

「設計・建設規格及び材料規格に関する日本機械学会への  
説明依頼事項（その1）（案）」に対する回答

令和5年2月28日  
（一社）日本機械学会  
発電用設備規格委員会

表記につきましては、以下の通り回答いたします。

○ 説明依頼事項

1. 設計・建設規格

- (1) 「GTN-3240 対比試験片」の「GTN-3241 管」の(4)において、「反射体深さの寸法許容差は±15%」（2020年版）と規定されました。反射体深さに寸法許容差を設けた理由、±15%の根拠及び機器の設計に与える影響について説明して下さい。
- (2) 「SSB-3131 供用状態 A 及び B での許容応力」には、「ネジ部の有効断面積の代わりに軸部断面積の75%を用いてもよい」（2012年版）とされていましたが、「M12 以上のボルトでは、ネジ部の有効断面積の代わりに軸部断面積の75%を用いてもよい。」（2020年版）と規定されました。軸部断面積の75%を用いてもよい対象を M12 以上のボルトに限定した理由を説明して下さい。
- (3) 「SSB-3342 ボルト穴の寸法」には、「ボルトのせん断応力により荷重を支える場合のボルト穴の寸法」が規定され、ボルト穴の径は「せん断力を受ける部分の径」（2012年版）とされていましたが、「せん断力を受ける部分の径（ネジ部の場合は呼び径）」（2020年版）と改定されました。ネジ部の場合は呼び径としてよいとする技術的根拠を説明して下さい。

2. 材料規格

- (1) 外圧チャートのうちいくつかについて、ASME 規格の変更に従って ASME 規格の図に整合させ、外圧チャートをデジタル値とし、補間式が設定されました。また、各材料の係数  $B^1$  を定める曲線のチャートのデジタル値を一部追加し、「Part3 第3章 図21 耐食耐熱合金（GNCF1、NCF625）」を追加して

<sup>1</sup>（外圧の計算を行う場合に使用するもので、外圧の評価及び板厚計算に用いる。）

います。

- (a) 外圧チャートのデジタル値の表が追加された材料、されなかった材料がありますが、このような変更を行った考え方を説明して下さい。
  - (b) 外圧チャートのデジタル値の表を追加した際、図との整合をどのように確認したのか、及びその確認結果について図表等を用いて説明して下さい。
  - (c) 「Part3 第3章 図21 耐食耐熱合金 (GNCF1、NCF625)」の技術的根拠及び追加した考え方を説明して下さい。
- (2) 縦弾性係数及び線膨張係数を ASME 規格 Sec. II 2019 年版の Part D (Metric) と整合させた<sup>2</sup>としています。
- (a) 線膨張係数について、2012 年版では分類番号 TE1 (炭素鋼、合金鋼 [区分 I]) と TE2 (炭素鋼、合金鋼 [区分 II]) に細分化されていたものを、2020 年版では TE1 (炭素鋼, 合金鋼) に統合しています。2012 年版の TE2 (炭素鋼、合金鋼 [区分 II]) と 2020 年版の TE1 (炭素鋼, 合金鋼) は数値が異なります。この影響について説明して下さい。
  - (b) 分類番号 TE8 (17Cr-4Ni-4Cu 析出硬化型ステンレス鋼) については、熱処理記号により細分化され、材質が限定されています。熱処理記号 H1075 及び H1150 の線膨張係数は規定されていますが、他の材料についてはどのように扱うのか説明して下さい。
  - (c) 分類番号 TE6 (オーステナイト系ステンレス鋼 [区分 I])、TE15 (高ニッケル合金 (NCF600))、TE16 (高ニッケル合金 (GNCF1, NCF625)) 及び TE19 (高ニッケル合金 (GNCF3)) については、一部の温度で線膨張係数の値が変更になりました。この影響について説明して下さい。

○ 回答

1. 設計・建設規格

(1) 「GTN-3240 対比試験片」の「GTN-3241 管」の(4)において、「反射体深さの寸法許容差は±15%」(2020年版)と規定されました。反射体深さに寸法許容差を設けた理由、±15%の根拠及び機器の設計に与える影響について説明して下さい。

回答 (1)

改定理由は、2015年追補の解説GTN-3240-1にあった規定内容を本文規定に持ってきたことによります。

数字の根拠は、JIS G 0582(2012)にある許容差「公差±15%(最小±0.03mm)」を採用しています。

対比試験片の反射体は、UT実施時の感度調整・基準感度設定に使用するものであり、機器設計への影響はありません。

なお、本文規定へ移動するにあたり、UT基準感度への影響としてUT反射能率等から確認しています。許容差の最大/最小を考慮しても、UTで再試験を要求される感度差2dBより十分に小さく(誤差ゼロの反射体に対して最大1.4dBの感度差)、影響がないことを確認しており、2020年版の解説に反射体の許容差による感度差の確認について記載しています。

(2) 「SSB-3131 供用状態 A 及び B での許容応力」には、「ネジ部の有効断面積の代わりに軸部断面積の 75% を用いてもよい」(2012 年版) とされていましたが、「M12 以上のボルトでは、ネジ部の有効断面積の代わりに軸部断面積の 75% を用いてもよい。」(2020 年版) と規定されました。軸部断面積の 75% を用いてもよい対象を M12 以上のボルトに限定した理由を説明して下さい。

回答 (2)

若干ではありますが、M12 未満のボルトでは有効断面積と軸部断面積の比が、少数点以下第 3 位を四捨五入して 0.75 未満となるため、適用範囲を M12 以上に限定しました。

#### ねじの呼びと有効断面積の関係

ねじの呼び	有効断面積 (mm <sup>2</sup> )	軸部断面積 (mm <sup>2</sup> )	比率 (%) (有効断面積 / 軸部断面積)
M6	20.1	28.3	71.0
M8	36.6	50.3	72.8
M10	58.0	78.5	73.9
<b>M12</b>	<b>84.3</b>	<b>113</b>	<b>74.6</b>
<b>M16</b>	<b>157</b>	<b>201</b>	<b>78.1</b>
<b>M20</b>	<b>245</b>	<b>314</b>	<b>78.0</b>
<b>M22</b>	<b>303</b>	<b>380</b>	<b>79.7</b>

有効断面積は、JIS B 1082-2009 「ねじの有効断面積及び座面の負荷面積」による。

(3) 「SSB-3342 ボルト穴の寸法」には、「ボルトのせん断応力により荷重を支える場合のボルト穴の寸法」が規定され、ボルト穴の径は「せん断力を受ける部分の径」(2012年版)とされていましたが、「せん断力を受ける部分の径(ネジ部の場合は呼び径)」(2020年版)と改定されました。ネジ部の場合は呼び径としてよいとする技術的根拠を説明して下さい。

