

鋼船規則等の改正概要 (機関関連)

	改正案件	適用日
1.	往復動内燃機関に関するIACS統一規則の取り入れ	(スライド19参照)
2.	往復動内燃機関に関するNOxテクニカルコードの改正	(スライド30参照)

鋼船規則等の改正概要 (機関関連)

	改正案件	適用日
1.	往復動内燃機関に関するIACS統一規則の取り入れ	(スライド19参照)
2.	往復動内燃機関に関するNOxテクニカルコードの改正	(スライド30参照)

IACS*統一規則(UR)

Mシリーズ

*IACS: 国際船級協会連合

Machinery Installation(機関設備)について規定

このうち、往復動内燃機関(エンジン)関連のURについて

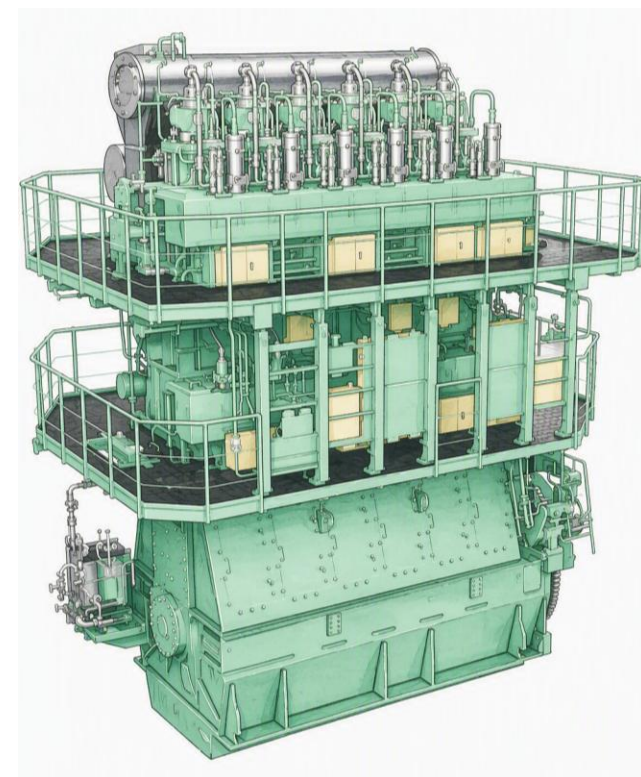
✓ CIMAC*からの業界フィードバック

*CIMAC: 国際燃焼機関会議



✓ 新燃料*への対応等の技術進展

*新燃料: ここではエタン, LPG, メタノール/エタノール



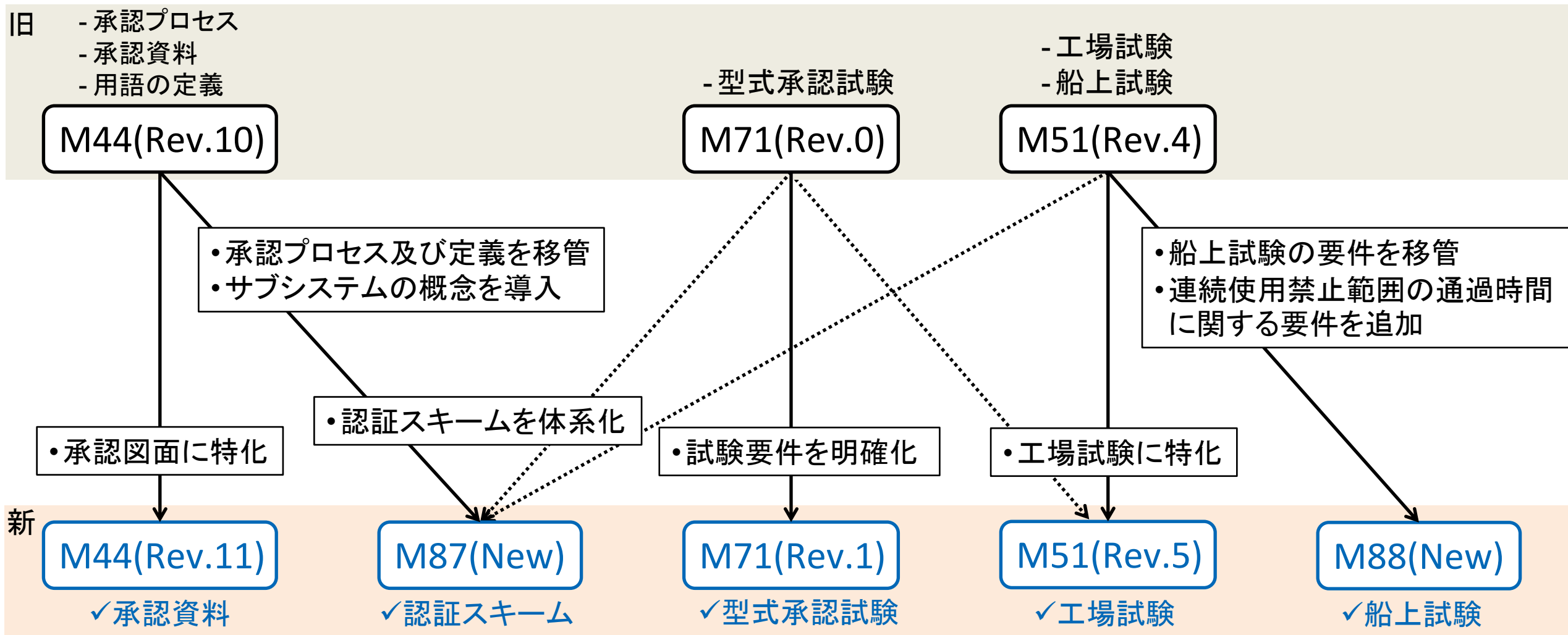
往復動内燃機関

IACSにおいて、エンジンに関するURを見直し・検討
➤ 7つのURを改訂・制定し、2025年4月に採択

NK規則に取入れ

併せて、既存規則を見直し

往復動内燃機関の承認及び試験に関するURの再構築



ガス燃料機関に関連するURの改訂

旧

- 天然ガス*を燃料とする機関

M78(Rev.2)

天然ガス*: メタンを主成分とする
天然ガス(LNG燃料)

- 適用範囲の拡大
(追加: エタン, LPG, メタノール/エタノール)
- 特定の燃料に対する要件の追加
