認しなければならない。

LNG 運搬船大型化判定チェックリスト（例）

新規に受入を予定する LNG 運搬船（対象船舶）について、下記の確認事項のうち 1 つでも「YES」に該当する場合は、危険物専用岸壁承認願に記載された最大船型と比して、操船性能が低下することが懸念される。

そのため、船型大型化の検討が必要となる可能性があることから、情報を収集・整理し、適当な検討を実施すること。

なお、チェックする項目については、各港における過去の検討で使用された項目に応じて、各港関係者と調整の上、加えることができる。

No.	対象バース				対象船舶の要目 【タンク形式：】	確認① (YES/NO)	確認② (YES/NO)	確認③ (YES/NO)
	確認事項	承認済 最大船型① 【タンク形式： 】	承認済 最大船型② 【タンク形式： 】	承認済 最大船型③ 【タンク形式： 】				
1	承認済最大船型と比して全長が上回るか？							
2	承認済最大船型と比して垂線間長が上回るか？							
3	承認済最大船型と比して型幅が上回るか？							
4	承認済最大船型と比して喫水（入港時）が上回るか？							
5	承認済最大船型と比して排水量（入港時）が上回るか？							
6	承認済最大船型と比して風圧側面積（入港時）が上回るか？							

(使用例)

LNG 運搬船大型化判定チェックリスト (例)

新規に受入を予定する LNG 運搬船 (対象船舶) について、下記の確認事項のうち 1 つでも「YES」に該当する場合は、危険物専用岸壁承認願に記載された最大船型と比して、操船性能が低下することが懸念される。

そのため、船型大型化の検討が必要となる可能性があることから、情報を収集・整理し、適当な検討を実施すること。

なお、チェックする項目については、各港における過去の検討で使用された項目に応じて、各港関係者と調整の上、加えることができる。

注) 承認済最大船型①を 15 万 m³級モス型 (従来型タンクカバー) LNG 運搬船、承認済最大船型③を 21 万 m³メムブレン型 LNG 運搬船と仮定した上で両船舶の要目データを本表に記載し、対象船舶を 15 万 m³級モス型 (連続型タンクカバー) LNG 運搬船と想定。

No.	対象バース				対象船舶の要目 【モス型連続型タンク カバー】	確認① (YES/NO)	確認② (YES/NO)	確認③ (YES/NO)
	確認事項	承認済 最大船型① 【モス型従来型タンクカバー】	承認済 最大船型② 【モス型連続型タンクカバー】	承認済 最大船型③ 【メムブレン型】				
1	承認済最大船型と比して全長が上回るか?	289.5m	—	315m	288.0m	NO		NO
2	承認済最大船型と比して垂線間長が上回るか?	277.0m	—	302.0m	275.0m	NO		NO
3	承認済最大船型と比して型幅が上回るか?	49.0m	—	50.0m	48.9m	NO		NO
4	承認済最大船型と比して喫水 (入港時) が上回るか?	11.8m	—	12.0m	11.5m	NO		NO
5	承認済最大船型と比して排水量 (入港時) が上回るか?	109,400t	—	143,400t	109,900t	YES		NO
6	承認済最大船型と比して風圧側面積 (入港時) が上回るか?	8,020m ²	—	7,670m ²	8,850m ²	YES		YES

5 LNG 運搬船受入れのための事前確認基準

「5 LNG 運搬船受入れのための事前確認基準」は、前項の「4 LNG 運搬船大型化判定チェックリスト」の判定の結果、対象船舶が既存の承認済み最大船型の要目等を僅かに上回る場合において、比較的簡易に安全性を確認するために使用する基準である。

具体的には、LNG 調達の都合等により従来受入れていた LNG 運搬船と異なる LNG 運搬船を受入れる必要があり、かつ、当該船舶の受入れまでに十分な時間がない場合に、危険物専用岸壁承認制度を用いず、荷役許容量を超える危険物荷役として個別に安全対策等を策定したうえで荷役するいわゆる臨時荷役を含め、LNG 運搬船の着栈・係留の許可を得る場合等に事前確認のために使用される基準である。

本事前確認基準における確認項目は、LNG 運搬船の安全な着栈・係留に影響を及ぼす表 3.6.1 に掲げる 6 つの項目であり、それぞれについて一定の基準を定め、その基準内であれば対象船舶の着栈・係留を認めるものである。

表 3.6.1 確認項目が及ぼす影響

確認項目		局 面			影 響
		横移動 回頭	保針 変針	係留 荷役	
5.3.1. 航路	(1)幅員		◎		➤ 航路外での船底接触・乗揚げの危険性 ➤ 他船との相互作用（吸引・反発）
	(2)屈曲部		◎		➤ 航路外での船底接触・乗揚げの危険性
5.3.2. 回頭水域		◎			➤ 他船航行の妨げ（離隔距離の確保）
5.3.3. 水深		◎	◎		➤ 船底接触・乗揚げの危険性 ➤ 浅水影響の増大（付加質量の増大、舵効きの低下）
5.3.4. 接岸速度 (エネルギー)		◎			➤ 船体の損傷 ➤ 防舷材等、栈橋設備の損傷
5.3.5. 係留限界				◎	➤ 船体動揺量の増大 ➤ 係船索の破断 ➤ 本船の漂流
5.3.6. 曳引力		◎			➤ 船体の損傷 ➤ 防舷材等、栈橋設備の損傷

5.1 事前確認基準策定の背景と目的

LNG バースの管理者は、同バースの係船能力、使用船舶、最大荷役量、荷役、照明、消防等の設備、荷役管理体制その他の安全対策等を記載した「危険物専用岸壁承認願」（以下、「承認願」という。）を港長に提出し、港長から承認を受ける必要があるが、この時、港長は各事項を精査の上、使用船舶の入出港、荷役等について安全上問題がないことを確認している。

同承認後は、使用船舶、最大荷役量等承認願に記載された事項の範囲内の危険物荷役許可申請について、港長は原則として承認願に記載された各事項は精査済みとして審査し、許可を行っている。

通常、承認願に記載される使用船舶は、同バースを使用する船舶のうち最大のもの（以下、「最大船型」という。）であり、港長は、航路、回頭水域、水深等の水域の状況、係船能力等の LNG バースの状況、諸設備、安全対策等が、最大船型の主要目（全長、型幅、満載喫水、載貨重量トン等）、船体形状（モス型（従来型タンクカバー）、モス型（連続型タンクカバー）、メンブレン・SPB 型等）等に対応していることを確認の上、承認している。

ところが、LNG 取扱量の増加に伴い、従来から受入れている船舶に加え、LNG の運搬に使用される船舶の主要目が承認願の最大船型の主要目を上回ることがあり、その場合には承認願の安全対策等に対応が可能か否かを確認するための目安が必要となってきた。

本基準は、同目安として、対象船舶の主要目が承認願の最大船型の主要目を僅かに上回る場合（船体形状が異なる場合を除く。）における確認方法を整理することにより、対象船舶に係る危険物荷役の円滑化に寄与することを目的とする。

5.2 承認願の安全対策等に対応可能か否かの確認方法

具体的な確認の方法を以下に示す。

(1) 【条件】の確認

対象船舶の主要目が承認願の最大船型の主要目を僅かに上回る場合において、本基準「5.3 確認方法」の項目毎に記載されている【原則】の下で、主要目、海陸整合性結果資料のうち接岸エネルギー・静的な係留力に関する計算結果等の対象船舶に関するデータ等を用いて同項目の【条件】が満たされるか否かを確認する。

(2) 【条件】を満たす場合の運用

上記(1)の確認の結果、すべての項目において【条件】が満たされる場合、原則として対象船舶に係る安全対策等は、承認願に記載されている最大船型のものと同様で差し支えないものとする。

但し、LNG バースの所在する港湾における自然条件、同バース以外の港湾・水域施設、他の船舶交通、水域利用等の諸状況等の属地的環境や条件、主要目以外に航行安全に影響

響を及ぼすおそれのある対象船舶固有の事情等によって港長又は LNG バース管理者が対象船舶に係る安全対策等の検討が必要と判断する場合はこの限りでない。

(3) 【条件】を満たさない場合の運用

上記(1)の確認の結果、一部又はすべての項目において【条件】が満たされない場合、以下の3つの検討手順から1つを選択し安全性の検討を行う。

- (1) 個別検討委員会（地方）による検討（図 3.1.1 の④）
- (2) 「LNG 運搬船の操船性能評価基準」による判定（図 3.1.1 の⑤及び⑥）
- (3) 事前検討委員会（共通）及び必要に応じて個別検討委員会（地方）による検討（図 3.1.1 の⑦～⑨）

5.3 確認方法

確認すべき方法及び項目を以下に示す。

5.3.1 航路

(1) 幅員

【原則】

以下の「港湾の施設の技術上の基準・同解説」（以下、「技術基準」という）による。

①船舶が行き会う可能性のある航路の適切な幅

対象船舶及び航行環境を特定できない場合の船舶が行き会う可能性のある航路の性能照査に当たっては、対象船舶の全長以上の適切な幅として、以下の値を用いることができる。

- ・ 航路の距離が比較的長い場合には対象船舶の全長の 1.5 倍
- ・ 対象船舶同士が航路航行中に頻繁に行き会う場合には対象船舶の全長の 1.5 倍
- ・ 対象船舶同士が航路航行中に頻繁に行き会いかつ航路が比較的長い場合には対象船舶の全長の 2.0 倍

②船舶が行き会う可能性のない航路の適切な幅

対象船舶及び航行環境を特定できない場合の船舶が行き会う可能性のない航路の性能照査に当たっては、対象船舶の全長の 0.5 倍以上の適切な幅とする。ただし、航路の幅員が対象船舶の全長を下回る場合には、船舶の航行を支援する施設の整備等の船舶の安全な航行を図るための十分な対策を検討する。

【条件】

対象船舶の全長が最大船型の全長を超える場合、航路幅が、最大船型を承認した際に用いた技術基準等の値を対象船舶の全長に乗じた値以上確保されていること。

(例) 全長 295m の最大船型を承認した際に航路幅を全長の 1.0 倍で検証している LNG バースに全長 300m の対象船舶を受け入れようとする場合、300m の航路幅が必要となる。

(2) 屈曲部

【原則】

以下の技術基準による。

屈曲部の航路の中心線交角が 30° を超え、かつ、対象船舶及び舵角等の航行環境が特定できない場合の航路の性能照査にあたっては、屈曲部の内側に適切にすみ切りを設定するとともに、屈曲部の航路の中心線の曲率半径を、対象船舶の垂線間長(各論で原則全長)の概ね 4 倍以上の長さに設定する。

【条件】

対象船舶の全長が最大船型の全長を超える場合、航路に 30 度を超える屈曲部があるときは、屈曲部の航路の中心線の曲率半径が、最大船型を承認した際に用いた技術基準の値を対象船舶の全長に乗じた値以上確保されているとともに、屈曲部の内側に適切なすみ切りが設定されていること。

(例) 全長 295m の最大船型を承認した際に屈曲部の航路の中心線の曲率半径を全長の 5.0 倍で検証している LNG バースに全長 300m の対象船舶を受け入れようとする場合、 1500m の曲率半径と、それに見合うすみ切りが必要となる。

5.3.2 回頭水域

【原則】

以下の技術基準による。

船首の回転の用に供される泊地にあつては、対象船舶の長さに 1.5 を乗じて得た値を半径とする円を上回る広さであること。ただし、船首の回転の形態によりその広さを必要としない場合にあつては、船首の安全な回転に支障を及ぼさない広さまでその規模を縮小することができる(告示)。

船首の回転(以下、「回頭」という。)の用に供される泊地とは、船まわし場のことであり、当該泊地の性能照査における泊地(船まわし場)の規模の設定に当たっては、対象船舶の回頭の形態、対象船舶の回頭性能、係留施設及び航路の配置等を適切に考慮する。また、回頭の形態によりその広さを必要としない場合の回頭の形態とは、曳船を利用した回頭、十分な推力を有するスラスターを利用した回頭、いかりを利用した回頭等のことである。

安全な回頭に支障を及ぼさない広さ：

泊地の性能照査における泊地の広さの設定に当たっては、安全な回頭に支障を及ぼさない広さとして、以下の値を用いることができる。なお、十分な推力を有するスラスターを利用した回頭の場合については、曳船を利用した回頭の場合に準じる。

- ・自力による回頭の場合には、対象船舶の全長の 3 倍を直径とする円
- ・曳船を利用した回頭の場合には、対象船舶の全長の 2 倍を直径とする円

【条件】

対象船舶の全長が最大船型の全長を超える場合、回頭水域の半(直)径が、最大船型を承認した際に用いた技術基準の値を対象船舶の全長に乗じた値以上確保されていること。

(例) 全長 295m の最大船型を承認した際に回頭水域の直径を全長の 2.0 倍で検証している LNG バースに全長 300m の対象船舶を受け入れようとする場合、600m の直径の回頭水域が必要となる。

5.3.3 水深

【原則】

航路、回頭水域、泊地とも、常時余裕水深 10%以上を確保する。

潮汐利用については、荷役による喫水の変化と潮汐の変化を加味したうえで常時余裕水深 10%を確保できる場合に限り可能であるが、この場合であっても入港時最大喫水が海図記載水深を超えないこと。

【条件】

対象船舶の入港時最大喫水が最大船型の喫水を超える場合、航路、回頭水域、泊地等において、上記原則のと通りの水深が確保できていること。

5.3.4 接岸速度（エネルギー）

【原則】

以下の技術基準による。

船舶の接岸によって生じる作用は、一般的に船舶の接岸エネルギーによって算定する。

$$E_f = (1/2) \cdot M_s \cdot V_b^2 \cdot C_m \cdot C_e \cdot C_s \cdot C_c$$

E_f	: 船舶の接岸エネルギー(kNm)
M_s	: 船舶の質量(t)
V_b	: 船舶の接岸速度(m/s) (=0.15m/s)
C_m	: 仮想質量係数
C_e	: 偏心係数
C_s	: 柔軟性係数(標準は 1.0)
C_c	: バースの形状係数(標準は 1.0)

【条件】

防舷材の性能に対して許容される接岸速度を算出した対象船舶の海陸整合性結果資料のうち接岸エネルギーに関する計算結果に記載されている接岸エネルギーが、実際に LNG バースに設置されている防舷材の吸収エネルギー以下であること。

ただし、同防舷材の吸収エネルギーが不明確な場合には、対象船舶の接岸エネルギーが最大船型の接岸エネルギーを超えないこと。

5.3.5 係留限界

【原則】

SIGTTO 発行の “Prediction of wind loads on large liquefied gas carriers, October 2007” に基づき、対象船舶が係留した場合における外力による船体移動の抑止効果の検討を行う。

【条件】

対象船舶の海陸整合性結果資料のうち静的な係留力に関する計算結果に記載されている係留限界となる最大風速が、専用岸壁承認願に記載された係留限界風速条件以上であること。

5.3.6 曳引力

【原則】

横風を受けながら対象船舶を正横に押引する場合に必要な曳引力を算出し、曳船の能力と比較する。

【条件】

最大船型を承認した際に用いた方法により、対象船舶の風圧面積、流圧面積から総曳引力（風圧力抵抗＋流圧力抵抗）を算出し、最大船型に必要な曳船隻数（合計推力）以下であること。

（参考：曳船の合計推力の算出例）

曳船の推力(対象船舶静止時)については、Z ペラの標準的な換算率として、100 馬力あたり前進 1.44 トンの波浪影響等を勘案し、推力は通常稼働時の 85%、波浪中の姿勢保持減衰率 5%を考慮する（前進 1.16 トン）。更に、制御余裕を含めるため、Half (3/4) までとして算出した。

1 隻あたりの曳船推力（馬力/100×1.44 トン）×曳船隻数×85%×95%×3/4（Half）

曳船隻数	4,000 馬力	3,600 馬力	3,000 馬力
5 隻	174.4tonf (1,744kN)	157.0tonf (1,570kN)	130.8tonf (1,308 kN)
4 隻	139.5tonf (1,395kN)	125.6tonf (1,256kN)	104.7tonf (1,047kN)
3 隻	104.7tonf (1,047kN)	94.2tonf (942kN)	78.5tonf (785kN)

ただし、過去の検討時において、上記以外の算出方法、数値を用いている場合にはそれに従うものとする。

(参考：総曳引力の算出)

離着舷と反対方向から横風を受けながら必要な速力(15cm/sec)をもって対象船舶を横移動させる場合に必要とされる総曳引力を下記により算定し、曳船の合計推力と比較する。

$$P=Rw+Ra$$

P : 総曳引力 (kN)

Rw : 横流圧力抵抗 (kN) ※1

Ra : 横風圧力抵抗 (kN) ※2

※1 OCIMF 発行の “Mooring Equipment Guidelines 3rd Edition (MEG3), 2008”

に従って算出する。流圧力は潮流速度に横移動速度(0.15m/sec)を加えて算出すること。模型試験による C_w がある場合は、下記式にて算出することも可能。水深、潮流条件を含めた模型試験条件については OCIMF に従うこと。

※2 SIGTTO 発行の “Prediction of wind loads on large liquefied gas carriers,

October 2007” に従って算出する。模型試験による C_a がある場合は、下記式にて算出することも可能。気流条件を含めた模型試験条件については SIGTTO に従うこと。

$$Rw=0.5 \cdot \rho_w \cdot C_w \cdot B_w \cdot (V+V_c)^2$$

ρ_w : 海水密度 (t/m³) (=1.025t/m³)

C_w : 流圧係数

B_w : 喫水線下の船体側面投影面積 (m²)

V : 船体の横移動速力 (m/sec) (=0.15m/sec)

V_c : 流速 (m/sec)

$$Ra=0.5 \cdot \rho_a \cdot C_a \cdot B_a \cdot U^2$$

ρ_a : 空気密度 (t/m³) (=1.23×10⁻³ t/m³)

C_a : 風圧力係数

B_a : 水面上の船体側面投影面積 (m²)

U : 風速 (m/sec)

6 LNG 運搬船の操船性能評価基準

6.1 概要

LNG 運搬船の操船性能評価基準（以下、「操船性能評価基準」という。）は、「5 LNG 運搬船受入れのための事前確認基準」にて示した、承認済み最大船型の要目を上回る対象船舶の受入れに対する各確認項目に加えて、LNG バースの管理者が危険物専用岸壁承認願における最大船型の変更（大型化等）の要否を検討する場合に、入港・着岸及び離岸・出港における 4 つの主要な操船局面において、対象船舶の操船性能を比較的簡便に把握した上で安全性を評価するものである。

操船性能評価基準では、まず、6.2 で船舶の要目等が操船性に及ぼす影響について整理を行い、6.3 で操船局面毎の安全性を判断するための基準（目安）を整理した。この判断基準（目安）は、我が国に入港実績のある代表的な 5 形式の LNG 運搬船に関する操船局面毎に数値シミュレーションを行った検証結果等を元に策定したものであり、各形式の LNG 運搬船の性能を網羅する値を目安としたものがある。

なお、目安の妥当性を評価するため、過去の航行安全委員会での検討結果や文献等を 6.6 参考資料として整理した。

また、6.4 では、対象船舶の要目が承認済み最大船型の要目を超過した場合における安全性評価の考え方と具体的な評価事例を整理した。この考え方にに基づき、前記の数値シミュレーションの検証結果を纏めた 6.5「従来船データベース」と比較することで、対象船舶の要目の超過が及ぼす影響、すなわち操船局面毎の安全性を容易に確認することが可能となる。

6.2 要目等が操船に及ぼす影響要素の整理

各操船局面において、操船に影響を及ぼす要目等は、表 6.2.1 のように整理することができる。同表中、本船の要目等に係る項目は①～⑨に、本船の仕様等に係る項目は⑩～⑭に示す。

操船性能評価基準においては、対象船舶が承認済み最大船型の要目の一部を上回る場合等の操船に及ぼす影響の程度を示し、目安を策定するため、同表中①～⑭を検討対象とした。

操船に影響を及ぼす要目等は、以下の 2 つの影響要素（4 つの操船局面）に分けることができる。

（1）横移動・回頭時の操船性

横移動操船局面及び回頭操船局面においては、本船の全長、喫水、受風・流圧面積、排水量などが影響を及ぼす。特に受風・流圧面積と排水量は、本船の横移動・回頭時の操船性に及ぼす影響が大きい。

（2）保針・変針時の操船性

保針操船局面及び変針操船局面においては、全長/型幅の比（L/B）⁹ や方形係数（Cb）と

⁹ 保針、変針時の操船性能に影響を与える全長とは水面に接している垂線間長（L_{pp}）である。但し、承認済み最大船型の要目に垂線間長の記述が無ければ全長（L_{oa}）にて L/B（全長/型幅の比）を検討する。

いった船体形状の要素が操船性能（針路安定性、旋回性）に影響を及ぼす。また、スケグの有無、プロペラ数の違い等による船尾形状、甲板上構造物の規模・形状によっては本船の保針・変針時の操船性に及ぼす影響にも注意が必要である。

表 6.2.1 各操船局面において要目・仕様等の変動が操船に関わる要素とその影響

		要目・仕様	横移動・回頭 局面	保針・変針 局面	影響
本船の要目等に 係る項目	①	全長(LoA) 垂線間長(L _{pp})	◎	◎	➤ 旋回性の低下（船体形状） ➤ 風上への切り上がり／風下への圧流（風圧側面積の増大） ➤ 圧流影響（流圧側面積の増大）
	②	型幅(B)		◎	➤ 保針性の低下（船体形状） ➤ （風圧・流圧正面積の増大）
	③	喫水	◎	○	➤ 圧流影響（流圧側面積・正面積の増大） ➤ 浅水影響
	④	受風面積	◎	◎	➤ 風上への切り上がり／風下への圧流
	⑤	流圧面積	◎	○	➤ 圧流影響
	⑥	排水量	◎	○	➤ 本船重量の増大
	⑦	タンク容量	◎	○	➤ 本船重量の増大 ➤ 船体構造物の拡大（風圧面積の増大）
	⑧	載貨重量	◎	○	➤ 本船重量の増大
	⑨	船体形状（L/B、Cb）		◎	➤ 保針性・旋回性の低下
本船の仕様 に係る項目	⑩	主機馬力		○	➤ 操船性（舵効きなど）
	⑪	推進器（軸数）	(○) ※	○	➤ 操船性（舵効きなど）
	⑫	舵（面積・枚数）	(○) ※	○	➤ 操船性（舵効きなど）
	⑬	スラスタ（有無／馬力）	○		➤ 横移動時などの操船支援
	⑭	タグプッシングポイント	○		➤ タグボート支援時の本船姿勢制御

凡例：◎ 特に影響がある、○ 影響がある

※：緊急時などに主機からの横推力を期待する場合

6.3 操船局面毎の判断基準

操船性能評価基準は、承認済み最大船型の要目等を上回る対象船舶について、その要目等の超過量が操船に及ぼす影響を踏まえ、対象船舶の操船性について簡便に事前確認する項目を示すものである。6.2 で示した操船局面毎における判断基準（目安）を以下に示す。

操船局面毎による評価方法は、既に過去の LNG 運搬船の大型化等の検討において実績を持つ方法であるが、全国的に統一された基準はないことから、本検討において LNG 運搬船に関する操船性能評価基準として整理を行い、操船局面毎における判断基準（目安）の提案を行った。

ここで、風や潮流等の外力条件は、過去に実施した航行安全検討の検討結果に基づき、各操船局面で影響が大きい条件や当該船舶の操船性（風圧力係数など）を勘案し、決定する。また、タグやスラスター等の支援力条件は、過去に実施した航行安全検討で使用・設定した条件を流用する。水深喫水比が小さい場合、浅水影響によって大きく操船性能が変わることにも留意する。

なお、この判断基準は、6.1 のとおり既に入港実績のある種々船舶との相対比較で安全性を判断する目安として策定したものであり、個別検討委員会等で実施される操船シミュレータ実験等の評価基準として定めたものではないことに注意を要する。

【操船局面毎の安全性を判断するための基準（目安）¹⁰】

- | | | |
|-----------|---|--|
| 横移動操船局面 | : | タグ、スラスター等の制御手段を用いた横移動操船局面（発動）において、180 秒後に 20cm/sec の横移動速力を得ること。 |
| 保針操船局面 | : | 主機 Slow ahead において、斜航角（Drift angle）が 5 度以下であること。 |
| その場回頭操船局面 | : | タグ、スラスター等の制御手段を用いたその場回頭操船局面において、直径 2L（L：全長）の操船水域円内で 180 度の針路変更を伴う回頭操船ができること。 |
| 変針操船局面 | : | 主機 Slow ahead において、5 度/分以上の回頭角速度を得た針路変更が可能なこと。 ¹¹ |

注）これらの計算・シミュレーションは想定される水深での浅水影響を考慮して実施すること。

¹⁰ これら操船局面毎の判断基準（目安）の策定にかかる根拠を、6.6 参考資料として整理した。

¹¹ 基準の指標としては回頭角速度を採用しているが、追従性（回頭角速度が発達する時間）は変針時の航跡のふくらみに影響を与えるので、同追従性についても従来船と比較することが望ましい。

6.4 要目の超過が操船に及ぼす影響評価

操船性能の安全性評価は、対象船舶の具体的なデータを用いた数値シミュレーション等により検証することが基本である。しかしながら、承認済み最大船型の要目を大きく超過しなければ同等の操船性能を有していると推定される。そこで、これの確認を行うため、横移動操船局面においては、数値シミュレーションに代え計算による判断を行い¹²、その他の保針操船局面、その場回頭操船局面、変針操船局面においては、後述する「6.5 従来船データベース（操船性能評価のための検証結果）」に掲載した代表的な船型による既存の検証結果データを用いて、承認済み最大船型の要目等と対象船舶の要目等を比較し、検証結果データから操船性能に与える影響の程度を推定し、安全性を確認することとする。これにより、対象船舶の要目の超過が操船に及ぼす影響評価を、比較的容易に行うことが可能となる。

6.4.1 評価事例（操船性能評価基準による判定例）

操船性能評価基準を用いて、対象船舶の要目の一部が既存の安全対策検討済の承認済船舶の要目が超過している場合の操船に与える影響評価の例を示す。

[事例 1] 全長 (Loa) が 5m 長くなったが、他の要目は承認済船舶と変わらない場合

(1) 準備段階：LNG 運搬船受入れのための事前確認基準

- ✓ 「5 LNG 運搬船受入れのための事前確認基準」の条件を確認する。

(2) 横移動操船局面

- ✓ 受風面積、排水量が変化していないことから、「6.5.2 横移動（発動）操船局面に係る検証」に示す横移動操船時の経過時間と横移動速力との関係図において、全長 (Loa) が 5m 増大しても対象船舶が承認済み最大船型と比べ、横移動操船局面における運動特性（180 秒で 20cm/s の横移動速度を確保できること）に変化がないことが確認できる。

(3) 保針操船局面、変針操船局面

- ✓ 保針操船局面、変針操船局面では、船舶の全長（垂線間長）と型幅の比 (L_{pp}/B) や船舶の形状を表す方形係数 (C_b) の値に大きな変化がなければ操船性能評価基準に掲載した操船性（保針操船局面での斜航角、変針操船の可否）は同レベルと判断できる。
- ✓ 上述の大きな変化とは、船舶の全長（垂線間長）と型幅の比 (L_{pp}/B) や船舶の形状

¹² 回頭モーメント力が大きくなると考えられる場合には、シミュレーション等にて検討する必要がある。

を表す方形係数（Cb）の値に 1 割以上の変化がある場合¹³、またスケグの有無等を含む船尾形状が外見上異なっている、などの場合を目安とする。

- ✓ 仮に、全長（垂線間長）287m、幅 52m の船舶の場合、全長（垂線間長）と型幅の比（Lpp/B）は 5.5 である。全長（垂線間長）のみが 5m 伸びた場合、全長（垂線間長）と型幅の比（Lpp/B）は 5.6 であり、その変化率は 2%弱であり、1 割の変化の目安に比べてはるかに小さい値である。

また、満載喫水を 11.5m、排水量を 123,000MT と仮定すると、全長（垂線間長）が 5m 伸びた場合でも、Cb の概算計算値は 0.7 で変わりはない。

他に、船尾形状等に異なった点がないことから、対象船舶の保針操船局面および変針操船局面における操船性能に大きな変化はないと判断できる。

(4) その場回頭操船局面

- ✓ 回頭操船局面においては、「6.5.4 その場回頭局面に係る検証」に示す数値シミュレーション結果図から推定を行う。受風面積、排水量等に変動がなければ、例示されている回頭状況と異なった動きをするとは考え難く、2L の水域内で回頭操船が行えるものと判断される。

[事例 2] 全長、幅は承認済み船舶と変わらないものの、受風面積、排水量が増大した場合（17 万 m³級モス型（従来型タンクカバー）LNG 運搬船と比較し、同船型に比べて受風面積及び排水量が 5%程度増大した場合）

(1) 準備段階：LNG 運搬船受入れのための事前確認基準

- ✓ 「5 LNG 運搬船受入れのための事前確認基準」の条件を確認する。

(2) 横移動操船局面

- ✓ 受風面積、排水量が増大していることから、「6.5.2 横移動（発動）操船局面に係る検証」に示す横移動操船時の経過時間と横移動速力との関係図から、要目が増大した対象船舶が承認済み最大船型と比べ、どの程度影響を与えるかを推定する。
- ✓ ここでの例では、17 万 m³級モス型（従来型タンクカバー）LNG 運搬船と比較し、同船型に比べて受風面積及び排水量が 5%増大した場合、どの程度横移動速力低下となるかを 15 万 m³級モス型（従来型タンクカバー）LNG 運搬船と 17 万 m³級モス型（従来型タンクカバー）LNG 運搬船との比較から比例配分で推定し、図中に推定ラインを記載する。

¹³ 6.6.5 参照

- ✓ 同推定ラインから、180 秒後に横移動速力が 20cm/sec に達するか否かにより判断する。
- ✓ 正横からの風を受けた場合が最も影響が大きくなることが一般的であるが、甲板上構造物の規模・形状によっては正横以外から風を受けた場合に風による影響が最も大きくなることもあるため、風圧横力係数（図 6.5.1）を確認し、風圧力が最も大きくなる（風の影響を最も受ける）風向により、横移動速力を推定して判断する。
- ✓ 180 秒以内に横移動速力が 20cm/sec 以上の横移動速度が出ないと判断できる場合、タグ馬力を増大させる、隻数を増す等、条件を変更した上で改めて計算を行い、判断する¹⁴。

「6.5.2 横移動（発動）操船局面に係る検証」に示す横移動操船時の経過時間と横移動速力との関係図からは、17 万 m³級モス型（従来型タンクカバー）LNG 運搬船と比較し、同船型に比べて受風面積及び排水量が 5%増大した場合であっても、明らかに、180 秒以内に横移動速力が 20cm/sec 以上の横移動速度の確保が可能なが判る。

(3) 保針操船局面、変針操船局面

- ✓ 保針操船局面、変針操船局面では、船舶の全長（垂線間長）と型幅の比（Lpp/B）や船舶の形状を表す方形係数（Cb）の値に大きな変化がなければ本基準に掲載した状況（保針操船局面での斜航角、変針操船の可否）に大きな変化はないことが推定できる。

全長や型幅、喫水、船尾形状等に変化がないことから、対象船舶の保針操船局面における運動特性、変針操船局面における運動特性等の基本的な運動性能に変化はないと推定される。受風面積、排水量が若干増大しているが、「従来船データベース」に例示している種々船舶の保針操船局面、変針操船局面での運動特性と比較して、大きく変わるものではないことが推定される。17 万 m³級モス型（従来型タンクカバー）LNG 運搬船は、変針操船局面において、風上への切り上がりが若干大きく、変針すべき方向と逆の方向から風速 10m/s 以上の風を受けると、主機 Slow Ahead、8 ノット程度の速力での変針操船局面において、変針操船は可能であるが、航跡が若干膨らむことが例示されている。ここで 17 万 m³級モス型（従来型タンクカバー）LNG 運搬船の受風面積が 5%程度増大したとしても基準の目安とした主機 Slow Ahead での 40 度変針は可能であることが推察されるが、検討対象バースにおいて、大角度変針が求められ、操船水域に制約がある状況であれば、現地の状況を考慮した操船シミュレーションにより安全性を確保する操船方法、安全対策の検証を実施することが望ましい。

¹⁴回頭モーメント力が大きくなると考えられる場合には、シミュレーション等にて検討する必要がある。

(4) その場回頭操船局面

- ✓ 回頭操船局面においては、「6.5.4 その場回頭局面に係る検証」に示す数値シミュレーション結果図から推定を行う。
- ✓ 17 万 m³級モス型（従来型タンクカバー）LNG 運搬船と比較し、受風面積及び排水量が 5%増大した場合、15 万 m³級モス型（従来型タンクカバー）LNG 運搬船と 17 万 m³級モス型（従来型タンクカバー）LNG 運搬船との比較から増大する 5%により、どの程度必要とする回頭水域が変化するか推定を行う。「15 万 m³級モス型（従来型タンクカバー）LNG 運搬船、17 万 m³級モス型（従来型タンクカバー）LNG 運搬船ともに 2L の水域内で十分回頭できており、操船航跡に大きな差が見られないことから 5%の増大が回頭水域に与える影響は軽微であると推定される」等の判断を行うことができる。