回答 (3)

2012年版の規定からのSSB-3342の規定の改定の履歴は以下の通りです。

2019年版では、せん断を受ける部分の断面がねじ部と大きく異なる特殊な形状のボルトにも適用できるように、ボルト穴の寸法は、穴位置でのボルト断面寸法を基準に決めることを明確化したものです。せん断を受ける部分がネジ部の場合は、ボルトの呼び径を基準として寸法を決定することは従来から変更がありません。

2020年版では、コンマ「,」から句読点「、」への変更だけです。

**2012年版**

**SSB-3342 ボルト穴の寸法**

ボルトのせん断応力により荷重を支える場合は、ボルトの穴の径はボルトの呼び径より1 mm (ボルト呼び径が20 mmを超える場合は、1.5 mm) 以上大きくないこと。ただし、基礎ボルトについては、この限りでない。

**2019年追補**

**SSB-3342 ボルト穴の寸法**

**A19**

ボルトのせん断応力により荷重を支える場合のボルト穴の寸法は、以下によること。ただし、基礎ボルトについては、この限りでない。

(1) ボルトのせん断力を受ける部分の径が20 mm 以下の場合

ボルト穴の径はせん断力を受ける部分の径(ネジ部の場合は呼び径)より1 mm 以上大きくないこと。

(2) ボルトのせん断力を受ける部分の径が20 mm を超える場合

ボルト穴の径はせん断力を受ける部分の径(ネジ部の場合は呼び径)より1.5 mm 以上大きくないこと。

ボルトのせん断応力により荷重を支える場合のボルト穴の寸法は、以下によること。ただし、基礎ボルトについては、この限りでない。

- (1) ボルトのせん断力を受ける部分の径が 20 mm 以下の場合

ボルト穴の径はせん断力を受ける部分の径 (ネジ部の場合は呼び径) より 1 mm 以上大きくないこと。

- (2) ボルトのせん断力を受ける部分の径が 20 mm を超える場合

ボルト穴の径はせん断力を受ける部分の径 (ネジ部の場合は呼び径) より 1.5 mm 以上大きくないこと。

## 2. 材料規格

(1) 外圧チャートのうちいくつかについて、ASME 規格の変更に従って ASME 規格の図に整合させ、外圧チャートをデジタル値とし、補間式が設定されました。また、各材料の係数  $B^3$  を定める曲線のチャートのデジタル値を一部追加し、「Part3 第3章 図21 耐食耐熱合金 (GNCF1、NCF625)」を追加しています。

(a) 外圧チャートのデジタル値の表が追加された材料、されなかった材料がありますが、このような変更を行った考え方を説明して下さい。

回答 (1) (a)

【引用資料】 発電用設備規格委員会 書面投票 No. 234  
第 65 回発電用設備規格委員会 資料番号 65-19-2

外圧チャートの見直しに関する検討方針は以下のとおりです。

デジタル値の表の追加については、検討方針の④のとおり、外圧チャートとデジタル値の同一性が確認された ASME のデジタルデータの表は取り込み、デジタルデータの表のないものは外圧チャートのみとしています。

### 3. 検討方針

- ①材料規格と ASME の外圧チャートの対応状況確認結果 (添付-1~3) に基づき、材料規格の図 1~20 を ASME チャートに差替える。なお、チャートの差替え前に、材料規格と ASME のチャートの同一性を確認している。この際、チャートの形状が目視により同一でないと判断された場合は、チャートの差替えは一時保留とした。
- ②ASME の外圧チャートは ASME B&PVC-2011a Sec. II Part D の Metric 版を用いる。
- ③エンドユーザの利便性を考慮し、両対数グラフの線形補完式を追加する。
- ④外圧チャートの同一性が確認された場合、材料規格に ASME のデジタルデータの表も掲載する。(ただし、ASME にデジタルデータがないものは省略。)

---

<sup>3</sup> (外圧の計算を行う場合に使用するもので、外圧の評価及び板厚計算に用いる。)

(b) 外圧チャートのデジタル値の表を追加した際、図との整合をどのように確認したのか、及びその確認結果について図表等を用いて説明して下さい。

回答 (1) (b)

【引用資料】 発電用設備規格委員会 書面投票 No. 234  
第 65 回発電用設備規格委員会 資料番号 65-19-2

ASME2011a の外圧チャートとデジタル値を比較し、整合がとれていることを確認しています。

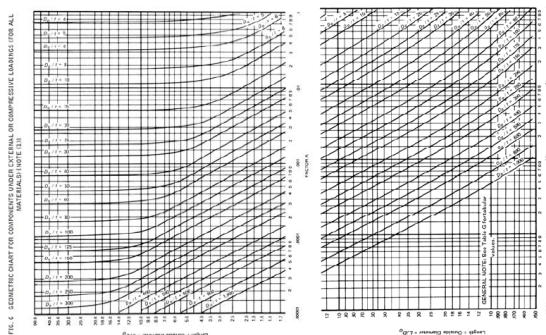


a. A 値について

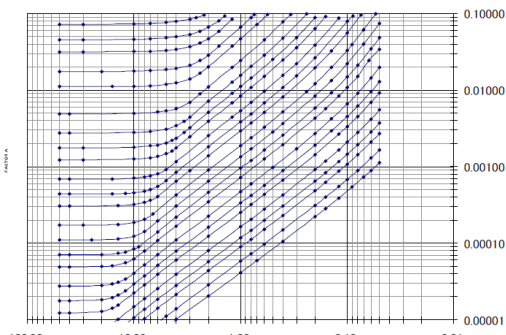
以下の比較によりチャートとデジタル値が整合していることを確認している。

(a) チャート：第 4.1.3-1 図

(b) デジタル値：第 4.1.3-2 図



第 4.1.3-1 図 ASME2011a sec. II Part D Subpart 3 FIG. G



第 4.1.3-2 図 ASME2011a sec. II Part D Subpart 3 TABLE. G

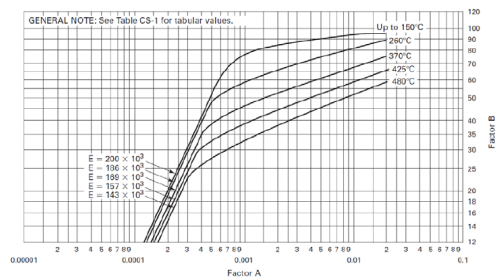
b. B 値について

以下の比較によりチャートとデジタル値が整合していることを確認している。

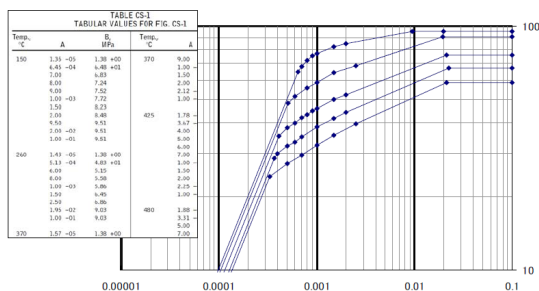
(a) チャート：第 4.1.3-3 図

(b) デジタル値：第 4.1.3-4 図

FIG. CS-1 CHART FOR DETERMINING SHELL THICKNESS OF COMPONENTS UNDER EXTERNAL PRESSURE DEVELOPED FOR CARBON OR LOW ALLOY STEELS WITH SPECIFIED MINIMUM YIELD STRENGTH LESS THAN 207 MPa