- 「機関の安全設計指針」の明確化
- 安全要件の整理及び明確化



M78(Rev.3)

✓ ガス/低引火点燃料を燃料とする機関

- クランク軸の応力計算

M53(Rev.5)

- ガス及び低引火点燃料機関への対応
(ガス燃料使用時のねじり振動の増大を懸念)
- クランク軸の承認は、燃料・運転モードを考慮のうえ、
ワーストケースで行われることを明確化



M53(Rev.6)

- クランク軸の応力計算

新

特に影響が考えられる以下の事項を説明

- ① サブシステムの概念の取入れ
- ② ねじり振動計測関連
- ③ ガス燃料機関関連

- ① サブシステムの概念の取入れ
- ② ねじり振動計測関連
- ③ ガス燃料機関関連

改正内容① サブシステムの概念の取入れ

船用材料・機器等の承認要領附属書6.1

サブシステムの定義

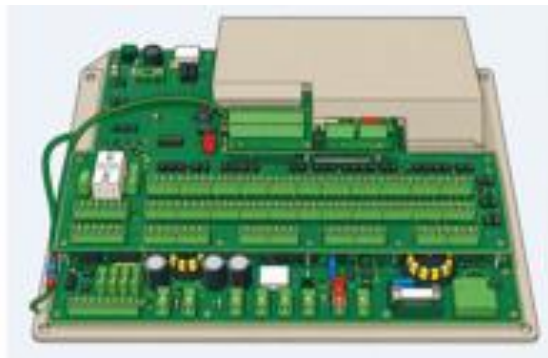
機関に属する構成要素であって、機関の性能に影響を及ぼすものをいう。例えば、電子制御システム、ガス燃料機関の燃料システム等が該当する。

サブシステムの例

- 電子制御システム
- 二元燃料関連のシステム
- 新開発のシステムは都度検討

サブシステムとは見なさないもの

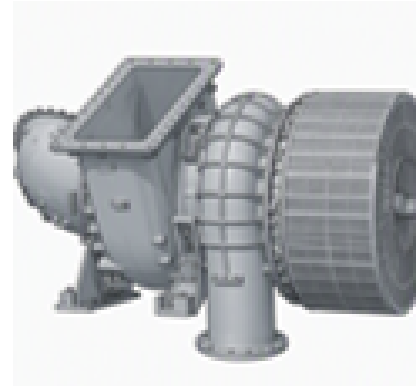
- 機関の基本部品（クランク軸，連接棒，ピストン等）
- 排気タービン過給機
- 環境規制対応技術（EGR, SCR, EGCS）



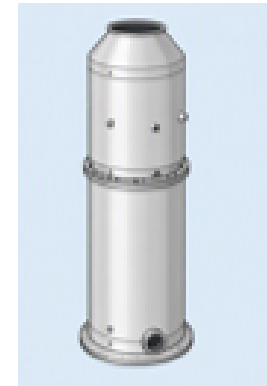
電子制御システム



LNG燃料供給用ポンプ



過給機



EGCS(排ガス浄化装置)