[事例 3] 全長、型幅は承認済み船舶と変わらないものの、受風面積は減少し、排水量のみ 5%程度増大し喫水が若干増加した場合

(1) 準備段階：LNG 運搬船受入れのための事前確認基準

- ✓ 「5 LNG 運搬船受入れのための事前確認基準」の条件を確認する。

(2) 横移動操船局面

- ✓ 水深喫水比に大きな変化はなく、受風面積が減少し、排水量が増大していることから、「6.5.2 横移動（発動）操船局面に係る検証」に示す横移動操船時の経過時間と横移動速力との関係図と比較ができるよう、簡易計算、あるいは数値シミュレーションにより横移動速度と経過時間との関係を把握する。
- ✓ 同計算結果から、180 秒後に横移動速力が 20cm/sec に達するか否かにより判断する。
- ✓ 正横からの風を受けた場合が最も影響が大きくなることが一般的であるが、甲板上構造物の規模・形状によっては正横以外から風を受けた場合に風による影響が最も大きくなることもあるため、風圧横力係数（図 6.5.1）を確認し、風圧力が最も大きくなる（風の影響を最も受ける）風向により、横移動速力を推定して判断する。ここに例示した船舶以外の風圧特性については、造船所等から風向毎の風圧力係数を入手し横移動速力を計算することが望ましい。
- ✓ 180 秒以内に横移動速力が 20cm/sec 以上の横移動速度が出ないと判断できる場合、タグ馬力を増大させる、隻数を増す等、条件を変更した上で改めて計算を行い、判断する。

(3) 保針操船局面、変針操船局面

- ✓ 保針操船局面、変針操船局面では、水深喫水比に大きな変化はなく、船舶の全長と型幅の比 (L/B) や船舶の形状を表す方形係数 (C_b) の値に大きな変化がなければ本基準に掲載した状況（保針操船局面での斜航角、変針操船の可否）に大きな変化はないことが推定できる。

受風面積が減少して、排水量のみが増大した場合、船舶の全長と型幅の比 (L/B) や船舶の形状を表す方形係数 (C_b) の値に大きな変化（1 割以上の変化）が無いこと、船尾形状等に変化がないことを確認する。

(4) その場回頭操船局面

- ✓ その場回頭操船局面においては、「6.5.4 その場回頭局面に係る検証」に示す数値シミュレーション結果図から推定を行う。

水深喫水比に大きな変化はなく、排水量の変化がそれ程大きくなければ、その場回頭に要する水域の広さに大きな変化はないことが推定される。

[事例 4] 全長、型幅は承認済み船舶と変わらない、貨物容積も変わらない、排水量は若干減少するも、受風面積のみ 5%程度増大した場合

(1) 準備段階：LNG 運搬船受入れのための事前確認基準

- ✓ 「5 LNG 運搬船受入れのための事前確認基準」の条件を確認する。

(2) 横移動操船局面

- ✓ 受風面積が増大し、排水量が減少していることから、「6.5.2 横移動（発動）操船局面に係る検証」に示す横移動操船時の経過時間と横移動速力との関係図と比較ができるよう、簡易計算により横移動速度と経過時間との関係を計算する。
- ✓ 同計算結果から、180 秒後に横移動速力が 20cm/sec に達するか否かにより判断する。
- ✓ 正横からの風を受けた場合が最も影響が大きくなることが一般的であるが、甲板上構造物の規模・形状によっては正横以外から風を受けた場合に風による影響が最も大きくなることもあるため、風圧横力係数（図 6.5.1）を確認し、風圧力が最も大きくなる（風の影響を最も受ける）風向により、横移動速力を推定して判断する。ここに例示した船舶以外の風圧特性については、造船所等から風向毎の風圧力係数を入手し横移動速力を計算することが望ましい。¹⁵

¹⁵ 回頭モーメント力が大きくなると考えられる場合、シミュレーション等にて検討する必要がある。

- ✓ 180 秒以内に横移動速力が 20cm/sec 以上の横移動速度が出ないと判断できる場合、タグ馬力を増大させる、隻数を増す等、条件を変更した上で改めて計算を行い、判断する。

(3) 保針操船局面、変針操船局面

- ✓ 保針操船局面、変針操船局面では、船舶の全長（垂線間長）と型幅の比（ L_{pp}/B ）や船舶の形状を表す方形係数（ C_b ）の値に大きな変化がなければ本基準に掲載した状況（保針操船局面での斜航角、変針操船の可否）に大きな変化はないことが推定できる。
受風面積が増大して、排水量が減少した場合、船舶の全長（垂線間長）と型幅の比（ L_{pp}/B ）や船舶の形状を表す方形係数（ C_b ）の値に大きな変化（1 割以上の変化）が無いこと、船尾形状等に変化がないことを確認する。

(4) その場回頭操船局面

- ✓ その場回頭操船局面においては、「6.5.4 その場回頭局面に係る検証」に示す数値シミュレーション結果図から推定を行う。
- ✓ 排水量、受風面積の変化がそれ程大きくなければ、その場回頭に要する水域の広さに大きな変化はないことが推定される。

[事例 5] 型幅、満載喫水は承認済み船舶と変わらない、全長が若干長くなり、貨物容積、排水量、受風面積が 5%程度増大した場合

(1) 準備段階：LNG 運搬船受入れのための事前確認基準

- ✓ 「5 LNG 運搬船受入れのための事前確認基準」の条件を確認する。

(2) （横移動操船局面）

- ✓ 受風面積が増大し、排水量が増大していることから、「6.5.2 横移動（発動）操船局面に係る検証」に示す横移動操船時の経過時間と横移動速力との関係図と比較ができるよう、簡易計算あるいは数値シミュレーションにより横移動速度と経過時間との関係を把握する。
- ✓ 同計算結果から、180 秒後に横移動速力が 20cm/sec に達するか否かにより判断する。
- ✓ 正横からの風を受けた場合が最も影響が大きくなるのが一般的であるが、甲板上構造物の規模・形状によっては正横以外から風を受けた場合に風による影響が最も大きくなることもあるため、風圧横力係数（図 6.5.1）を確認し、風圧力が最も大きくな

る（風の影響を最も受ける）風向により、横移動速力を推定して判断する。ここに例示した船舶以外の風圧特性については、造船所等から風向毎の風圧力係数を入手し横移動速力を計算することが望ましい。

- ✓ 180 秒以内に横移動速力が 20cm/sec 以上の横移動速度が出ないと判断できる場合、タグ馬力を増大させる、隻数を増す等、条件を変更した上で改めて計算を行い、判断する。

(3) 保針操船局面、変針操船局面

- ✓ 保針操船局面、変針操船局面では、船舶の全長（垂線間長）と型幅の比（ L_{pp}/B ）や船舶の形状を表す方形係数（ C_b ）の値に大きな変化がなければ本基準に掲載した状況（保針操船局面での斜航角、変針操船の可否）に大きな変化はないことが推定できる。

受風面積が増大して、排水量が減少した場合、船舶の全長（垂線間長）と型幅の比（ L_{pp}/B ）や船舶の形状を表す方形係数（ C_b ）の値に大きな変化（1 割以上の変化）が無いこと、船尾形状等に変化がないことを確認する。

(4) その場回頭操船局面

- ✓ その場回頭操船局面においては、「6.5.4 その場回頭局面に係る検証」に示す数値シミュレーション結果図から推定を行う。

貨物容積、全長、排水量、受風面積が増大していることから、従来船データベースの図のみでは推定が難しいことも予想される。その場合には、数値シミュレーションを実施して 2L 以内の水域で回頭できることを確認することが望まれる。

(5) 関係者との調整

- ✓ 貨物容積、全長、排水量、受風面積が共にかかなり増大していることから、基準（目安）をクリアしていても、水先人等の地元関係者に対して十分説明を行い、状況によっては、地域特性を考慮した詳細な検討により安全対策の確認を行うことにも配慮する。

[事例 6] 全長、型幅は承認済み船舶と変わらないものの、受風面積、排水量、喫水が増大し、水深と喫水の比が 1.1 程度となる場合

(1) 準備段階：LNG 運搬船受入れのための事前確認基準

- ✓ 「5 LNG 運搬船受入れのための事前確認基準」の条件を確認する。

(2) 横移動操船局面

- ✓ 受風面積、排水量、喫水が増大していることから、操船局面毎の安全性を判断するための基準（目安）「タグ、スラスター等の制御手段を用いた横移動操船局面（発動）において、180 秒後に 20cm/sec の横移動速力を得ること」の確認が必要である。

「6.5.2 横移動（発動）操船局面に係る検証」に示す横移動操船時の経過時間と横移動速力との関係図は水深と喫水の比が 1.2 程度を想定して浅水影響による付加質量を想定している。喫水が増大し、水深と喫水の比が 1.1 程度となれば、浅水影響が極めて大きくなり、本基準で例示した運動特性より悪化する。

従って、本基準の計算式やデータベースのみで比較検討するのではなく、数値シミュレーション等で確認することが必要である。

(3) 保針操船局面、変針操船局面、その場回頭操船局面

- ✓ 保針操船局面、変針操船局面、その場回頭操船局面においても本基準で例示する既存船でのシミュレーション結果は水深と喫水の比が 1.2 程度の場合である。喫水が増大して水深と喫水の比が 1.1 程度となった場合には、大きく操船性能が変わるので、浅水影響を精緻にモデル化したシミュレーションにてその影響の程度を検証する必要がある。

6.4.2 操船性能評価基準を満たさない場合

操船性能評価基準において、対象船舶の操船性能が承認済み最大船型と同等と判断できなかった場合には、新たな数値シミュレーションの実施や検討委員会による審議を行う必要がある。

6.4.1 の評価事例で示したように、全長が数%増大した、受風面積、排水量が数%増大した等の場合には、本基準にて例示している計算結果、シミュレーション結果のデータベースから、その要目変動が操船に与える影響の有無について容易に把握することができる。

しかしながら、6.4.1 の事例 6 でも記述したが、喫水が増大して、水深と喫水の比が 1.1 程度となる場合には、本基準の計算結果、データベースより操船性能が悪化するので、別途精緻なシミュレーション等にて検討する必要がある。

また、本基準で目安として示した各操船局面の判断基準は、代表的な LNG 船における操船局面の算出結果に基づいている。水域施設によっては、このような一般的な操船局面での検討のみでは不十分な場合もある。このような場合には、受入港湾の関係者と調整が必要である。

6.5 従来船データベース（操船性能評価のための検証結果）

本項は「従来船データベース」として、タンク容量、全長・垂線間長、型幅、排水量、風圧・流圧面積、タンクカバー形状等が異なる代表的な 5 つの形式¹⁶の LNG 運搬船について、入出港及び着離棧に係る 4 つの操船局面での数値シミュレーションによる検証結果を取りまとめたものである。本データベースは、6.4 で記述したとおり、対象船舶の要目が承認済み最大船型の要目を超過した場合において、対象船舶の操船性能評価を行う際に、比較可能な従来船の各種指標を提供している。

以降に記載する検証方法及び結果については、対象船舶の操船性能を操船性能評価基準によって事前確認をする際に、比較のために使用するデータ（参考資料）として添付することが必要である。

6.5.1 検証対象船（モデル船）

5 船のうち、4 船はデッキ上の風圧面積が大きいモス型 LNG 運搬船とし、残り 1 船はメンブレン・SPB 型の LNG 運搬船とした。5 形式の LNG 運搬船の要目等の詳細を表 6.5.1 に、また、風圧横力係数・回頭モーメント係数を図 6.5.1 示す。

¹⁶ 5 つの形式のうち、「18 万 m³ 級モス型（連続型タンクカバー）LNG 運搬船」については 2016 年 3 月現在、未だ建造はされておらず、設計段階のデータを用いたモデルのシミュレーション結果となっている。

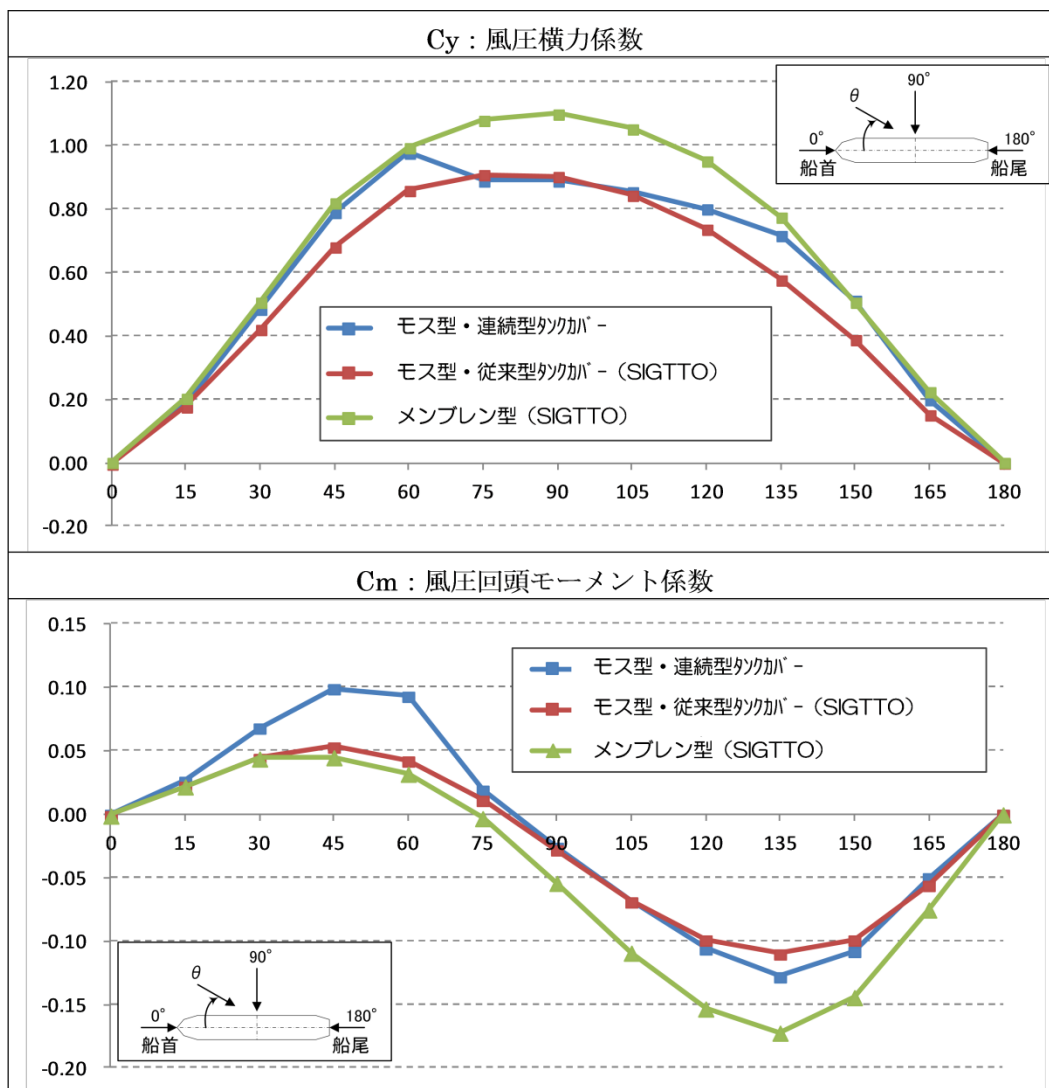


図 6.5.1 風圧横力係数 (Cy) および風圧回頭モーメント係数 (Cm)

表 6.5.1 検討対象船（モデル船）

		15 万 m ³ 級 モス型（従来型タンカ バー）LNG 運搬船	15 万 m ³ 級 モス型（連続型タンカ バー）LNG 運搬船	17 万 m ³ 級 モス型（従来型タンカ バー）LNG 運搬船	18 万 m ³ 級 モス型（連続型タンカ バー）LNG 運搬船 ¹⁷	21 万 m ³ 級 メンブレン・SPB 型 LNG 運搬船
貨物タンク容量		155,000 m ³	155,000 m ³	177,000 m ³	180,000 m ³	217,000 m ³
全長		289.5 m	288.0 m	300.0 m	297.5 m	315.0 m
垂線間長		277.0 m	275.0 m	286.5 m	293.0 m	302.0 m
型幅		49.0 m	48.9 m	52.0 m	48.9 m	50.0 m
型深さ		27.0 m	26.0 m	28.0 m	27.0 m	27.0 m
計画満載喫水		11.8 m	11.5 m	11.5 m	11.5 m	12.0 m
バラスト喫水		9.4 m	9.5 m	9.5 m	9.8 m	9.5 m
総トン数		124,000 GT	138,000 GT	143,000 GT	155,000 GT	136,300 GT
載貨重量トン		75,000 MT	75,000 MT	86,000 MT	80,300 MT	101,000 MT
排水量	（計画満載喫水）	109,400 MT	109,900 MT	123,000 MT	121,000 MT	143,400 MT
	（バラスト喫水）	90,000 MT	90,000 MT	99,000 MT	101,000 MT	111,900 MT
風圧側面積	（計画満載喫水）	8,300 m ²	8,850 m ²	8,840 m ²	9,450 m ²	7,670 m ²
	（バラスト喫水）	9,000 m ²	9,450 m ²	9,400 m ²	9,950 m ²	8,370 m ²
流圧側面積	（計画満載喫水）	3,260 m ²	3,300 m ²	3,200 m ²	3,350 m ²	3,620 m ²
	（バラスト喫水）	2,600 m ²	2,700 m ²	2,700 m ²	2,850 m ²	2,870 m ²
方形係数 Cb	（計画満載喫水）	0.67	0.69	0.70	0.72	0.77
	（バラスト喫水）	0.69	0.69	0.68	0.70	0.76
推進器		1 軸 1 舵	1 軸 1 舵	1 軸 1 舵	2 軸 2 舵	2 軸 2 舵

¹⁷ 5つの形式のうち、「18 万 m³ 級モス型（連続型タンカバー）LNG 運搬船」については 2016 年 3 月現在、未だ建造はされておらず、設計段階のデータを用いたモデルのシミュレーション結果となっている。

6.5.2 横移動（発動）操船局面に係る検証

(1) 検証方法

風圧影響及び流圧影響は、想定する風と流れ（潮流）から対象船舶が受ける力を算出し、設定するタグボートによって、対象船舶の横移動速力が適切な時間内で 20cm/s を上回ることを検証する。なお、ここでは 3,600 馬力タグボート 4 隻を想定した。

① 設定条件

対象船舶及び外力の設定条件は以下のとおり。

- 載貨状態：満載状態
- 風向：60・90・120 度
- 風速：無風・3 風速（8・10・12m/sec）
- 潮流：なし
- 水深：-14m
- タグ：3,600 馬力 4 隻のタグボートを使用。出力は Full(100%)とした。

表 6.5.2 タグボートの推力設定

タグボート推進器	ZP 型
100PS あたり推力（トン）	前進 1.44 トン 後進 1.35 トン
波浪影響等	通常稼動時の平均推力：85% 波浪中の姿勢保持減衰率：5%
100PS あたり設定推力	前進 1.16 トン 後進 1.09 トン
タグライン係止位置	上甲板に係止
3,600 馬力 4 隻使用時の合計推力	押し（前進）：167.04 トン 引き（後進）：156.96 トン

② 検証項目

タグ、スラスター等の制御手段を用いた横移動操船局面（発動）において、180 秒後に 20cm/sec の横移動速力を得ることを確認する。

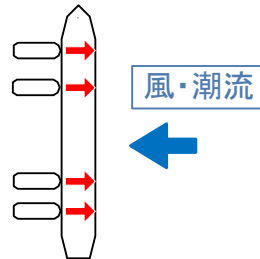


図 6.5.2 横移動計算の概念図

(2) 簡易計算方法

- 風圧力・流圧力の計算方法は OCIMF ガイドラインを用いる。
- 対象船舶の主要目・風圧力係数・風圧回頭モーメント係数から風圧力・流圧力の外力を求める。
- 対象船舶に配置するタグの合計推力を与え、船体にかかる外力との差から横移動にかかる力を求める。
- 風圧回頭モーメント力については、タグ押し位置を重心の $1/4 L_{pp}$ と仮定し、モーメント力をタグ力にて吸収する（風圧回頭モーメントを消す）こととする。従って、横移動に使用するタグからはこのモーメント調整に必要なタグ力を減ずることとする。
- 加速度は、船体にかかる力を質量で除して求める。
- 加速度算出における浅水影響を考慮した付加質量係数については、操船シミュレータ実験・実船計測結果との検証により「2.0」とした（計算式については 52 ページ参照）。

(3) 簡易計算結果

横移動（発動）局面の保針局面の簡易計算結果を図 6.5.3～図 6.5.11 に示す。風向・風速によっては 180 秒で 20cm/sec の横速力を得られない船型もあり、タグ馬力を変更しての再計算等の必要となる場合がある。

(4) 横移動速力計算結果

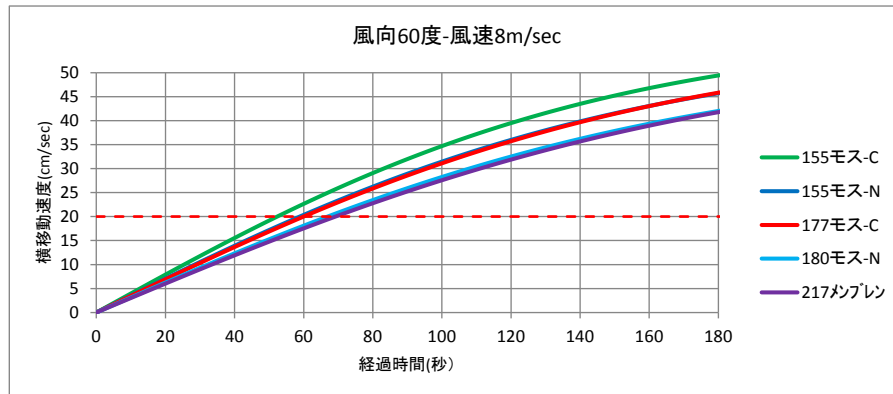


図 6.5.3 横移動速力の計算結果（風向 60 度・風速 8m/sec）

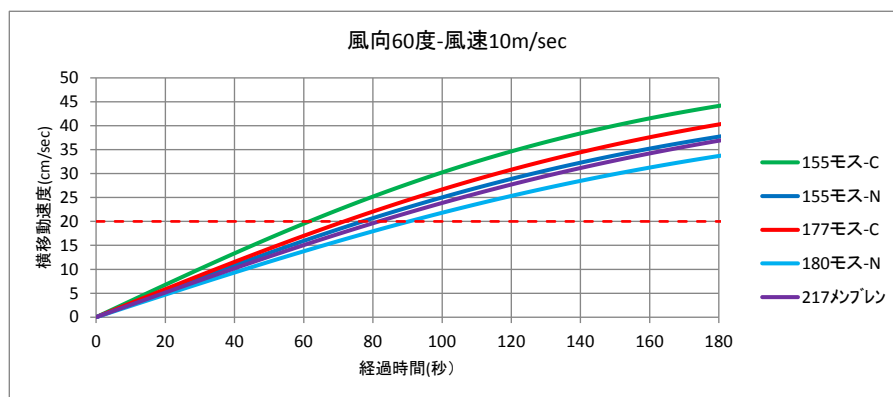


図 6.5.4 横移動速力の計算結果（風向 60 度・風速 10m/sec）

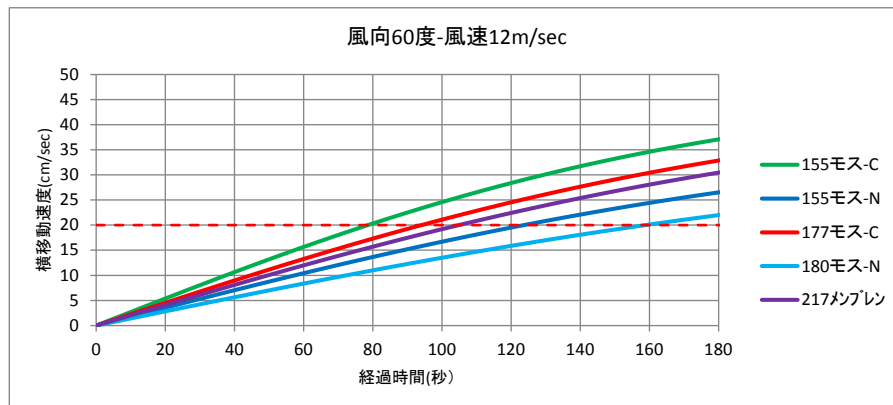


図 6.5.5 横移動速力の計算結果（風向 60 度・風速 12m/sec）

- (注釈)
- 155 モス-C : 15 万 m³ 級モス型（従来型タンクカバー）LNG 運搬船
 - 155 モス-N : 15 万 m³ 級モス型（連続型タンクカバー）LNG 運搬船
 - 177 モス-C : 17 万 m³ 級モス型（従来型タンクカバー）LNG 運搬船
 - 180 モス-N : 18 万 m³ 級モス型（連続型タンクカバー）LNG 運搬船
 - 217 メンブレン : 21 万 m³ 級メンブレン・SPB 型 LNG 運搬船

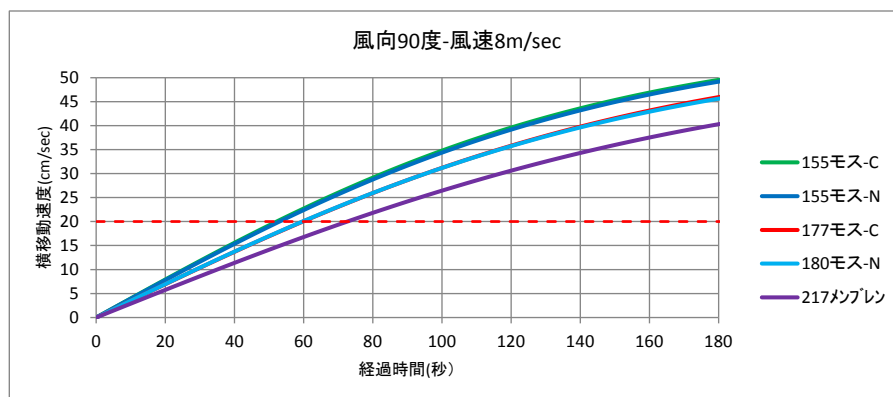


図 6.5.6 横移動速力の計算結果（風向 90 度・風速 8m/sec）

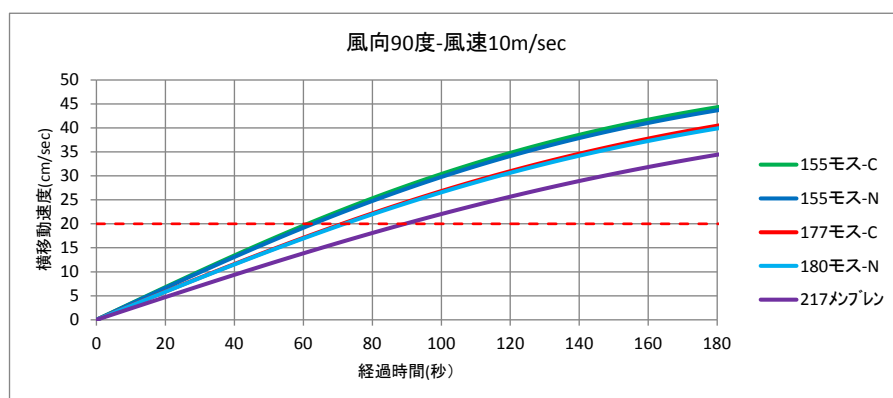


図 6.5.7 横移動速力の計算結果（風向 90 度・風速 10m/sec）

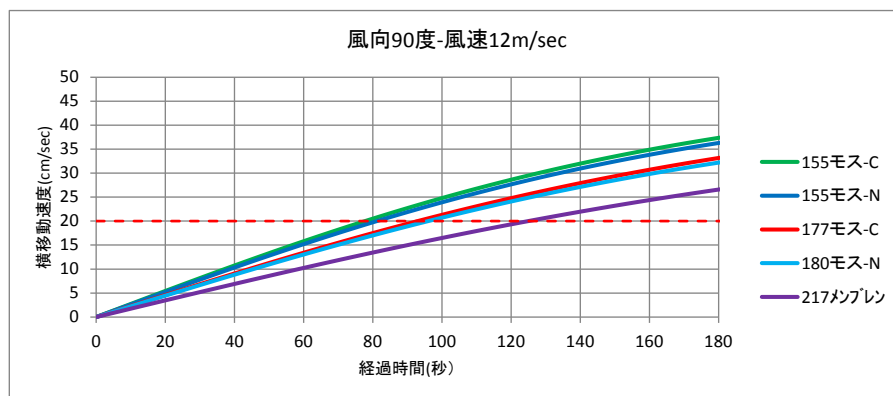


図 6.5.8 横移動速力の計算結果（風向 90 度・風速 12m/sec）

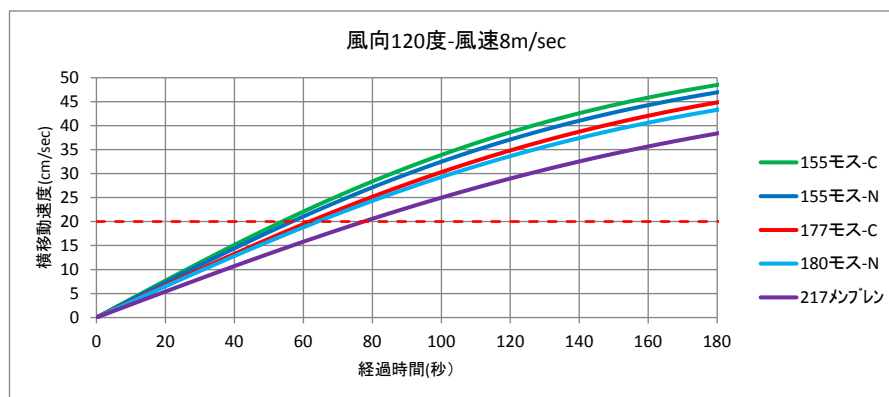


図 6.5.9 横移動速力の計算結果（風向 120 度・風速 8m/sec）

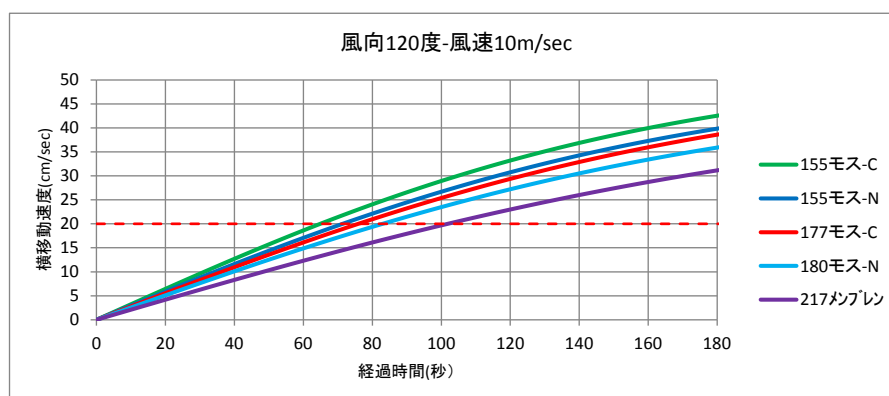


図 6.5.10 横移動速力の計算結果（風向 120 度・風速 10m/sec）

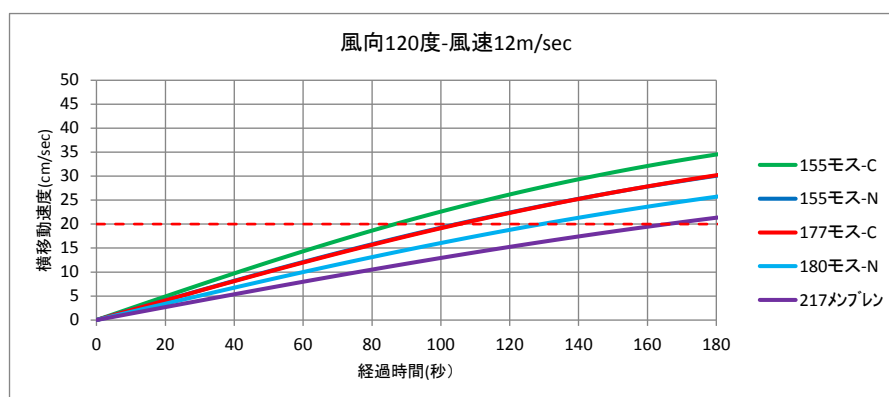


図 6.5.11 横移動速力の計算結果（風向 120 度・風速 12m/sec）

【参考】横移動速力の簡易計算

離着舷と反対方向から横風を受けながら、対象船舶を横移動させる場合の、時間による船体の横移動速力の変化は以下のように簡易計算できる。

$$F(t) = P - R_w(t) - R_a(t)$$

$F(t)$: 時間 t における、総曳引力と横流圧力・風圧力の差 (kN)

P : 総曳引力 (kN)

$R_w(t)$: 時間 t における、横流圧力抵抗 (kN) ※1

$R_a(t)$: 時間 t における、横風圧力抵抗 (kN) ※2

$$a(t) = F(t) / (m + m')$$

$$m' = \alpha \cdot m$$

$a(t)$: 時間 t における、船舶の横移動加速度 (m/s^2)

m : 排水量 (ton)

α : 付加質量係数 (-)

m' : 付加質量 (ton)

$$V(t + \Delta t) = V(t) + a(t) \cdot \Delta t$$

$V(t)$: 時間 t における、船体の横移動速力 (m/s)

Δt : 時間 t からの経過時間 (s)