第 4.1.3-3 図 ASME2011a sec. II Part D Subpart 3 FIG. CS-1



第 4.1.3-4 図 ASME2011a sec. II Part D Subpart 3 TABLE. CS-1

(c) 「Part3 第3章 図21 耐食耐熱合金 (GNCF1、NCF625)」の技術的根拠及び追加した考え方を説明して下さい。

回答 (1) (c)

【引用資料】 発電用設備規格委員会 書面投票 No. 250  
規格委員会書面投票用 資料

【引用資料】 発電用設備規格委員会 書面投票 No. 294  
第73回発電用設備規格委員会 資料番号 73-14-1

2014年追補において JSME N12 「耐食耐熱合金」のうち GNCF1 について、告示第501号への取込み時に参照された ASME SB443 (UNS N06625) 等を対象に ASME 相当材を同定しました。

材料規格 2013年追補には GNCF1 に対応する外圧チャートがないことから ASME 相当材 (SB-443 等 (UNS N06625)) の外圧チャートを新たに取り込みました。

NCF625 は、1991年の JIS 改正で ASME SB 443 等を基に JIS G 4901~4904 に追加された材料で、GNCF1 と NCF625 が相当材であることを同定しました。

GNCF-1 に対応する外圧チャートと同じ外圧チャートを NCF625 に対しても適用させることとしました。

JSME-N12 GNCF1 見直し案	JIS 相当材 (NCF625)	ASME 相当材 (UNS N06625)
GNCF1-P (板)	NCF625 (JIS G 4902)	SB-443
GNCF1-TP (管)	NCF625TP (JISG4903)	SB-444
GNCF1-TB (管)	NCF625TB (JISG4904)	
GNCF1-B (棒)	NCF625-B (JIS G 4901)	SB-446

Part3 第3章 表1 外任チャートリスト

番号	表番号	項目
図1	表I	外任チャート(形状に関するもの)
図2	—	炭素鋼(常温最小降伏点が165MPa以上210MPa未満のもの)
図3	表III	炭素鋼(常温最小降伏点が210MPa以上410MPa未満のもの)及びステンレス鋼(SUS410及びSUS410TYTB)
図4	—	炭素鋼及び合金鋼(それぞれ常温最小降伏点が260MPa以上であって熱処理により特性を改善したもの)
図5	表V	炭素鋼及び合金鋼(それぞれ常温最小降伏点が410MPa以上のもの)
図6	表VI	低合金鋼(SQV1A、SQV2A、SQV2B、SFVQ1A、SFVQ1B及びSFVQ2A)
図7	—	高ニッケル合金(NCF600、NCF600TP、NCF600TB、GNCF600B、GNCF600P、GNCF690HL、GNCF690HM及びGNCF690CM)
図8	表VII	高ニッケル合金(NCF800であって焼きなましを行ったもの)
図9	—	高ニッケル合金(NCF800であって固溶化熱処理を行ったもの)
図10	—	高ニッケル合金(GNCF690HYSH)
図11	表XI	ステンレス鋼(SUSF304、SUS304TKA、SUS304TP、SUS304TB、SUS304TPY、SUS304、GSUSF304、GSUS304TP、GSUS304TB、GSUS304B及びGSUS304HP)
図12	表XII	ステンレス鋼(SUSF304L、SUS304LTP、SUS304LTB、SUS304LTPY、SUS304L)
図13	表XIII	ステンレス鋼(SUSF316、SUSF321、SUSF347、SUS316TKA、SUS321TKA、SUS347TKA、SUS316TP、SUS321TP、SUS347TP、SUS316TB、SUS321TB、SUS347TB、SUS316TPY、SUS321TPY、SUS347TPY、SUS316、SUS321、SUS347、GSUS317J4L、GSUSF316、GSUS316TP、GSUS316TB、GSUS316B及びGSUS316HP)
図14	表XIV	ステンレス鋼(SUSF316L、SUS316LTP、SUS316LTB、SUS316LTPY、SUS316L)
図15	表XV	白銅(C7150)
図16	表XVI	白銅(C7060)
図17	表XVII	アルミニウム青銅(C6161及びC6280)
図18	表XVIII	ニッケル銅合金(NiCu30)
図19	—	チタン(TP340、TR340、TTP340及びTTH340)
図20	—	チタン(TP480、TR480、TTP480及びTTH480)
図21	表XXI	耐食耐熱合金(GNCF1、GNCF25)

