

昭和 58 年度版鋼船規則 K 編改正の解説

K 編材料関係の主な改正は JIS 及び国際船級協会連合 (IACS) の統一規則に適合したものとするため、今回は鋳鋼品、鍛鋼品及びそれに関連した項目について一部改正した。

1 章 通 則

1.1.1 適 用

船舶に対するニーズの多様化、機器の軽量高出力化などに伴って、本編に規定されていない材料が、多く使われるようになってきた。

一方では、国際的に国家規格等が整備されてきたために、本編で規定する以外の材料の化学成分や機械的性質が、本編に規定したものと同等であると考えられるようになった。

したがって、本編と同等以上の材料の使用が簡単に行われるよう、不要な語句を削除した。

1.1.3 化学成分

材料の分析は、適切な時期に正確に行われなければならない。

分析作業を社外の公的機関又は関連企業に外注することもあり、試験を適正な時期に正確に行うことができれば、製造者の試験室に限定する必要はない。

1.1.4 試験及び検査

品質管理の進歩に合わせて、多量生産工場での検査方法を特別に規定することとした。例えば、型打ち鍛造を行っている工場では、製品を 1 個つぶして機械試験片を作成することになっている。これを工程中の管理を調査し、仕上がり時の硬さ測定、本体と同様の鍛錬、熱処理を加えた荒地ブロックのテスト等によって置き換えることができると考えている。

ただし、圧延鋼材については、現行の検査方法でも既に合理化されていると考える。

1.1.7 試験証明書

本項によって材料全般をカバーできるように改めた。また、試験証明書の取扱い方法を、実状に合うよう改めた。

1.1.8 品質及び欠陥の補修

材料を厳密な意味で考えると、「品質均一」であることは現実的でないため、「使用上有害な欠陥」のないように改めた。

なお、品質についての要件は、1.1.8 で規定しているので、4.1 及び 5.1 で重複している同じような規定を削除した。

2 章 試験片及び試験方法

2.2.2 曲げ試験片

チェーン用鋳鍛鋼品を除く鋳鍛鋼品に対する曲げ試験を削除した。

曲げ試験を行う目的は、明確に定義づけられてはいないが、次の 3 点と考えられている。

- 1) 延性の確認
- 2) 非金属等介在物の確認
- 3) 全般的な品質の確認

材料の延性は、曲げ試験によって定量的に規定することができないが、引張試験により伸び及び絞りを測定することによって把握することができる。

非金属介在物の検査は、今日では非破壊検査手法が発達し、材料の内部性状まで、かなりの程度にわたって知ることが可能であり、重要部材については本則でも非破壊試験の実施を規定している。

曲げ試験の要否については、昭和 49 年に行われた鋳鍛鋼品の規則改正時にも検討されたが、外部のいろいろな条件が整っていないと判断され、曲げ試験は存続されていた。

一方、JIS G 3201 (炭素鋼鍛鋼品) は、昭和 53 年の改正において曲げ試験を削除している。

また、IACS の鋳鍛鋼に対する統一規則 (1978 年) にあっても、曲げ試験は規定されていない。このような状況の下に曲げ試験を削除しても差し支えないものと判断し、今回の改正で判除した。

なお、チェーン用鋳鍛鋼品に対する曲げ試験は、当該規則の改正時に見直されるであろう。

2.2.3 衝撃試験片

合金鋼鍛鋼品に対する衝撃試験は、3 号試験片 (2 mm U ノッチ) を使っていたが、IACS の統一規則に合わせて U 4 号 (2 mm V ノッチ) 又は U 5 号 (5 mm U ノッチ) 試験片を使うことになった。

なお、鋳鍛鋼品に対して 2 mm U ノッチを規定していた船級協会は NK だけである。また、ISO には、5 mm U (ISO 83) 及び 2 mm V (ISO 148) だけが規