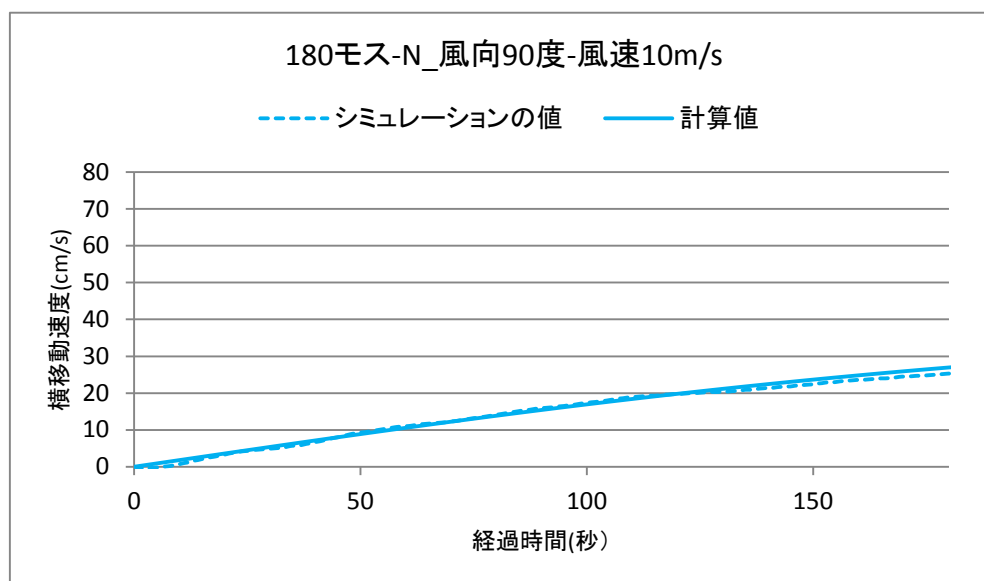
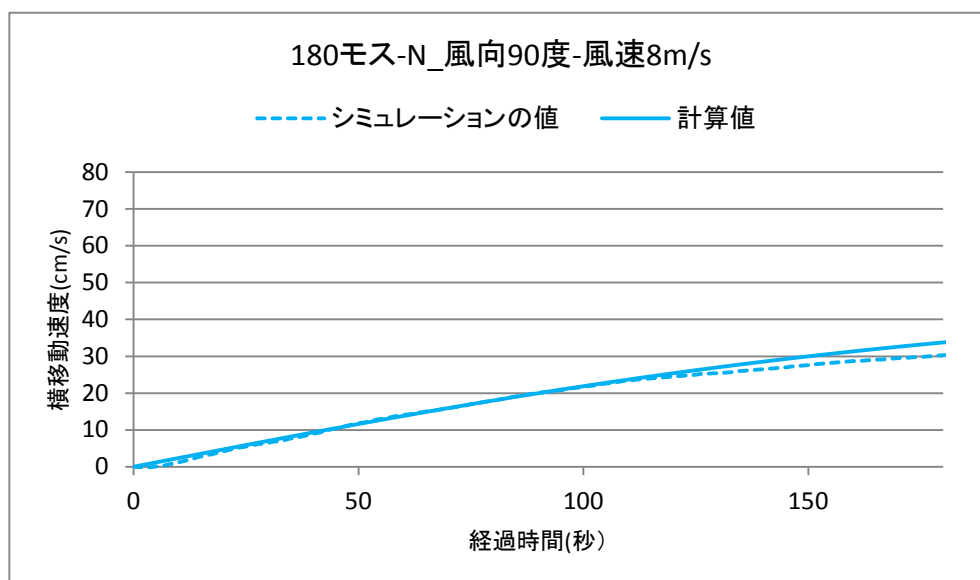
$V(t + \Delta t)$: 時間 t から Δt 秒後の、船体の横移動速力 (m/s)

※1 OCIMF 発行の “Mooring Equipment Guidelines 3rd Edition (MEG3), 2008” に従って算出する。

※2 SIGTTO 発行の “Prediction of wind loads on large liquefied gas carriers, October 2007” に従って算出する。

【参考】横移動速力計算値と操船シミュレーションの比較

・横移動速力の値を比較するため、操船シミュレーションにても同様の条件で横移動実験を行った。操船シミュレーションでは、4隻のタグ（設定推力は表 6.5.2 のとおり）で船体を平行に保ちながら横移動を行い、タグの平均出力は 75%とした。

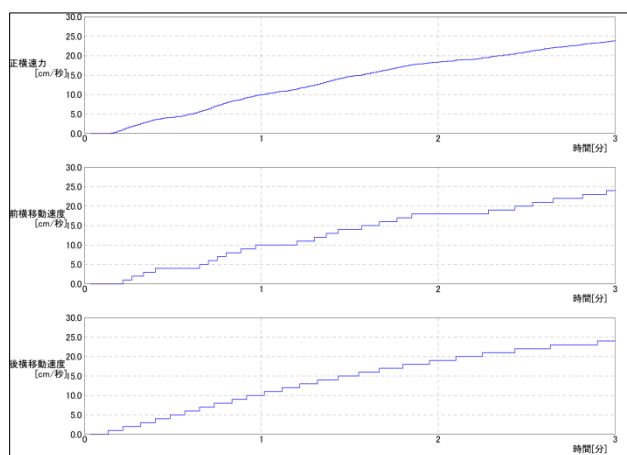
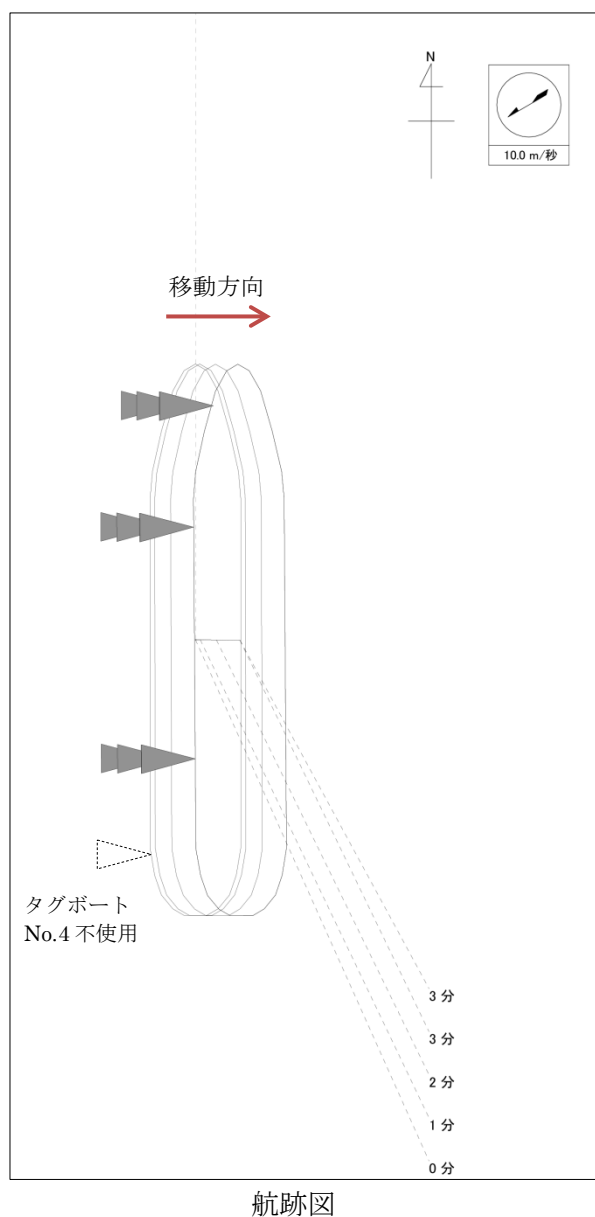


(5) シミュレーションによる横移動速力の検討

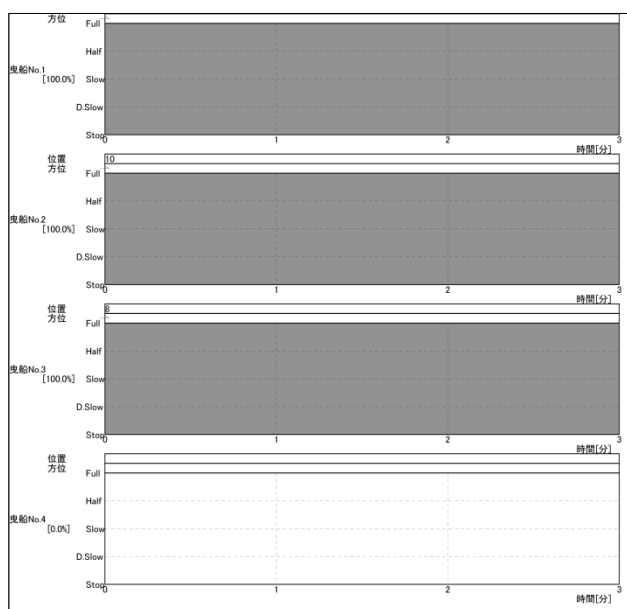
タグプッシュポイントの配置や風向などにより回頭モーメントの影響が大きいと考えられる場合には、シミュレーションによる横移動速力の検討をする必要がある。

【参考】横移動速力シミュレーション検討例①

船首右斜め方向から強い風を受け、回頭モーメントが大きく、並行移動するには船首側にタグを多く配置しなければならない場合の横移動シミュレーションの例を示す。回頭モーメントを制御しながら平行移動するようタグの出力を調整しており、各タグの出力が一定となるよう値を選択している。その結果、タグ No4 が不使用となっている。



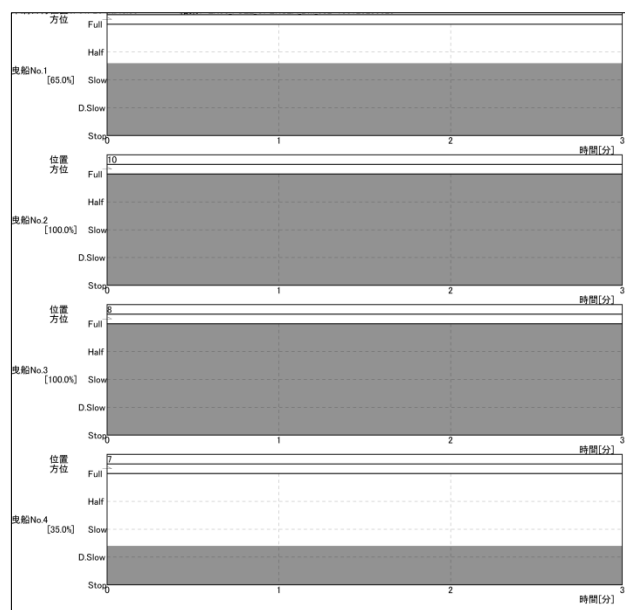
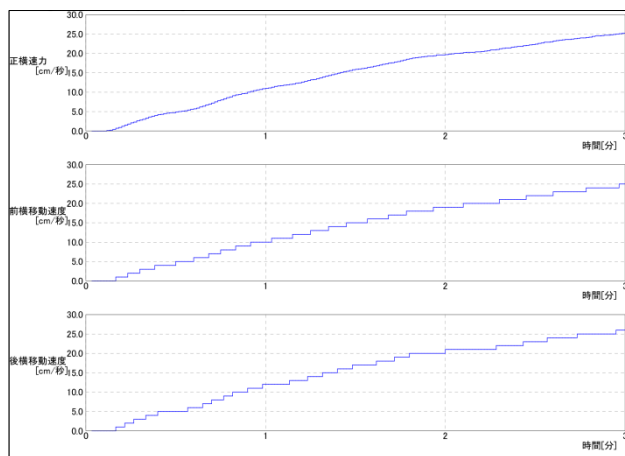
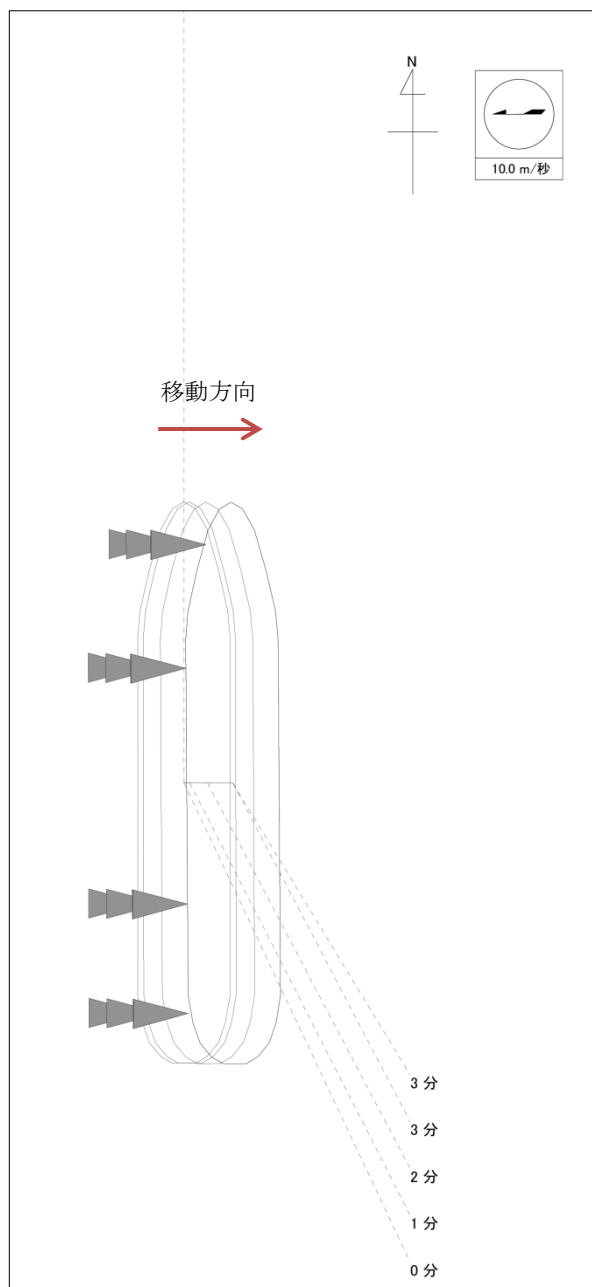
横移動速力



タグボート使用状況

【参考】横移動速力シミュレーション検討例②

風上から強い風を受け、それに向かって並行移動する場合の横移動シミュレーションの例を示す。回頭モーメントを制御しながら平行移動するようタグの出力を調整しており、各タグの出力が一定となるよう値を選択している。



6.5.3 保針操船局面に係る検証

(1) 検証方法

対象船舶が主機 Slow（速力は 5～8 ノット）で 4,000m を航行する際の保針性について検証する。

① 設定条件

対象船舶及び外力の設定条件は以下のとおり。

- 載貨状態：満載状態
- 風向：3 風向（60・90・120 度）
- 風速：3 風速（8・10・12m/sec）
- 潮流：なし
- 水深：-14m

② 検証項目

主機 Slow ahead において、斜航角（Drift angle）が 5 度以下であることを確認する。

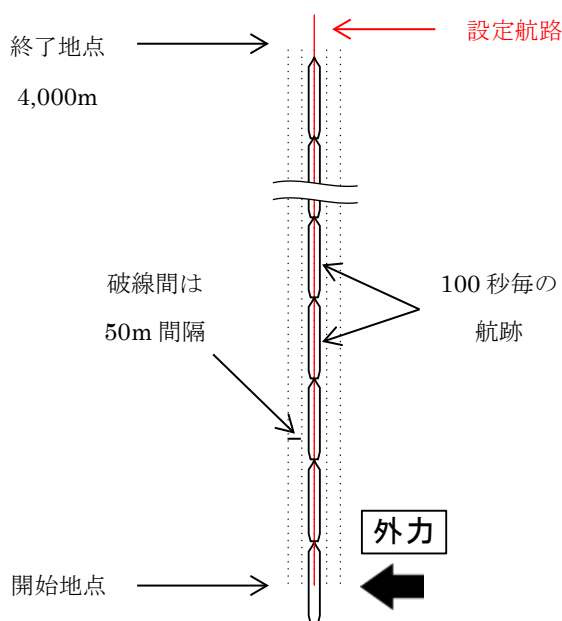


図 6.5.12 保針局面での数値シミュレーション概念図

(2) 数値シミュレーション結果

保針局面の数値シミュレーションの結果を図 6.5.13～図 6.5.18 に示す。シミュレーションケースの評価は、斜航角・舵角が定常状態に達した後进行评估する。すべてのモデル船が斜航角 5 度以内で保針できている。

