

2024 年 6 月 27 日 一部改正
2024 年 1 月 30 日 技術委員会 審議
2024 年 5 月 31 日 国土交通大臣 認可

クランク軸の疲労試験

改正対象

鋼船規則 D 編及び K 編
鋼船規則検査要領 D 編
船用材料・機器等の承認及び認定要領

改正理由

IACS 統一規則 M53 には、往復動内燃機関のクランク軸の設計に関して規定されており、本会も当該要件を既に本会規則に取入れている。

この程、IACS は、当該統一規則に規定されるクランクピン及びジャーナルすみ肉部に対する疲労強度評価について、実寸法のクランクスローの疲労試験から求めた疲労強度を用いた判定式を見直し、当該判定式に修正を加えたものを IACS 統一規則 M53(Rev.5)として 2023 年 5 月に採択した。

なお、本判定式の修正は付加曲げ応力を考慮したものである一方で付加曲げ応力は疲労強度に比べて小さいため、IACS としてクランクピン及びジャーナルすみ肉部寸法の判定にほとんど影響しないことを確認している。

今般、IACS 統一規則 M53(Rev.5)に基づき、関連規定を改める。

また、クランク軸に関する鋼船規則 D 編 2 章とその他関連規定について、参照先の見直し等を行う。

改正内容

主な改正内容は次の通り

- (1) 鋼船規則 D 編附属書 2.3.1 付録 2 に規定される疲労強度評価におけるクランク軸寸法の判定式を改める。
- (2) 鋼船規則 D 編、K 編及び関連検査要領並びに船用材料・機器等の承認及び認定要領のうち、一体形クランク軸及び半組立形クランク軸に関する規定について、参照先等を改める。

施行及び適用

- (1) 鋼船規則 D 編附属書 2.3.1 付録 2 4.1.3
2024 年 7 月 1 日以降に承認申込みのあったクランク軸に適用
- (2) (1)以外の改正
2024 年 7 月 1 日から施行

規則の節・条タイトルの末尾に付けられたアスタリスク (*) は、その規則に対応する要領があることを示しております。

ID: DD23-22

「クランク軸の疲労試験」 新旧対照表

新	旧	備考
鋼船規則 D 編 機関	鋼船規則 D 編 機関	
2 章 往復動内燃機関	2 章 往復動内燃機関	
2.3 クランク軸	2.3 クランク軸	
2.3.3 軸継手及び継手ボルト*	2.3.3 軸継手及び継手ボルト*	
-1. クランク軸相互, クランク軸とスラスト軸間及び 2.2.4 に掲げる軸の継手ボルトの軸継手連結面における径は, 次の算式による値よりも小としてはならない。	-1. クランク軸相互, クランク軸とスラスト軸間及び 2.2.4 に掲げる軸の継手ボルトの軸継手連結面における径は, 次の算式による値よりも小としてはならない。	
$d_b = 0.75 \sqrt{\frac{(0.95d_c)^3}{nD} \left(\frac{440}{T_b} \right)}$	$d_b = 0.75 \sqrt{\frac{(0.95d_c)^3}{nD} \left(\frac{440}{T_b} \right)}$	
d_b : ボルトの径 (mm) n : ボルトの数 D : ピッチ円の径 (mm) d_c : クランク軸の所要径 (mm) であって, 本会の適当と認める値。 T_b : ボルトの材料の規格最低引張り強さ (N/mm ²)。ただし, 1000 N/mm ² を超える場合には, 本会の適当と認める値とする。	d_b : ボルトの径 (mm) n : ボルトの数 D : ピッチ円の径 (mm) d_c : <u>2.3.1-1.の算式中のK_m, K_s及びK_bに 1.0 を代入して算出されたクランク軸の所要径 (mm)</u> T_b : ボルトの材料の規格最低引張り強さ (N/mm ²)。ただし, 1000 N/mm ² を超える場合には, 本会の適当と認める値とする。	ここで参照している鋼船規則 D 編 2.3.1-1.の算式の 2022 年 6 月 30 日付示達の改正(クランク軸)に合わせ, 当該箇所の規定を改める。
附 則		
1. この規則は, 2024 年 7 月 1 日から施行する。		