定されていて、2 mm U ノッチ試験片の規定はない。

3 章 圧延鋼材

「3.8, 鍛鋼品の代わりに用いられる棒鋼」を削除し、これらを改正して鍛鋼品 6.1 に移した。

鍛鋼品のルール改正に伴い機械的性質、呼称の方法、試験片の数などを改正し、規則の運用上の便を図って鍛鋼品の一つとして扱うことになった。

5 章 鑄造品

5.1.1 適用

各編の規定により、K 編に適合することが要求される鑄鋼品について、適用することにした。

最近では、国内規格だけでなく、外国規格による材料が多く使われるために、5.1 を適用することが難しいケースも見られる。一方、国家規格及び団体規格が整備された結果、確立された国家及び団体規格（仕様）を、船級規則と同等として受け入れることが IACS で合意されているので、本則の取扱いは、このような考え方に基づいて行われよう。

5.1.2 製造方法

全般的な製造方法を取りまとめた。

鑄鋼品は、組立て、又は補修のために溶接を行うことを考慮して規則が成り立っている。この溶接としては、当会の承認された方法を採用する必要があるが、補修溶接については、補修溶接の前例のデータなどを検査員に示し、品質に影響を及ぼさない適正な溶接を行うことが可能であることを立証した上で、製品の補修を行うものとする。

硬化処理の規定は、現行どおり。

5.1.3 種類

炭素鋼鑄鋼品に対しては 42~61 (kg/mm²)、低合金鋼鑄鋼品に対しては 45~56 (kg/mm²) の範囲内で「仕様引張強さ」を指定し、これをその鑄鋼品の材料記号とする。したがって、設計者はこの範囲内で強度を設計値とすることができる。

炭素鋼鑄鋼品の仕様引張強さの上限は、IACS の統一規則に合わせたものである。

低合金鋼鑄鋼品としては、1/2 Mo, 1 Cr—1/2 Mo 及び 1 Cr—1 Mo 鑄鋼（旧, KSCA 45, 49 及び 56）を想定したものである。

材料記号のうち、仕様引張強さが 42, 46, 49 kg/mm²（炭素鋼）、45, 49, 56 kg/mm²（低合金鋼）については、新、旧規則の区別を明確にして注文を出す必要がある。

なお、仕様引張強さとは、設計者が機器の設計条件に合わせて指示した、引張強さをいう。伸び及び絞り値は、仕様引張強さに対応して規定される。（表 K 5.3）

5.1.4 化学成分

旧規則に同じ成分範囲とした。ただし、材料記号による成分の規定は削除した。溶接される鑄鋼品の C 及び Mn 量、不純物の規定は、旧規則と同じ。

鑄鋼品の結晶を細粒化するために、Al, Nb, V などの成分を製造者の判断によって添加することができることを明文化した。しかし、これら元素の添加は、用途を考慮して行わなければならない。

5.1.5 熱処理

熱処理を行うに当たっての目的を明示することによって、ルールの運用の便を図った。

なお、低温焼きもどし脆化を避けるために、550°C 未満での焼きもどしを禁止することとした。

また、焼きならし、焼きもどし等の熱処理に使う熱処理炉の要件を規定した。やむを得ず鑄鋼品を 2 回に分けて熱処理する場合は、材質のばらつきが生じないことを立証したデータを検査員に示し、あらかじめ承認を得る必要がある。

5.1.6 機械的性質

表 K 5.3 に示す仕様引張強さは、鑄鋼品のグレードを示すものではない。したがって、炭素鋼では 42~61 kg/mm² の中間の値を、任意に取ることができる。この場合、降伏点、伸び及び絞りは、表 K 5.3 に示された値から挿間法によって求めるものとする。

例えば、設計者が仕様引張強さを 47 kg/mm² (KSC 47) と指定すると、降伏点 23.5 kg/mm², 伸び 21.0%, 絞り 28.5% 以上の機械的性質を具備しなければならない。この場合、実際の引張強さが 49 kg/mm² あったとして、20% の伸び、又は 27% の絞りは認められない。