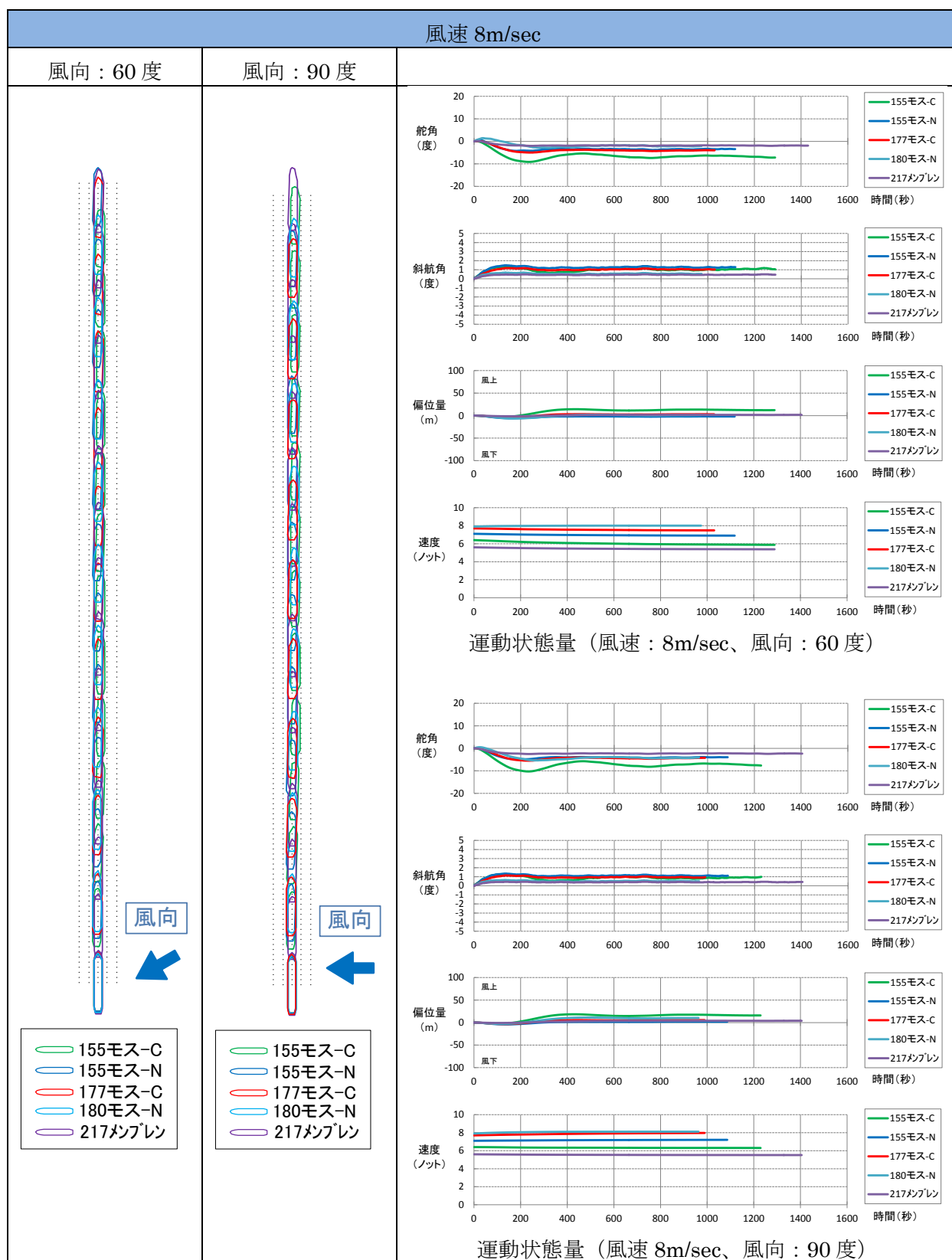


図 6.5.13 保針局面での数値シミュレーション結果 (風速 8m/sec) その 1

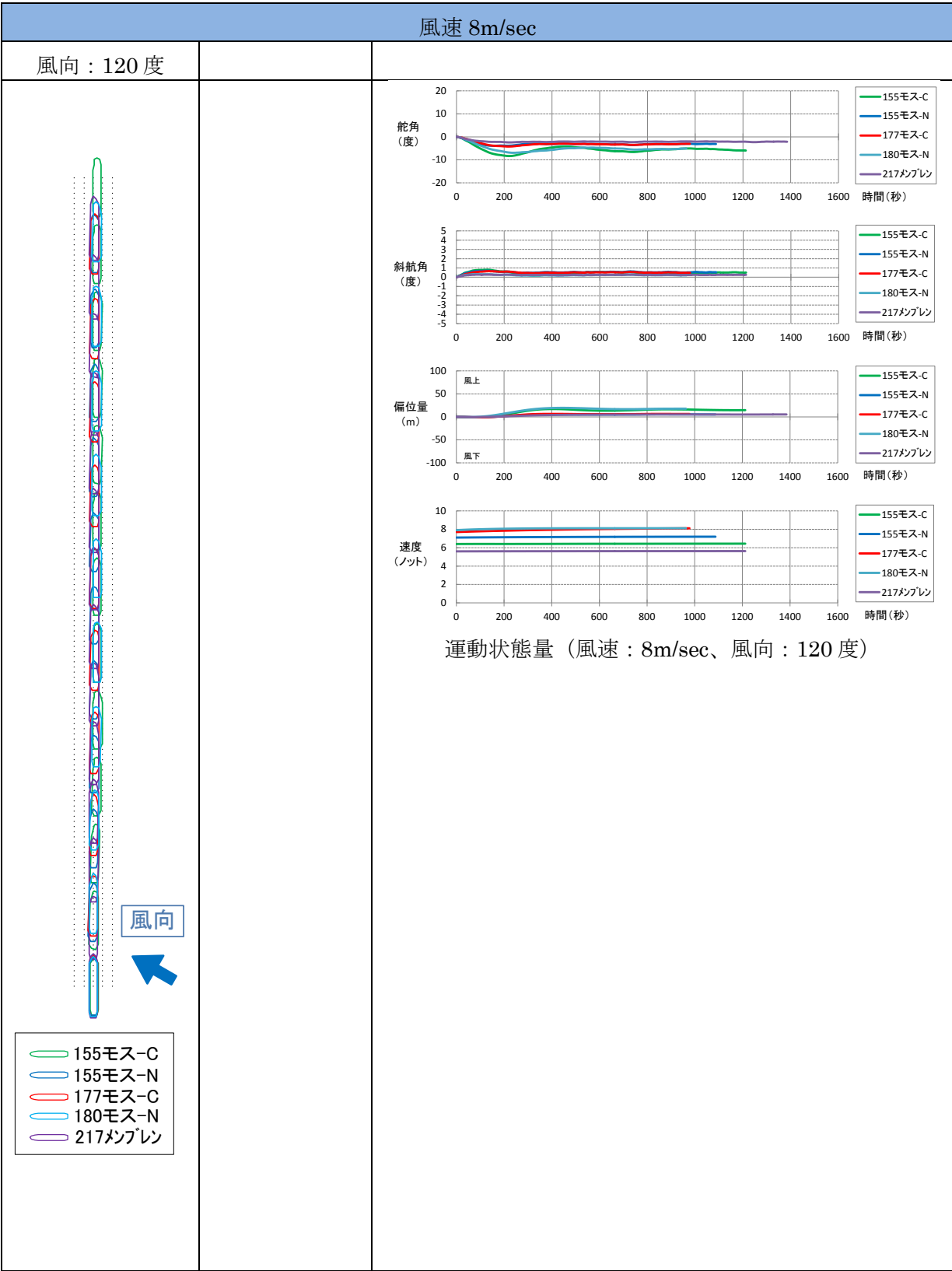


図 6.5.14 保針局面での数値シミュレーション結果 (風速 8m/sec) その 2

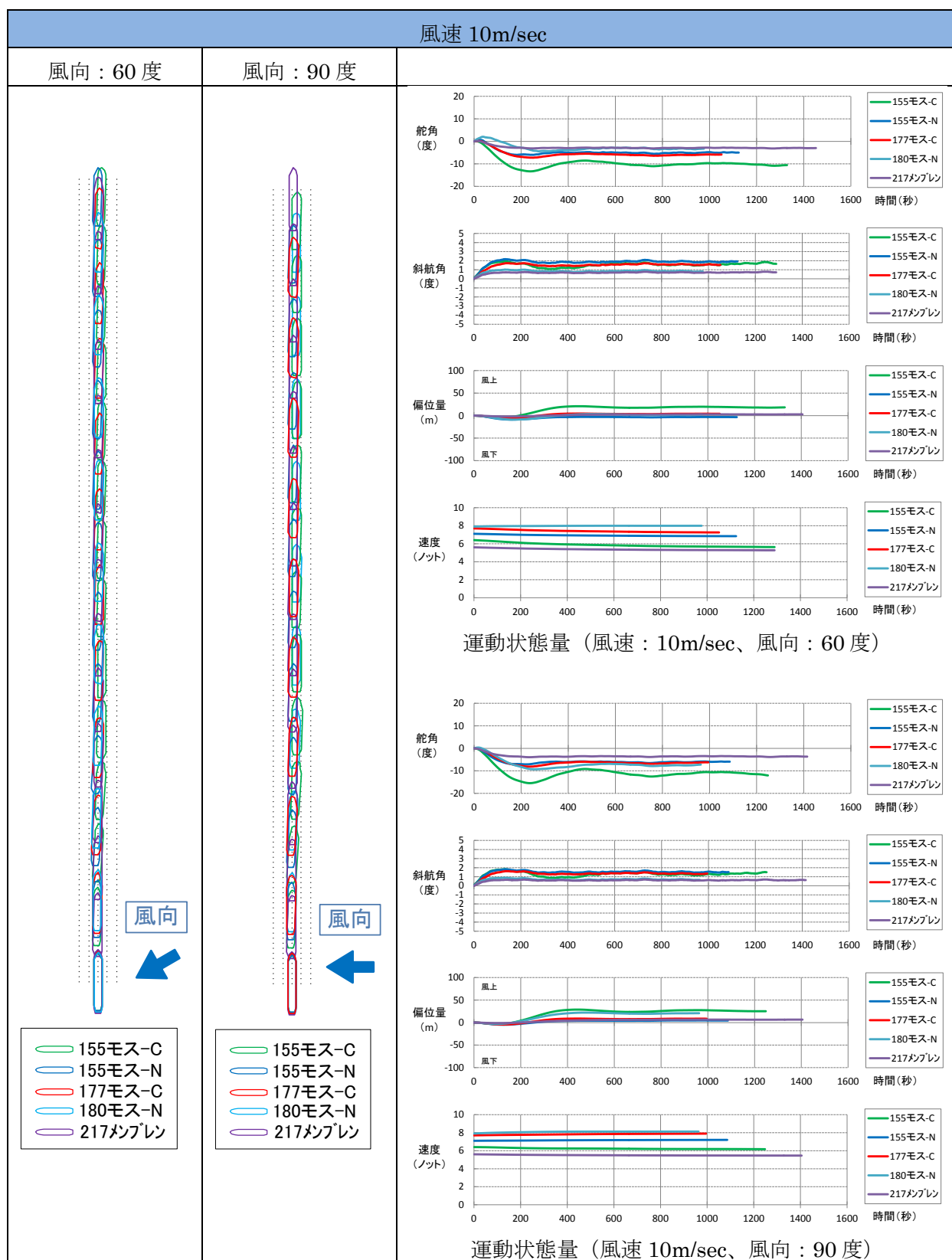


図 6.5.15 保針局面での数値シミュレーション結果 (風速 10m/sec) その 1

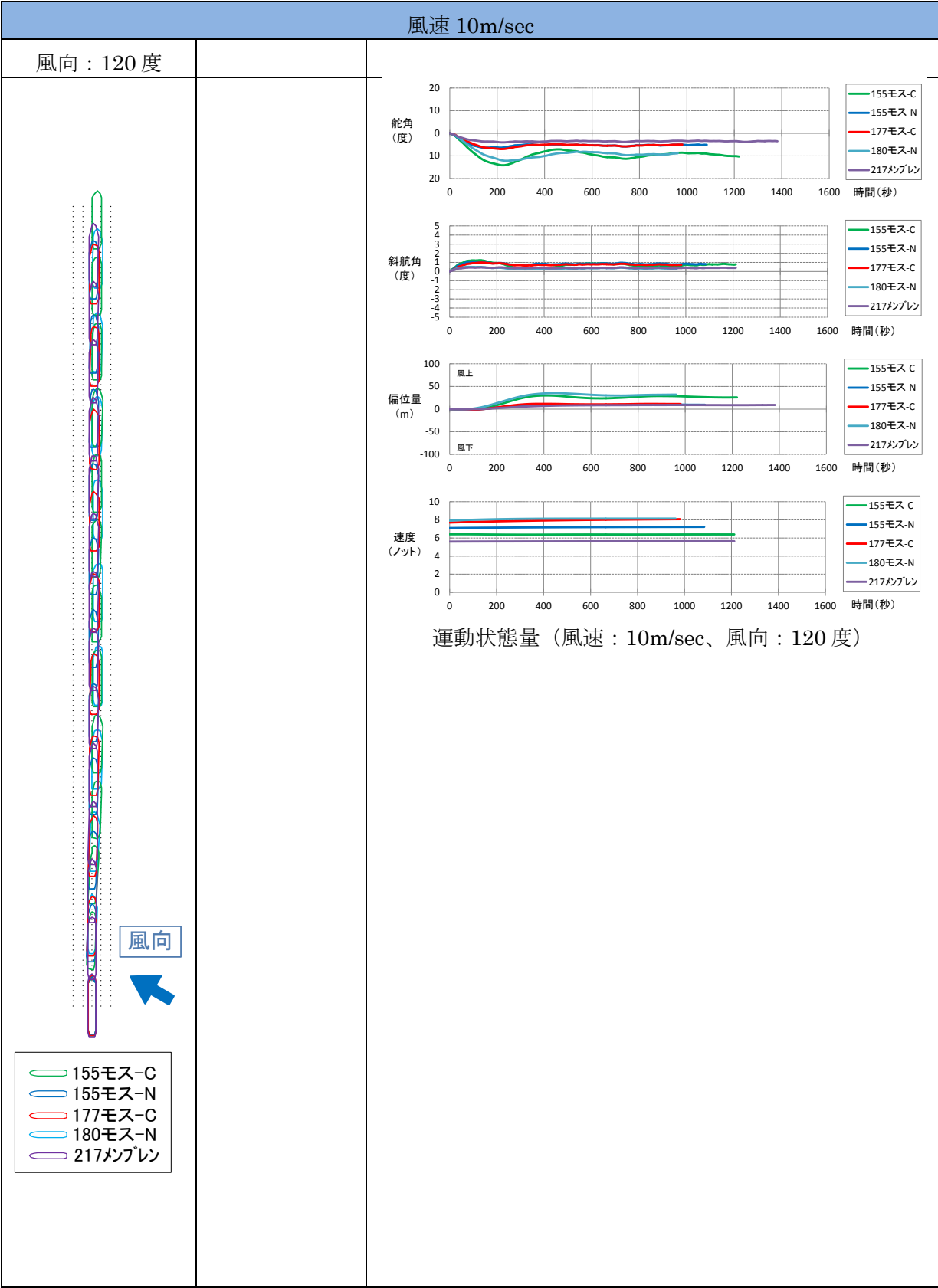


図 6.5.16 保針局面での数値シミュレーション結果 (風速 10m/sec) その 2

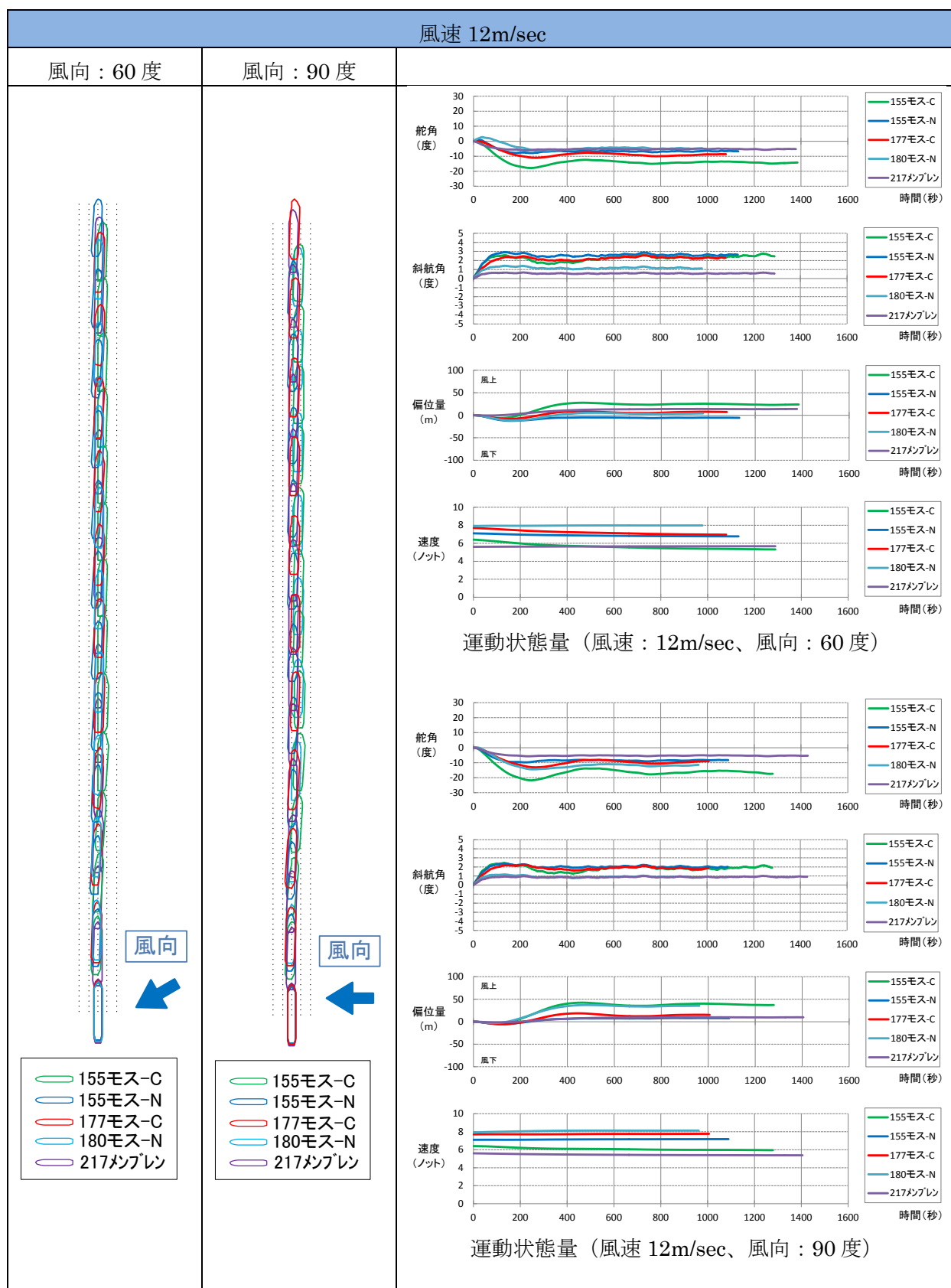


図 6.5.17 保針局面での数値シミュレーション結果 (風速 12m/sec) その 1

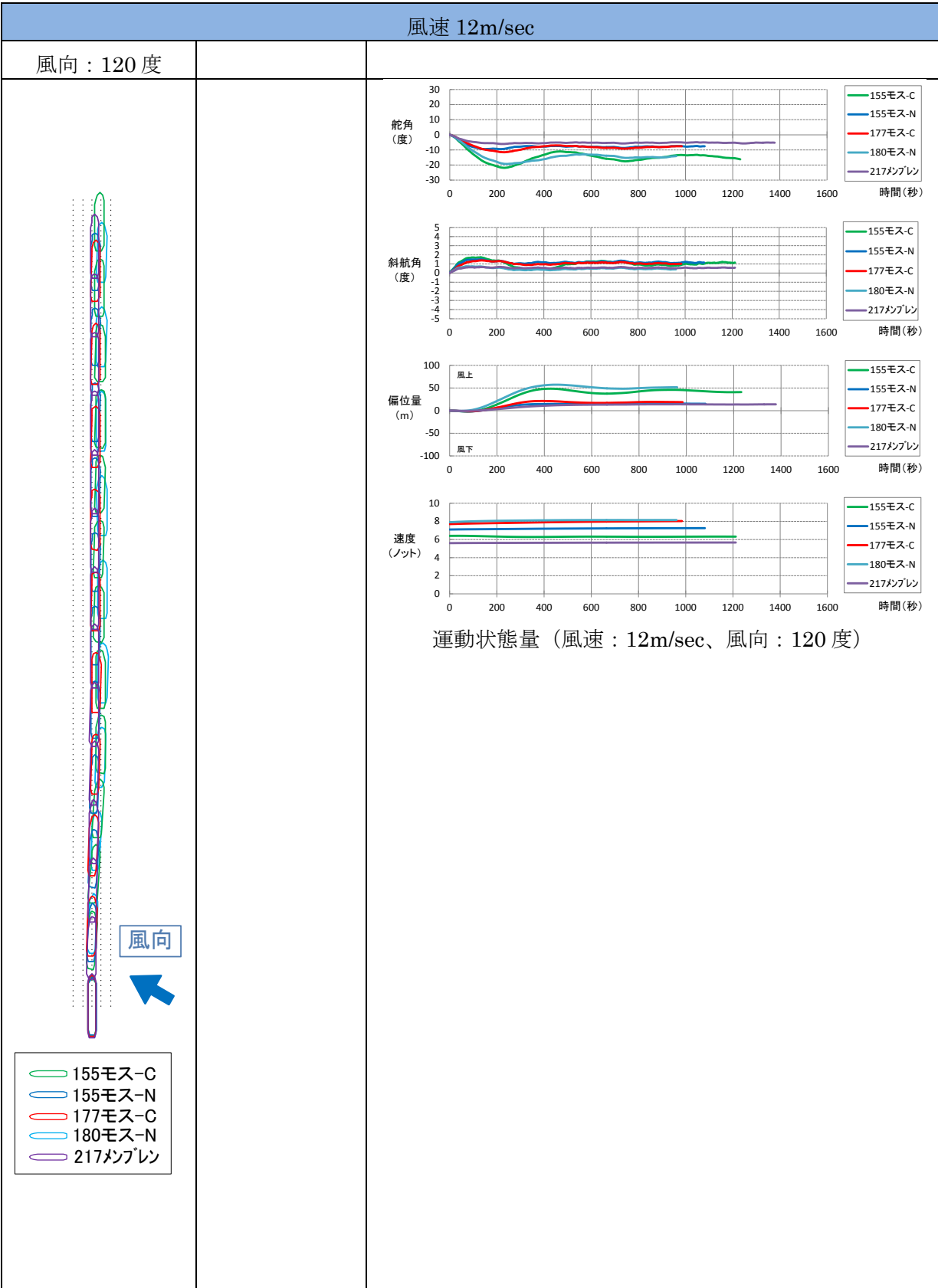


図 6.5.18 保針局面での数値シミュレーション結果 (風速 12m/sec) その 2

6.5.4 その場回頭局面に係る検証

(1) 検証方法

対象船舶が停止状態から、1・5・11時の位置に配置した3,600馬力タグボート3隻の支援を受け、180度右回頭する際の操船性について検証する。回頭中、本船に前進・後進の行き脚が生じた場合には、本船主機により前後速力を制御することとする。

① 設定条件

対象船舶及び外力の設定条件は以下のとおり。

- 載貨状態：バラスト状態
- 風向：3風向（60・90・120度）
- 風速：無風・3風速（8・10・12m/sec）
- 潮流：なし
- 水深：-14m
- タグ：3,600馬力タグボート3隻、Full押し・Full引きとする。推力の設定は表6.5.2のとおり。

② 検証項目

タグ、スラスター等の制御手段を用いたその場回頭操船局面において、直径2L（L：全長）の操船水域円内で180度の針路変更を伴う回頭操船ができることを確認する。

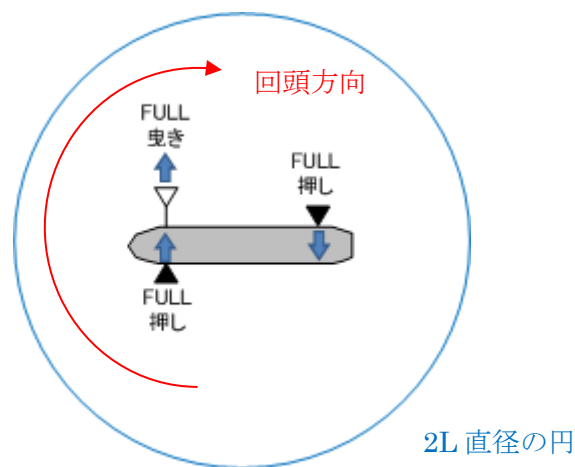


図 6.5.19 回頭局面の数値シミュレーション概念図

(2) 数値シミュレーション結果

回頭局面の数値シミュレーション結果を図 6.5.20～図 6.5.24 に示す。すべてのモデル船が直径2Lの回頭水域円内で回頭できている。

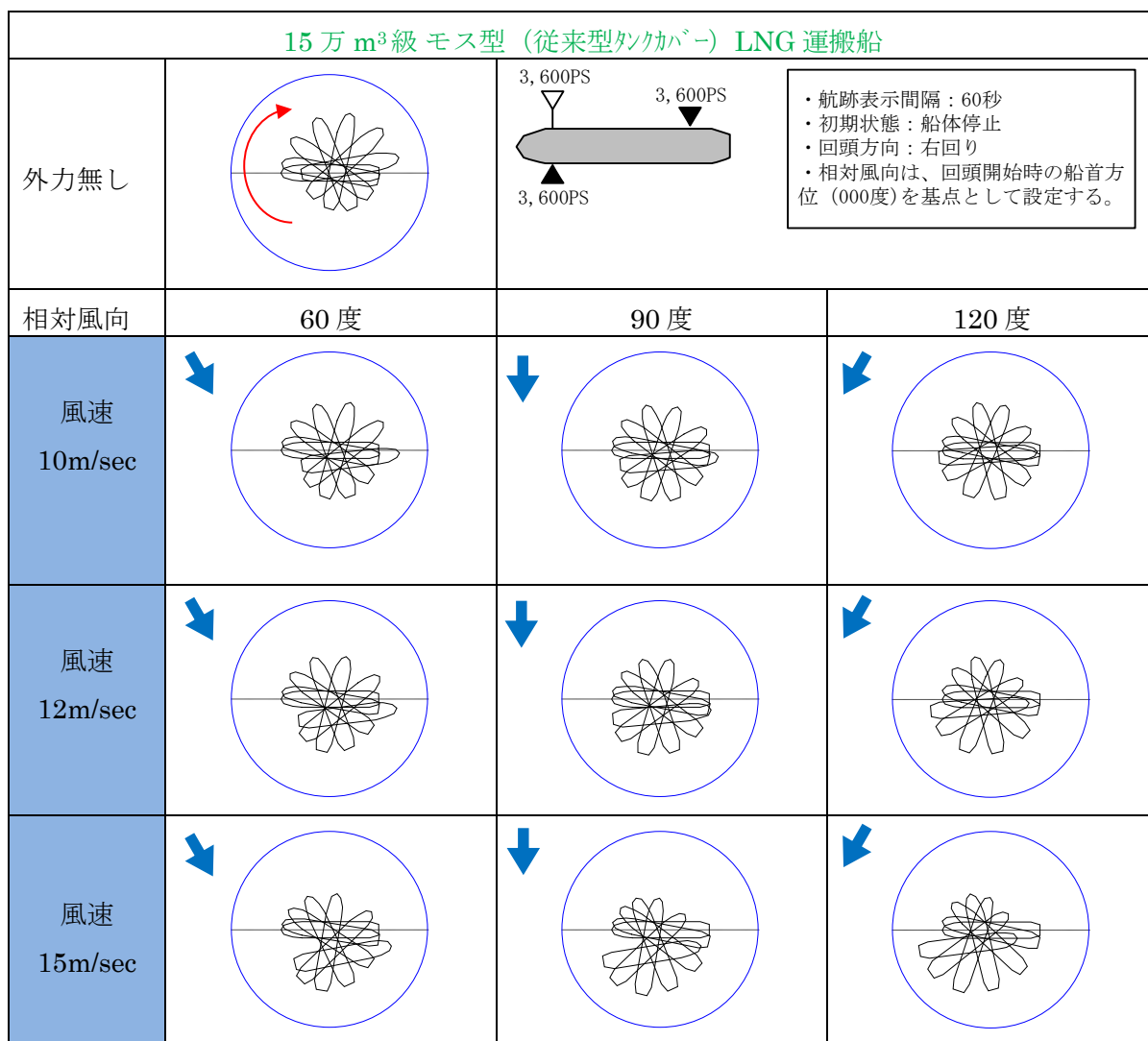


図 6.5.20 回頭局面・15 万 m³ 級 モス型 (従来型タンカバー) LNG 運搬船

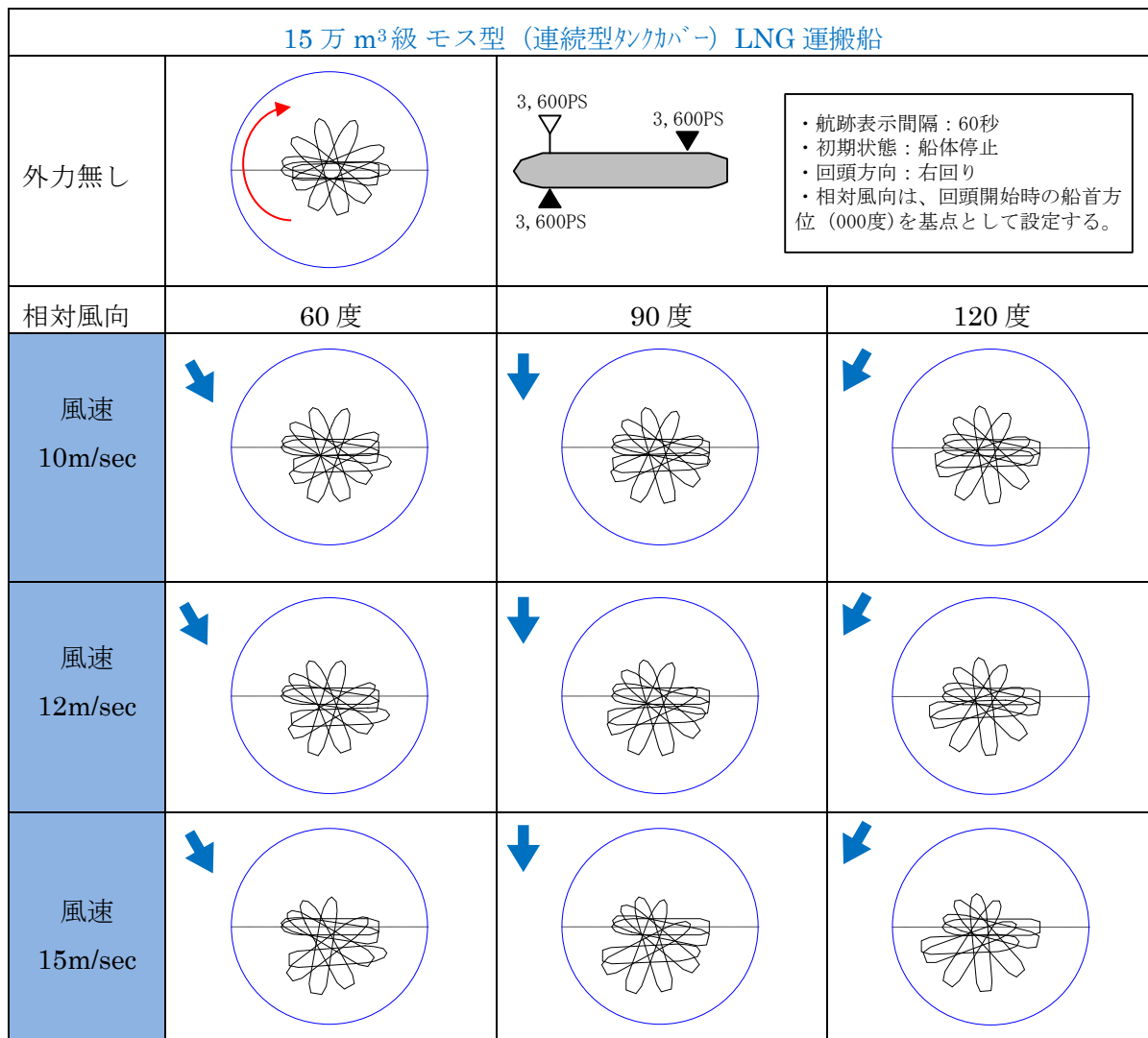


図 6.5.21 回頭局面・15 万 m³ 級 モス型 (連続型タンクバ-) LNG 運搬船

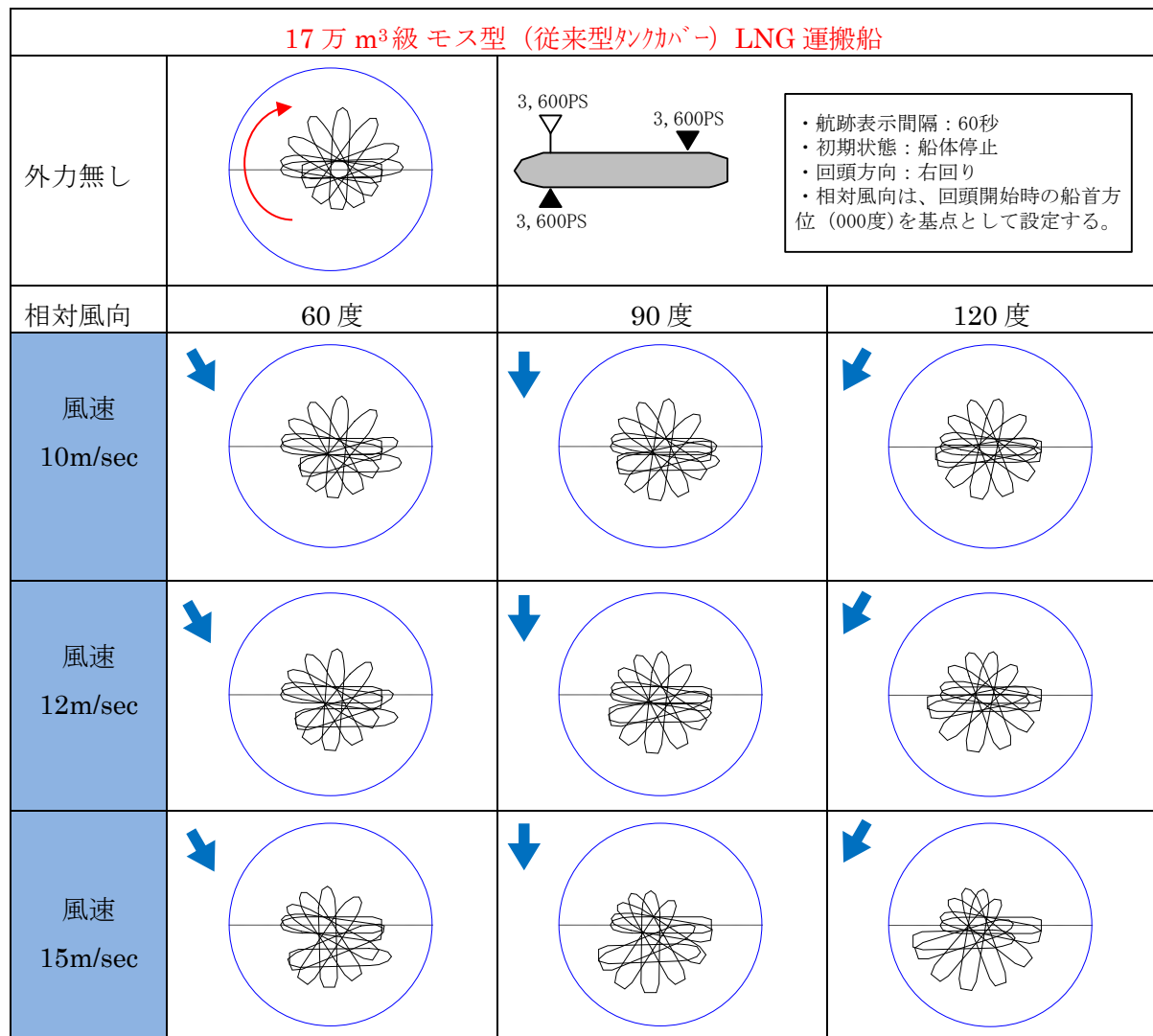


図 6.5.22 回頭局面・17 万 m³ 級 モス型 (従来型タンカバー) LNG 運搬船

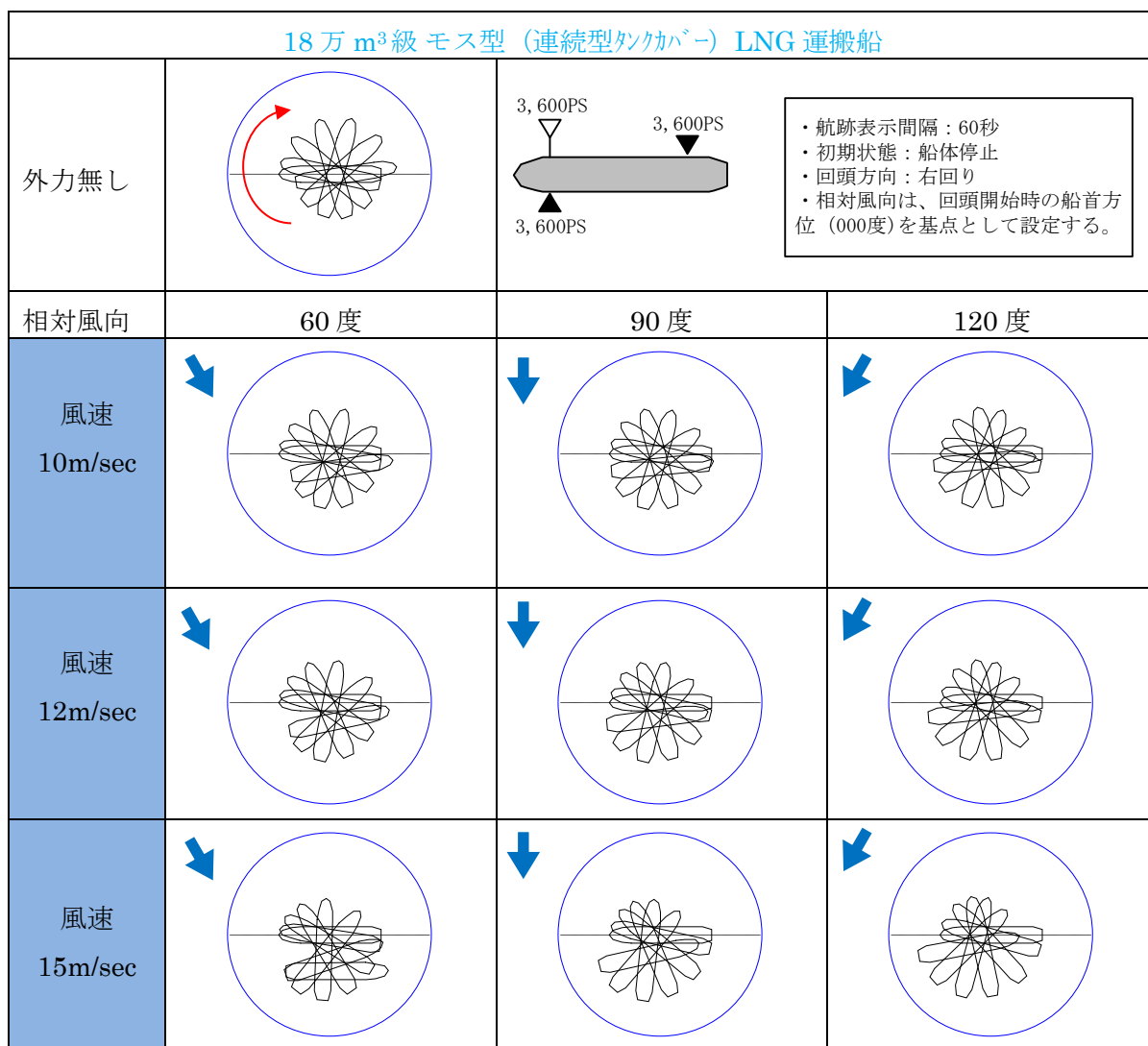


図 6.5.23 回頭局面・18 万 m³ 級 モス型 (連続型クハバー) LNG 運搬船

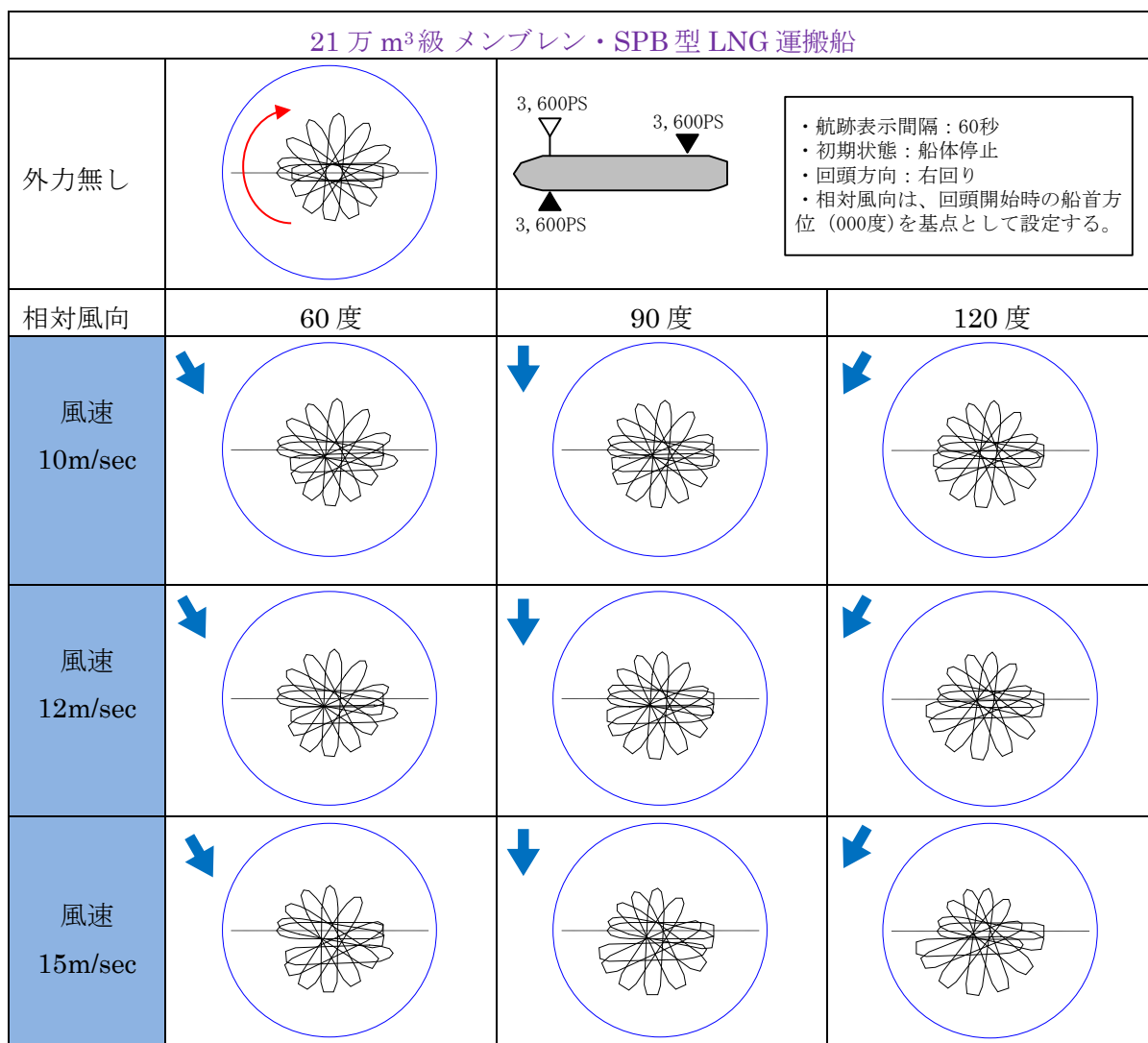


図 6.5.24 回頭局面・21 万 m³級 メンブレン・SPB 型 LNG 運搬船

6.5.5 変針局面に係る検証

(1) 検証方法

対象船舶が主機 **Slow** で航行後、40 度右へ変針する際の操船性について検証する。

① 設定条件

対象船舶及び外力の設定条件は以下のとおり。

- 載貨状態：満載状態
- 風向：6 風向（60・90・120 度、240・270・300 度）
- 風速：無風・3 風速（8・10・12m/sec）
- 潮流：なし
- 水深：-14m

