

# 「発電用火力設備の技術基準の解釈」及び 「発電用火力設備における高クロム鋼に対する 寿命評価式について」の改正について

平成31年1月15日

経済産業省 産業保安グループ

電力安全課

# 1. 今回の改正の経緯と内容について

## 【経緯】

- **発電用火力設備に使用できる高クロム鋼**については、「発電用火力設備の技術基準の解釈」※1（以下、「火技解釈」という。）において**許容引張応力**が、「発電用火力設備における高クロム鋼に対する寿命評価式について」※2において**寿命評価式**が規定されているところ。
- **許容引張応力と寿命評価式**は、直近では、平成22年に電気事業連合会、電力中央研究所、物質・材料研究機構、プラントメーカ、材料メーカで組織された「**高クロム鋼クリープデータ評価検討会**」が**クリープ破断データを収集・評価**した上で、最終的に**平成25年～平成26年の電力安全小委員会**で見直されている。
- しかし、平成25年10月に、**火SCMV28製**の高温再熱蒸気管の長手溶接部において、**蒸気の漏えい事故が発生**し、事故原因の調査過程で**火SCMV28系鋼**※3の**長時間クリープ破断強度の再評価が必要**であると指摘された。そのため「高クロム鋼クリープデータ評価検討会」を再度組織し、**新たなクリープ破断データを収集して再評価**を行ってきたところ。（本資料の図表は同検討会が作成）
- 今般、再評価結果がとりまとめられたことから、その結果を踏まえ、**火技解釈等の所要の改正**を行うもの。

※1 平成25年5月17日付け、20130507商局第2号

※2 平成26年5月30日付け、20140526商局第1号

※3 火SCMV28系鋼とは、火STBA28、火STPA28、火SFVAF28、火SCMV28の4鋼種を指す

## 【改正内容】

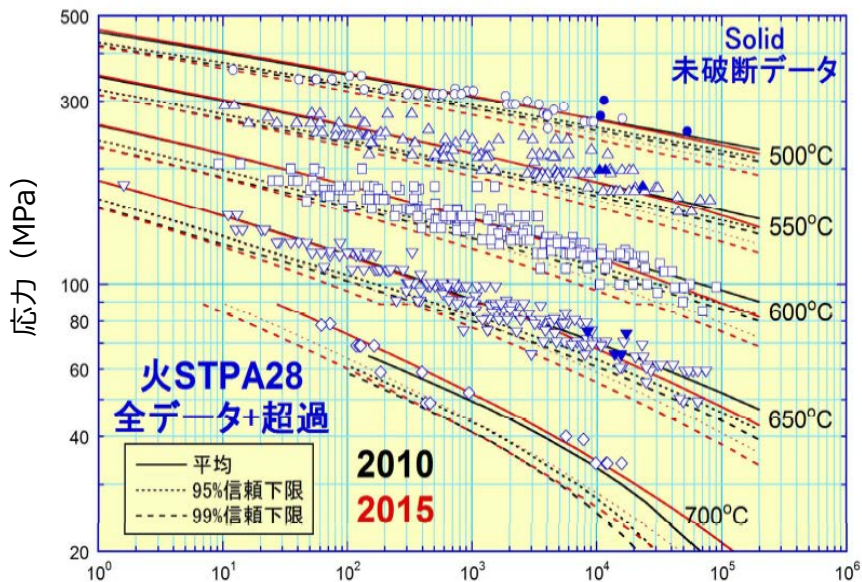
- ①火SCMV28系鋼（火SCMV28を除く）母材の許容引張応力の見直し
- ②火SCMV28系鋼母材と溶接継手の寿命評価式の定数及び境界応力の見直し

## 2-1. 許容引張応力の見直し① (火STPA28及び火SFVAF28)

- 下図は、火STPA28母材のクリープ破断強度の回帰曲線であるが、前回と比較して、今回の検証では強度が低くなる（一定の応力に対するクリープ破断時間が短くなる）傾向が確認された。従って、下表の通り、許容引張応力を見直すこととしたい。
- なお、火SFVAF28については、今回収集した追加データは、火STPA28のものよりも高強度側にあることが確認できており、火STPA28の値を用いれば安全側の評価になるため、引き続き火STPA28を準用する。

火STPA28

火STPA28: 全データ(超過データを含む)