表 K 5.3 のうち、炭素鋼の規格値は IACS の統一規則によるものであるが、実績的に問題のない値である。

低合金鋼については、IACS の規格がないため、旧規則をそのまま採用した。

なお、曲げ試験は、2.2.2 のとおり削除した。

5.1.7 機械試験

5.1 で適用すべき試験片及び試験方法について、2 章によることを明確にした。再試験の方法については旧規則どおり。

5.1.8 試験片の採取

試験片は、小物の量産品以外は、本体付きの試験ブロックから採取するものとした。なお、1 個の重量が 10 トンを超える鑄鋼品からは、2 個の試験片を採取すること

とした。これは最近の製鋼・ casting 技術の向上によって均一な溶鋼が確保できるために、2 個の試験片を採取する限界を大きくした (IACS)。また、試験片の数を炭素鋼と低合金鋼とで異にする考え方は、JIS 及び他規格にも見られないため、今回はとりやめた。

曲げ試験片は不要とした。

試験ブロックの寸法は、JIS に合わせて 30 mm 以上の厚さとした。

5.1.9 表面検査及び寸法検査

表面検査を行うに当たっては、検査すべき表面を清掃し、ペイントやコーキングなどの処理を行わない状態にすべきことを規定した。

寸法検査をメーカー責任で行うことを明示したが、要部の寸法などについては、検査記録の提示を求めることもある。

5.1.10 非破壊試験

改正点なし。

5.1.11 欠陥の補修

使用上有害な欠陥は、除去しなければならない。もし、やむを得ず除去部が溶接補修を要する場合には、予熱、溶接後処理の要否が問題になることがある。この問題は、鋳鋼品の形状と材質、溶接方法、周囲温度等によって異なり、一概に決めかねる。それだけに規則で明示して欲しいとの要望もあった。

NK では、「検査要領」に炭素当量 (Ceq) の式 (JIS G5102 に同じ) を規定していたので、これを規則に格上げして運用することとした。しかし、 $Ceq=0.44$ (%) は、一つの目安であり、実際の適用に当たっては、良質な溶接補修部を得られるよう、TPO を考慮する必要がある。

5.1.12 表示

本質的な変更はない。

5.1.13 クランクスローに対する特別規定

現在、鋳鋼製半組立型クランクスローを使用する可能性のあるものは B & W 型エンジンだけであり、しかも引張強さは 53 kg/mm^2 クラスであり、KSC 42C は現実的な数値ではないので、KSC 42C の規格を削除した。

6 章 鍛鋼品

6.1.1 適用

5.1.1 に同じ。

ただし、炭素鋼圧延棒鋼については、3 章にあったものを規則運用上の便宜を考え 6 章に移した。なお、圧延棒鋼は、メタルフローの形態から軸やボルトに使うべき

ものであり、これから複雑な形状の部品を削り出すような使用法は避けるべきである。

6.1.2 製造方法

鍛錬成形比については、IACS, JIS (G3201, G3221) を取り入れて規定した。なお、IACS では考慮すべき部分の長さとの比を、鍛錬成形比を決める一つの要因としているが、日本ではそのような考え方がないので、今回は (径/長) については言及していない。

最近、連続 casting 法によって造塊する方法が一部で使われている。このような連铸材をインゴットの代わりに使用する方法は、現在はまだ新しい製造法であり使用実績がないために、その製造方法の調査及び材質の確性試験を行った上で承認する必要がある。

6.1.3 種類

炭素鋼圧延棒鋼を加えて 3 種類とし、その材料記号は鋳鋼品と同じく KSF, KSFR 及び KSFA の後に「仕様引張強さ」を付記することにした。ここでいう低合金鋼鍛鋼品としては Cr-Mo 鋼及び Ni-Cr-Mo 鋼を考えている。

これらは、強度レベルによる種類の分類は行っていない。したがって、設計者が必要とする引張強度レベルを記号として表示できることにした。

仕様引張強さが、45, 50, 55 及び 60 kg/mm^2 の鍛鋼品については、適用する規則の年度を明確にしておく必要がある。

低合金鋼については、Cr-Mo 鋼と Ni-Cr-Mo 鋼とを一つの種類として扱うこととした。正確には両者の間に用途、材質等の差はあるが、船級規則として細部にわたることなく、国家規格の仕様を取り入れやすくした。