改正内容① サブシステムの概念の取入れ

船用材料・機器等の承認要領附属書6.1

機関のサブシステムの概念を取入れた型式承認のプロセスを規定



機関の設計・承認を機能単位ごとに分割
⇒ 部分的な変更を効率的に承認できる枠組み

イメージ

機関(機関の基本部品 + サブシステムA + サブシステムB)
→ 変更又は追加

従来: 機関の基本部品 + サブシステムA + サブシステムB

再承認

改正後: 機関の基本部品 + サブシステムA + サブシステムB

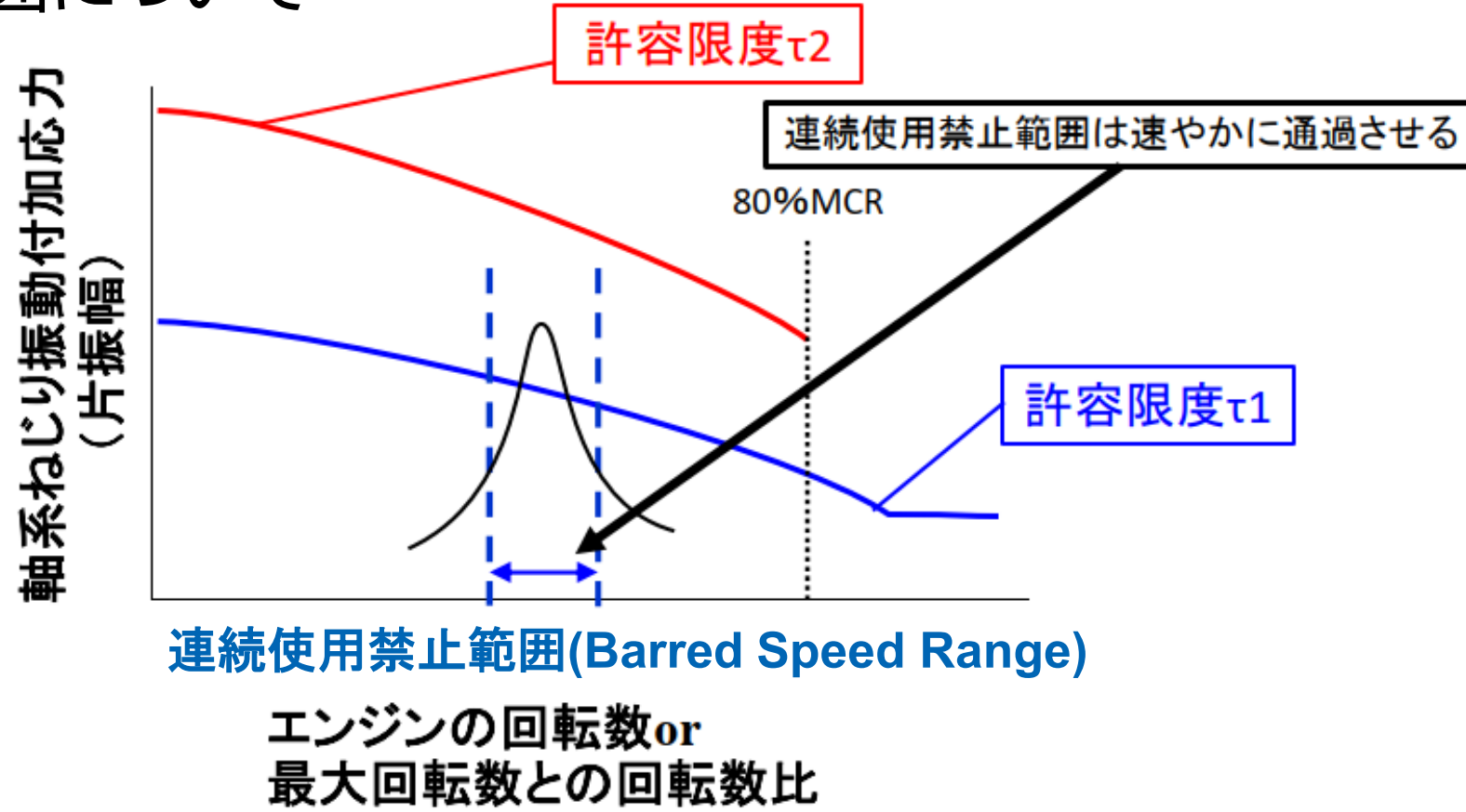
(再)承認+統合試験

承認負担
の軽減

- ① サブシステムの概念の取入れ
- ② ねじり振動計測関連
- ③ ガス燃料機関関連

改正内容② ねじり振動計測関連

連続使用禁止範囲について



改正内容② ねじり振動計測関連

鋼船規則D編8.4.2及び8.4.3

EEDI/EEXI規制への対応により機関出力が制限

⇒ 連続使用禁止範囲(BSR*)の通過時間が長くなる
主推進軸系や関連部品の耐用年数への影響が懸念

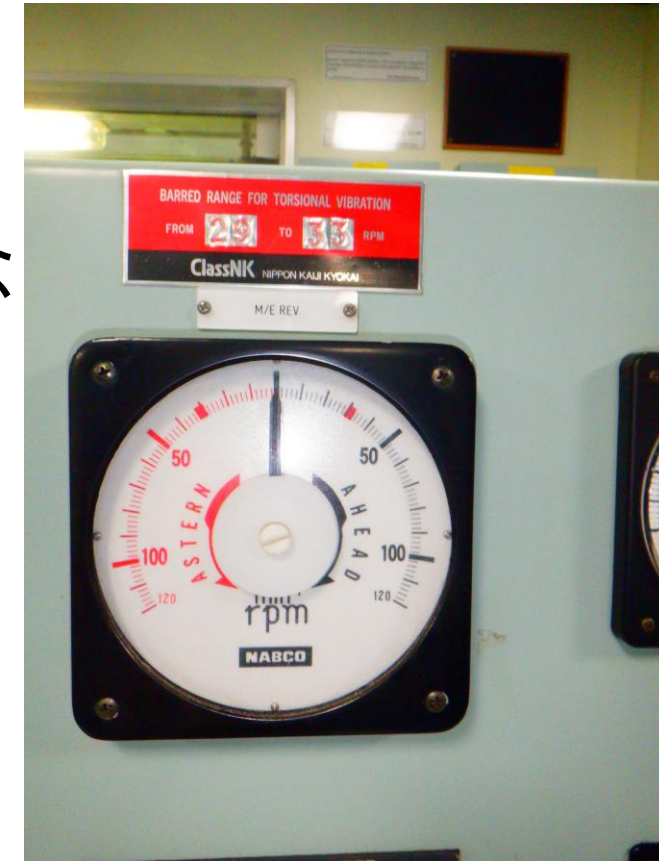
*BSR: Barred Speed Range



以下の要件を規定

- BSR通過の許容時間
- 海上試運転にて許容時間を超えないことを検証

※本要件は規則要求によりBSRが設けられる場合に適用



BSRの表示

改正内容② ねじり振動計測関連

鋼船規則D編8.4.2及び8.4.3

➤ BSR通過の許容時間

✓ 前進加速時のBSRの通過時間は T_{bsr} を超えてはならない

$$T_{bsr} = 5 \cdot (\tau_{max} / \tau_2)^{-7.2}$$

T_{bsr} : BSRの通過に許容される最大時間(秒)
 τ_{max} : 危険回転数におけるねじり振動の最大応力振幅(N/mm²)*原則, 計算値
 τ_2 : 連続最大回転数の80%以下におけるねじり振動応力の許容限度(N/mm²)

✓ 上式により T_{bsr} を算出し, 軸系ねじり振動計算書に記載

改正内容② ねじり振動計測関連

鋼船規則D編8.4.2及び8.4.3

➤ 海上試運転にて許容時間を超えないことを検証 ➡ BSR通過時間の計測

✓ BSRの下側境界から上側境界までの通過時間は T_{bsr} 以内でなければならない

計測条件

- BSR下側境界付近の整定状態から計測開始
- 実施可能な最大喫水状態で試験実施
- 燃料/運転モードは、最も厳しい条件及び実際の運航時の燃料を考慮して選定 等



エンジンテレグラフ

- ① サブシステムの概念の取入れ
- ② ねじり振動計測関連
- ③ ガス燃料機関関連

改正内容③ ガス燃料機関関連

鋼船規則GF編附属書1.1.3-3.
鋼船規則N編附属書16.1.1.-3.

➤ 適用範囲の拡大



天然ガス

LPG

追加

エタン

追加

メタノール/エタノール

追加

燃料	基本要件	燃料特性を考慮した追加要件	