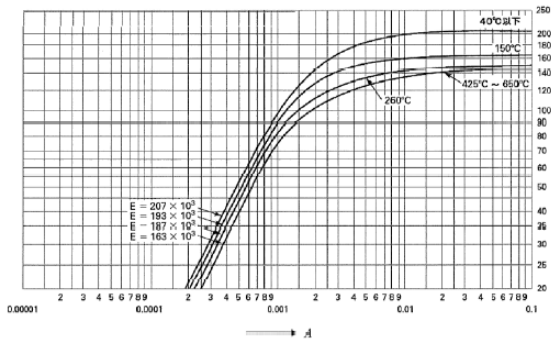
追加

Part3 第3章 表XXI 耐食耐熱合金(GNCF1、GNCF25) 追加

温度(°C)	A		温度(°C)	B	
	A	B (MPa)		A	B (MPa)
40	$2.00 \times 10^{-1}$	$2.07 \times 10^1$	260	$2.20 \times 10^{-1}$	$2.07 \times 10^1$
	$9.30 \times 10^{-1}$	$9.65 \times 10^1$		$6.60 \times 10^{-1}$	$6.21 \times 10^1$
	$1.08 \times 10^0$	$1.10 \times 10^2$		$8.00 \times 10^{-1}$	$7.58 \times 10^1$
	$1.18 \times 10^0$	$1.17 \times 10^2$		$9.00 \times 10^{-1}$	$8.27 \times 10^1$
	$1.25 \times 10^0$	$1.24 \times 10^2$		$9.50 \times 10^{-1}$	$8.62 \times 10^1$
	$1.40 \times 10^0$	$1.31 \times 10^2$		$1.00 \times 10^0$	$8.96 \times 10^1$
	$1.60 \times 10^0$	$1.38 \times 10^2$		$1.12 \times 10^0$	$9.31 \times 10^1$
	$1.82 \times 10^0$	$1.45 \times 10^2$		$1.25 \times 10^0$	$9.65 \times 10^1$
	$2.05 \times 10^0$	$1.52 \times 10^2$		$1.39 \times 10^0$	$1.00 \times 10^2$
	$2.40 \times 10^0$	$1.59 \times 10^2$		$1.55 \times 10^0$	$1.03 \times 10^2$
	$2.80 \times 10^0$	$1.65 \times 10^2$		$1.90 \times 10^0$	$1.10 \times 10^2$
	150	$3.50 \times 10^0$		$1.72 \times 10^2$	425~650
$7.00 \times 10^0$		$1.90 \times 10^2$	$3.40 \times 10^0$	$1.24 \times 10^2$	
$2.00 \times 10^1$		$2.07 \times 10^2$	$5.00 \times 10^0$	$1.31 \times 10^2$	
$1.00 \times 10^1$		$2.07 \times 10^2$	$8.00 \times 10^0$	$1.38 \times 10^2$	
$2.10 \times 10^1$		$2.07 \times 10^1$	$1.50 \times 10^1$	$1.45 \times 10^2$	
$8.50 \times 10^0$		$8.27 \times 10^1$	$1.00 \times 10^1$	$1.45 \times 10^2$	
$9.50 \times 10^0$		$8.96 \times 10^1$	$2.50 \times 10^1$	$2.07 \times 10^2$	
$1.05 \times 10^1$		$9.65 \times 10^1$	$8.00 \times 10^0$	$6.21 \times 10^1$	
$1.25 \times 10^1$		$1.03 \times 10^2$	$1.05 \times 10^1$	$7.58 \times 10^1$	
$1.42 \times 10^1$		$1.10 \times 10^2$	$1.25 \times 10^1$	$8.27 \times 10^1$	
$1.65 \times 10^1$		$1.17 \times 10^2$	$1.35 \times 10^1$	$8.62 \times 10^1$	
$1.90 \times 10^1$		$1.24 \times 10^2$	$1.48 \times 10^1$	$8.96 \times 10^1$	
$2.30 \times 10^1$	$1.31 \times 10^2$	$1.63 \times 10^1$	$9.31 \times 10^1$		
$3.00 \times 10^1$	$1.38 \times 10^2$	$1.80 \times 10^1$	$9.65 \times 10^1$		
$4.00 \times 10^1$	$1.45 \times 10^2$	$2.00 \times 10^1$	$1.00 \times 10^2$		
$5.20 \times 10^1$	$1.52 \times 10^2$	$2.25 \times 10^1$	$1.03 \times 10^2$		
$1.00 \times 10^2$	$1.59 \times 10^2$	$2.80 \times 10^1$	$1.10 \times 10^2$		
$4.00 \times 10^1$	$1.65 \times 10^2$	$3.70 \times 10^1$	$1.17 \times 10^2$		
$8.00 \times 10^1$	$1.68 \times 10^2$	$5.40 \times 10^1$	$1.24 \times 10^2$		
$1.00 \times 10^2$	$1.68 \times 10^2$	$8.30 \times 10^1$	$1.31 \times 10^2$		
		$1.65 \times 10^2$	$1.38 \times 10^2$		
		$3.00 \times 10^1$	$1.41 \times 10^2$		
		$1.00 \times 10^1$	$1.41 \times 10^2$		

【備考】Part 3 第3章 表IIIの備考と同様とする。

Part3 第3章 図21 耐食耐熱合金(GNCF1、GNCF25) 追加



【備考】Part 3 第3章 図2の備考と同様とする。

(2) 縦弾性係数及び線膨張係数を ASME 規格 Sec. II 2019 年版の Part D (Metric) と整合させた<sup>4</sup>としています。

(a) 線膨張係数について、2012 年版では分類番号 TE1 (炭素鋼、合金鋼 [区分 I]) と TE2 (炭素鋼、合金鋼 [区分 II]) に細分化されていたものを、2020 年版では TE1 (炭素鋼、合金鋼) に統合しています。2012 年版の TE2 (炭素鋼、合金鋼 [区分 II]) と 2020 年版の TE1 (炭素鋼、合金鋼) は数値が異なります。この影響について説明して下さい。

回答 (2) (a)

【引用資料】 発電用設備規格委員会 書面投票 No. 483  
第 94 回発電用設備規格委員会 資料番号 94-16-3-1

Group 1 から Group 2 に移動された 6 鋼種は、材料の実力値に則した分類に見直されました。

以降に、見直しの経緯を記します。

BPV II SG-PP の Record #16-911 において、Table TE-1 Thermal Expansion for Ferrous Materials のうち Mn-1/4Mo、Mn-1/2Mo-1/4Ni、Mn-1/2Mo-3/4Ni、Mn-1/2Mo、Mn-1/2Mo-1/2Ni、Mn-V を Group 2 から Group 1 へ移動させ、Group 2 の分類を Other Low Alloy Steels から Other Alloy Steels に変更することが提案された。

Table TE-1 Thermal Expansion for Ferrous Materials のうち Mn-1/4Mo、Mn-1/2Mo-1/4Ni、Mn-1/2Mo-3/4Ni、Mn-1/2Mo、Mn-1/2Mo-1/2Ni、Mn-V を Group 2 から Group 1 へ移動 [参照：ASME 規格の改訂 (Sec. II Part D 2015 年版)、および (Sec. II Part D 2017 年版)]。