なお、IACS 規則にあっても、これらを合金鋼として一つに扱っている。

6.1.4 化学成分

表 K6.3 の成分範囲は、材料の選択範囲を広くするために IACS 規則を一部取り入れ、成分の範囲をも広くした。

圧延棒鋼については、炭素鋼鍛鋼品と同じものである。

鍛鋼品を溶接により組み立てる手法が、かなり重要な部品にも採用される傾向にある。この場合の溶接法は、特別に開発されたものであるが、溶接部材質の確性試験だけでなく、溶接作業の安定度、品質管理のための NDT の方法をも含めて審査される。

6.1.5 熱処理

焼きもどし脆化が生じることを防止するために、 550°C 以下での焼きもどしを禁止した。

また、熱処理炉についても規定したが、やむを得ず 2 回に分けて熱処理する場合には、均一な品質を確保することができることを前広に立証し、検査員の承認を必要とする。

6.1.6 機械的性質

表 K6.4 は、鍛鋼のグレードを示すものではなく、設計者又は注文者の指定する仕様引張強さにおいて、必要とする機械的性質を示したものである。

表中の諸規格値は、旧規則と大きな差異はないと考えられたので、IACS 規則を単位換算の上、そのまま取り入れた。

曲げ試験については、2.2.2 において説明した理由で削除した。

衝撃試験については、U 4 号 (2 mm V) 又は U 5 号 (5 mm U) 試験片によることとした。

鍛鋼品の シャルピーテストは、旧規則 及び JIS では 2 mm U ノッチ試験片を使っているの、U 4 号試験はなじみのない向きもある。

試験片の選択は、製造者 (又は注文者) が行うことになっているが、U 4 号試験片を採用する場合には、V ノッチの形状及び寸法、特に切欠き先端の R の寸法が吸収エネルギー量に大きく影響するので、これらの精度に十分注意し、これらが許容範囲内にあることを確認してから試験する必要がある。このためにはノッチ形状検査用の投影器等を設備する必要がある。また、定性的には、試験温度にも依存するので、試験温度にも注意する必要がある。

大型鍛鋼に対する吸収エネルギーは、試験片を実体の一部から採取するため、質量効果を考えて参酌できることとした。

なお、JIS G3221 では低合金鋼の吸収エネルギーを寸法区分で規定している。

6.1.7 機械試験

2 章の規定によって機械試験を行い、かつ、再試験の取扱い方法について規定した。

6.1.8 試験片の採取

試験片の切り離しは、鍛造法や熱処理方法が特殊な場合には、検査員の承認を得て別な扱い方をすることが可能な道を作った。

鍛造品の代わりに使用する炭素鋼圧延丸棒 (旧規則) に対しては、試験片の数が多過ぎるとの意見があった。また、同種の圧延鋼板及び棒鋼に比較しても多くなっていた。

最近の実績データによっても、ばらつきのない製品が作られていることが分かったので、試験片の数を軽減した。

熱処理に連続熱処理炉を使う例もあるので、この場合のロットの定義づけを行った。

6.1.9 表面検査及び寸法検査

寸法検査は製造者の責任において行うものとしたが、要部の寸法などについては、検査員は、検査記録の提示を求めることもある。

6.1.10 非破壊検査

構成変えにとどめた。

6.1.11 欠陥の補修

使用上有害な欠陥は、グラインダー等によって除去しなければならないとした。もちろん、欠陥除去後の鍛鋼品の使用の可否について、検査員の検査に合格しなければならない。

6.1.12 表 示

表示方法については、材料一般に共通な方法をとることとした。

6.1.13 クランク軸に対する特別規定

改正なし。

6.1.14 タービンロータに対する特別規定

改正なし。

タービン羽根に対する特別規定は、6.1 によりカバーされるので削除。

6.1.15 減速歯車等に対する特別規定

歯車リムの試験片採取方法を一部改正した。

これは、遊星歯車が使われるようになり、この歯車リムは外径に比較して幅が小さいために、例え外径が 2.5 m を超えても、試験片のために付加した部分が大きくなる。

一方、実績データを調査の結果、歯車リム両端の差は無視できるものであることが分かった。

以上の理由により、幅が 1 m 以下の歯車リムでは、1 端から 2 組の試験片を採取することとした。