		燃料管装置	その他
天然ガス	同様に適用	IGFコード7章/IGCコード16章	—
エタン		—	—
LPG		IGFコード7章/IGCコード16章	—
メタノール/ エタノール	・リスク分析 ・安全設計指針 ・構造要件 ・試験要件 等	IMO暫定ガイドライン (MSC.1/Circ.1621の7章)	メタノール： 毒性に関して安全設計指針で文書化・リスク分析で考慮

改正内容③ ガス燃料機関関連

船用材料・機器等の承認要領第6編8.4

➤ 機関の安全設計指針

従来, 含めるべき情報に関する規定なし
文書の内容に幅広いばらつき



含めるべき情報を明確化

機関の安全設計指針に含めるべき情報

- 機関の構成 (DF/GF) 及び運転モード
- ガス/低引火点燃料の使用に関するリスク及び低減策
- 機関設計に関する安全理念 (故障時のリスク制御方法を含む)
- 各装置や操作に関する確立された安全設計指針
(燃焼制御, ガス漏洩検知, 安全弁の配置, 燃料供給装置のパージ 等)
- リスク分析の結果
(クランク室や排ガス装置の過圧の危険性, クランク室の換気及び監視装置 等)

改正内容③ ガス燃料機関関連

➤ ガス燃料機関の試験要件の明確化

鋼船規則D編2.6.1-3.(6)

- ✓ 高温にさらされる耐熱表面部の温度確認は、**排ガス温度が最も高い**運転モードで実施

➤ 混焼モードに対する要件の明確化

鋼船規則GF編及びN編附属書 他

燃料油とガスの混焼比率を変更できる(混焼モードを有する)DF機関の場合

- ✓ その詳細を機関要目表及びオペレーションマニュアルに記載
- ✓ 製造工場等及び船上における試験の際に、当該モードでも運転試験を実施

施行日

- (1) 事業所承認規則, 鋼船規則B編, D編, GF編, K編, N編, P編, PS編, Q編及び関連検査要領
(下記(2)から(6)以外の改正箇所)
2027年1月1日から施行
- (2) 鋼船規則B編, D編及び同検査要領 (UR M78中製造工場等及び船上における試験等に関する要件並びにM88に関する改正箇所)
2027年1月1日以降に建造契約が行われる船舶に適用
- (3) 鋼船規則D編, GF編, N編及び同検査要領並びに船用材料・機器等の承認要領 (UR M44, M71, M78中設計及び型式承認試験等に関する要件並びにM87に関する改正箇所)
2027年1月1日以降に型式承認申込みのあった往復動内燃機関に適用
- (4) 鋼船規則D編及び同検査要領 (UR M51に関する改正箇所)
次のいずれかに該当する場合に適用
 - (a) 2027年1月1日以降に承認申込みのあった往復動内燃機関
 - (b) 2027年1月1日以降に建造契約が行われる船舶に搭載される往復動内燃機関
- (5) 鋼船規則D編附属書2.3.1 (UR M53に関する改正箇所)
2027年1月1日以降に承認申込みのあったクランク軸に適用
- (6) 承認要領11章 (過給機の型式承認に関する改正箇所)
2027年1月1日以降に型式承認申込みのあった過給機に適用