ASME の改訂の動きを受けて、JSME 材料規格 2020 年版に反映

## ASME 規格 Sec. II Part D 2015 年版

ASME Sec. II Part-D 2015	NOTES:		
	(1) Group 1 alloys (by nominal composition):		
	Carbon steel	1Cr- $\frac{1}{2}$ Mo	$\frac{3}{4}$ Ni- $\frac{1}{2}$ Mo- $\frac{1}{4}$ Cr-V
	C-Mn-Cb	1Cr- $\frac{1}{2}$ Mo-V	$\frac{3}{4}$ Ni- $\frac{1}{2}$ Mo-Cr-V
	C-Mn-Si-Cb	1 $\frac{1}{4}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo	$\frac{3}{4}$ Ni-1Mo- $\frac{1}{4}$ Cr
	C-Mn-Si-V	1 $\frac{1}{4}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo-Si	1Ni- $\frac{1}{2}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo
	C-Mn-Ti	1 $\frac{1}{4}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo-Cu	1 $\frac{1}{4}$ Ni-1Cr- $\frac{1}{2}$ Mo
	C-Si-Ti	1 $\frac{1}{4}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo-Ti	1 $\frac{1}{4}$ Ni- $\frac{3}{4}$ Cr- $\frac{1}{4}$ Mo
	C- $\frac{3}{4}$ Mo	2Cr- $\frac{1}{2}$ Mo	2Ni- $\frac{3}{4}$ Cr- $\frac{1}{4}$ Mo
	C- $\frac{1}{2}$ Mo	2 $\frac{1}{4}$ Cr-1Mo	2Ni- $\frac{3}{4}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo
	$\frac{1}{2}$ Cr- $\frac{3}{4}$ Mo	3Cr-1Mo	2Ni-1 $\frac{1}{2}$ Cr- $\frac{1}{4}$ Mo-V
	$\frac{1}{2}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo-V	3Cr-1Mo- $\frac{1}{4}$ V-Cb-Ca	2 $\frac{1}{2}$ Ni
	$\frac{1}{2}$ Cr- $\frac{1}{4}$ Mo-Si	3Cr-1Mo- $\frac{1}{4}$ V-Ti-B	2 $\frac{1}{2}$ Ni-1 $\frac{1}{2}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo-V
	$\frac{1}{2}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo	$\frac{1}{2}$ Ni- $\frac{1}{2}$ Cr- $\frac{1}{4}$ Mo	3 $\frac{1}{2}$ Ni
	$\frac{3}{4}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Ni-Cu	$\frac{1}{2}$ Ni- $\frac{1}{2}$ Cr- $\frac{1}{4}$ Mo-V	3 $\frac{1}{2}$ Ni-1 $\frac{1}{4}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo-V
	$\frac{3}{4}$ Cr- $\frac{1}{4}$ Ni-Cu-Al	$\frac{1}{2}$ Ni- $\frac{1}{2}$ Mo-V	4Ni-1 $\frac{1}{2}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo-V
	1Cr- $\frac{1}{2}$ Mo	$\frac{3}{4}$ Ni- $\frac{1}{2}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo-V	
	1Cr- $\frac{1}{2}$ Mo-Si	$\frac{3}{4}$ Ni- $\frac{1}{2}$ Cu-Mo	
	(2) Group 2 alloys (by nominal composition):		
	Mn- $\frac{1}{2}$ Mo	Mn- $\frac{1}{2}$ Mo- $\frac{3}{4}$ Ni	22Cr-5Ni-3Mo-N
	Mn- $\frac{1}{2}$ Mo	Mn-V	23Cr-4Ni-Mo-Cu
	Mn- $\frac{1}{2}$ Mo- $\frac{1}{4}$ Ni	18Cr-5Ni-3Mo-N	25Cr-7Ni-4Mo-N
	Mn- $\frac{1}{2}$ Mo- $\frac{1}{2}$ Ni	22Cr-2Ni-Mo-N	

## ASME 規格 Sec. II Part D 2017 年版

ASME Sec. II Part-D 2017	NOTES:		
	(1) Group 1 alloys (by nominal composition):		
	Carbon steel	$\frac{3}{4}$ Cr- $\frac{1}{4}$ Ni-Cu-Al	3Cr-1Mo- $\frac{1}{4}$ V-Ti-B
	C-Mn-Cb	1Cr- $\frac{1}{2}$ Mo	Mn- $\frac{1}{2}$ Mo
	C-Mn-Si-Cb	1Cr- $\frac{1}{2}$ Mo-Si	Mn- $\frac{1}{2}$ Mo
	C-Mn-Si-V	1Cr- $\frac{1}{2}$ Mo	Mn- $\frac{1}{2}$ Mo- $\frac{1}{4}$ Ni
	C-Mn-Ti	1Cr- $\frac{1}{2}$ Mo-V	Mn- $\frac{1}{2}$ Mo- $\frac{1}{2}$ Ni
	C-Si-Ti	1 $\frac{1}{4}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo	Mn- $\frac{1}{2}$ Mo- $\frac{1}{4}$ Ni
	C- $\frac{3}{4}$ Mo	1 $\frac{1}{4}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo-Si	Mn-V
	C- $\frac{1}{2}$ Mo	1 $\frac{1}{4}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo-Cu	$\frac{1}{2}$ Ni- $\frac{1}{2}$ Cr- $\frac{1}{4}$ Mo
	$\frac{1}{2}$ Cr- $\frac{1}{4}$ Mo	1 $\frac{1}{4}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo-Ti	$\frac{1}{2}$ Ni- $\frac{1}{2}$ Cr- $\frac{1}{4}$ Mo-V
	$\frac{1}{2}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo-V	2Cr- $\frac{1}{2}$ Mo	$\frac{1}{2}$ Ni- $\frac{1}{2}$ Mo-V
	$\frac{1}{2}$ Cr- $\frac{1}{4}$ Mo-Si	2 $\frac{1}{4}$ Cr-1Mo	$\frac{3}{4}$ Ni- $\frac{1}{2}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo-V
	$\frac{1}{2}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo	3Cr-1Mo	$\frac{3}{4}$ Ni- $\frac{1}{2}$ Cu-Mo
	$\frac{1}{4}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Ni-Cu	3Cr-1Mo- $\frac{1}{4}$ V-Cb-Ca	$\frac{3}{4}$ Ni- $\frac{1}{2}$ Mo- $\frac{1}{4}$ Cr-V
			$\frac{3}{4}$ Ni- $\frac{1}{2}$ Mo-Cr-V
			4Ni-1 $\frac{1}{2}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo-V
	(2) Group 2 alloys (by nominal composition):		
	18Cr-5Ni-3Mo-N	22Cr-5Ni-3Mo-N	25Cr-7Ni-4Mo-N
	22Cr-2Ni-Mo-N	23Cr-4Ni-Mo-Cu	

## JSME 材料規格 2020 年版

JSME材料規格 2020年版	【備考】Part 3 第 2 章 表 2 材料の各温度における線膨張係数	
	1. 温度の中間における値は、比例法によって計算すること。外挿してはならない。	
	2. 区分 A は、瞬時線膨張係数を示す。	
	3. 区分 B は、室温から当該温度までの平均線膨張係数を示す。	
	4. 分類番号 TE1、TE2 の「炭素鋼、合金鋼」における区分を以下に示す。	
	炭素鋼、合金鋼	
	C 系	C-Mn 系
	C-1/4Mo 系	C-1/2Mo 系
	3/4Ni-1/2Mo-1/3Cr-V 系	3/4Ni-1/2Mo-Cr-V 系
	1/4Ni-1Cr 系	1/4Ni-1Cr-1/4Mo 系
	1/2Ni-1/2Cr-1/4Mo 系	1/2Ni-1/2Cr-1/2Mo 系
	1-1/4Ni-3/4Cr 系	1-3/4Ni-3/4Cr-1/4Mo 系
	2Ni-3/4Cr-1/4Mo 系	2Ni-3/4Cr-1/3Mo 系
	2-3/4Ni-3/4Cr 系	3Ni-3Cr-1/2Mo 系
	3-1/4Ni-3/4Cr 系	3-1/4Ni-1-1/4Cr-1/4Mo 系
3-1/2Ni 系	1/2Cr-1/2Mo 系	
1Cr-1/5Mo 系	1Cr-1/2Mo 系	
1Cr-1/2Mo-V 系	1-1/4Cr-1/2Mo 系	
1-1/4Cr-1/2Mo-Si 系	2-1/4Cr-1Mo 系	
3Cr-1Mo 系	1Cr-1Mn-1/4Mo 系	
Mn-1/2Mo 系	Mn-1/2Mo-1/2Ni 系	
Mn-1/2Mo-3/4Ni 系		