② 検証項目

対象船舶が主機 **Slow ahead** において、5 度/分以上の回頭角速度を得た針路変更が可能なことを検証する。

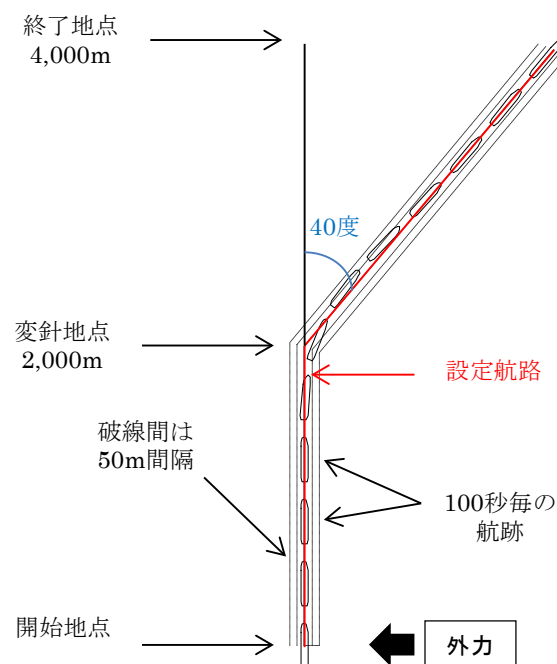


図 6.5.25 変針局面の数値シミュレーション概念図

(2) 数値シミュレーション結果

変針局面の数値シミュレーション結果を図 6.5.26～図 6.5.60 に示す。

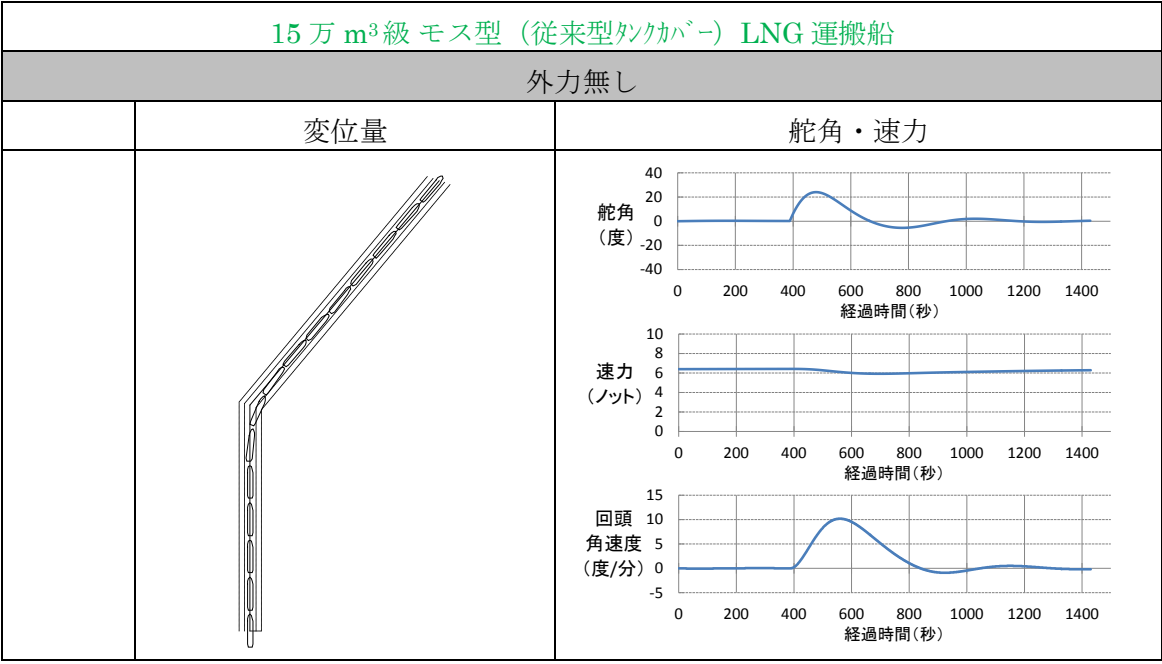


図 6.5.26 変針局面・外力無し・15 万 m³ 級 モス型 (従来型タンカバー) LNG 運搬船

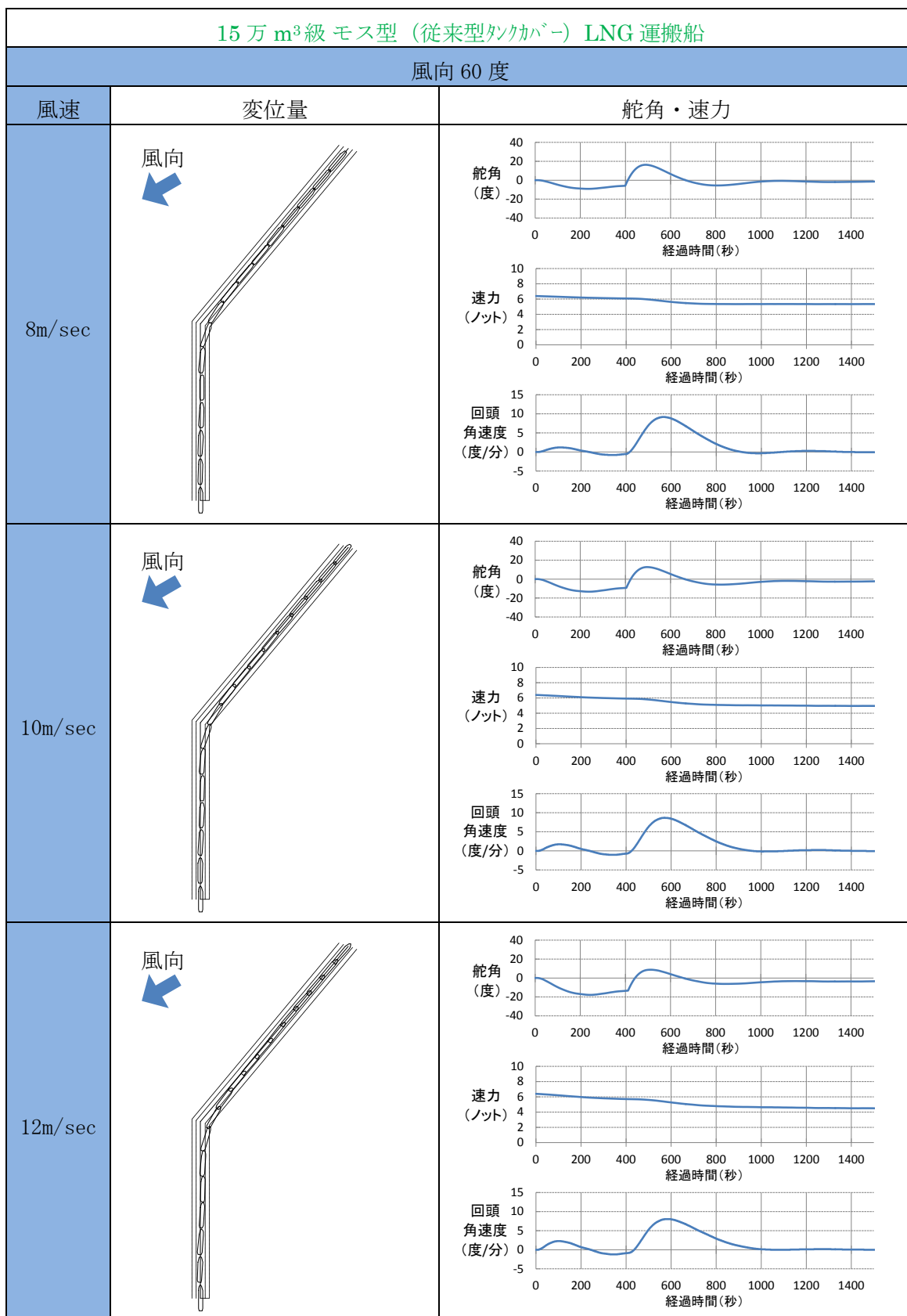


図 6.5.27 変針局面・風向 60 度・15 万 m³ 級 モス型 (従来型タンクバ-) LNG 運搬船

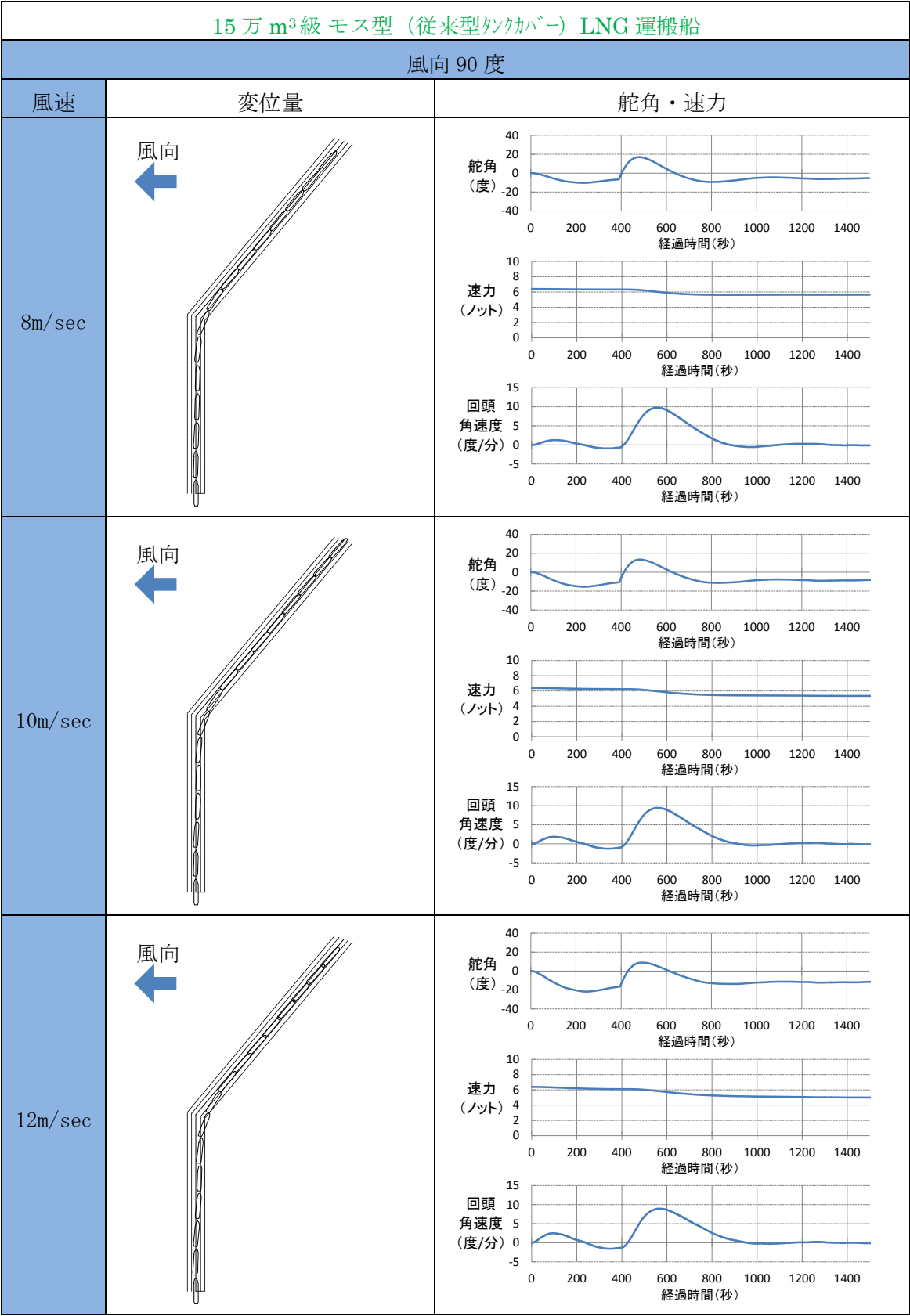


図 6.5.28 変針局面・風向 90 度・15 万 m³ 級 モス型 (従来型ツクカバ) LNG 運搬船

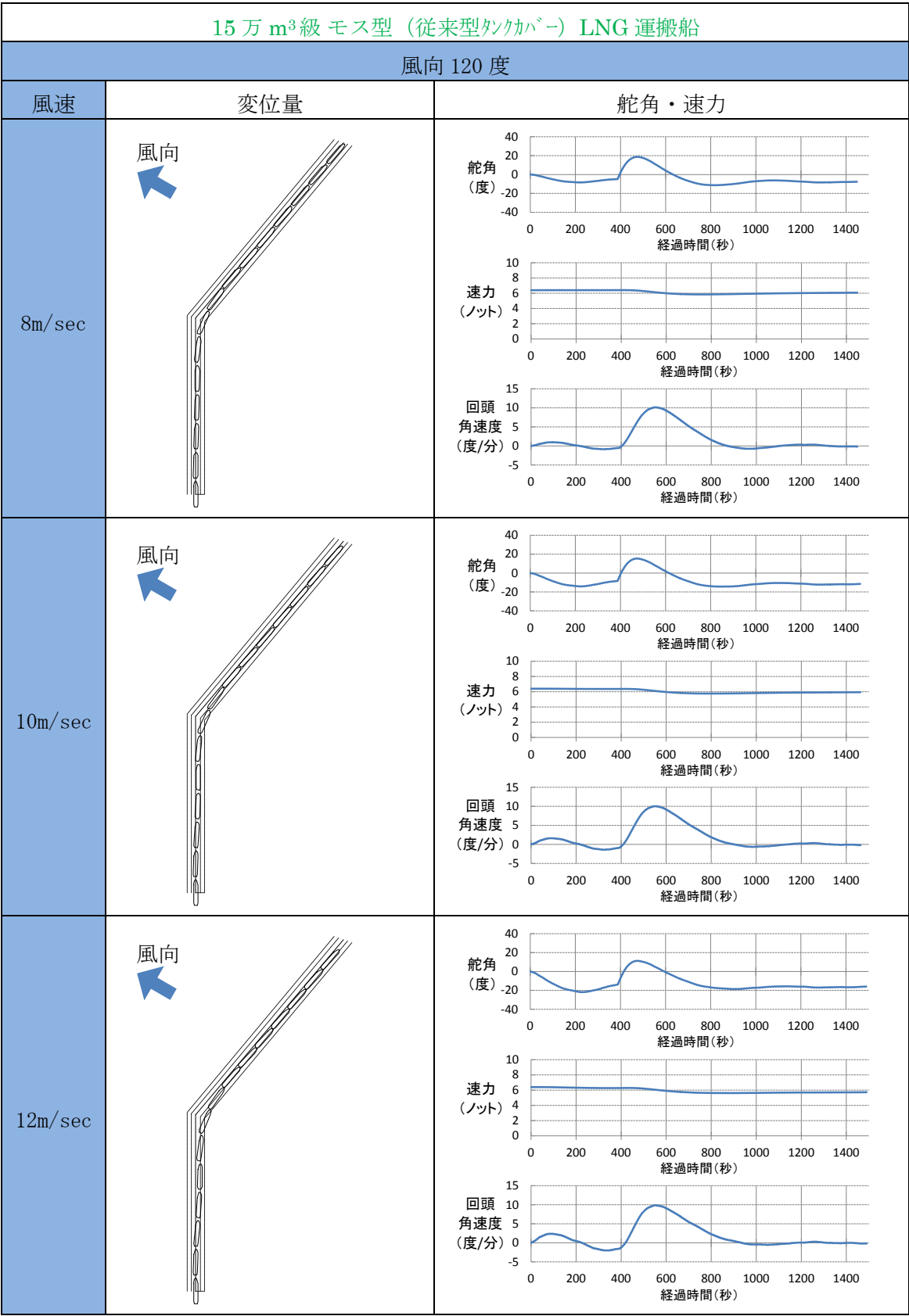


図 6.5.29 変針局面・風向 120 度・15 万 m³ 級 モス型 (従来型タンカバー) LNG 運搬船

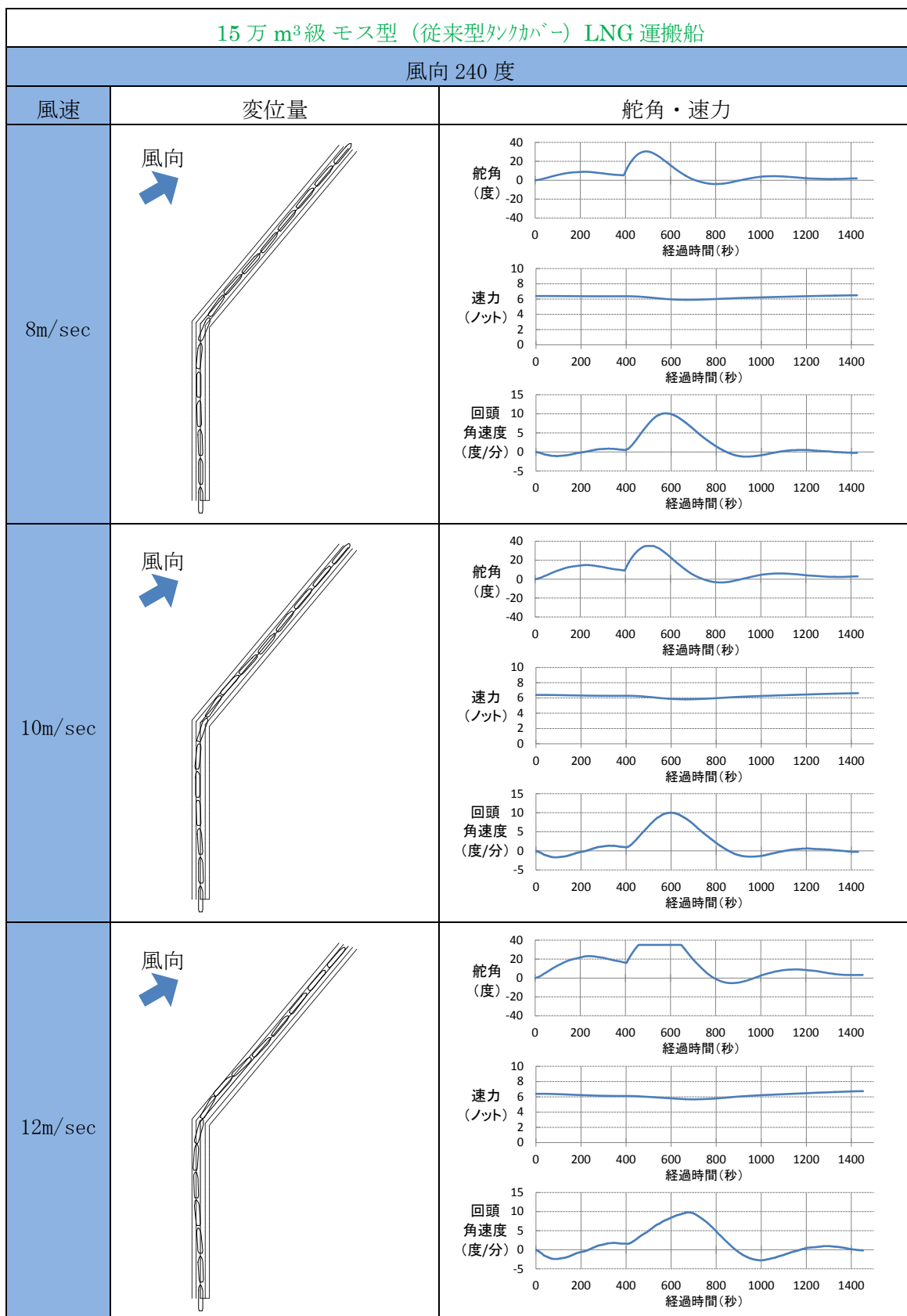


図 6.5.30 変針局面・風向 240 度・15 万 m³ 級 モス型 (従来型タンカバー) LNG 運搬船

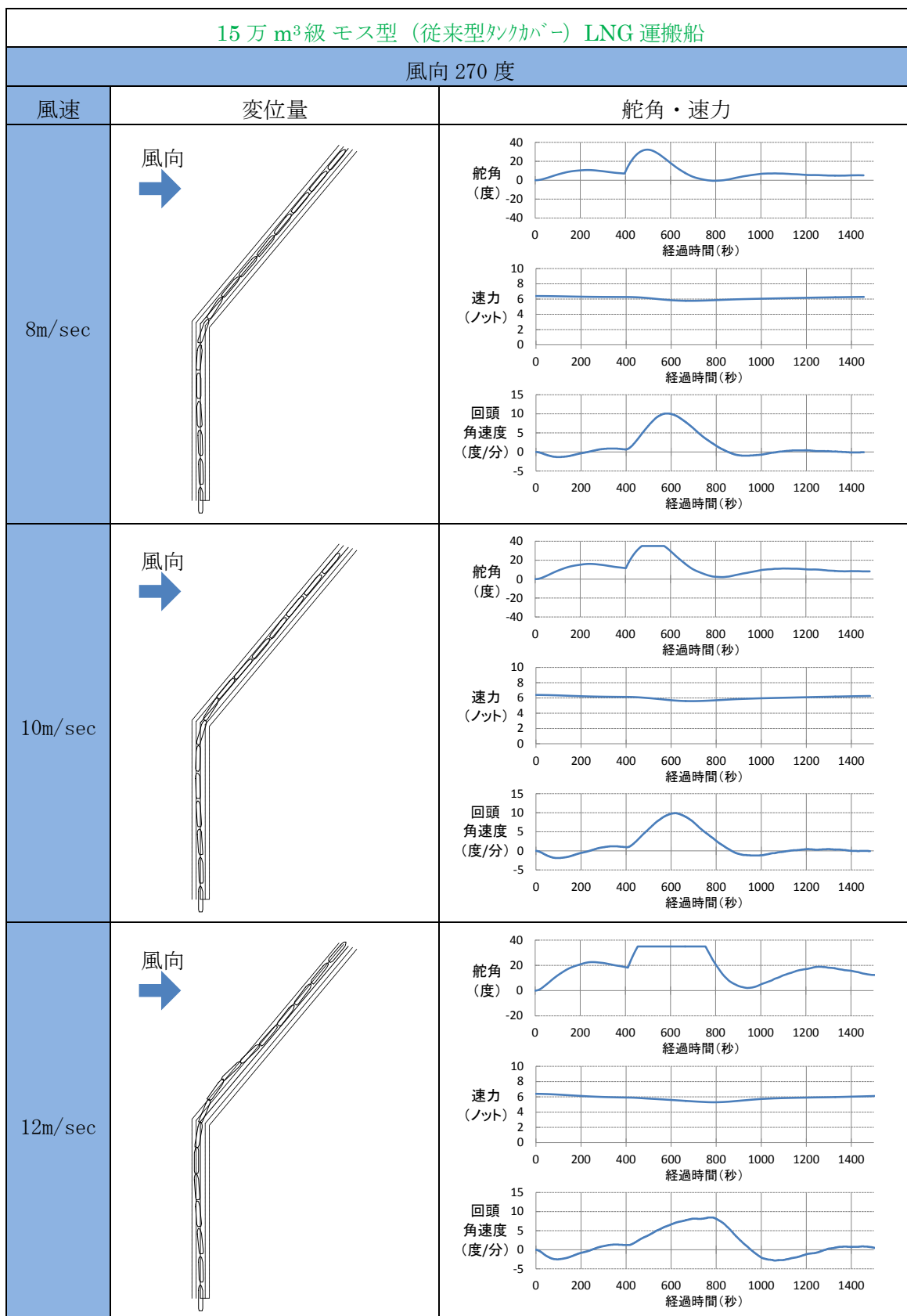


図 6.5.31 変針局面・風向 270 度・15 万 m³ 級 モス型 (従来型タンカバー) LNG 運搬船

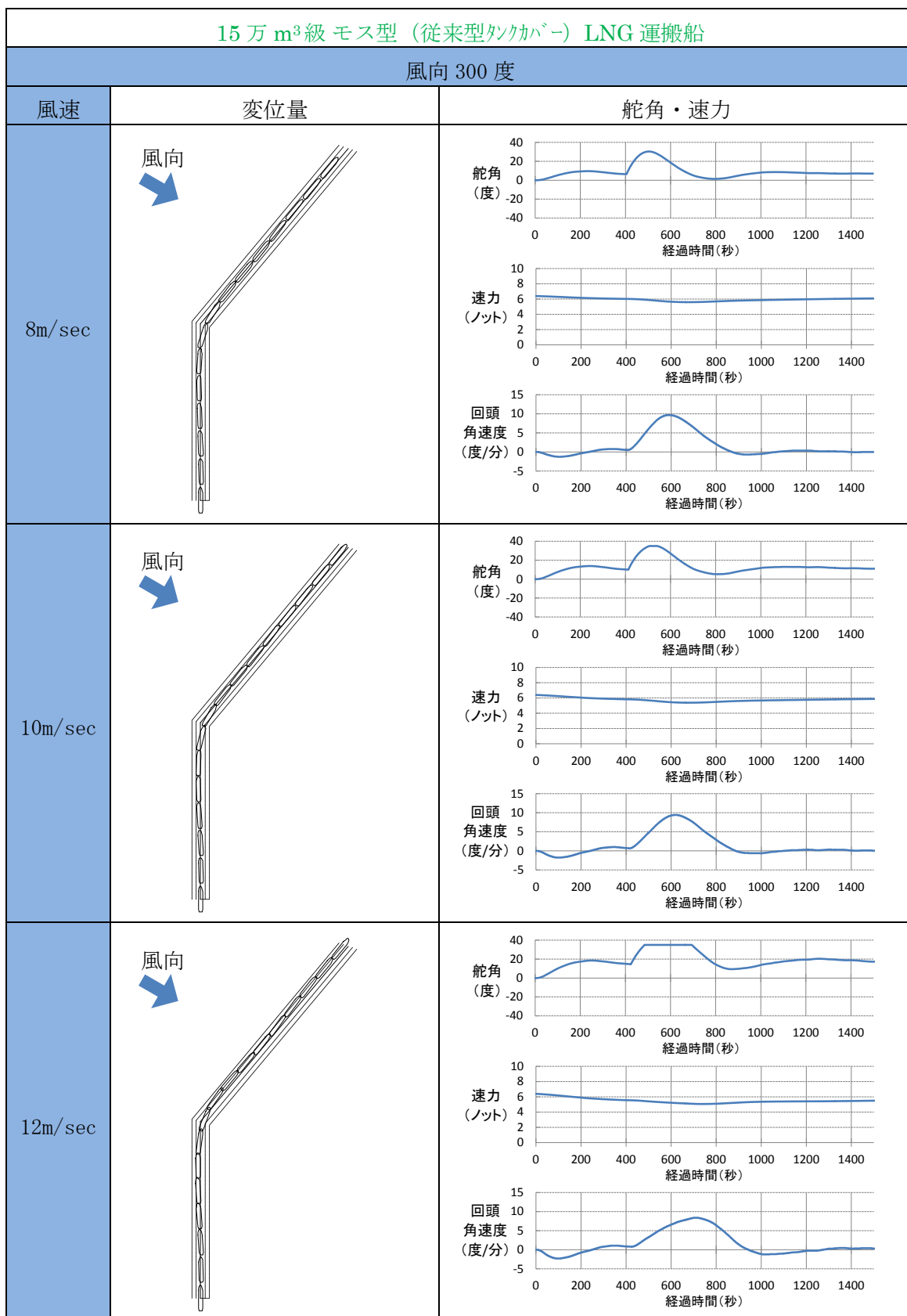


図 6.5.32 変針局面・風向 300 度・15 万 m³ 級 モス型 (従来型タンカバー) LNG 運搬船

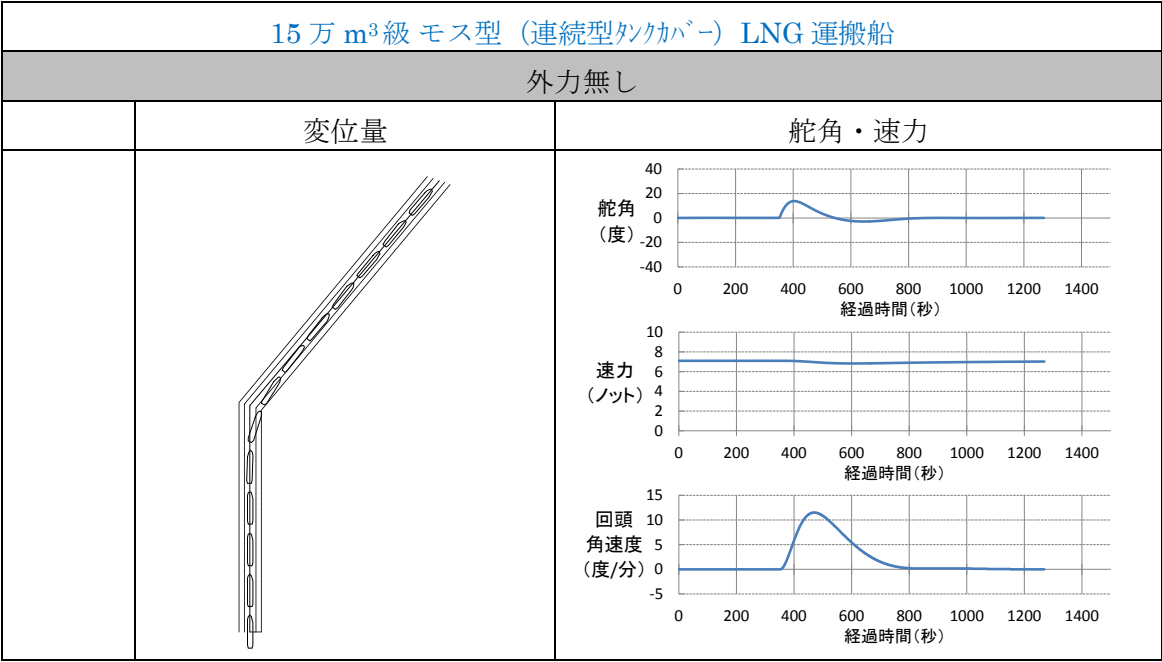


図 6.5.33 変針局面・外力無し・15 万 m³ 級 モス型 (連続型タンクバ-) LNG 運搬船

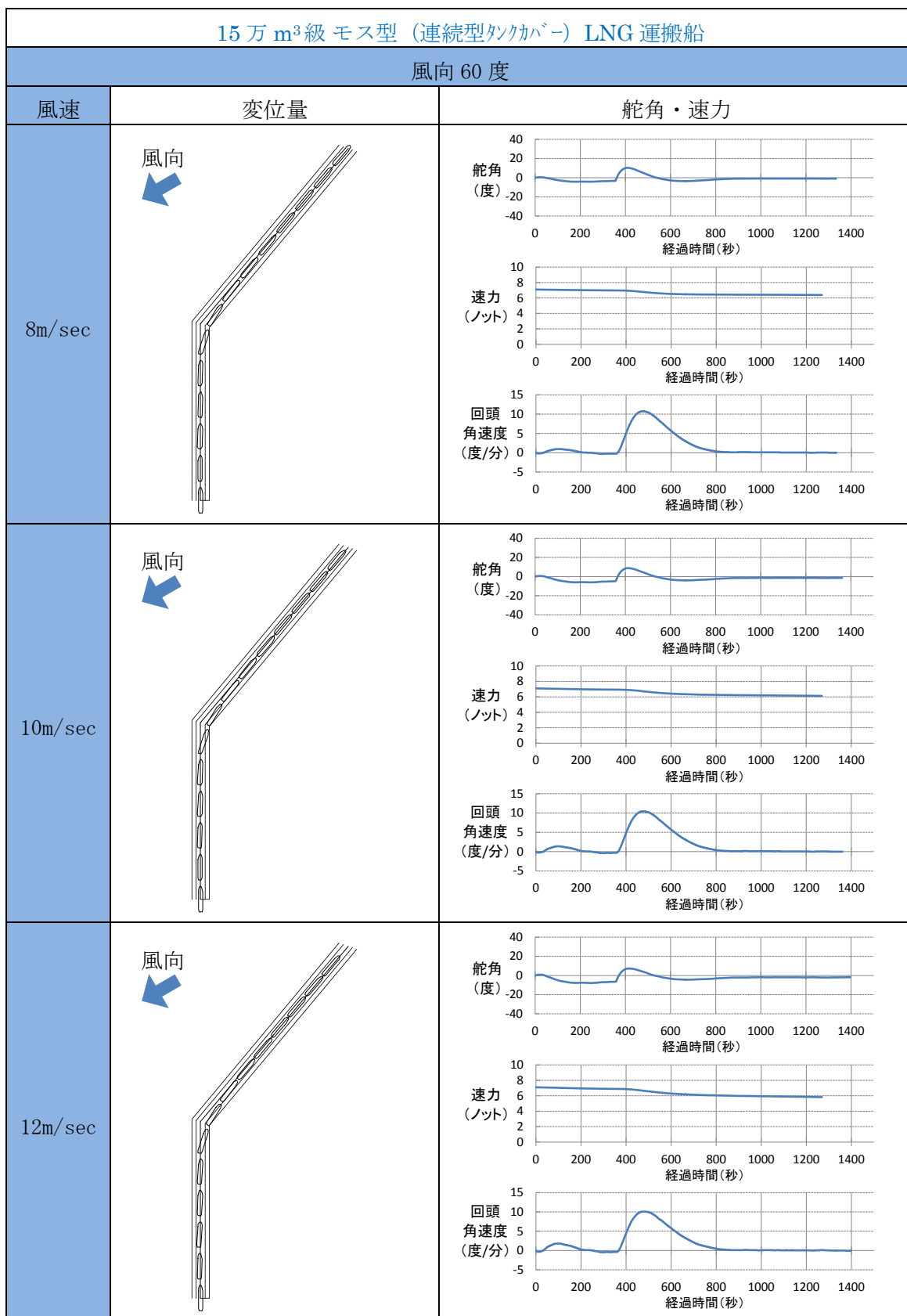


図 6.5.34 変針局面・風向 60 度・15 万 m³ 級 モス型 (連続型タンクバ-) LNG 運搬船

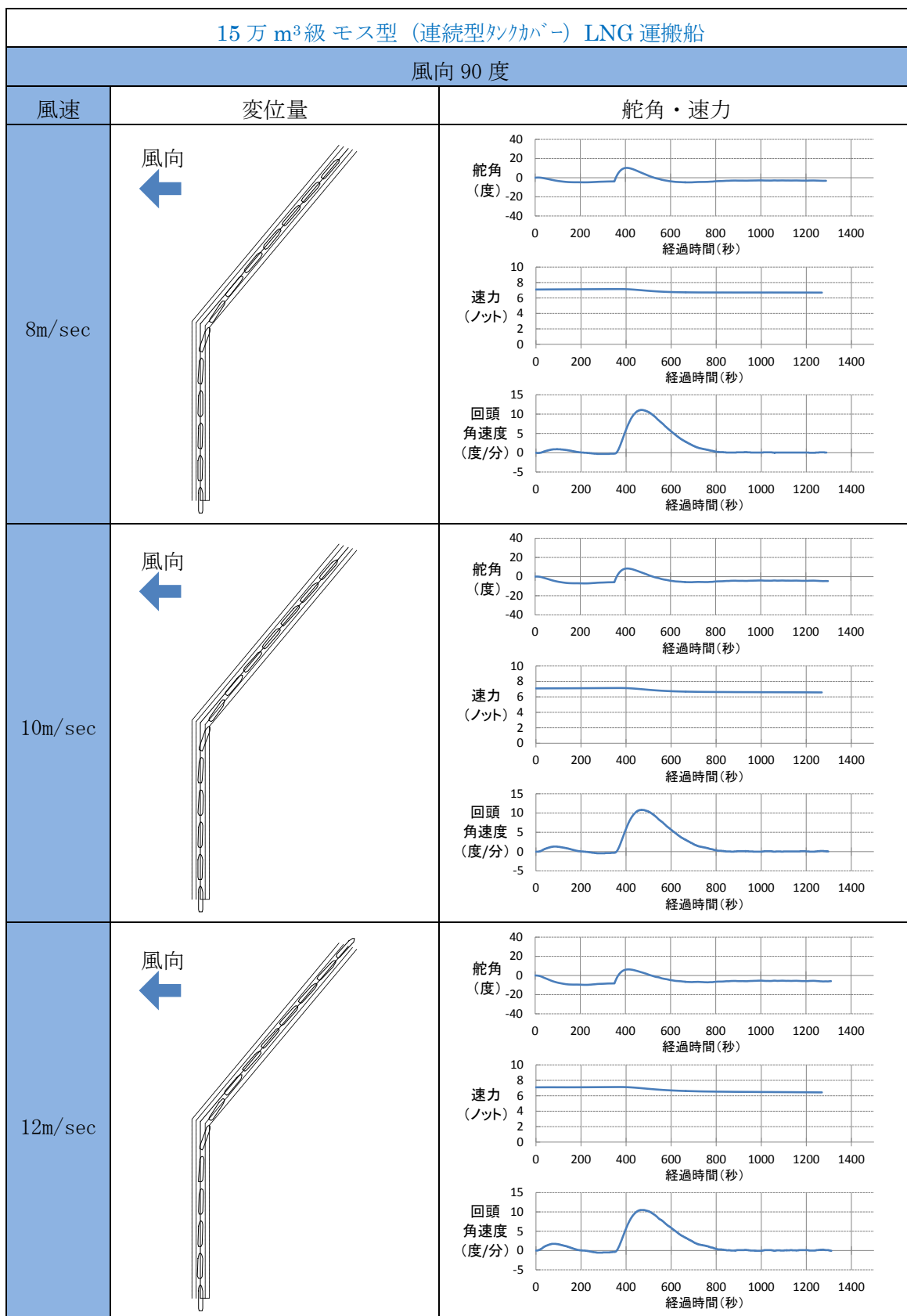


図 6.5.35 変針局面・風向 90 度・15 万 m³ 級 モス型 (連続型タンクバ-) LNG 運搬船

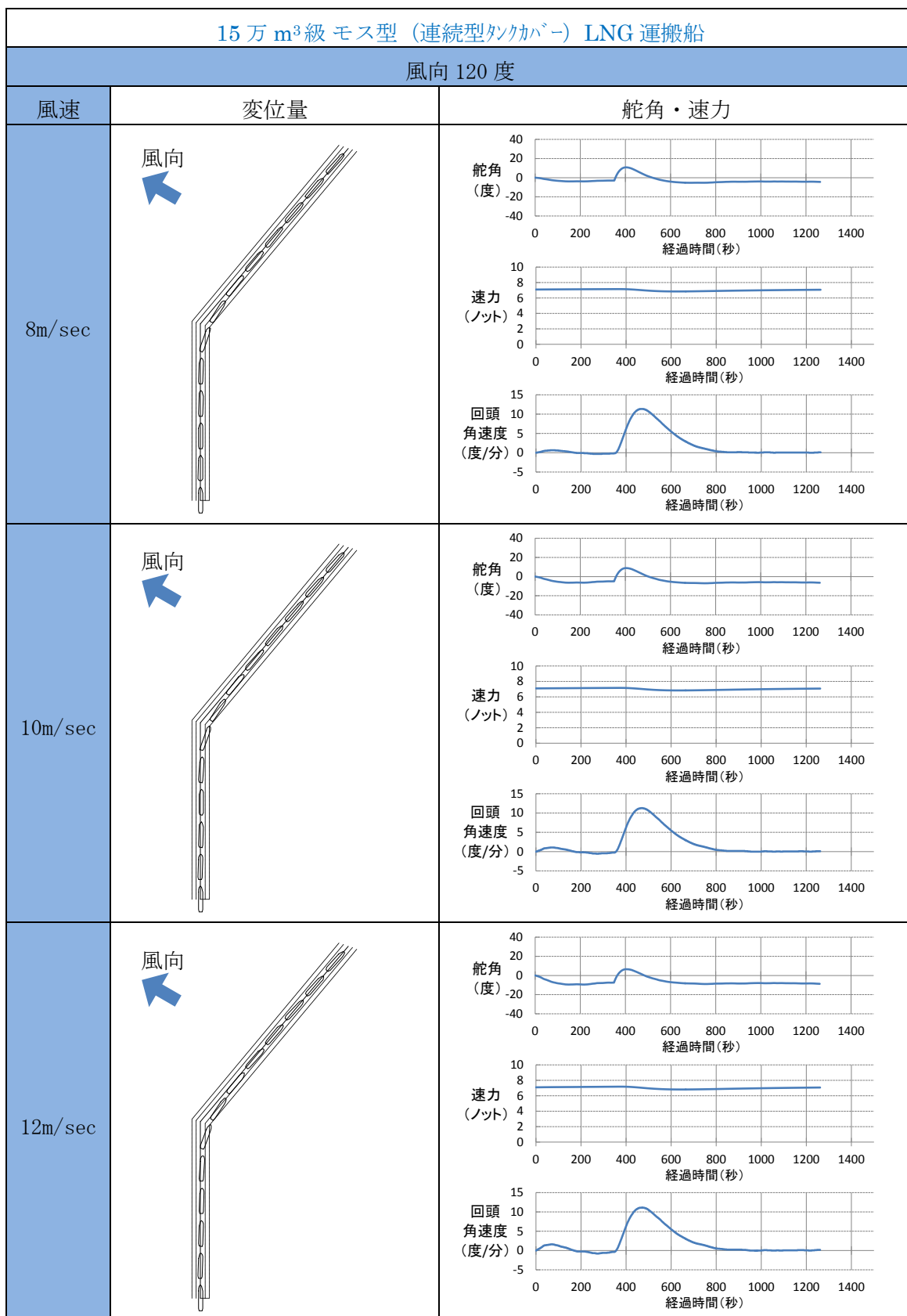


図 6.5.36 変針局面・風向 120 度・15 万 m³ 級 モス型 (連続型タンクバ-) LNG 運搬船

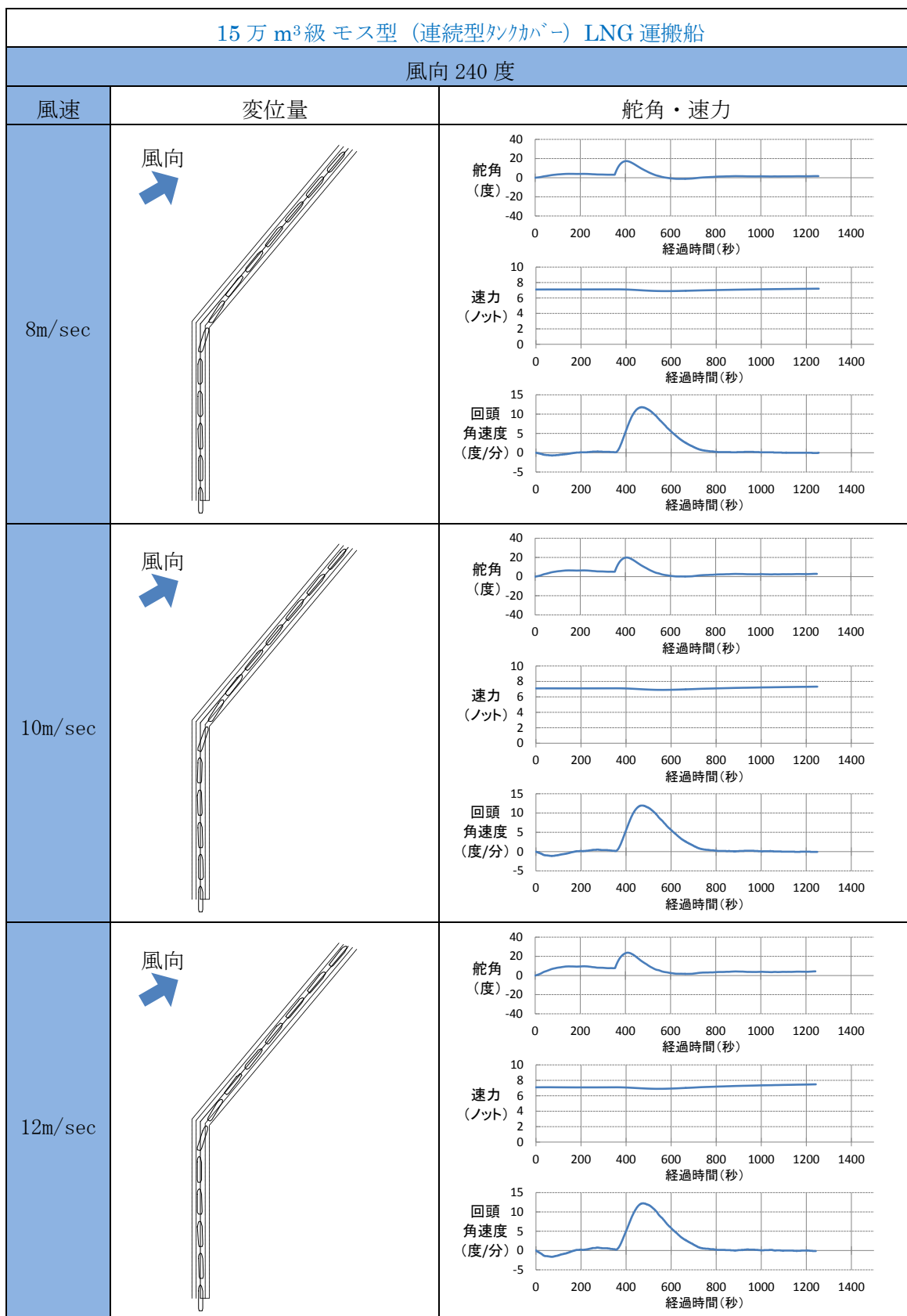


図 6.5.37 変針局面・風向 240 度・15 万 m³ 級 モス型 (連続型タンクバ-) LNG 運搬船

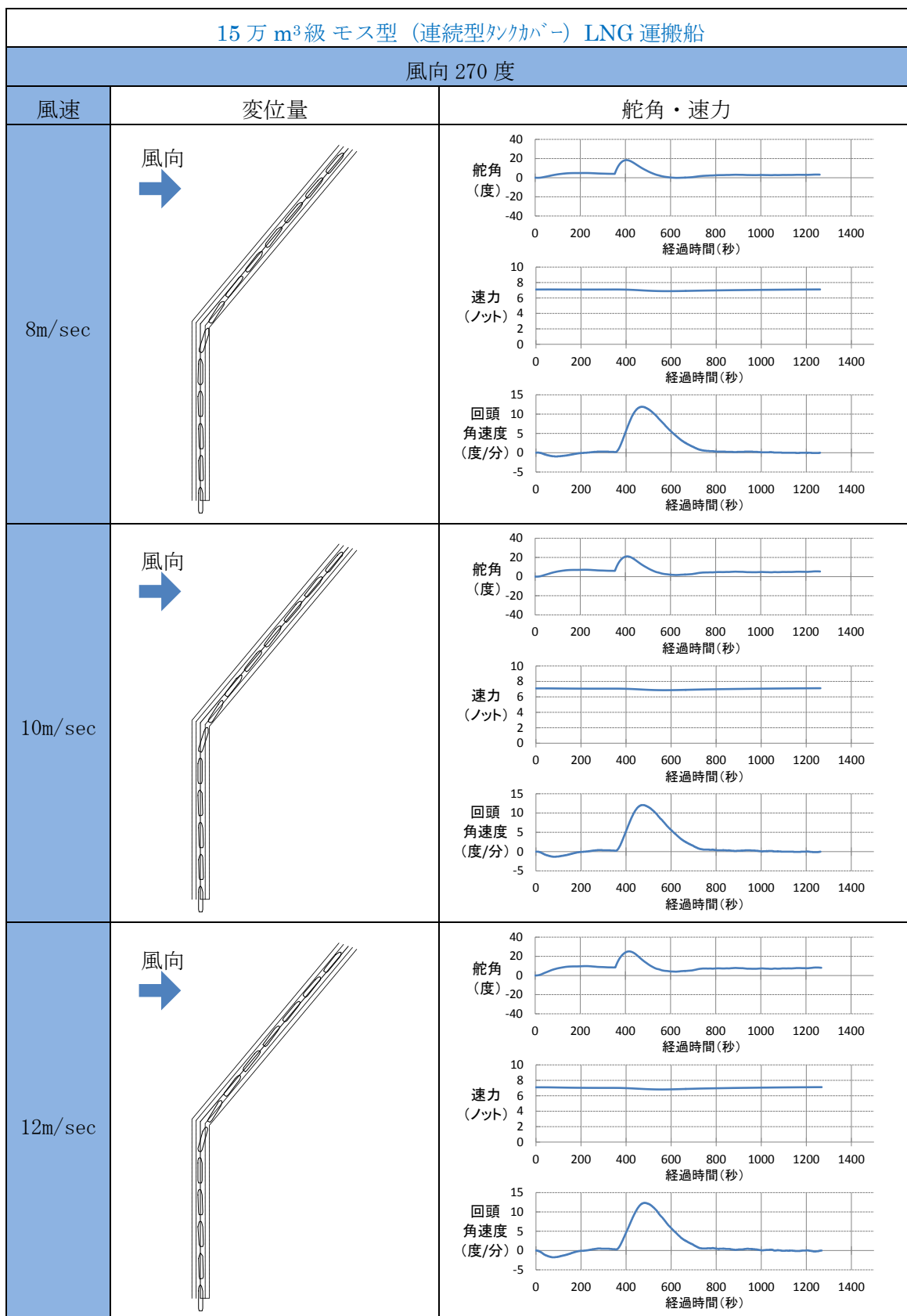


図 6.5.38 変針局面・風向 270 度・15 万 m³ 級 モス型 (連続型タンクカー) LNG 運搬船

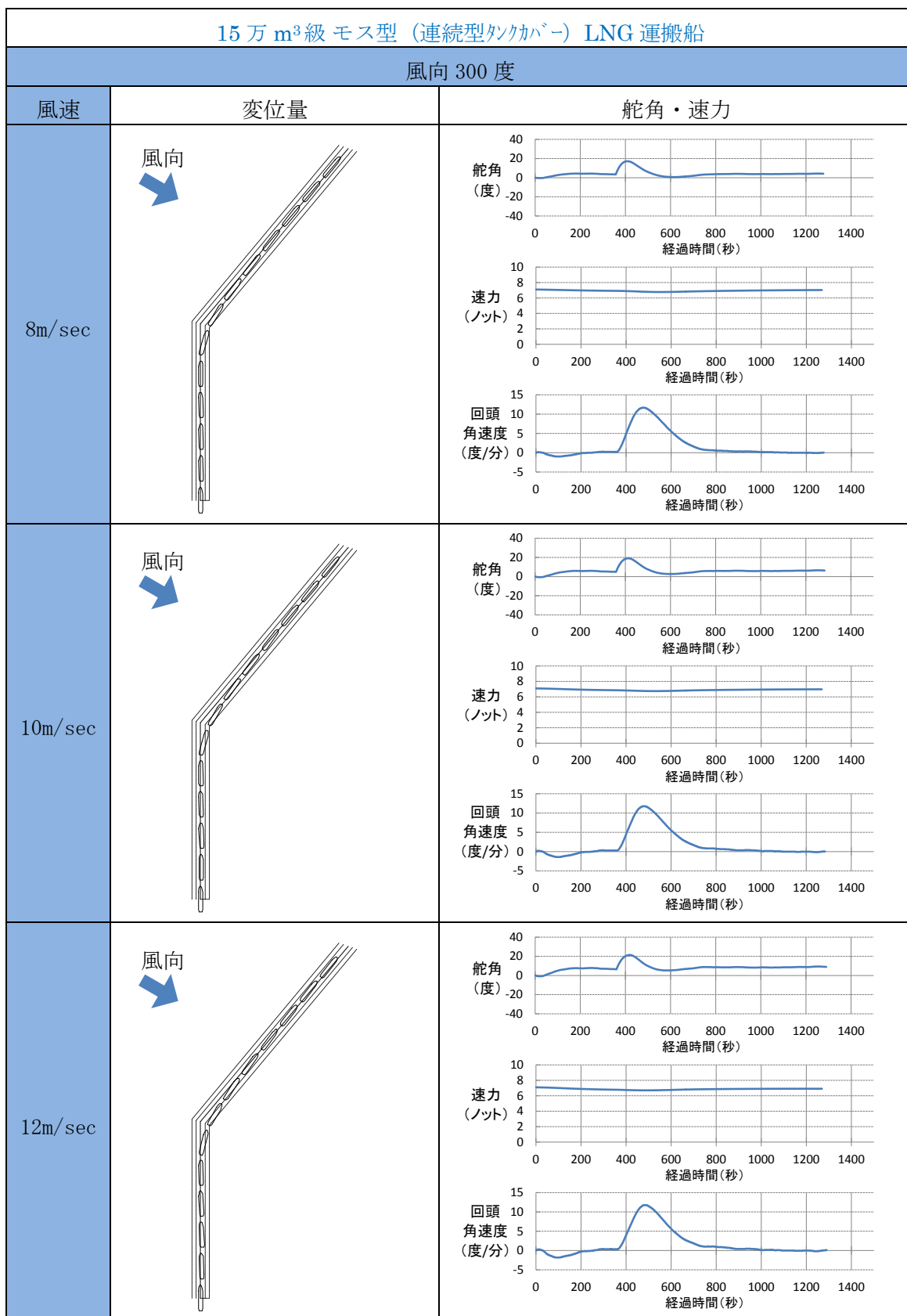


図 6.5.39 変針局面・風向 300 度・15 万 m³ 級 モス型 (連続型タンクカー) LNG 運搬船

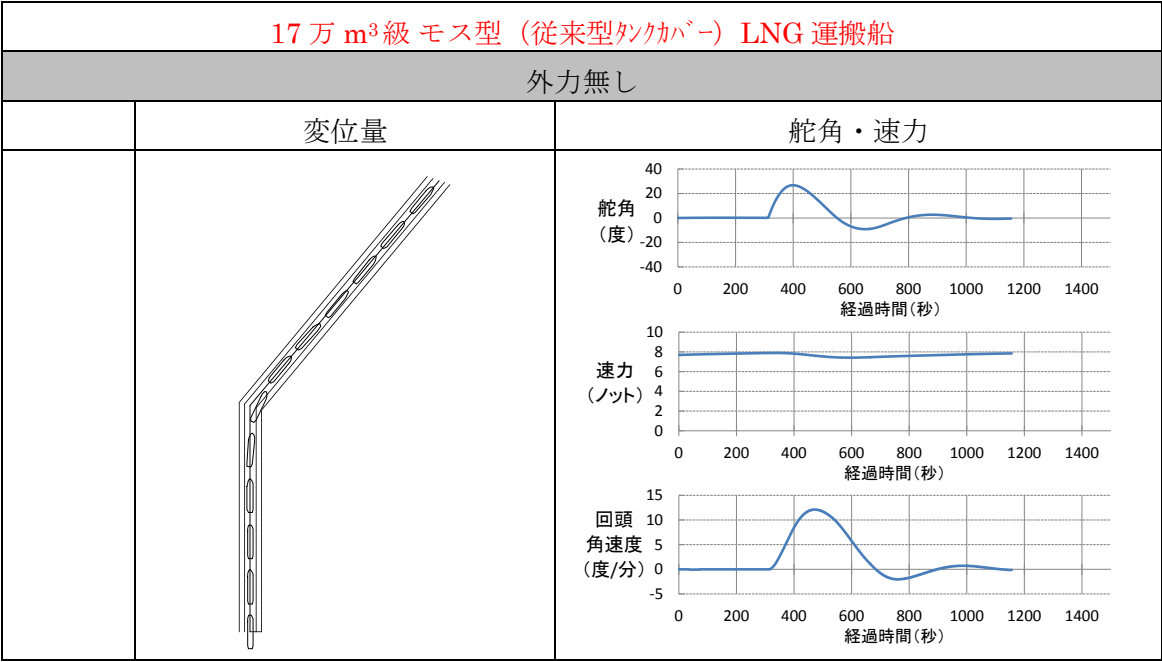


図 6.5.40 変針局面・外力無し・17 万 m³ 級 モス型 (従来型タンカバー) LNG 運搬船

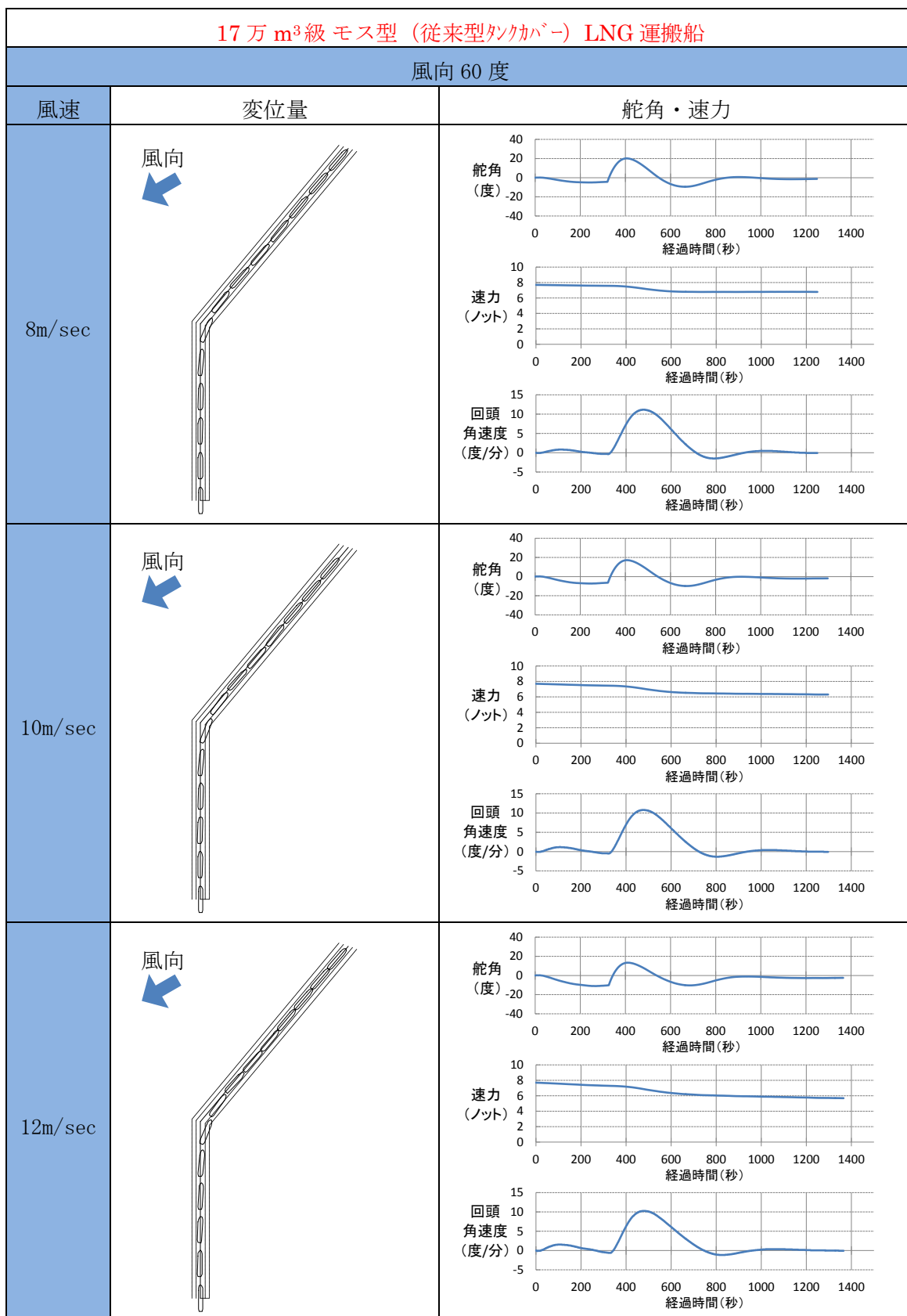


図 6.5.41 変針局面・風向 60 度・17 万 m³ 級 モス型 (従来型タンカバー) LNG 運搬船

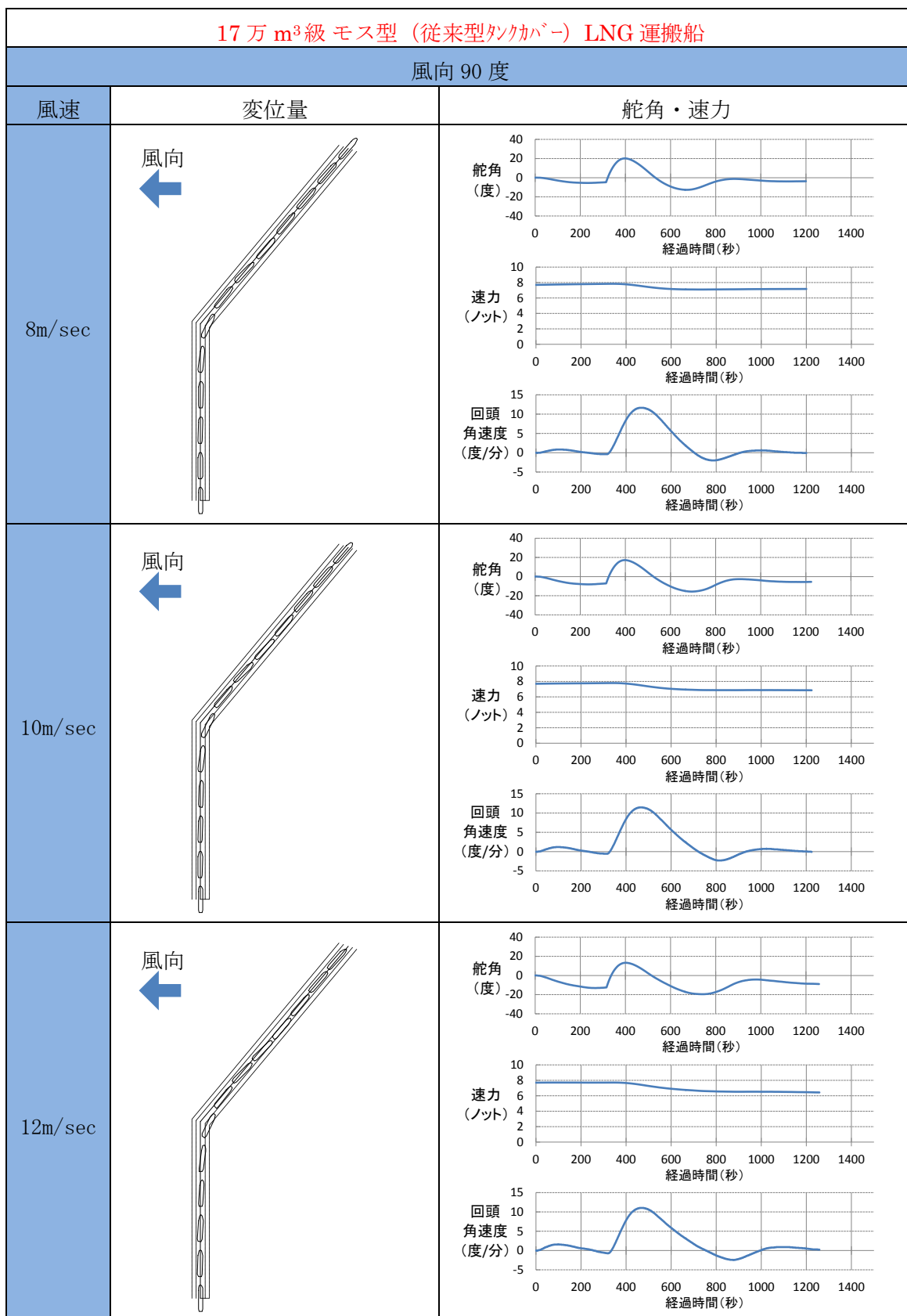


図 6.5.42 変針局面・風向 90 度・17 万 m³ 級 モス型 (従来型タンクバ-) LNG 運搬船

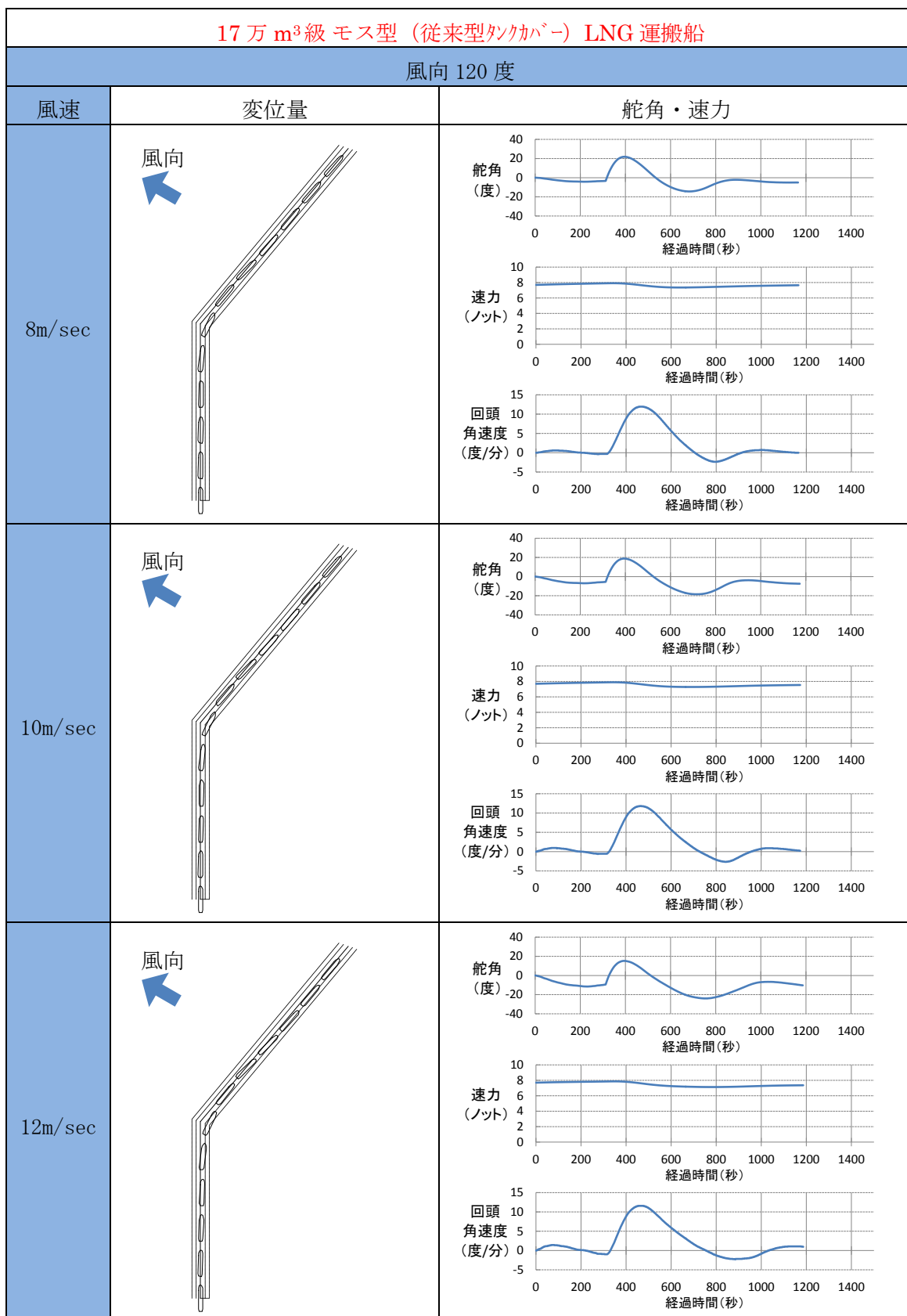


図 6.5.43 変針局面・風向 120 度・17 万 m³ 級 モス型 (従来型タンカバー) LNG 運搬船

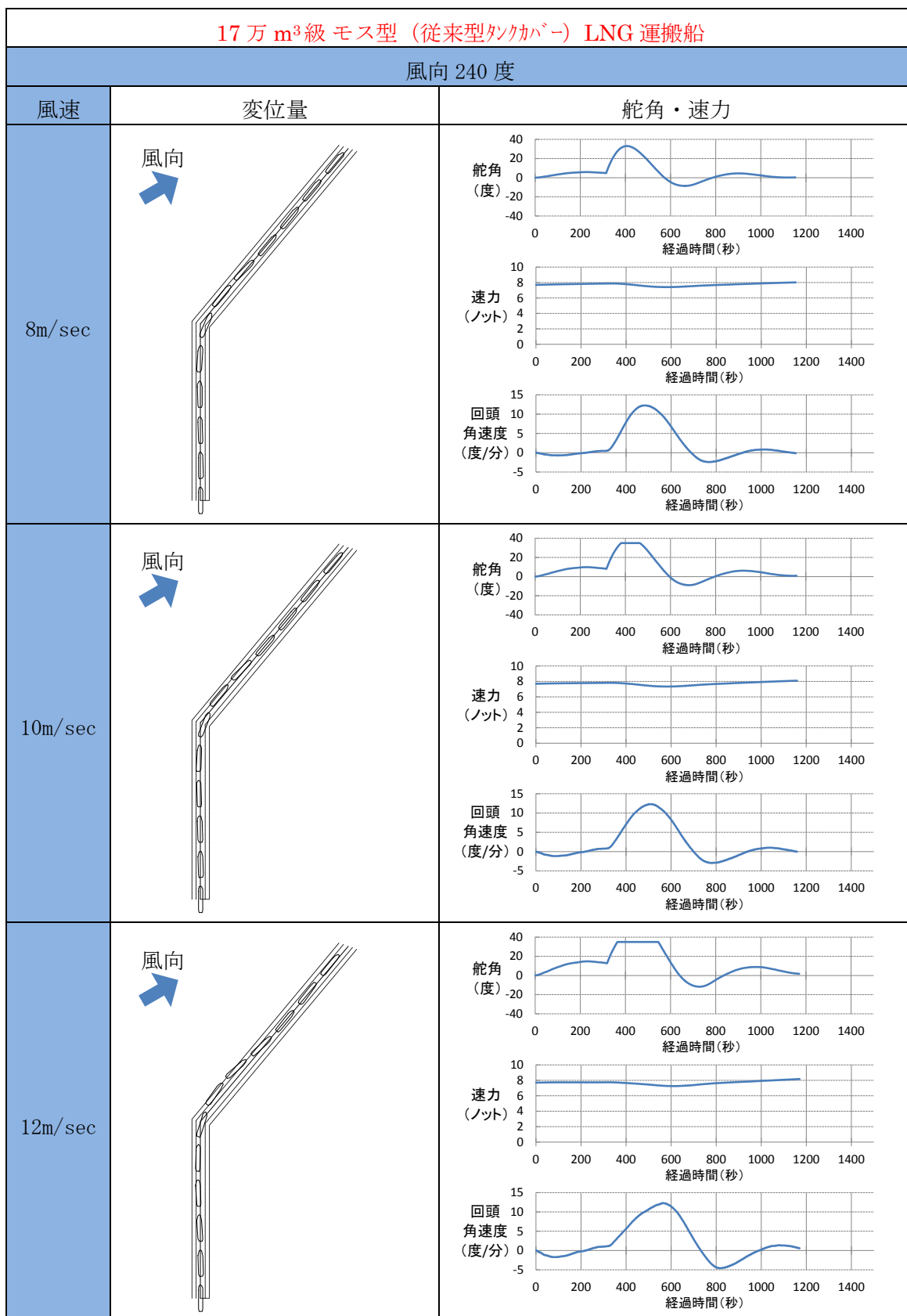