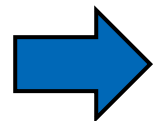
鋼船規則等の改正概要 (機関関連)

	改正案件	適用日
1.	往復動内燃機関に関するIACS統一規則の取り入れ	(スライド19参照)
2.	往復動内燃機関に関するNOxテクニカルコードの改正	(スライド30参照)

NOxテクニカルコード2008による窒素酸化物(NOx)放出量決定手順

- 原則として**陸上の試験台**でNOx放出量を計測する。
- NOx計測試験は**親エンジン**と呼ばれる**代表エンジン**のみに行われ、その他のメンバーエンジンはパラメーターチェックが行われる。
- 機関は**使用用途別に区分**され、**テストサイクル**が指定される。
- 各テストサイクル毎に**定められた負荷・回転数**で試験を実施
- 各負荷のNOx放出量を**重み付け平均**し、当該機関のNOx放出量を算出し、規制値への適合を確認

電子制御エンジンでは特定の負荷点において任意の燃料噴射・吸排気タイミングに変更可能



従来のNOxテクニカルコードでは、複数の**運転プロフィール***に対する放出量確認方法や船上での取扱いが明確でない

運転プロフィール*: NOx放出量に影響する機関の運転設定の組合せ

改正の背景

第69回海洋環境保護委員会 (MEPC 69): 2016/4/18~4/22

エンジンの燃費効率化のために、複数の運転プロファイルの使用について議論

懸念点

- ・燃費効率とNOx放出量はトレードオフのためNOx放出量増加
- ・放出量確認時と実運転でNOx放出量が乖離
- ・試験サイクルの計測点のみ、NOx放出量を減少させる制御

MEPC 83 (2025/4/7~4/11)

NOxテクニカルコードの改正(MEPC.397(83))が採択

1. 複数の運転プロファイルに関する規定の追加
2. エンジンのNOx放出量の制御(放出制御戦略)に対する規定の厳格化

MEPC 84 (2026/4/27~5/1)

MARPOL条約 Annex VIの改正(MEPC.408(84))が採択

NOxテクニカルコードの改正に伴う改正

改正内容 NOxテクニカルコードの改正内容(MEPC.397(83))

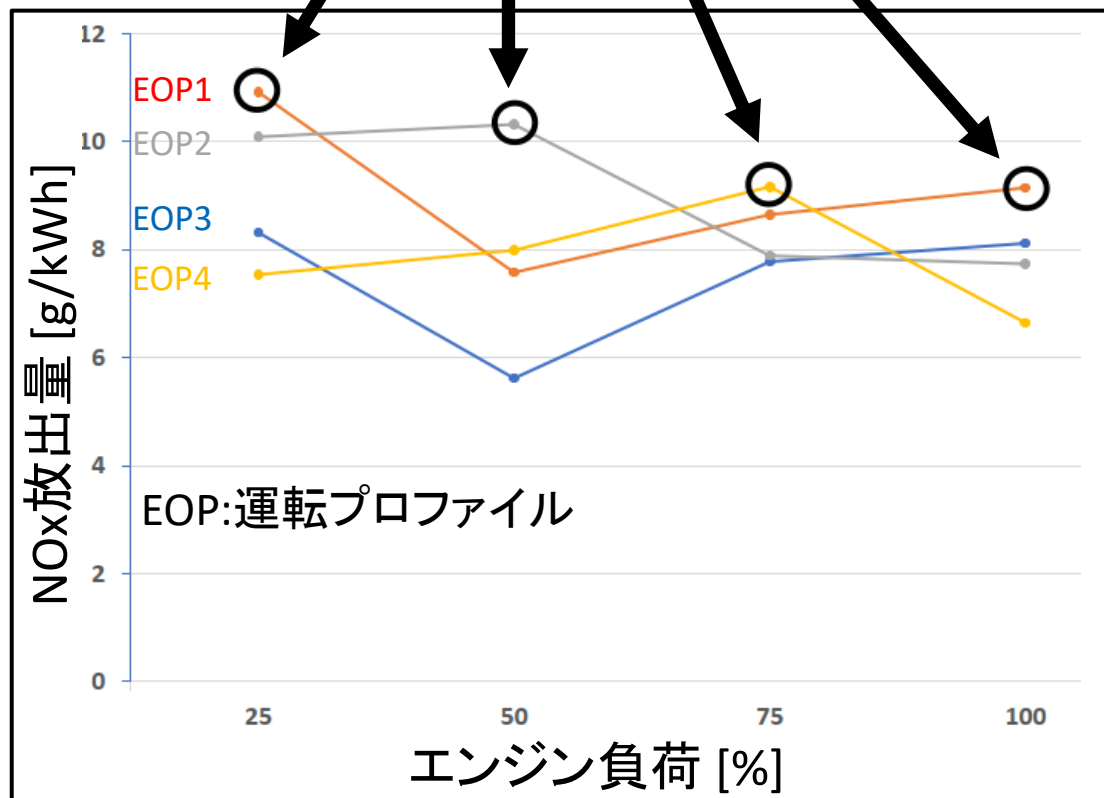
1. 複数の運転プロファイルに関する規定の追加
放出量確認の方法, テクニカルファイルへの記載事項,
船上での取り扱い等の規定が追加
2. エンジンのNOx放出量の制御(放出制御戦略)に対する規定の厳格化
全運転範囲で放出量確認と同等の運転が維持されていることを確認
 - (1) 基本の放出制御戦略(Base Emission Control Strategy)の明確化
 - (2) *NTE*放出制限値 (Not-to-Exceed emission limit value) の導入
 - (3) NOx認証パック (NOx Certification Pack) の提出