改訂理由は、3/4Ni-1/2Mo-1/3Cr-V 鋼 (SA-508 Grade 2) は炭素鋼と同様に Group 1 に分類されているが、Mn-1/2Mo-3/4Ni 鋼 (SA-533 Grade B) は Alloy 600 と同等の線膨張係数である Group 2 に分類されており、Mn-Mo 低合金鋼 (SA-533Gr. B) の線膨張係数が高過ぎるため、Group 1 と同じにすべきであると指摘されたことによる。例えば、ASME 2015 Sec. II Part-D における 600 °F の平均線膨張係数は、Group 1 が  $7.4 \times 10^{-6}$  in/in/°F、Group 2 が  $7.8 \times 10^{-6}$  in/in/°F、Alloy 600 が  $7.8 \times 10^{-6}$  in/in/°F であった。

表 Ferrous Material および Nickel Alloys の平均線膨張係数  
(ASME 2015 Sec. II Part D @ 600 °F)

Table TE-1  
Thermal Expansion for Ferrous Materials

Temperature, °F	Coefficients for Carbon and Low Alloy Steels (Group 1) [Note (1)]			Coefficients for Other Low Alloy Steels (Group 2) [Note (2)]			Coefficients for 5Cr-1Mo and 29Cr-7Ni-2Mo-N Steels		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
600	8.3	7.4	4.7	8.4	7.8	5.0	7.6	7.2	4.6

Table TE-4  
Thermal Expansion for Nickel Alloys (Cont'd)

Temperature, °F	Coefficients for N06455			Coefficients for N06600			Coefficients for N06625		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
600	7.8	7.0	4.5	8.5	7.8	5.0	7.7	7.4	4.7

A : 瞬間線膨張係数    B : 平均線膨張係数    C : 線熱膨張係数@70F

低合金鋼の物性値は化学成分や熱処理条件の僅かな違いでは影響されないことが指摘されており、そのことを確認するために、1992年に Structural Integrity Associates (SI) から Thermophysical Properties Research Laboratory (TPRL) に測定依頼がなされ、線膨張係数の検証が行われた。その結果、SA-533Gr. B と SA-508Gr. 2 の線膨張係数は同じ値であり、Alloy 600 より 5~7%小さい値であることが報告された。

上記の検証結果を改訂根拠として審議の結果、SG-PP 及び BPV II Standard Committee で改定が承認された。

[結論：再掲]

Group 1 から Group 2 に移動された 6 鋼種は、材料の実力値に則した分類に見直されました。

(b) 分類番号 TE8 (17Cr-4Ni-4Cu 析出硬化型ステンレス鋼) については、熱処理記号により細分化され、材質が限定されています。熱処理記号 H1075 及び H1150 の線膨張係数は規定されていますが、他の材料についてはどのように扱うのか説明して下さい。

回答 (2) (b)

【引用資料】 発電用設備規格委員会 書面投票 No. 483  
 第 94 回発電用設備規格委員会 資料番号 94-16-3-1

JIS G 4303 「ステンレス鋼棒」 SUS630 の各応力表においては以下の熱処理区分の材料について規定しています。

- HT1) 固溶化熱処理後析出硬化処理 (熱処理記号 H1150) を行った材料
  - HT2) 固溶化熱処理後析出硬化処理 (熱処理記号 H1075) を行った材料
- 他の熱処理区分の材料については規定しておりません。  
 以下に、JIS 及び ASME における記載を示します。

表 JIS G 4303 における析出硬化系の熱処理条件と機械的性質

表 JA.5-析出硬化系の熱処理条件の例

種類の記号	熱処理		
	種類	記号	条件
SUS630	固溶化熱処理	S	1,020℃～1,060℃急冷
	析出硬化処理	H900	470℃～ 490℃空冷
		H1025	540℃～ 560℃空冷
		H1075	570℃～ 590℃空冷
		H1150	610℃～ 630℃空冷

表 13-析出硬化系の固溶化熱処理状態及び固溶化熱処理後析出硬化処理状態の機械的性質

種類の記号	熱処理記号 <sup>a)</sup>	耐力 N/mm <sup>2</sup>	引張強さ N/mm <sup>2</sup>	伸び %	絞り <sup>b)</sup> %	硬さ <sup>c)</sup>				適用寸法 (径, 対辺距離又は厚さ)
						HBW	HRBW 又は HRBS <sup>d)</sup>	HRC	HV	
SUS630	S	—	—	—	—	363 以下	—	38 以下	383 以下	75 mm 以下
	H900	1 175 以上	1 310 以上	10 以上	40 以上	375 以上	—	40 以上	396 以上	
	H1025	1 000 以上	1 070 以上	12 以上	45 以上	331 以上	—	35 以上	350 以上	
	H1075	860 以上	1 000 以上	13 以上	45 以上	302 以上	—	31 以上	320 以上	
	H1150	725 以上	930 以上	16 以上	50 以上	277 以上	—	28 以上	292 以上	