図 6.5.44 変針局面・風向 240 度・17 万 m³ 級 モス型 (従来型タンカバー) LNG 運搬船

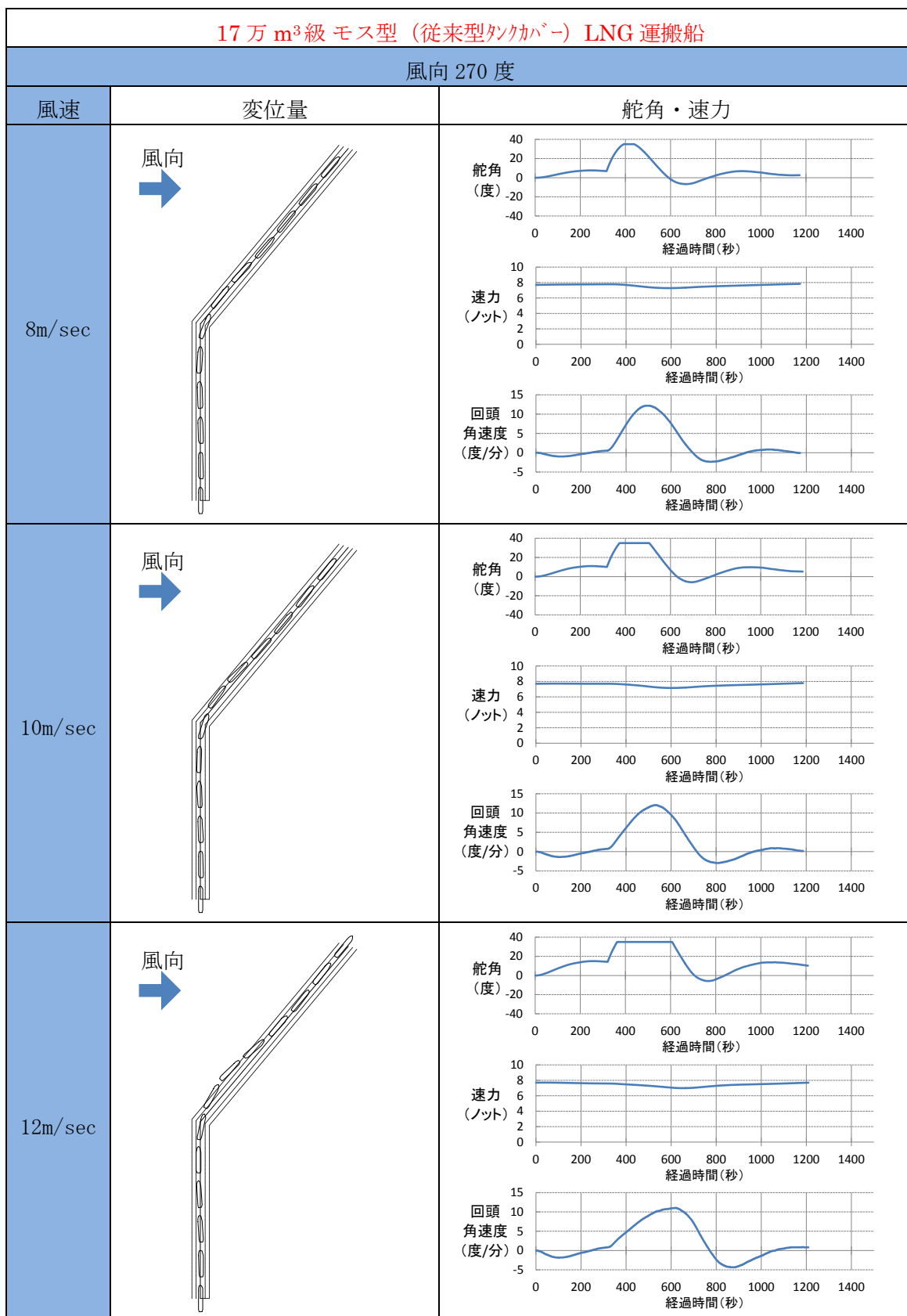


図 6.5.45 変針局面・風向 270 度・17 万 m³ 級 モス型 (従来型タンカバー) LNG 運搬船

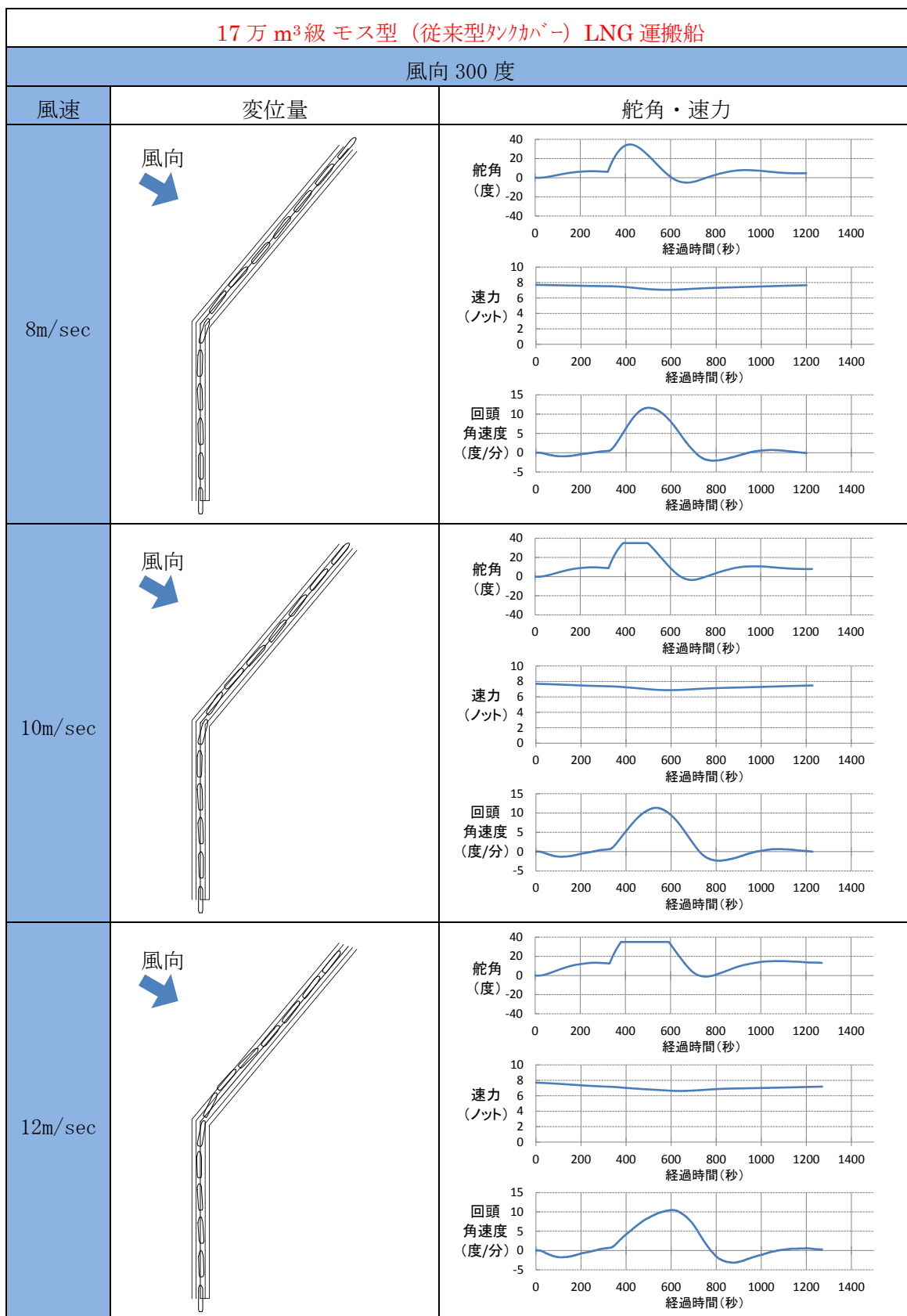


図 6.5.46 変針局面・風向 300 度・17 万 m³ 級 モス型 (従来型タンカバー) LNG 運搬船

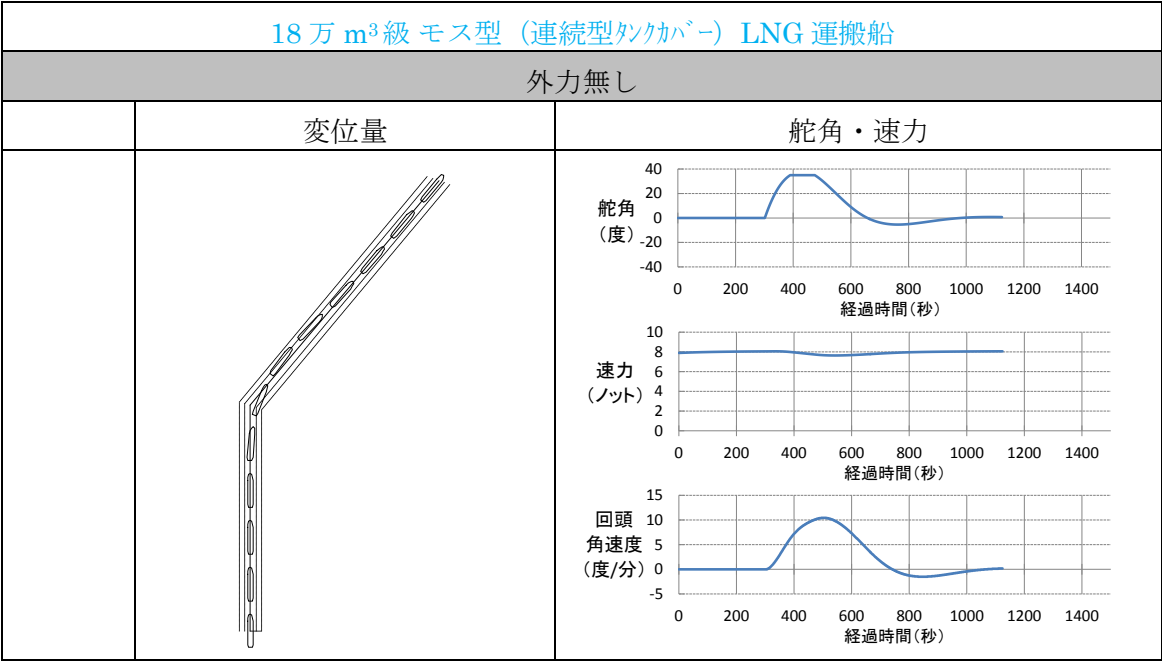


図 6.5.47 変針局面・外力無し・18 万 m³ 級 モス型 (連続型タンクバ-) LNG 運搬船

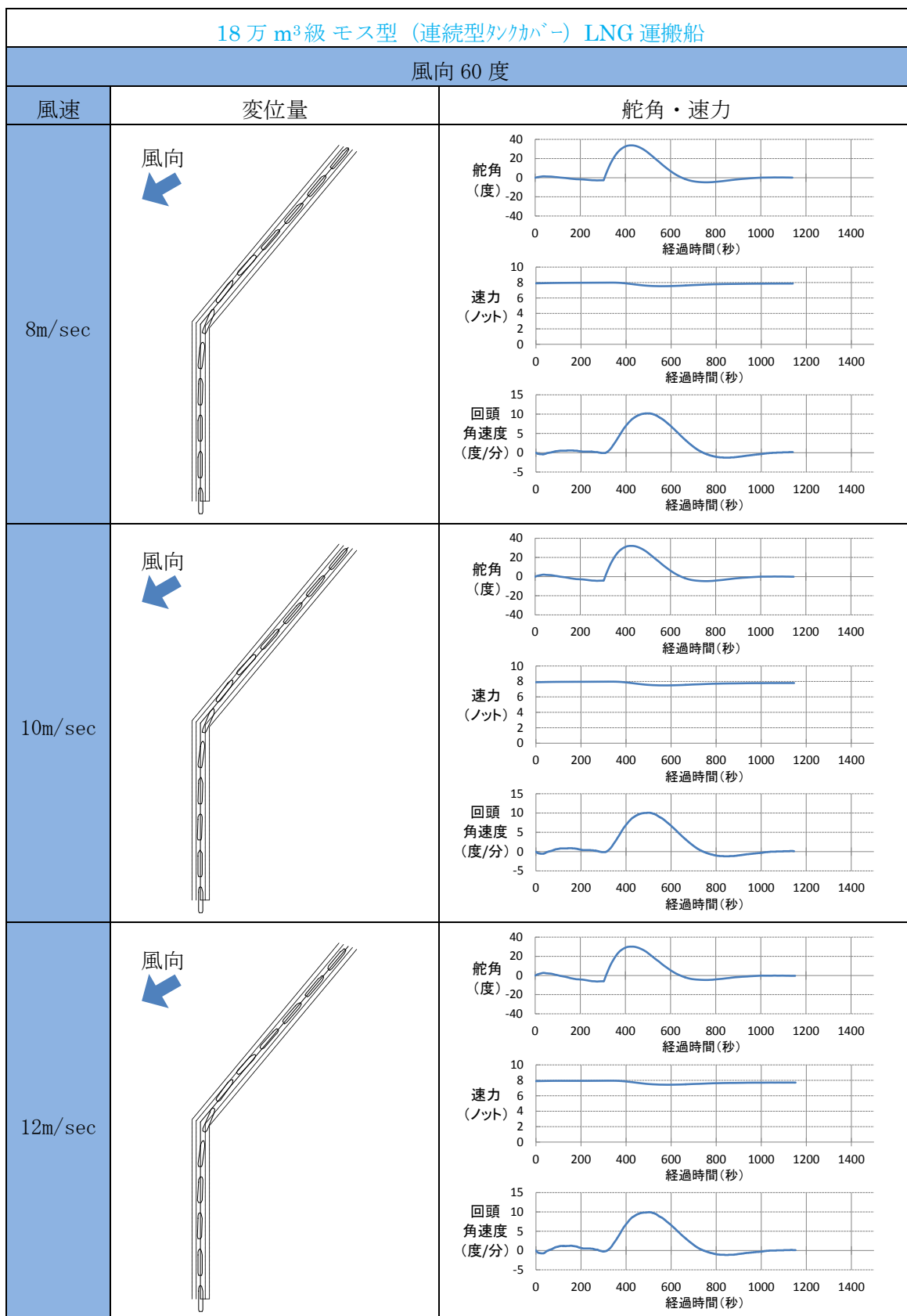


図 6.5.48 変針局面・風向 60 度・18 万 m³ 級 モス型 (連続型ツクカバー) LNG 運搬船

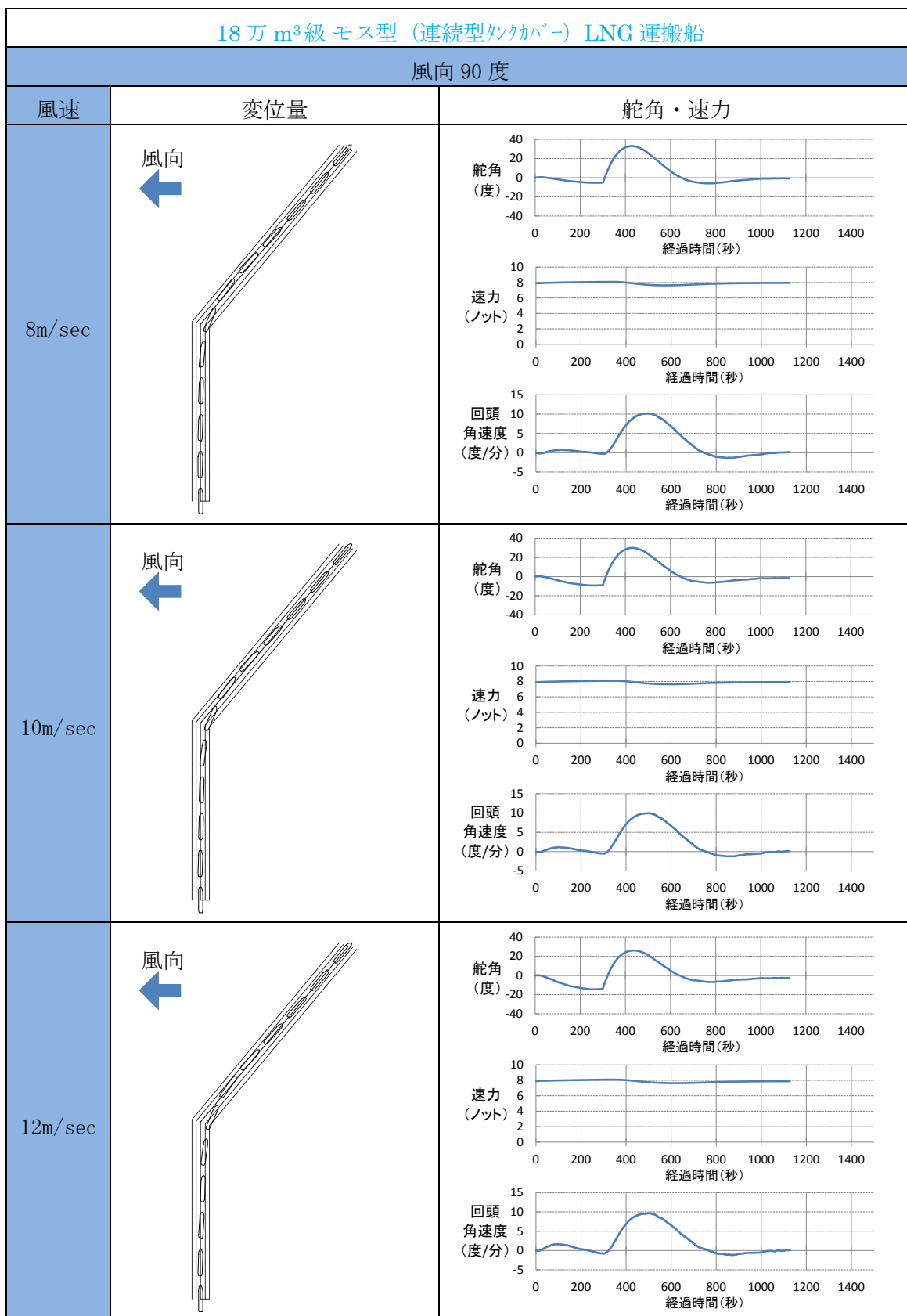


図 6.5.49 変針局面・風向 90 度・18 万 m³ 級 モス型 (連続型ツクカバー) LNG 運搬船

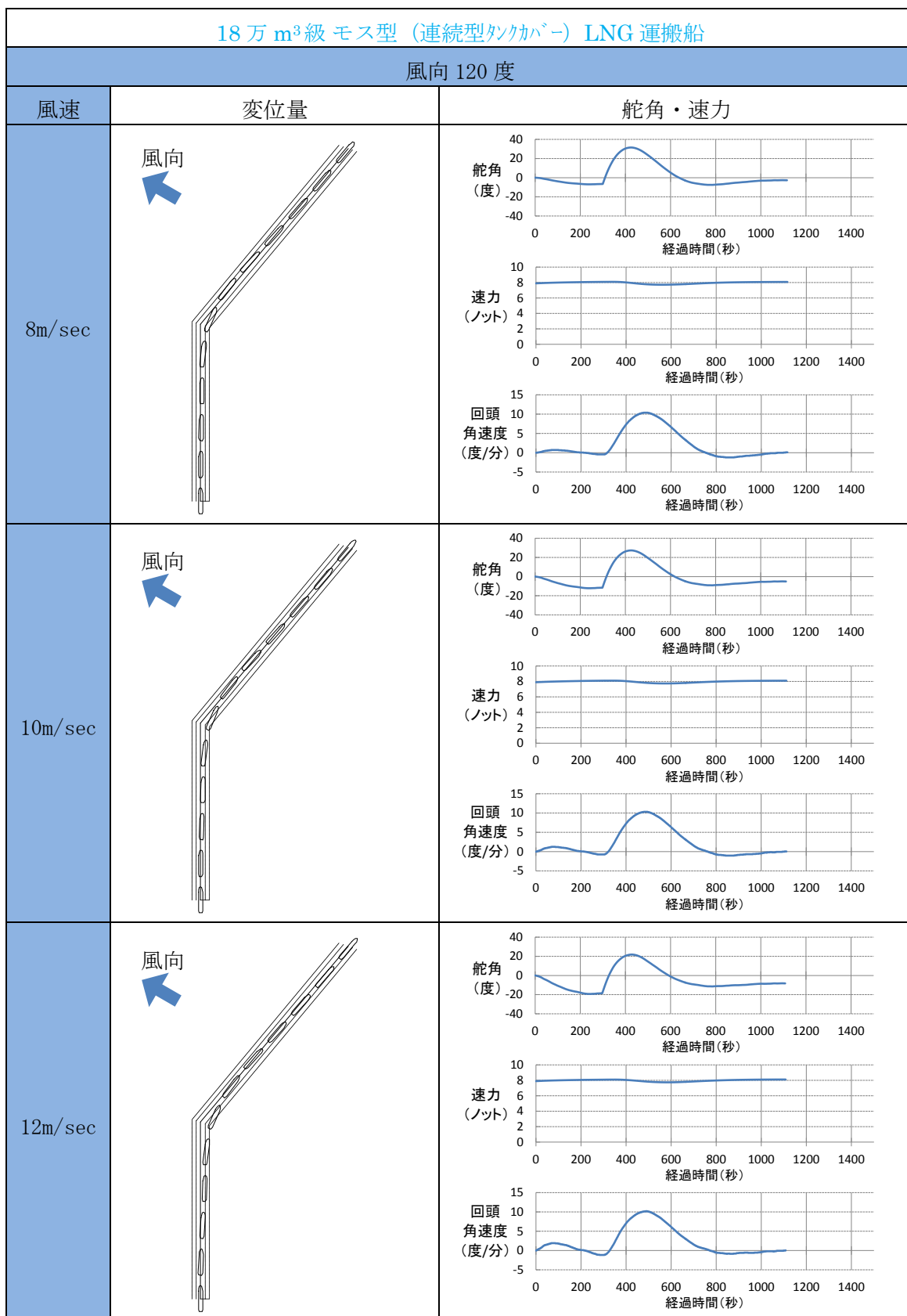


図 6.5.50 変針局面・風向 120 度・18 万 m³ 級 モス型 (連続型タンカバー) LNG 運搬船

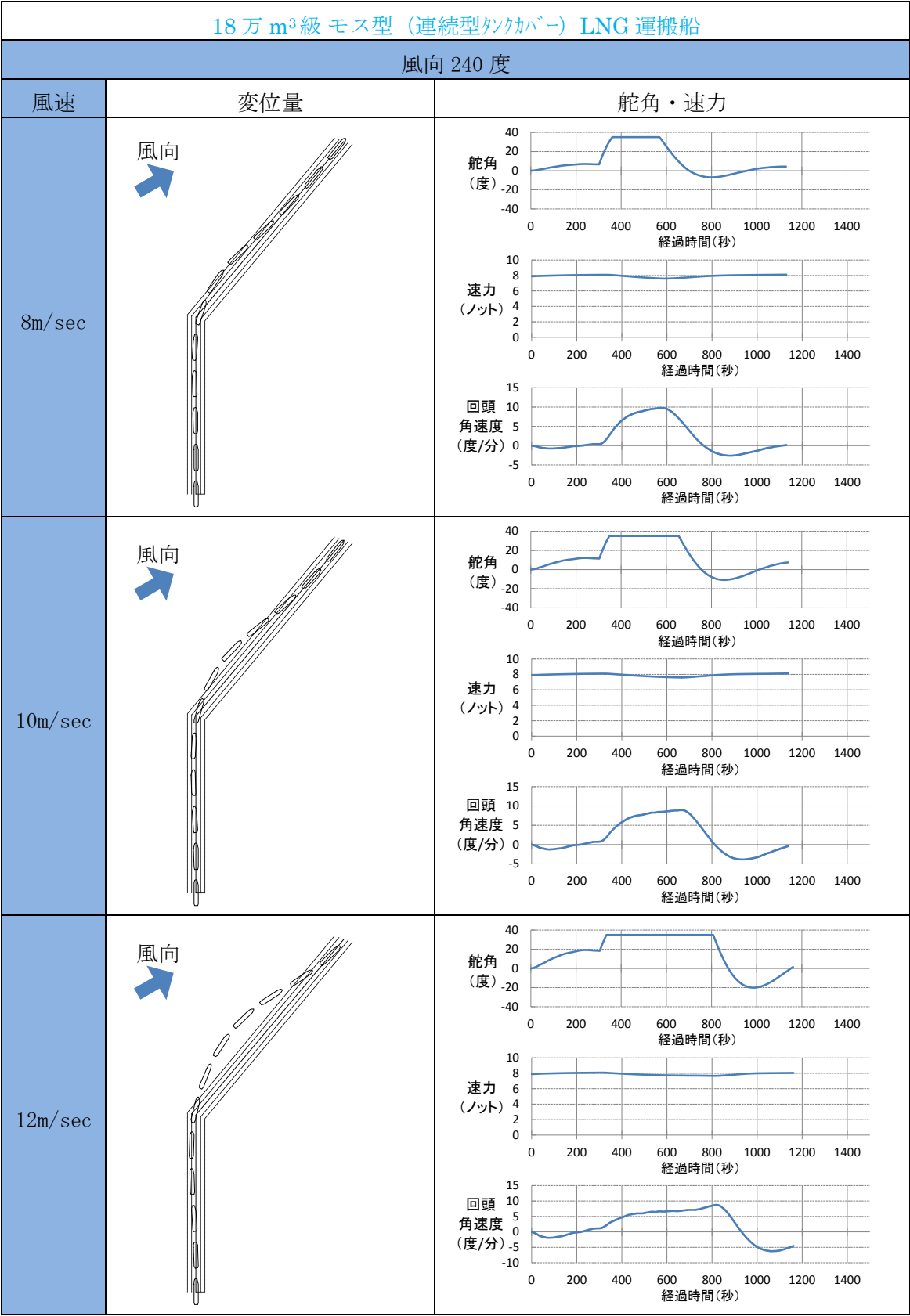


図 6.5.51 変針局面・風向 240 度・18 万 m³ 級 モス型 (連続型タンカバー) LNG 運搬船

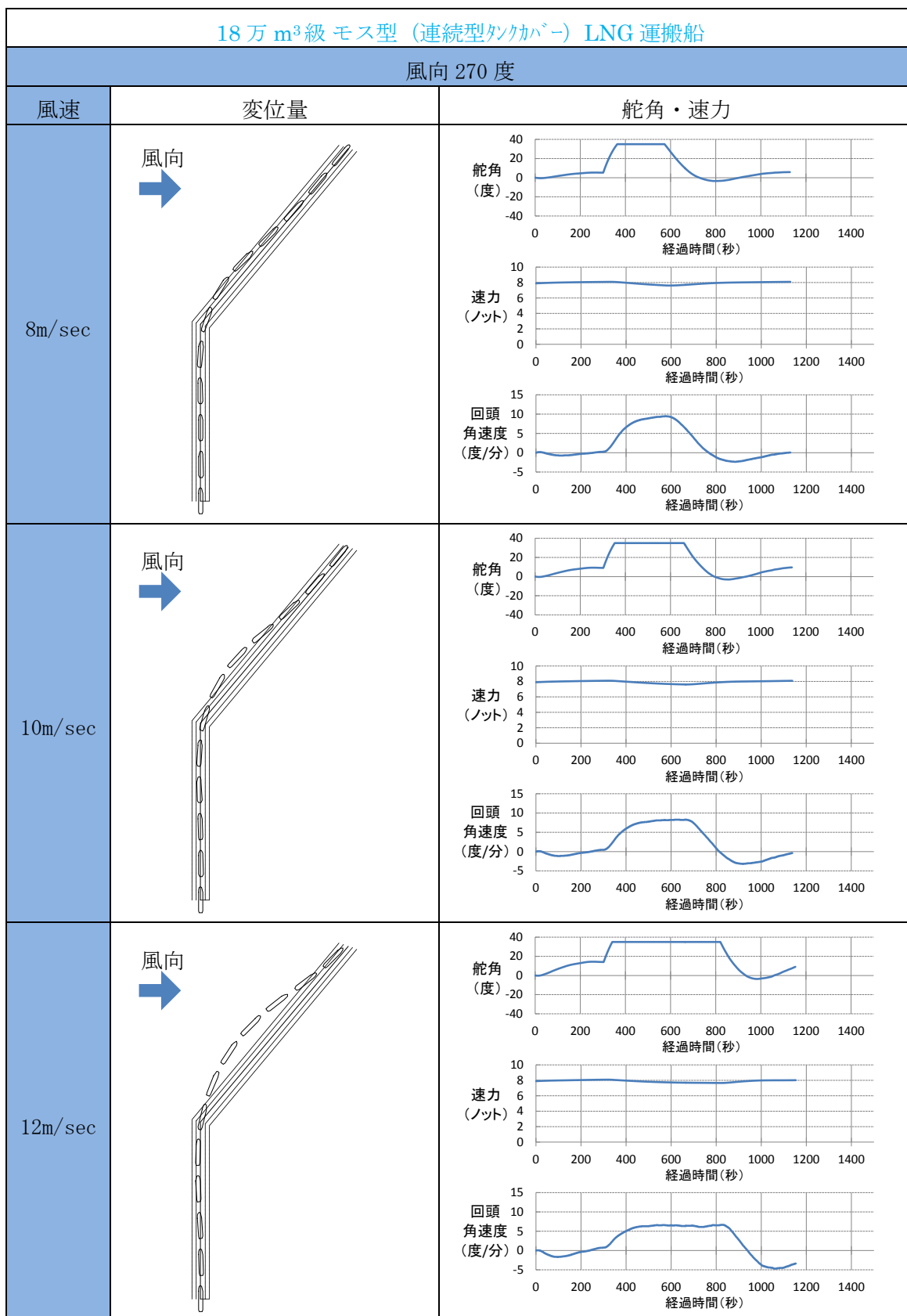


図 6.5.52 変針局面・風向 270 度・18 万 m³ 級 モス型 (連続型タンカバー) LNG 運搬船

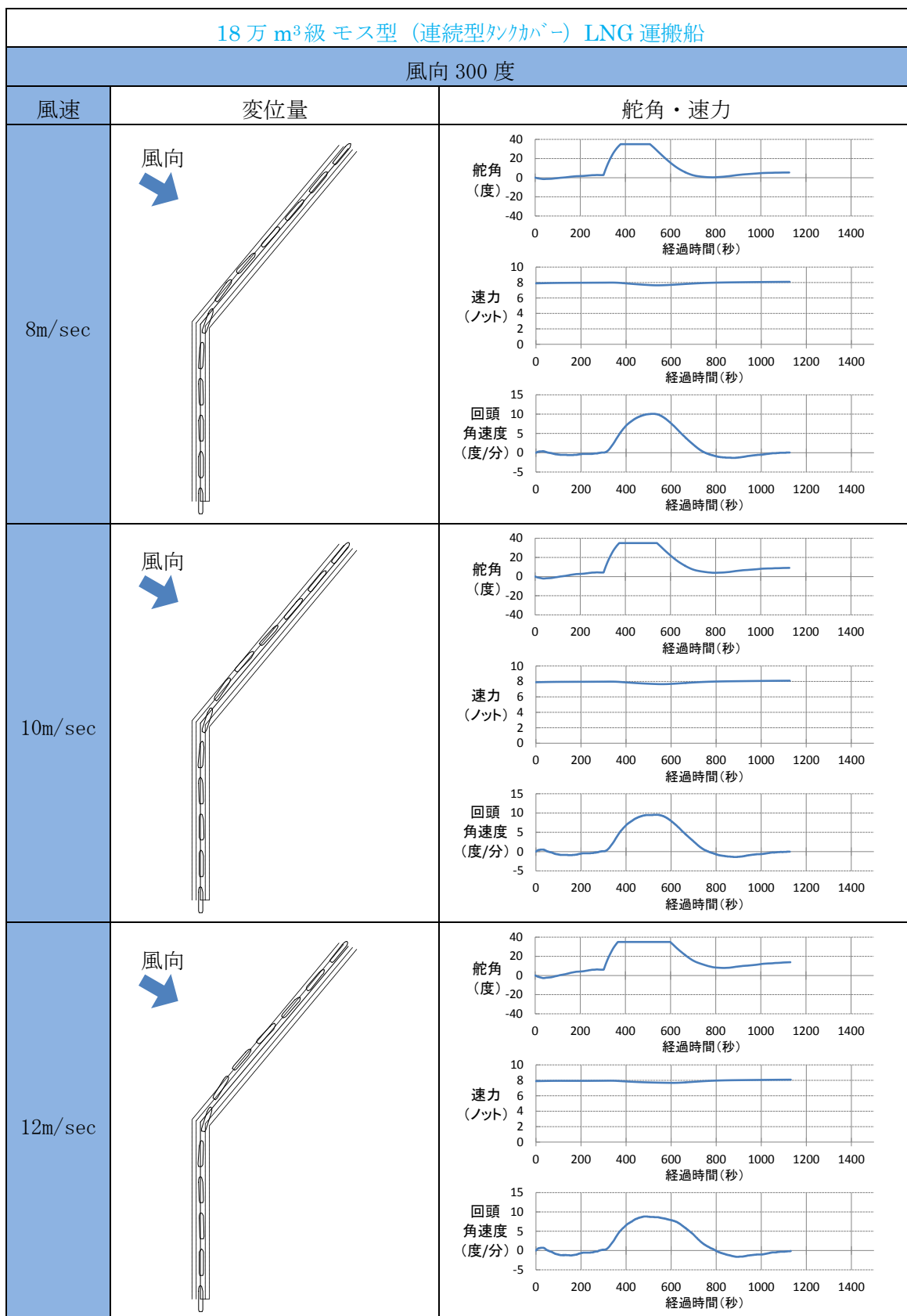


図 6.5.53 変針局面・風向 300 度・18 万 m³ 級 モス型 (連続型タンカバー) LNG 運搬船

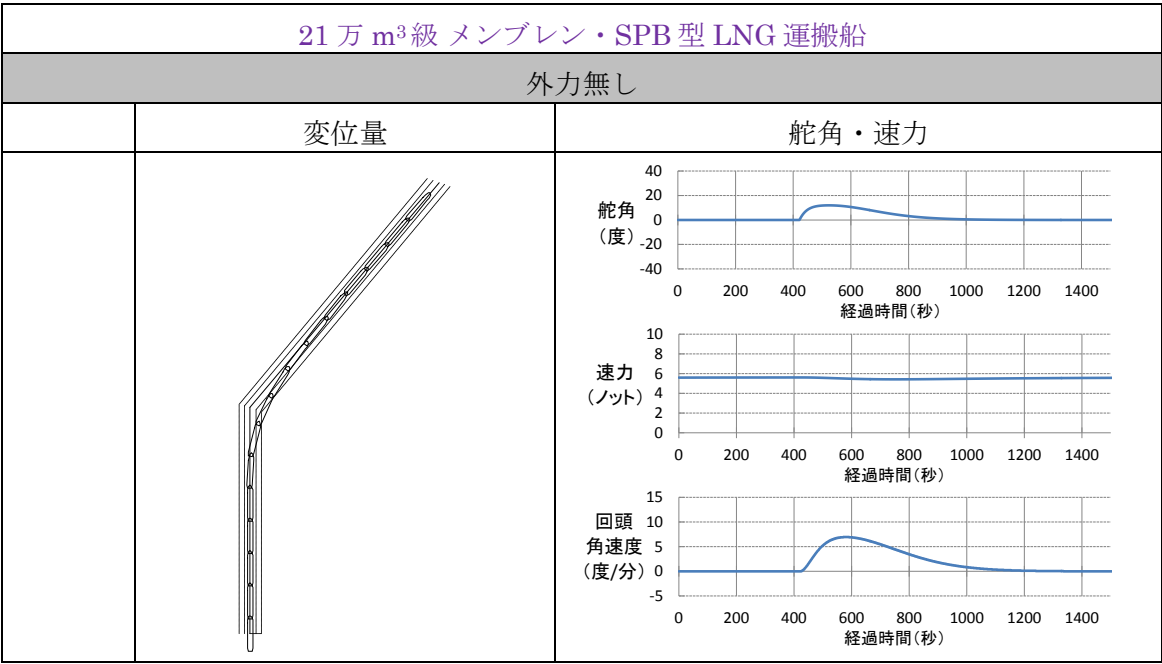


図 6.5.54 変針局面・外力無し・21 万 m³ 級 メンブレン・SPB 型 LNG 運搬船

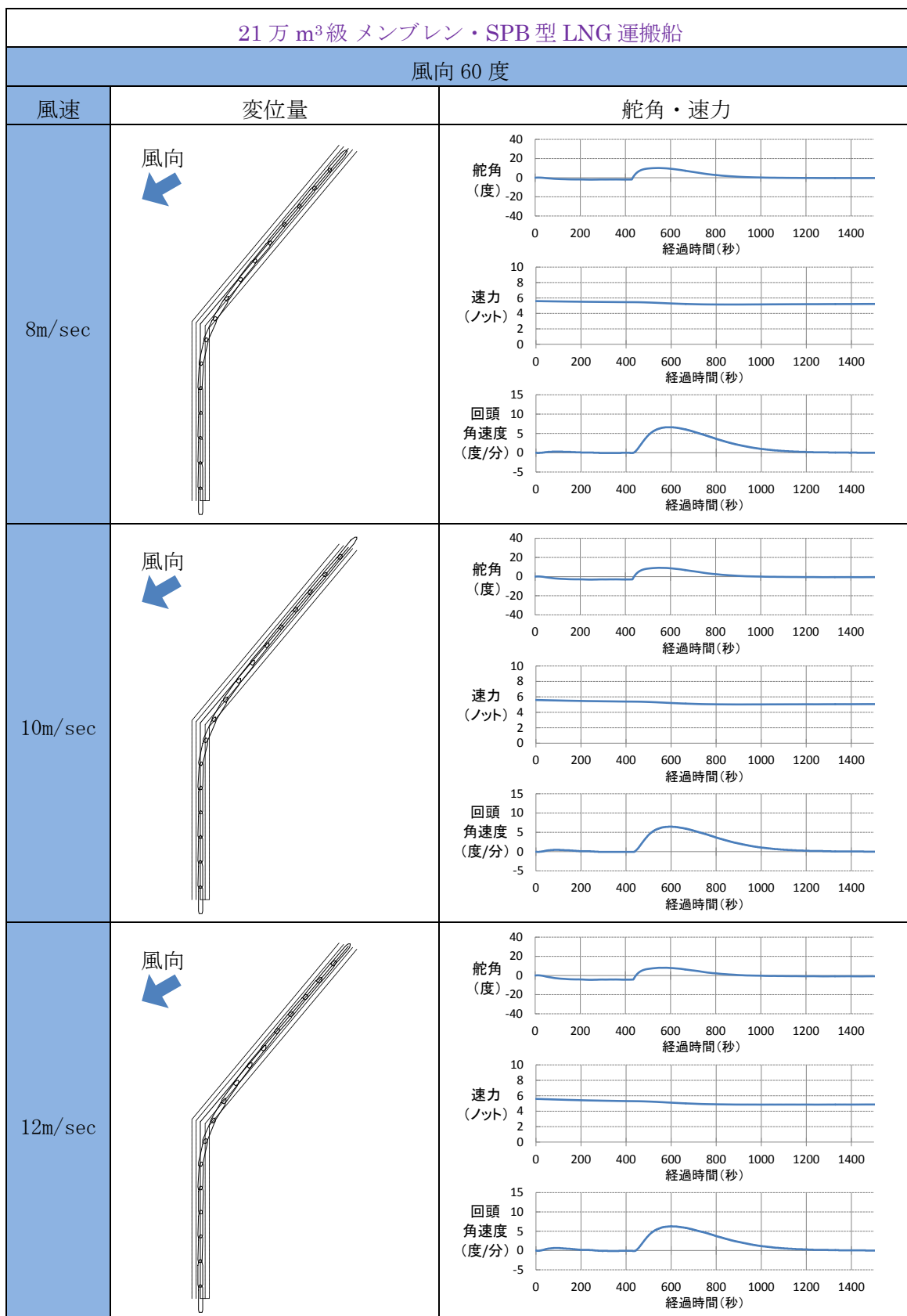


図 6.5.55 変針局面・風向 60 度・21 万 m³ 級 メンブレン・SPB 型 LNG 運搬船

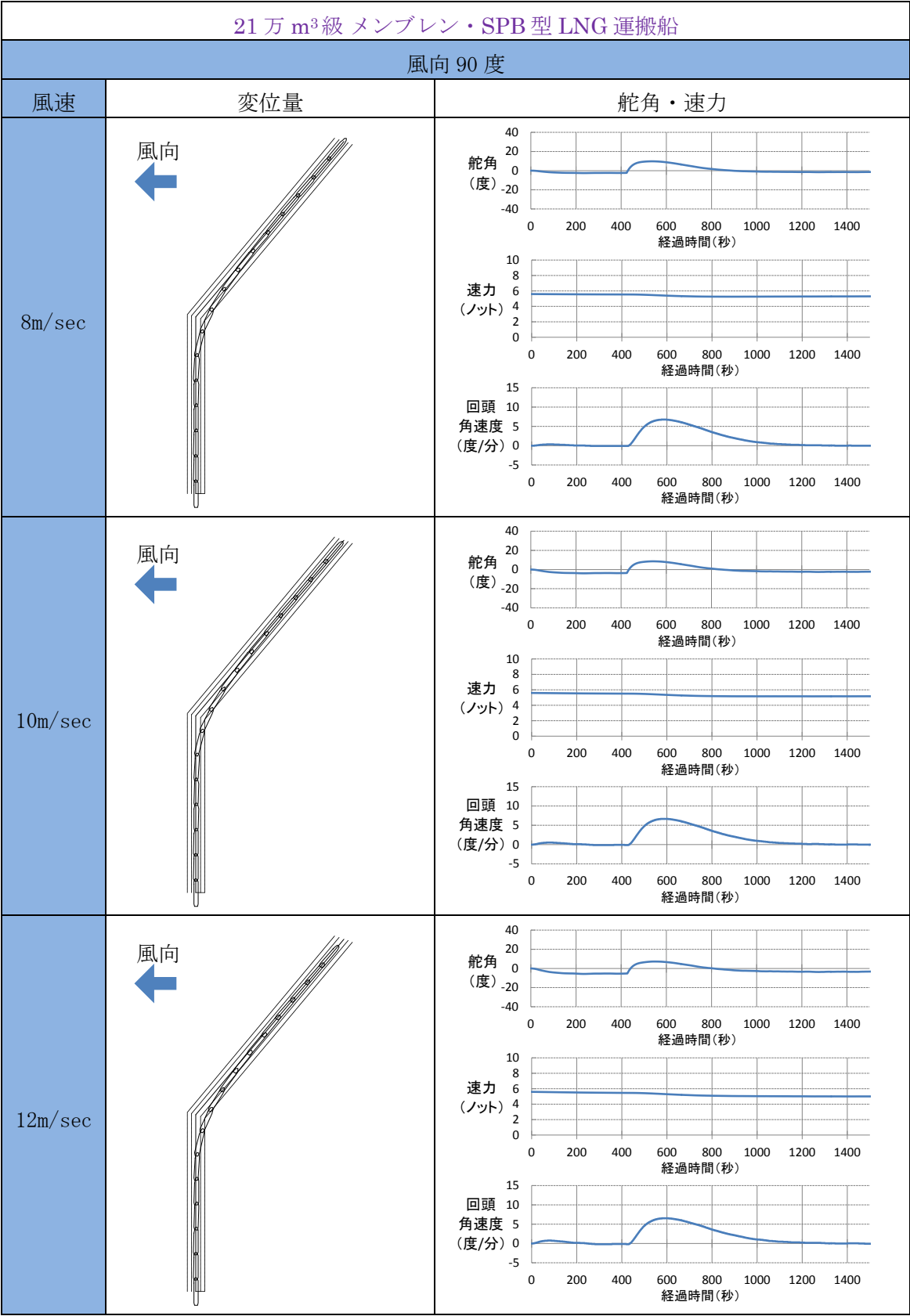


図 6.5.56 変針局面・風向 90 度・21 万 m³ 級 メンブレン・SPB 型 LNG 運搬船

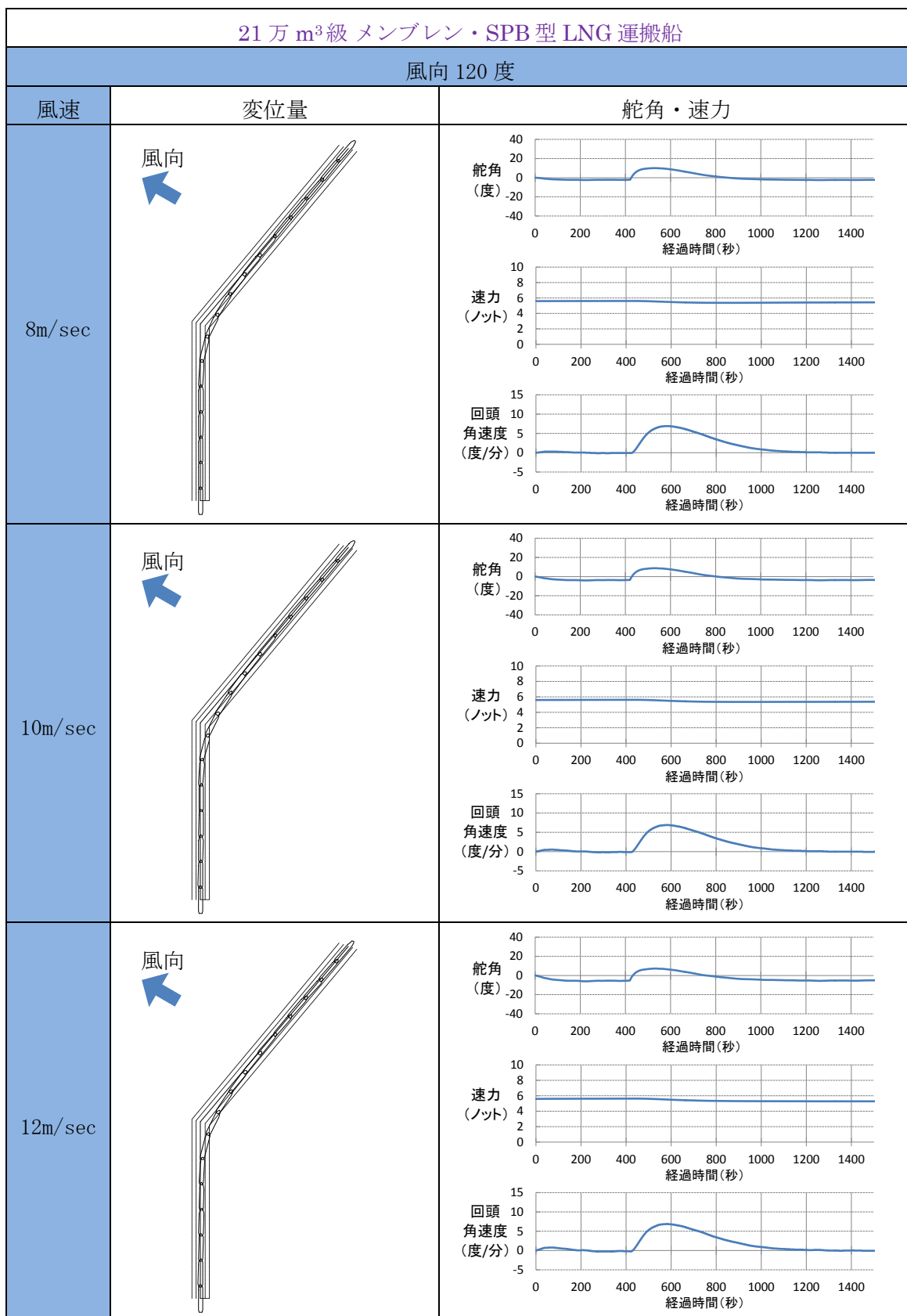


図 6.5.57 変針局面・風向 120 度・21 万 m³ 級 メンブレン・SPB 型 LNG 運搬船

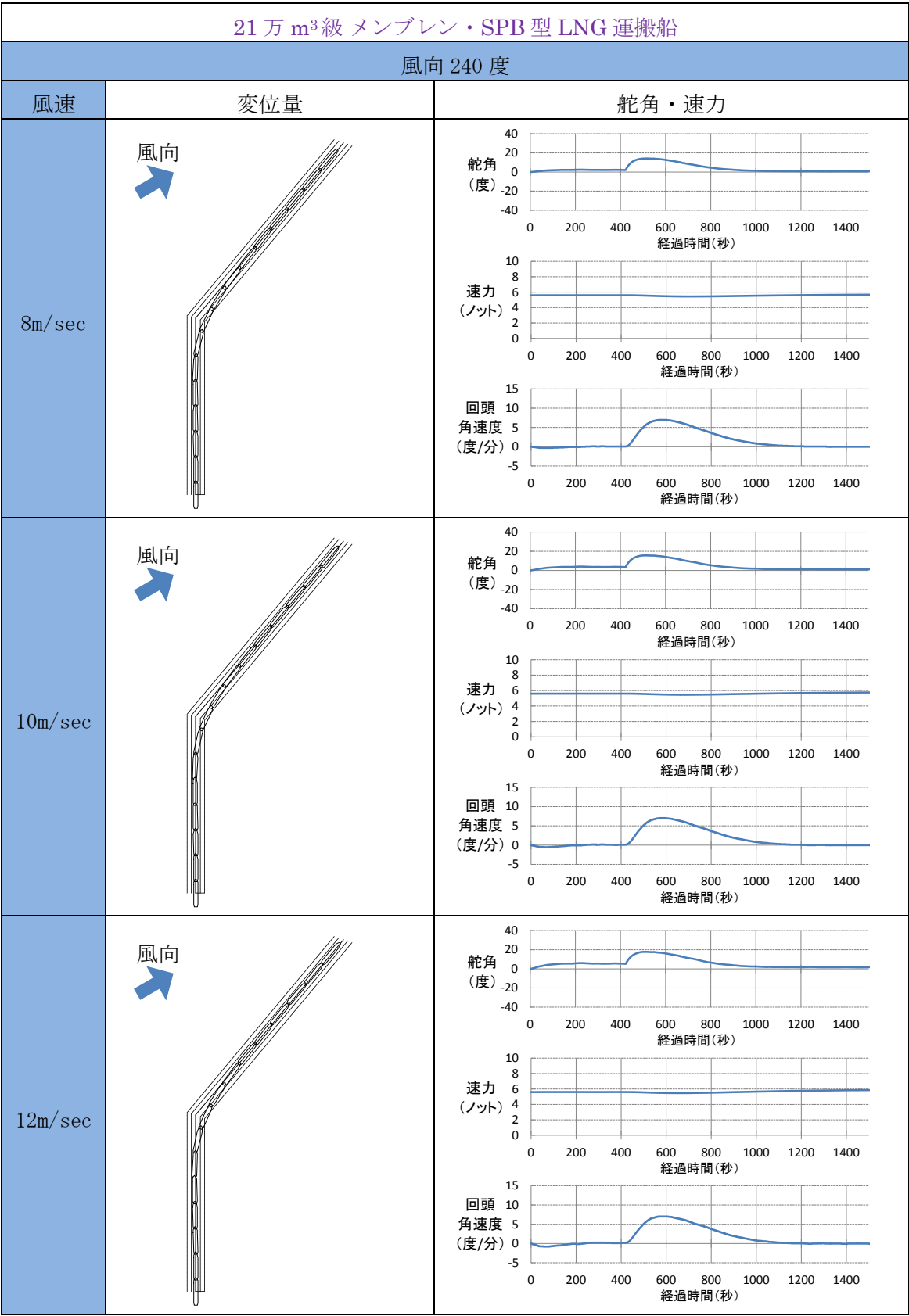


図 6.5.58 変針局面・風向 240 度・21 万 m³ 級 メンブレン・SPB 型 LNG 運搬船

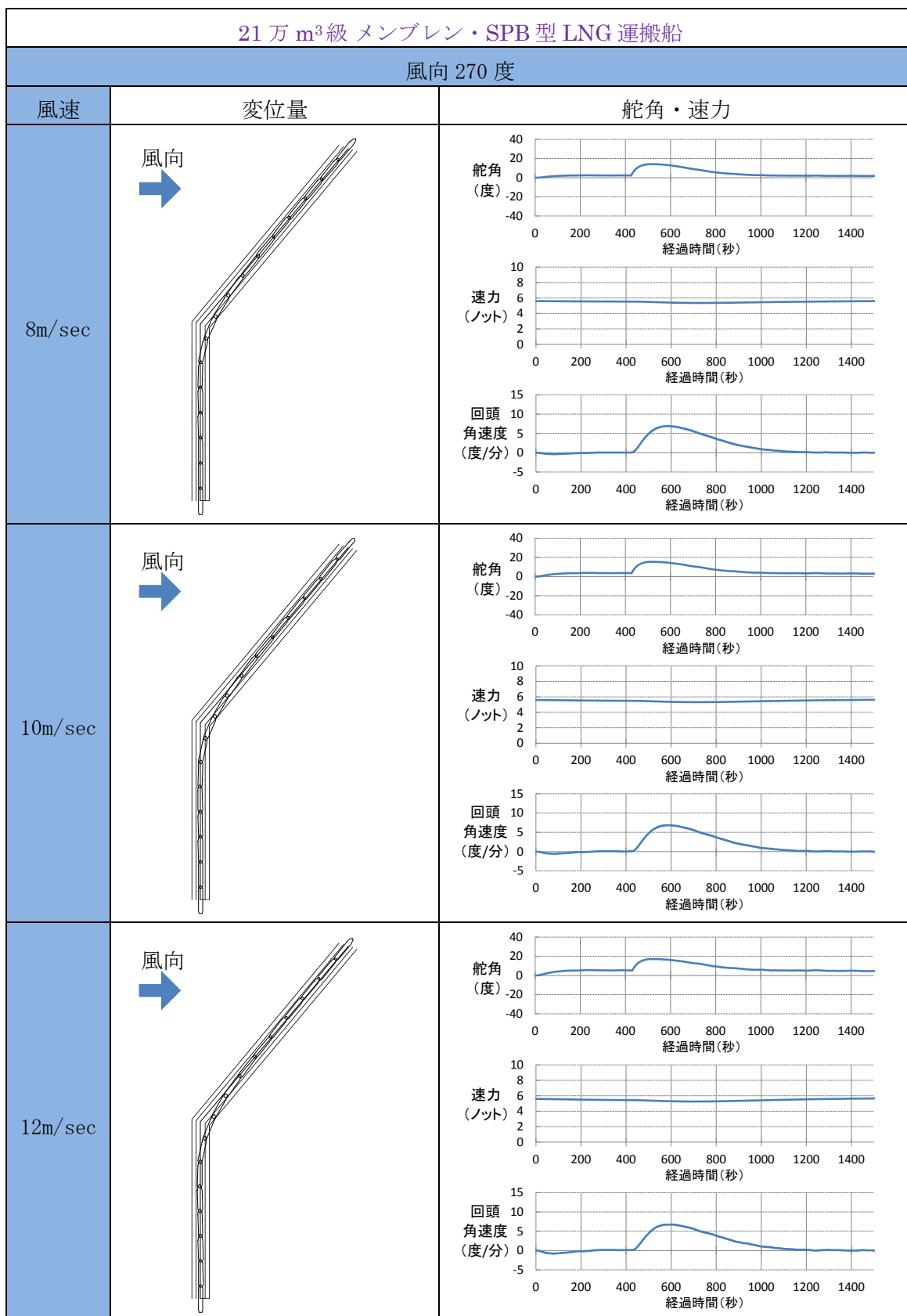


図 6.5.59 変針局面・風向 270 度・21 万 m³ 級 メンブレン・SPB 型 LNG 運搬船

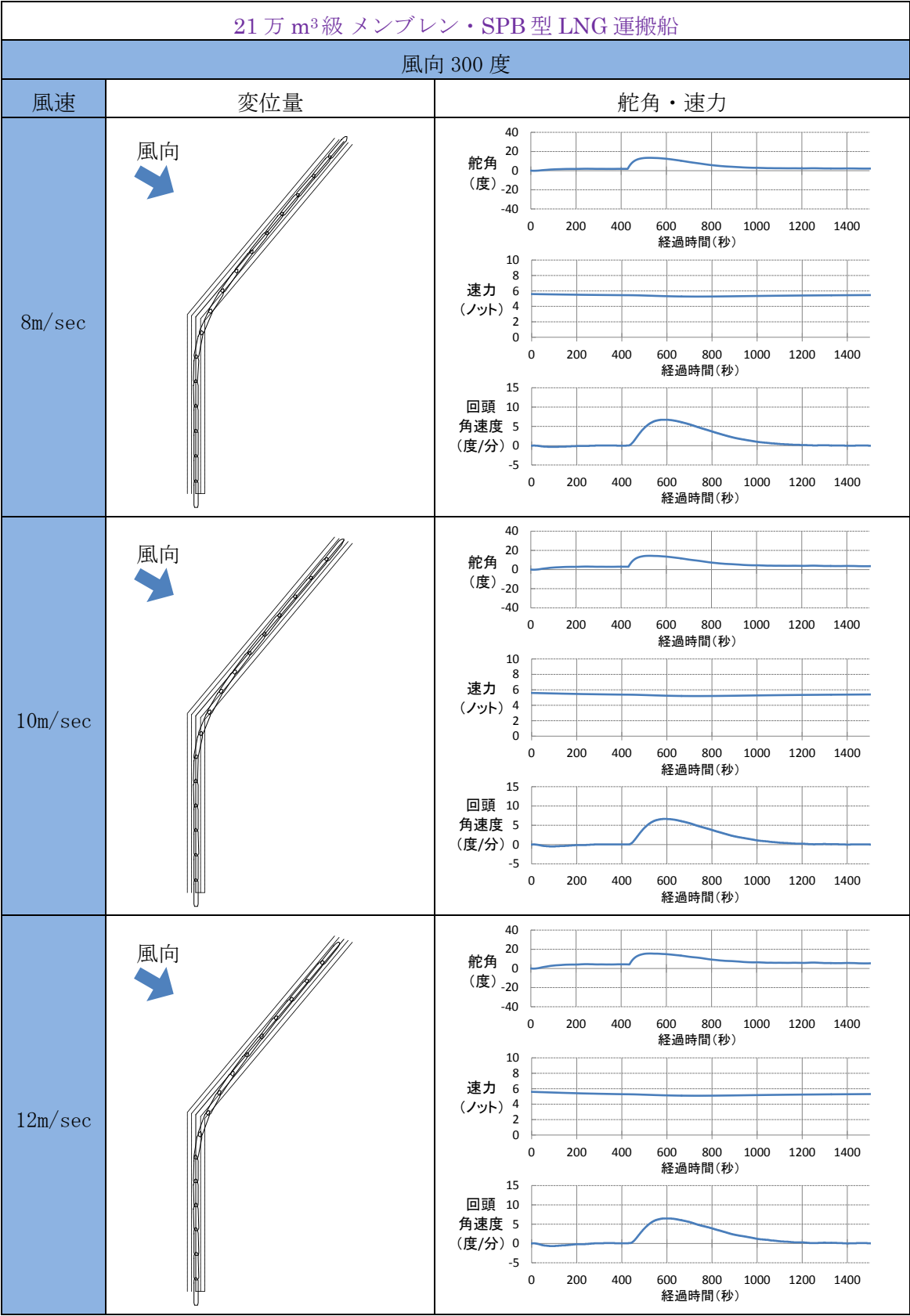


図 6.5.60 変針局面・風向 300 度・21 万 m³ 級 メンブレン・SPB 型 LNG 運搬船

6.6 参考資料（過去の委員会での検討結果及び文献等）

6.6.1 横移動操船局面における強風下の横移動速力計算結果

過去の海防審議等で安全対策が検討された事例の内、風速 15m/sec の強風下での離棧基準を定めた日本海側に所在するバースにおける操船性能評価基準で例示する横移動速度計算例を図 6.6.1 に示す。向岸風 270 度方向からの強風下、安全対策で定められたタグ隻数、馬力での離棧操船において、180 秒で 20cm/sec の横移動速力の確保が可能となっていることが確認できる。

計算条件

- 離棧条件 15m/sec（向岸風：270 度）
- 満載状態を想定
- 3,200 馬力タグボート×2 隻・4,000 馬力タグボート×2 隻の計 4 隻を引きで使用
- タグボート 100 馬力あたりの推力最大出力を想定し 1.35 トンとする（表 6.5.2）
- タグボートは全船 Full 引き