改正内容

1. 複数の運転プロファイルに関する規定の追加

ワーストケース法

試験サイクルの各計測点で最大となる運転プロファイルのNOx放出量によって算出



複数の運転プロファイルにおけるNOx放出量の算出方法

テクニカルファイルへの追加記載事項

○各運転プロファイル

- ・ 識別情報
- ・ 使用条件(必要な場合)
- ・ 親エンジンの試験結果

○ワーストケース法を用いた組合せ及び加重平均されたNOx放出量の値

運転プロファイルを切り替えた際の記録事項

- 運航中に運転プロファイルを変更する場合は、変更を完了した日時を他のNOx関連の情報とともに記録

改正内容

NOxテクニカルコードの改正内容(MEPC.397(83))

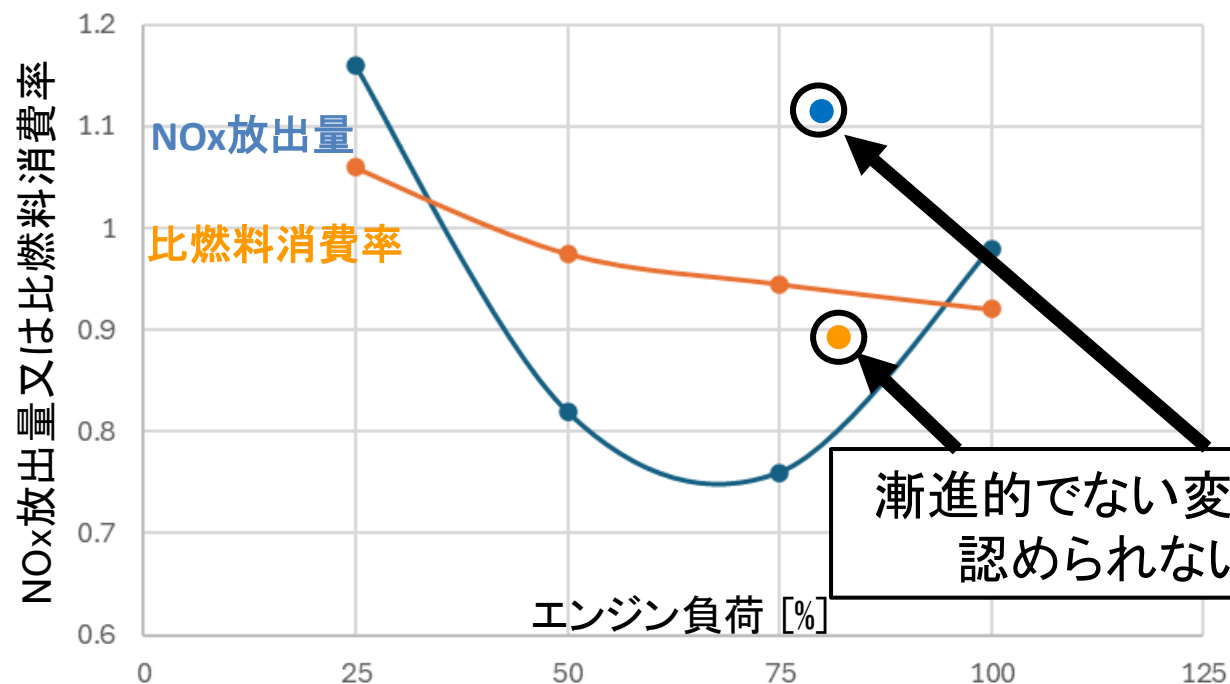
1. 複数の運転プロファイルに関する規定の追加
放出量確認の方法, テクニカルファイルへの記載事項,
船上での取り扱い等の規定が追加
2. エンジンのNOx放出量の制御(放出制御戦略)に対する規定の厳格化
全運転範囲で放出量確認と同等の運転制御が維持されていることを確認
 - (1) 基本の放出制御戦略(*Base Emission Control Strategy*)の明確化
 - (2) *NTE*放出制限値 (Not-to-Exceed emission limit value) の導入
 - (3) NOx認証パック (NOx Certification Pack) の提出

改正内容

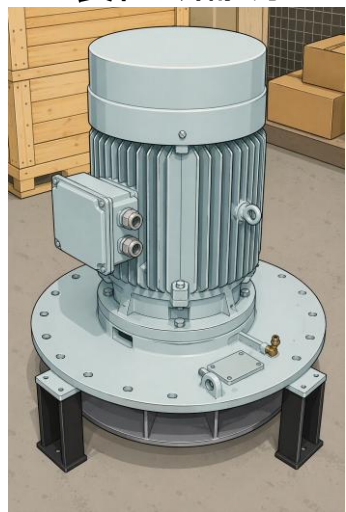
2.(1) 基本の放出制御戦略(Base Emission Control Strategy)の明確化

基本の放出制御戦略とは

- ・補助制御装置*が作動していないときに有効となる放出制御戦略
- ・放出特性に影響を与える全てのパラメータ, 設計要素, 又は運転制御によって構成
- ・放出特性の変化はエンジンの負荷・回転数に応じて漸進的(Progressive)