「クランク軸の疲労試験」 新旧対照表

新	旧	備考
附属書 2.3.1 クランク軸応力の計算方法 付録 2 疲労試験の評価指針 4.1 実寸法試験 4.1.3 結果の利用とクランク軸の判定 -1. クランク軸の判定計算（附属書 2.3.1 の 1.8 参照）において、試験から得られた曲げ及びねじり疲労強度を組合せるため、次の通りゴフ・ポラード手法及び最大主応力の式を適用することができる。 (1) クランクピンすみ肉部の場合、次式により求められる。 $Q = \left(\sqrt{\left(\frac{\sigma_{BH} + \sigma_{add}}{\sigma_{DWCT}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_H}{\tau_{DWCT}} \right)^2} \right)^{-1}$ σ_{DWCT}：曲げ試験による疲労強度 τ_{DWCT}：ねじり試験による疲労強度 その他のパラメータは附属書 2.3.1 の 1.3.1-3., 1.3.2-2. 及び 1.5 を参照のこと。 (2) クランクピン油穴の場合、次式により求められる。 $Q = \frac{\sigma_{DWOT}}{\sigma_V}; \sigma_V = \frac{1}{3} \sigma_{BO} \cdot \left[1 + 2 \sqrt{1 + \frac{9}{4} \left(\frac{\sigma_{TO}}{\sigma_{BO}} \right)^2} \right]$	附属書 2.3.1 クランク軸応力の計算方法 付録 2 疲労試験の評価指針 4.1 実寸法試験 4.1.3 結果の利用とクランク軸の判定 -1. クランク軸の判定計算（附属書 2.3.1 の 1.8 参照）において、試験から得られた曲げ及びねじり疲労強度を組合せるため、次の通りゴフ・ポラード手法及び最大主応力の式を適用することができる。 (1) クランクピン<u>の直径</u>の場合、次式により求められる。 $Q = \left(\sqrt{\left(\frac{\sigma_{BH}}{\sigma_{DWCT}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{BH}}{\tau_{DWCT}} \right)^2} \right)^{-1}$ σ_{DWCT}：曲げ試験による疲労強度 τ_{DWCT}：ねじり試験による疲労強度 (新規) (2) クランクピン油穴の場合、次式により求められる。 $Q = \frac{\sigma_{DWOT}}{\sigma_V}; \sigma_V = \frac{1}{3} \sigma_{BO} \cdot \left[1 + 2 \sqrt{1 + \frac{9}{4} \left(\frac{\sigma_{TO}}{\sigma_{BO}} \right)^2} \right]$	UR M53(Rev.5) Appendix IV 4.3 の改正を取入れる。 本判定式の修正は付加曲げ応力を考慮したものである一方で付加曲げ応力は疲労強度に比べて小さいため、IACS としてクランクピンすみ肉部寸法の判定にほとんど影響しないことを確認している。 NK は D 編附属書 2.3.1 1.7.1-1.に規定されるクランク軸の許容疲労強度 (σ_{DW}) をもとにクランクピンすみ肉部の疲労強度を承認しており、D 編附属書 2.3.1 付録 2 による実寸法のクランクスローを用いた疲労強度評価の実績はない。

「クランク軸の疲労試験」 新旧対照表

新	旧	備考
σ_{DWOT}:ねじり試験における最大主応力による疲労強度 (3) ジャーナルすみ肉部の場合, 次式により求められる。 $Q = \left(\sqrt{\left(\frac{\sigma_{BG} + \sigma_{add}}{\sigma_{DWJT}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_G}{\tau_{DWJT}} \right)^2} \right)^{-1}$ σ_{DWJT}: 曲げ試験による疲労強度 τ_{DWJT}: ねじり試験による疲労強度 <u>その他のパラメータは附属書 2.3.1 の 1.3.1-3, 1.3.2-2 及び 1.5 を参照のこと。</u> -2. 表面処理による疲労強度の増加が上記と類似しているとみなされる場合は, 表面処理を考慮していない場合の算式に従い, 最も重要な場所のみを試験することで十分である。 附 則 - この規則は, 2024 年 7 月 1 日 (以下, 「施行日」という。) から施行する。 - 施行日前に承認の申込みがあったクランク軸にあつては, この規則による規定にかかわらず, なお従前の例による。	σ_{DWOT}:ねじり試験における最大主応力による疲労強度 (3) ジャーナル直径の場合, 次式により求められる。 $Q = \left(\sqrt{\left(\frac{\sigma_{BG}}{\sigma_{DWJT}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_G}{\tau_{DWJT}} \right)^2} \right)^{-1}$ σ_{DWJT}: 曲げ試験による疲労強度 τ_{DWJT}: ねじり試験による疲労強度 (新規) -2. 表面処理による疲労強度の増加が上記と類似しているとみなされる場合は, 表面処理を考慮していない場合の算式に従い, 最も重要な場所のみを試験することで十分である。	

「クランク軸の疲労試験」 新旧対照表

新	旧	備考
鋼船規則 K 編 材料	鋼船規則 K 編 材料	
5 章 鋳造品	5 章 鋳造品	
5.1 鋳鋼品	5.1 鋳鋼品	
5.1.13 クランクスローに対する特別規定*	5.1.13 クランクスローに対する特別規定*	
-2. クランクスローの寸法を、D 編 <u>2.3.1-4</u> の規定によって軽減するために表面処理を施す製造方法を採用する場合には、あらかじめ本会の指定する試験を受けなければならない。	-2. クランクスローの寸法を、D 編 <u>2.3.1-1</u> の規定によって軽減するために表面処理を施す製造方法を採用する場合には、あらかじめ本会の指定する試験を受けなければならない。	2022 年 6 月 30 日付示達の改正に合わせ、参照先を改める。
6 章 鍛鋼品	6 章 鍛鋼品	
6.1 鍛鋼品	6.1 鍛鋼品	
6.1.13 クランク軸に対する特別規定*	6.1.13 クランク軸に対する特別規定*	
-3. クランク軸の寸法を、D 編 <u>2.3.1-4</u> の規定によって軽減するために特殊な鍛造方法又は表面処理を施す製造方法を採用しようとする場合には、あらかじめ本会の指定する試験を受けなければならない。	-3. クランク軸の寸法を、D 編 <u>2.3.1-1</u> の規定によって軽減するために特殊な鍛造方法又は表面処理を施す製造方法を採用しようとする場合には、あらかじめ本会の指定する試験を受けなければならない。	2022 年 6 月 30 日付示達の改正に合わせ、参照先を改める。
附 則		
1. この規則は、2024 年 7 月 1 日から施行する。		