- 風圧回頭モーメントを考慮する

タグボート合計推力

$(32 \times 1.35 \text{ トン} \times 2 \text{ 隻} = 86.4 \text{ トン}) + (40 \times 1.35 \text{ トン} \times 2 \text{ 隻} = 108 \text{ トン}) = 194 \text{ トン}$

計算結果

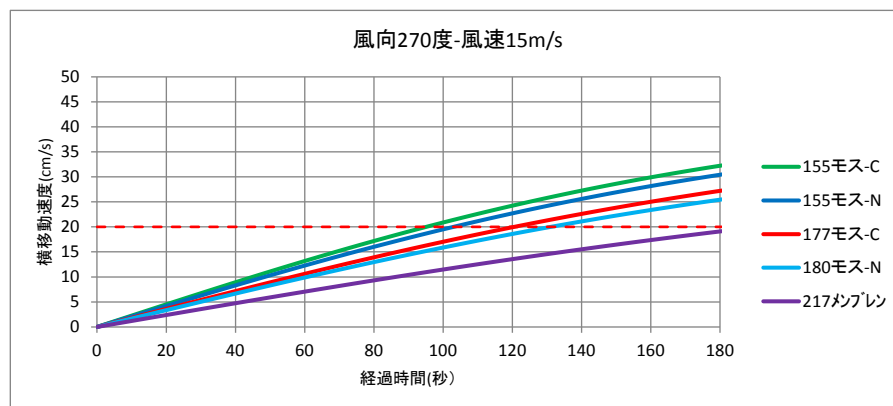


図 6.6.1 横移動速度計算結果

6.6.2 保針操船局面における斜航角（Drift angle）

①「操船通論」本田啓之輔 成山堂書店 p72、「風圧差（Lee way）10 度では保針不可能に近い」との記述。②「ファジィ回帰モデルによる入港操船困難度評価方法」中村他 航海学会論文集 82 号（平成元年）、「横流れ角は操船の困難度を評価する指標として曖昧さが少ないこと、また実験結果で横流れは 4 度以下であれば操船困難度は容易、10 度以上で困難、極めて困難との評価結果が記述されている。」以上 2 つの文献から、斜航角（横流れ角/leeway）5 度を一つの目安とすることは妥当であると考えられる。

「6.5 従来船データベース（操船性能評価のための検証結果）」では、例示したすべてのケースで斜航角が 5 度以内であることが確認される。

6.6.3 その場回頭操船局面における回頭水域の直径

「港湾の施設の技術上の基準・同解説」による。

「6.5 従来船データベース（操船性能評価のための検証結果）」では、例示したすべてのケースで回頭水域の直径が 2L 以内であることが確認される。

6.6.4 変針操船局面における回頭角速度

「操船の理論と実際」井上欣三 成山堂 p141、風の影響を受けやすい船舶（自動車運搬船：PCC）での変針操船の限界の記述があり、 h/d 1.3 において相対風向 240 度～300 度で風速船速比 4 以下と云う記述がある。この PCC 以上の変針操船性能を LNG 運搬船に求めるとすると風速 15m/s では船速約 3.8m/s（約 7.4 ノット）が変針操船の限界となる。そこで、LNG 運搬船 Slow ahead（約 8 ノット）で変針操船ができることを評価の目安とする。既存の LNG 運搬船での評価実績から、5 度/分の回頭角速度を得て変針が可能であることを評価の目安とすることは妥当であると考えられる。

「6.5 従来船データベース（操船性能評価のための検証結果）」では、例示したすべてのケースで、主機 Slow ahead において、回頭角速度 5 度/分以上を得た針路変更が可能であることが確認される。

6.6.5 保針操船局面又は変針操船局面における船型の変化が操船に及ぼす影響

①「操船通論」本田啓之輔 成山堂書店 p14、「肥大船（ $C_b=0.8$ 程度）の針路安定性は、いささか不安定」との記述があり、②「操船の理論と実際」井上欣三 成山堂 p231、代表的な船（Full load）の主要目として「26 万 DWT タンカー（ $C_b=0.83$ ）、12.7 万 m^3 LNG 船（ $C_b=0.70$ ）、6000TEU コンテナ船（ $C_b=0.63$ ）、6000 台積自動車専用船（ $C_b=0.52$ ）」との記述がある。以上 2 つの文献らから、 C_b の 1 割以上の変化は船型が異なる程度の変化であり、操船に影響を及ぼすと考えられる。

7（参考）委員会による検討

7.1 委員会の開催概要

本ガイドラインの策定にあたっては、学識経験者、海事関係団体、海防団体及び関係行政機関で構成する「シェールガス輸送に向けた新形式 LNG 運搬船に係る航行安全及び海上防災の評価手法検討調査委員会」を設置し、調査検討を行った。委員会は、計 5 回開催した。

(1)【平成 26 年度】第 1 回委員会

平成 26 年 10 月 8 日（水）13 時 00 分～16 時 05 分

於：日本財団 2 階 第 1～第 4 会議室

【議事内容】

- ・調査計画について
- ・シェールガス輸送に係る課題等の調査
- ・在来型 LNG 運搬船等に係る航行安全・防災対策評価手法の調査・整理
- ・新形式船の要目等に関する調査
- ・新形式船の操縦性能の検討

(2)【平成 26 年度】第 2 回委員会

平成 27 年 1 月 22 日（木）13 時 00 分～15 時 30 分

於：日本財団 2 階 第 1～第 4 会議室

【議事内容】

- ・各港毎に共通となる航行安全・防災対策の項目の整理
- ・大型化に伴う主要目の変動が操船に与える影響の調査