補助制御装置:
エンジン保護又は始動補助のために作動する機能又は装置(補助ブロワなど)



認められない基本の放出制御戦略の例

改正内容

2.(2) NTE放出制限値 (*Not-to-Exceed emission limit value*) の導入

NTE放出制限値: エンジンの通常運転が行われる範囲(出力25%未満は含まない)で
超えてはならないNOx放出量

NTEゾーン: NTE放出制限値の規定が適用される運転範囲

改正前:

- ・各試験点のNOx放出量から導出される重み付け平均値が規制値を超えないことを確認

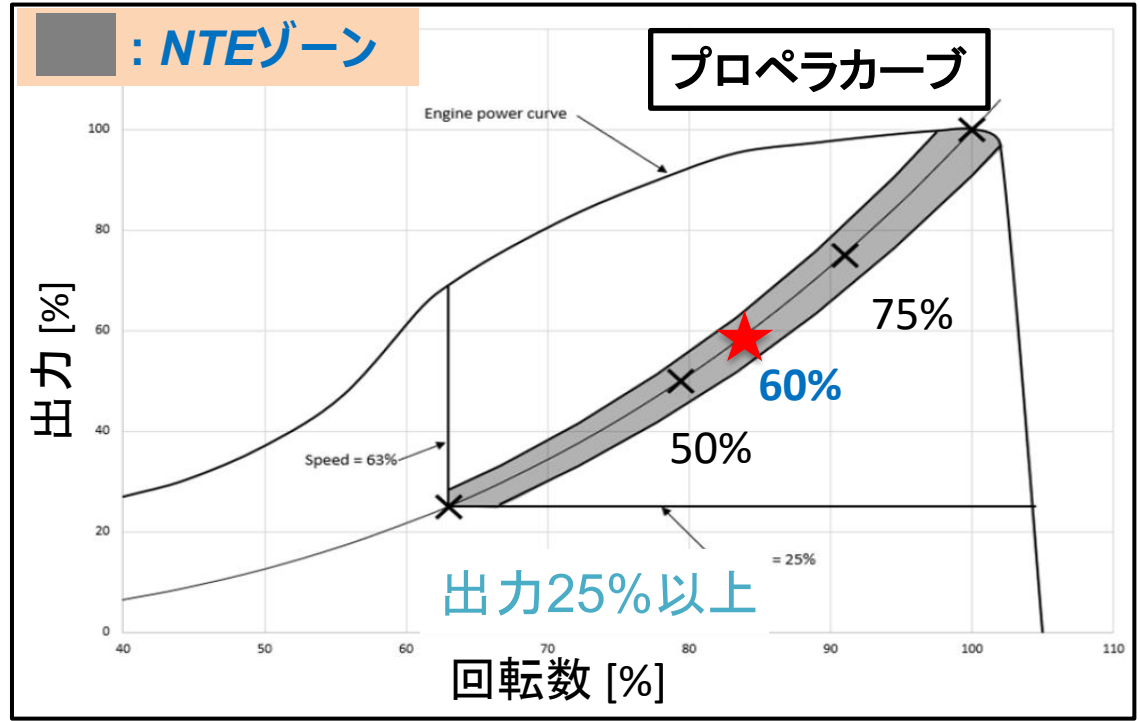
改正後:

- ・各試験点のNOx放出量から導出される重み付け平均値が規制値を超えないことを確認
- ・NTEゾーン内の全ての負荷点のNOx放出量がNTE放出制限値を超えないことを確認
 - 書類やシミュレーション等で本会に証明
 - 試験サイクル以外の負荷点で最大3点までの計測