表 ASME Sec. II Part D (METRIC) 2019 年版の記載



**Table TE-1  
Thermal Expansion for Ferrous Materials (Cont'd)**

Temperature, °C	Coefficients for Ductile Cast Iron			Coefficients for Precipitation Hardened 17Cr-4Ni-4Cu Stainless Steels, Condition 1075			Coefficients for Precipitation Hardened 17Cr-4Ni-4Cu Stainless Steels, Condition 1150		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
20	10.3	10.3	0	11.1	11.1	0	11.5	11.5	0
50	10.7	10.5	0.32	11.3	11.2	0.34	11.8	11.6	0.35
75	11.1	10.7	0.59	11.4	11.3	0.62	12.0	11.8	0.65
100	11.6	10.9	0.87	11.6	11.4	0.91	12.3	11.9	0.95
125	12.1	11.1	1.2	11.7	11.4	1.2	12.5	12.0	1.3
150	12.5	11.3	1.5	11.8	11.5	1.5	12.7	12.1	1.6
175	13.0	11.6	1.8	12.0	11.6	1.8	12.9	12.2	1.9
200	13.3	11.8	2.1	12.1	11.6	2.1	13.1	12.3	2.2
225	13.6	12.0	2.5	12.2	11.7	2.4	13.2	12.4	2.6
250	13.9	12.2	2.8	12.3	11.8	2.7	13.4	12.5	2.9
275	14.1	12.4	3.1	12.5	11.8	3.0	13.5	12.6	3.2
300	14.2	12.5	3.5	12.6	11.9	3.3	13.5	12.7	3.6
325	14.2	12.6	3.9	12.7	11.9	3.6	13.6	12.8	3.9
350	14.3	12.8	4.2	12.8	12.0	4.0	13.6	12.8	4.2
375	14.3	12.9	4.6	12.9	12.1	4.3	13.6	12.9	4.6
400	14.4	13.0	4.9	13.0	12.1	4.6	13.6	12.9	4.9
425	14.5	13.1	5.3	13.0	12.2	4.9	13.7	13.0	5.3
450	14.6	13.2	5.7	13.1	12.2	5.3	13.8	13.0	5.6
475	14.9	13.2	6.0	13.1	12.3	5.6	13.9	13.1	5.9
500	15.1	13.3	6.4	-	-	-	14.3	13.1	6.3
525	15.5	13.4	6.8	-	-	-	14.8	13.2	6.7
550	16.0	13.5	7.2	-	-	-	15.6	13.3	7.0
575	-	-	-	-	-	-	-	-	-
600	-	-	-	-	-	-	-	-	-

GENERAL NOTE: Coefficient A is the instantaneous coefficient of thermal expansion  $\times 10^{-6}$  (mm/mm/°C). Coefficient B is the mean coefficient of thermal expansion  $\times 10^{-6}$  (mm/mm/°C) in going from 20°C to indicated temperature. Coefficient C is the linear thermal expansion (mm/m) in going from 20°C to indicated temperature.

[結論：再掲]

材料規格「Part 2 第1章 表1 使用する材料の規格」、「第2章 材料への特別要求事項」では、SUS630の熱処理に対して制限はしておりませんが、各応力表では、相対的に強度が低く軟らかいH1075（常温最小引張強さ：1000MPa，常温最小降伏点：860MPa）及びH1150（常温最小引張強さ：930MPa，常温最小降伏点：725MPa）について規定しています。



(c) 分類番号 TE6 (オーステナイト系ステンレス鋼 [区分 I])、TE15 (高ニッケル合金 (NCF600))、TE16 (高ニッケル合金 (GNCF1, NCF625)) 及び TE19 (高ニッケル合金 (GNCF3)) については、一部の温度で線膨張係数の値が変更になりました。この影響について説明して下さい。

回答 (2)(c)

【引用資料】 発電用設備規格委員会 書面投票 No. 483  
第 94 回発電用設備規格委員会 資料番号 94-16-3-1

材料規格 2012 年版との差異は、 $0.1 \times 10^{-6}$  mm/mm/°C 程度です。

以下に、線膨張係数の見直し結果を示します。

ASME 規格 2010 年版及び ASME 規格 2017 年版での線膨張係数の見直しに伴い、「TE6 : オーステナイト系ステンレス鋼 [区分 I]」、「TE15 : 高ニッケル合金 (NCF600)」、「TE16 : 高ニッケル合金 (GNCF1, NCF625)」、「TE19 : 高ニッケル合金 (GNCF3)」の線膨張係数を見直しました。

表 線膨張係数見直し結果 (1)

Part 3 第 2 章 表 2 材料の各温度における線膨張係数( $\times 10^{-6}$ mm/mm°C)

分類番号	分類名称	区分	温度 (°C)																
			20	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425
TE1	炭素鋼、合金鋼 [区分 I]	A	11.5	12.0	12.3	12.7	12.9	13.2	13.5	13.8	14.0	14.3	14.6	14.9	15.1	15.4	15.7	15.9	16.1
		B	11.5	11.8	11.9	12.1	12.3	12.4	12.6	12.7	12.9	13.0	13.2	13.3	13.4	13.6	13.7	13.8	14.0
TE2	炭素鋼、合金鋼 [区分 II]	A	12.6	13.0	13.3	13.5	13.8	14.0	14.2	14.4	14.6	14.8	15.0	15.1	15.3	15.4	15.5	15.7	15.8
		B	12.6	12.8	13.0	13.1	13.2	13.4	13.5	13.6	13.7	13.8	13.9	14.0	14.1	14.2	14.3	14.4	14.5
TE3	5Cr-1Mo鋼	A	11.5	12.0	12.3	12.6	12.8	12.9	13.0	13.2	13.3	13.4	13.5	13.6	13.7	13.8	14.0	14.1	14.2
		B	11.5	11.8	12.0	12.1	12.3	12.4	12.5	12.6	12.6	12.7	12.8	12.8	12.9	13.0	13.0	13.1	13.2
TE4	9Cr-1Mo鋼	A	10.5	10.8	11.0	11.2	11.4	11.6	11.8	12.0	12.2	12.4	12.5	12.7	12.8	13.0	13.1	13.3	13.4
		B	10.5	10.6	10.7	10.9	11.0	11.1	11.2	11.3	11.4	11.5	11.6	11.7	11.8	11.9	11.9	12.0	12.1
TE5	12Cr鋼、12Cr-1Al鋼、13Cr鋼、 13Cr-4Ni鋼	A	10.6	11.1	11.3	11.5	11.7	11.8	11.9	12.0	12.1	12.1	12.2	12.3	12.4	12.5	12.6	12.7	12.8
		B	10.6	10.9	11.0	11.1	11.3	11.4	11.4	11.5	11.6	11.6	11.7	11.7	11.8	11.8	11.9	11.9	12.0
TE6	オーステナイト系ステンレス鋼 [区分 I]	A	15.3	16.9	16.5	16.9	17.4	17.7	18.1	18.3	18.6	18.8	18.9	19.1	19.2	19.3	19.4	19.5	19.7
		B	15.3	15.6	15.9	16.1	16.4	16.6	16.8	17.0	17.2	17.4	17.5	17.6	17.8	17.9	18.0	18.1	18.2
TE7	オーステナイト系ステンレス鋼 [区分 II]	A	14.7	15.2	15.6	16.0	16.3	16.5	16.8	16.9	17.1	17.3	17.4	17.6	17.7	17.8	18.0	18.1	18.3
		B	14.7	15.0	15.2	15.4	15.6	15.7	15.9	16.0	16.1	16.3	16.4	16.5	16.6	16.6	16.7	16.8	16.9
TE8	17Cr-4Ni-4Cu 析出硬化型 ステンレス鋼	熱処理記号 H1075	A	11.1	11.3	11.4	11.6	11.7	11.8	12.0	12.1	12.2	12.3	12.5	12.6	12.7	12.8	12.9	13.0
		熱処理記号 H1150	A	11.5	11.8	12.0	12.3	12.5	12.7	12.9	13.1	13.2	13.4	13.5	13.5	13.6	13.6	13.6	13.6
TE9	アルミニウム	A	21.7	23.3	23.9	24.3	24.7	25.2	25.7	26.4	27.0	27.5	27.7	27.6	27.1				
		B	21.7	22.6	23.1	23.4	23.7	23.9	24.2	24.4	24.7	25.0	25.2	25.5	25.6				
TE10	銅	A	16.7	17.2	17.4	17.6	17.8	18.0	18.2	18.4	18.5	18.6	18.6	18.6	18.9				
		B	16.7	17.0	17.2	17.3	17.4	17.5	17.6	17.7	17.8	17.8	17.9	18.0	18.0				
TE11	青銅	A	17.2	18.0	18.3	18.5	18.6	18.7	18.8	18.9	19.1	19.3	19.5	19.7	19.9	20.0	20.0	20.0	
		B	17.2	17.6	17.9	18.0	18.2	18.2	18.3	18.4	18.5	18.5	18.6	18.7	18.8	18.9	19.0	19.0	
TE12	黄銅	A	16.7	17.5	17.9	18.3	18.6	19.0	19.4	19.9	20.3	20.6	20.9	21.0	21.2	21.5	22.1	23.4	25.9
		B	16.7	17.1	17.4	17.6	17.8	18.0	18.2	18.4	18.6	18.8	19.0	19.2	19.3	19.5	19.6	19.8	20.1
TE13	白銅 (70Cu-30Ni)	A	14.5	15.3	15.6	15.9	16.2	16.5	16.8	17.1	17.4	17.5	17.4	17.2	17.0	16.7			
		B	14.5	14.9	15.2	15.3	15.5	15.7	15.8	16.0	16.1	16.3	16.4	16.5	16.5	16.6			
TE14	ニッケル銅合金 (NiCu30)	A	13.8	14.4	14.9	15.3	15.6	15.9	16.1	16.3	16.4	16.5	16.6	16.7	16.8	16.8	16.9	16.9	17.0
		B	13.8	14.1	14.4	14.6	14.8	15.0	15.1	15.3	15.4	15.5	15.6	15.7	15.8	15.9	16.0	16.0	16.1