- ・地方海防団体の審議を必要とする検討項目の整理
- ・新形式船の航行安全・防災対策の評価手法の検討

(3)【平成 26 年度】第 3 回委員会

平成 27 年 3 月 17 日（火）13 時 00 分～15 時 10 分

於：日本財団 2 階 第 1～第 4 会議室

【議事内容】

- ・新形式 LNG 運搬船及び LNG 運搬船の大型化に係る航行安全・防災対策の安全対策評価ガイドラインの作成
- ・個別の航行安全・防災対策の検討における手順の整理
- ・報告書（案）

(4)【平成 27 年度】第 1 回委員会

平成 27 年 8 月 28 日（金）14 時 00 分～16 時 00 分

於：スタンダード会議室 五反田 360° 店 会議室

【議事内容】

- ・事業計画
- ・平成 26 年度検討内容の概要

(5)【平成 27 年度】第 2 回委員会

平成 28 年 3 月 8 日（火）14 時 00 分～16 時 00 分

於：日本財団 2 階 第 1～第 4 会議室

【議事内容】

- ・新たな航行安全性評価手法のトライアル実施結果の評価・検証
- ・新形式 LNG 運搬船及び LNG 運搬船の大型化に係る航行安全・防災対策の安全対策評価ガイドラインの策定（最終版）
- ・報告書（案）

7.2 委員会の構成

7.2.1 委員

（順不同、敬称略、（ ）は前任者）

【委員長】

今津 隼馬 東京海洋大学 名誉教授

【委 員】

日 當 博喜 海上保安大学校 名誉教授

大津 皓平 東京海洋大学 名誉教授

長澤 明 海上保安大学校 名誉教授

鈴木 三郎 神戸大学 名誉教授

寺本 定美 海上保安大学校 名誉教授

西村 知久 海上保安大学校 准教授

小山 仁明 （一社）日本船主協会 海務部 副部長

森山 和基 （一社）日本船長協会 常務理事

（北里 英昭）

梶山 秀行 日本水先人会連合会 品質管理小委員会 委員（東京湾水先人）

小林 裕司 （一社）日本ガス協会

（代理：東京ガス(株)エネルギー生産部生産管理グループ(兼)生産企画グループ主席）

早田 隆二 電気事業連合会 企画部 副部長

小磯 康 （一社）日本造船工業会 技術部 次長

橋本 工 （公社）瀬戸内海海上安全協会 専務理事

【オブザーバー】

大井 伸一 (株)MOL マリン 理事/海洋技術コンサルティング一部部長

7.2.2 関係官庁

金子 栄喜	国土交通省 海事局 安全政策課長
大坪 新一郎	国土交通省 海事局 船舶産業課長
石塚 智之	海上保安庁 警備救難部 環境防災課長
伊丹 潔	海上保安庁 交通部 安全課長

7.2.3 関係出席者

南 清和	東京海洋大学 教授
武部 進	(一社) 日本ガス協会 技術部 製造技術グループマネージャー 部長
高橋 幸一	東京電力(株) 燃料部 燃料海事・設備グループ マネージャー
矢澤 隆博	国土交通省 海事局 安全政策課 船舶安全基準室バリアフリー推進係長
今井 新	国土交通省 海事局 船舶産業課 課長補佐(総括)
塩入 隆志	国土交通省 海事局 船舶産業課 企画調整官
久保 尚子	国土交通省 海事局 船舶産業課 環境保全係長
中村 至宏	海上保安庁 警備救難部 環境防災課 専門官
花村 幸宏	海上保安庁 交通部 安全課 航行指導室長
菊本 豊	海上保安庁 交通部 安全課 航行指導室 課長補佐
赤木 竜逸	海上保安庁 交通部 安全課 航行指導室 海務第一係長

7.2.4 事務局

小川 泰治	(公社) 日本海難防止協会 常務理事
稲田 健二	(公社) 日本海難防止協会 海上交通研究部長
有馬 徹也	(公社) 日本海難防止協会 主任研究員
畑瀬 崇順	(公社) 日本海難防止協会 特任研究員
一藁 勝	(公社) 東京湾海難防止協会 専務理事
下野 哲裕	(公社) 東京湾海難防止協会 調査研究部長
大崎 成道	(公社) 東京湾海難防止協会 調査研究副部長
坂爪 隆之	(公社) 東京湾海難防止協会 調査研究副部長
岩崎 昭男	(公社) 伊勢湾海難防止協会 事業部長
伊藤 雅之	(公社) 神戸海難防止研究会 常務理事
瓜生 晴彦	(公社) 西部海難防止協会 専務理事
高野 修	(公社) 日本海海難防止協会 事業部長
中村 紳也	(株) 日本海洋科学 専務取締役
青山 憲之	(株) 日本海洋科学 コンサルタントグループ 主任コンサルタント
米原 章浩	(株) 日本海洋科学 コンサルタントグループ 主任コンサルタント
仲野 淳一	(株) 日本海洋科学 コンサルタントグループ コンサルタント
雲石 隆司	三菱重工業(株) 船舶・海洋事業部 船海エンジニアリング部 技監
津村 健司	三菱重工業(株) 船舶・海洋事業部 船海エンジニアリング部 主席技師