2010  
2015

黒線：前回検証の回帰曲線  
赤線：今回検証の回帰曲線  
プロット：前回（白抜き）+今回追加データ  
青プロット：未破断データ

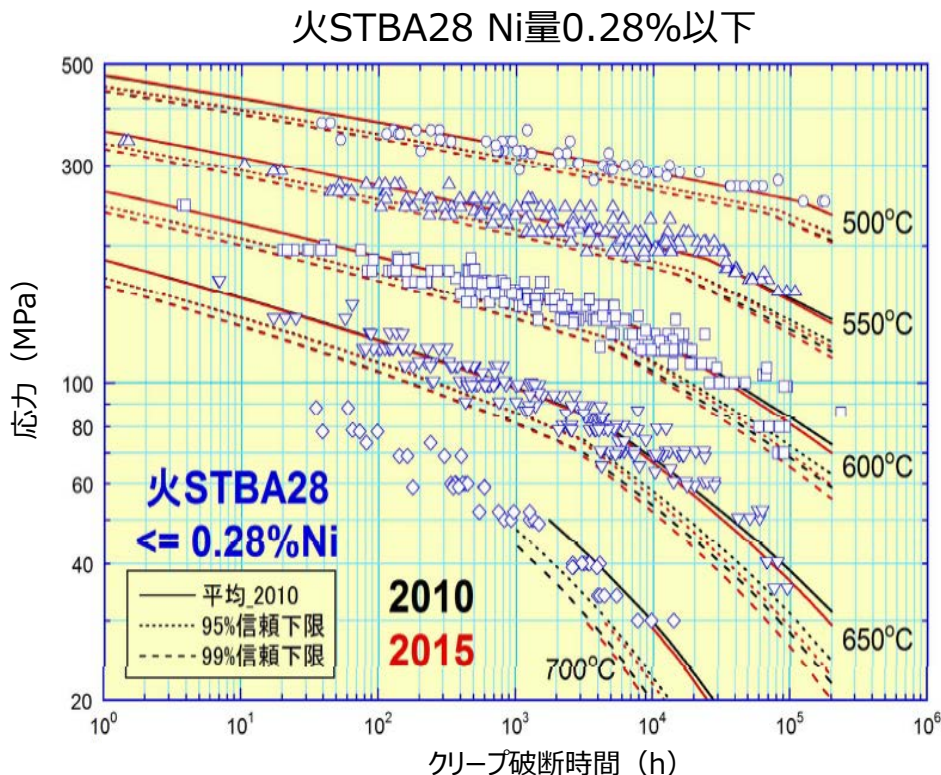
火STPA28の許容引張応力の見直し案

	温度、℃	550	575	600	625	650
全データ MPa	10 <sup>5</sup> hAvg	151.01	117.22	89.28	66.38	47.81
	10 <sup>5</sup> hMin	136.86	105.15	79.08	57.86	40.77
	10 <sup>5</sup> hAvg×0.67	<b>101.18</b>	<b>78.54</b>	<b>59.82</b>	<b>44.48</b>	<b>32.03</b>
	10 <sup>5</sup> hMin×0.8	109.49	84.12	63.26	46.29	32.62
許容応力：火技解釈(2016)、MPa		102	81	63	45	<b>29</b>
許容応力見直し案、MPa		<b>101</b>	<b>79</b>	<b>60</b>	<b>44</b>	<b>29</b>

\* 火力発電設備の技術基準の解釈では、10<sup>5</sup>時間で破断を生ずる応力の最小値の0.8倍もしくは、当該応力の平均値の0.67倍のうち、小さい方を許容応力としているため、今回の検証においても、その考え方を採用

## 2-2. 許容引張応力の見直し② (火STBA28)

- 火STBA28母材についても同様に検証した結果、下表の通り、許容引張応力を見直すこととしたい。
- なお、火STBA28母材においては、現在、Ni量が0.40%以下の場合と0.20%以下の場合で許容応力に区分が設けられているが、今回、新たに得られたデータに基づいて、下図のようにクリープ破断強度を整理し、許容引張応力を算出した結果、両者に大きな差異は見られないため、Ni量による区分を一本化することとしたい。