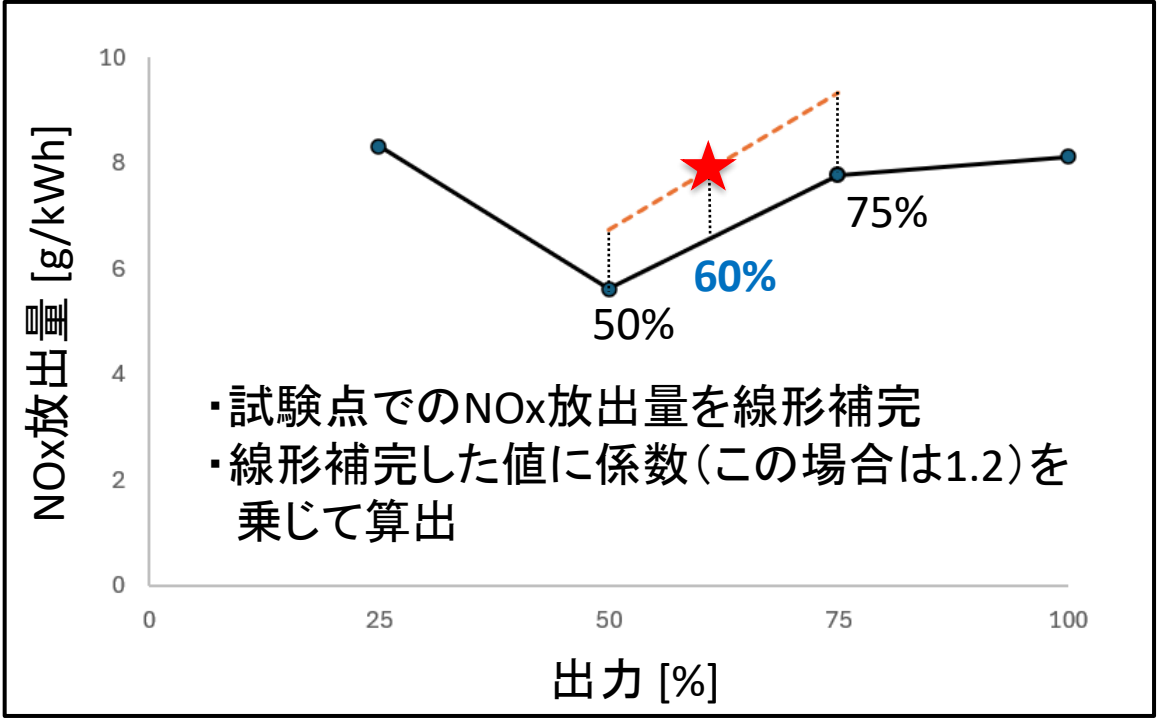
改正内容

NTE放出制限値の例 *E3型試験サイクル(主に主機に用いられるエンジンに適用)

E3型試験サイクルの試験点	回転数 [%]	63	80	91	100
	出力 [%]	25	50	75	100



NTEゾーンの例



NTE放出制限値の算出
(Tier II規制, プロペラカーブ上60%負荷点)

改正内容

2.(3) NOx認証パック (*NOx Certification Pack*) の提出

NOx認証パック

- NOx計測試験前に本会への提出が必要
- エンジンの放出制御戦略に関する情報が記された文書
 - ・基本の放出制御戦略
 - ・NTE放出制限値
- 申請者と本会との間で取り扱われる機密文書で船上に配備はされない

施行日

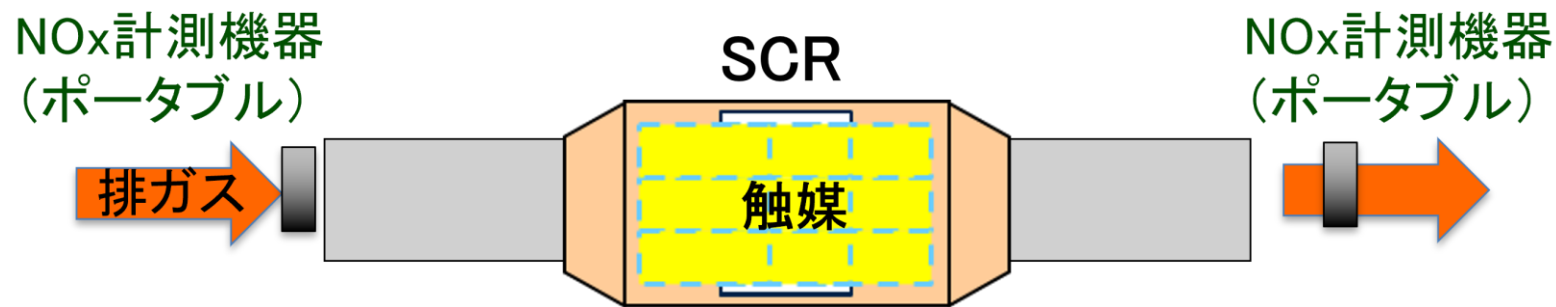
2028年1月1日以降に次のいずれかに該当するエンジン、
エンジンファミリー又はエンジングループに適用

1. 2028年1月1日以降にEIAPP証書が発行される個別のエンジン、又はエンジンファミリーもしくはエンジングループの親エンジン。
2. 2028年1月1日前にEIAPP証書が発行された親エンジンのエンジンファミリー又はエンジングループのメンバーエンジンで、2030年1月1日以降にEIAPP証書が発行されるエンジン。
3. 既にEIAPP証書を交付されたエンジンについては、次の場合を除き、本改正は適用しない。
 - a. 2028年1月1日以降に実質的改造を行うエンジンについては、EIAPP証書の発行日に基づき、NOxテクニカルコード2008の改正後の1.3.2に定義される実質的改造の規定に従い、本改正が適用される場合
 - b. 2028年1月1日以降に同一のエンジンへの換装を行う船舶で、換装されるエンジンが複数の運転プロファイルを備えている場合

周知事項

選択式触媒還元脱硝装置(SCR)ガイドラインの改正

SCRに対するスポットチェックの実施



改正前: 原則として12カ月以内に1回のスポットチェックを実施するが, 使用頻度を考慮し省略可

改正後: 使用の頻度にかかわらず, 12カ月以内に1回のスポットチェックを実施

■ 必要となる対応

- ✓ NOxテクニカルファイルに記載された手順によるスポットチェックの実施 (実施者の規定はなし)
- ✓ NOx計測機器の手配(自社保有又はメーカー・サービス業者への委託)
- ✓ スポットチェック実施記録の船上保管

施行日

選択式触媒還元脱硝装置(SCR)ガイドラインの改正

- 2025年11月1日以降に起工する船舶に搭載されるSCR または
- 2025年11月1日より前に起工する船舶に搭載される SCRであって、船舶への契約上の納入日(※)が 2026年5月1日以降となるSCR
※契約上の納入日がない場合には、実際の納入日



Thank you for your kind attention