表 線膨張係数見直し結果 (2)

Part 3 第2章 表2 材料の各温度における線膨張係数( $\times 10^{-6}$ mm/mm $^{\circ}$ C)

分類 番号	分類名称	区分	温 度 (°C)																
			20	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425
TE15	高ニッケル合金 (NCF600)	A	12.3	12.7	<del>13.1</del> 13.0	13.4	13.7	<del>13.9</del> 14.0	14.2	<del>14.4</del> 14.5	<del>14.6</del> 14.7	<del>14.8</del> 14.9	15.0	15.2	15.4	<del>15.6</del> 15.5	<del>15.8</del> 15.7	<del>16.0</del> 15.9	16.1
		B	12.3	12.5	12.7	12.8	13.0	13.2	13.3	<del>13.4</del> 13.5	13.6	13.7	13.8	<del>13.9</del> 14.0	14.1	14.2	14.3	14.4	14.5
TE16	高ニッケル合金 (GNCF1,NCF625)	A	12.0	12.7	13.1	13.3	13.4	<del>13.6</del> 13.4	13.5	13.5	13.5	<del>13.6</del> 13.5	13.6	13.8	14.0	14.2	14.5	14.8	15.1
		B	12.0	12.4	12.6	12.8	12.9	13.0	13.1	13.2	13.2	13.2	13.3	13.3	<del>13.4</del> 13.3	13.4	13.5	13.5	13.6
TE17	高ニッケル合金 (GNCF890)	A	13.9	14.2	14.3	14.3	14.4	14.6	14.8	15.0	15.2	15.5	15.6	15.7	15.7	15.5	15.3	14.9	
		B	13.9	14.0	14.1	14.2	14.2	14.3	14.3	14.4	14.5	14.6	14.7	14.8	14.8	14.9	14.9	15.0	
TE18	高ニッケル合金 (NCF750)	A	12.1	12.5	12.9	13.3	13.6	13.9	14.0	14.1	14.0	14.0	13.9	13.9	14.0	14.2	14.7	15.6	
		B	12.1	12.3	12.5	12.7	12.8	13.0	13.2	13.3	13.4	13.4	13.5	13.5	13.6	13.6	13.7	13.8	
TE19	高ニッケル合金 (GNCF3)	A	13.8	14.1	14.4	14.6	14.9	<del>15.2</del> 15.1	15.4	<del>15.6</del> 15.5	<del>15.8</del> 15.7	<del>15.9</del> 15.8	16.0	16.1	16.2	16.3	16.4	<del>16.6</del> 16.6	<del>16.7</del> 16.7
		B	13.8	14.0	14.1	14.2	14.4	14.5	14.6	14.7	<del>14.9</del> 14.8	<del>15.0</del> 14.9	<del>15.1</del> 15.0	<del>15.2</del> 15.1	15.2	15.3	15.4	<del>15.5</del> 15.4	15.5
TE20	高ニッケル合金 (NCF800)	A	14.2	14.9	15.4	15.8	16.1	16.4	16.6	16.7	16.9	17.0	17.1	17.2	17.3	17.4	17.6	17.7	17.9
		B	14.2	14.6	14.9	15.1	15.3	15.5	15.6	15.8	15.9	16.0	16.1	16.2	16.3	16.4	16.5	16.5	16.6
TE21	高ニッケル合金 (GNCF2)	A	13.5	13.8	14.1	14.4	14.6	14.8	14.8	14.9	15.0	15.2	15.4	15.8	16.2	16.6	16.6	15.9	
		B	13.5	13.6	13.7	13.9	14.0	14.2	14.3	14.4	14.4	14.5	14.6	14.7	14.8	14.9	15.0	15.1	
TE22	チタン	A	8.3	8.5	8.6	8.7	8.7	8.7	8.8	8.9	9.0	9.1	9.1	9.2	9.3	9.5	9.9	10.6	11.8
		B	8.3	8.4	8.5	8.5	8.6	8.6	8.6	8.7	8.7	8.7	8.8	8.8	8.8	8.8	8.9	8.9	9.0

[結論：再掲]

材料規格 2012 年版との差異は、 $0.1 \times 10^{-6}$  mm/mm/ $^{\circ}$ C程度です。