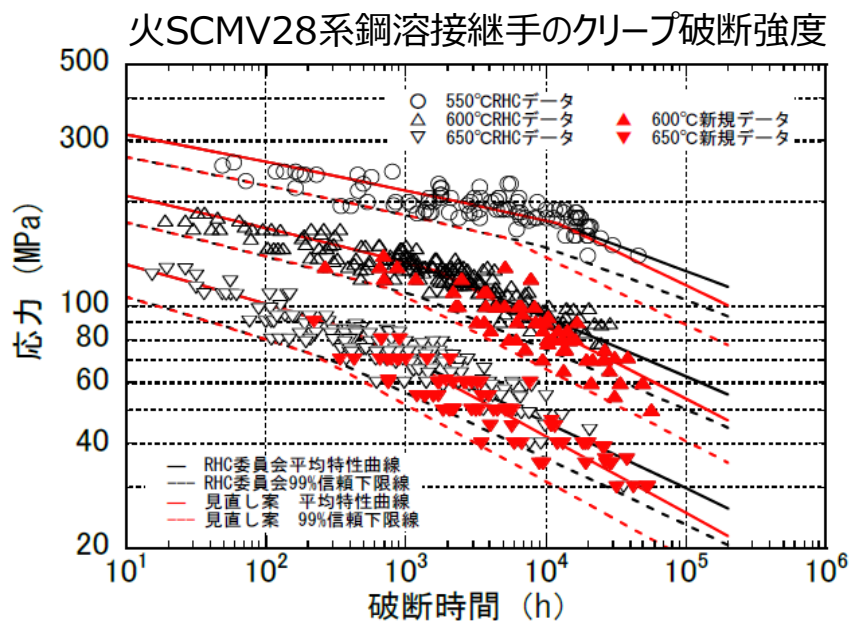


火STBA28の許容引張応力の見直し案

	温度、℃	550	575	600	625	650
全データ ≤0.40%Ni MPa	10 <sup>5</sup> h Avg	150.98	112.22	80.96	56.05	36.46
	10 <sup>5</sup> h Min	134.19	98.24	69.47	46.74	29.01
	10 <sup>5</sup> h Avg × 0.67	<b>101.16</b>	<b>75.19</b>	<b>54.24</b>	37.55	24.43
	10 <sup>5</sup> h Min × 0.8	107.35	78.60	55.58	<b>37.39</b>	<b>23.20</b>
許容応力: 火技解釈 (2016)、MPa		103	77	56	39	25
許容応力見直し案、MPa		<b>101</b>	<b>75</b>	<b>54</b>	<b>37</b>	<b>23</b>
≤0.20%Ni MPa	10 <sup>5</sup> h Avg	151.87	114.05	82.81	57.21	36.34
	10 <sup>5</sup> h Min	135.02	99.70	70.69	47.06	27.79
	10 <sup>5</sup> h Avg × 0.67	<b>101.75</b>	<b>76.41</b>	<b>55.48</b>	38.33	24.35
	10 <sup>5</sup> h Min × 0.8	108.02	79.76	56.55	<b>37.65</b>	<b>22.23</b>
許容応力: 火技解釈 (2016)、MPa		104	80	59	42	25
許容応力見直し案、MPa		<b>102</b>	<b>76</b>	<b>55</b>	<b>38</b>	<b>22</b>
許容応力見直し案(一本化)、MPa		<b>101</b>	<b>75</b>	<b>54</b>	<b>37</b>	<b>23</b>

### 3. 火SCMV28系鋼母材と溶接継手の寿命評価式の定数の見直し

- 火SCMV28系鋼の許容引張応力の見直しに伴って、火SCMV28系鋼母材と 溶接継手の寿命評価式の定数についても再検証が必要。(以下は溶接継手の例)
- 従前の検証で得られたデータと新規追加のデータによるクリープ破断強度の回帰曲線を比較したところ、新規追加のデータによるものの強度が低くなっていることが分かる。(下図)
- そのため、新たな回帰曲線に基づき、下表の通り、寿命評価式の定数を見直すこととしたい。



黒線：前回の検証の回帰曲線  
赤線：今回の検証の回帰曲線  
色なし記号：前回検証データ  
赤色記号：今回検証データ  
※RHC委員会：高効率火力発電設備健全性調査委員会