「クランク軸の疲労試験」 新旧対照表

新	旧	備考
鋼船規則検査要領 D 編 機関 D2 往復動内燃機関 D2.3 クランク軸 D2.3.3 軸継手及び継手ボルト <u>-1. 規則 D 編 2.3.3-1.にいう「本会の適当と認める値」とは, D2.3.1-2.の算式中の K_m, K_s 及び K_h に 1.0 を代入して算出された値である。</u> <u>-2. 規則 D 編 2.3.3-2.にいう「十分な強度を有するもの」は, 次の(1)又は(2)による。</u> (1)及び(2)は省略	鋼船規則検査要領 D 編 機関 D2 往復動内燃機関 D2.3 クランク軸 D2.3.3 軸継手及び継手ボルト (新規) 規則 D 編 2.3.3-2.にいう「十分な強度を有するもの」は, 次の(1)又は(2)による。 (1)及び(2)は省略	ここで参照している鋼船規則 D 編 2.3.1-1.の算式は 2022 年 6 月 30 日付示達の改正(クランク軸)に合わせて, 当該箇所の規定を改める。

「クランク軸の疲労試験」 新旧対照表

新	旧	備考
船用材料・機器等の承認及び認定要領	船用材料・機器等の承認及び認定要領	
第 1 編 金属材料	第 1 編 金属材料	
4 章 特別規定が適用されるクランク軸の製造方法の承認	4 章 特別規定が適用されるクランク軸の製造方法の承認	
4.1 一般	4.1 一般	
4.1.1 適用	4.1.1 適用	
-1. 本章の規定は、鋼船規則 D 編 <u>2.3.1-4.</u> 及び K 編 5.1.13-2.及び 6.1.13-3.の規定に基づき、クランク軸の寸法を軽減するために次の(1)又は(2)に掲げる製造方法を採用する場合の承認に関する試験、検査等に適用する。 (1)及び(2)は省略	-1. 本章の規定は、鋼船規則 D 編 <u>2.3.1-1.</u> 及び K 編 5.1.13-2.及び 6.1.13-3.の規定に基づき、クランク軸の寸法を軽減するために次の(1)又は(2)に掲げる製造方法を採用する場合の承認に関する試験、検査等に適用する。 (1)及び(2)は省略	2022 年 6 月 30 日付示達の改正に合わせ、参照先を改める。
4.3 承認試験	4.3 承認試験	
4.3.1 一般	4.3.1 一般	
4.1.1-1.(1)又は(2)に掲げる製造方法を採用する場合には、3.4 に従って承認試験を行う。この場合、3.4.3 の適用にあたり、次によること。 (1)は省略 (2) 表面処理を施すクランク軸の承認試験 (a)は省略	4.1.1-1.(1)又は(2)に掲げる製造方法を採用する場合には、3.4 に従って承認試験を行う。この場合、3.4.3 の適用にあたり、次によること。 (1)は省略 (2) 表面処理を施すクランク軸の承認試験 (a)は省略	

「クランク軸の疲労試験」 新旧対照表

新	旧	備考
(b) 試験 3.4.3(3)に規定する試験に代えて、試験材について次に掲げる試験を行う。 (i)から(iii)は省略) iv) 実体疲労試験(表面処理を行ったものを行わないものについて疲労試験を行うのを原則とする。この場合、<u>鋼船規則検査要領 D 編 D2.3.1-2</u>の強度向上率pを確認することができる数の実体曲げ疲労試験及び実体又は実体に近い試験片によるねじり疲労試験を行うものとする。) ((v)及び(vi)は省略) 附 則 1. この達は、2024 年 7 月 1 日から施行する。	(b) 試験 3.4.3(3)に規定する試験に代えて、試験材について次に掲げる試験を行う。 (i)から(iii)は省略) iv) 実体疲労試験(表面処理を行ったものを行わないものについて疲労試験を行うのを原則とする。この場合、<u>鋼船規則 D 編 2.3.1-1</u>の強度向上率pを確認することができる数の実体曲げ疲労試験及び実体又は実体に近い試験片によるねじり疲労試験を行うものとする。) ((v)及び(vi)は省略)	ここで参照している鋼船規則 D 編 2.3.1-1.の算式は2022 年 6 月 30 日付示達の改正(クランク軸)に合わせて、参照先を改める。