寿命評価式の定数の見直し案

部位	鋼種	領域	a0	a1	a2	a3	C	S
母材	火SCMV28	①短時間領域	21188.5	17434.5	-6076.1	0	31.5907	0.3278
		②長時間領域	23067.7	3744.7	-2144.9	0	20.6583	0.2155
	火STPA28 及び 火SFVAF28	①短時間領域	27140.7	12714.9	-5079.8	0	32.3000	0.3376
		②長時間領域	35063.7	2366.9	-2423.4	0	29.8839	0.2545
	火STBA28	①短時間領域	31802.3	12839.7	-5312.9	0	36.3662	0.2873
		②長時間領域	24301.8	2116.8	-1670.2	0	20.4930	0.1913
溶接継手	火SCMV28系鋼	①短時間領域	37455.9	4240.8	-2986.1	0	34.7767	0.3530
		②長時間領域	31306.0	-4166.8	0	-0.1728	22.5811	0.2522

高クロム鋼の寿命評価式は以下の通りである。

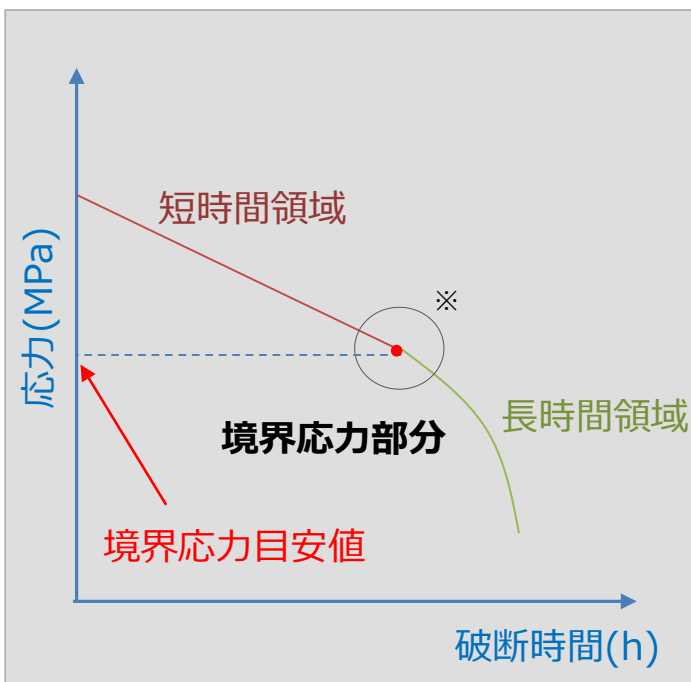
$$\log t_r = \frac{a_0}{T} - C + \frac{a_1}{T} \cdot \log \sigma + \frac{a_2}{T} \cdot (\log \sigma)^2 + \frac{a_3}{T} \cdot \sigma - 2.33S$$

$t_r$ ：クリープ破断時間(h)、 $\sigma$ ：応力(MPa)、 $T$ ：温度(K)、 $a_0$ 、 $a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_3$ 、 $C$ 、 $S$ は定数

## 4. 火SCMV28系鋼母材と溶接継手の寿命評価式の境界応力の目安値の見直し

- 火SCMV28系鋼母材と溶接継手両方の寿命評価式の、短時間領域と長時間領域の境界応力の目安値についても再検証が必要。
- 今回、新規データが追加されたことによって、短時間領域の回帰曲線と長時間領域の回帰曲線が変化したため、改めて境界応力の目安値を算出。
- 具体的には、下表の通り、寿命評価式の境界応力の目安値を見直すこととしたい。

境界応力の目安値とは



※  
 上図のように、境界応力部分で、短時間領域のグラフと長時間領域のグラフが交わらない場合は、短時間側の式と長時間側の式から求めた予想破断時間の比が1に最も近い値になる応力を目安値とした。

境界応力の目安値の見直し案

部 位	鋼 種	各温度(°C)における短時間領域と長時間領域の境界応力の目安値 (MPa) 上部：温度、下部：応力値				
		550	575	600	625	650
溶接継手	火SCMV28系鋼	158	134	112	92	72

部 位	鋼 種	各温度(°C)における短時間領域と長時間領域の境界応力の目安値 (MPa)				
		550	575	600	625	650
母 材	火SCMV28	158	130	100	55	55
	火STPA28 火SFVAF28	99	89	89	89	89
	火STBA28	173	145	120	95	71