

Table 1. Chemical composition of specimens.

	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	W	Mo	V
DAC	0.37	0.90	0.35	0.021	0.005	0.12	5.10	—	1.53	1.20
DBC	0.38	0.85	0.37	0.018	0.005	0.13	4.97	1.48	1.41	0.50
A (U.S.A.)	0.38	1.10	0.34	—	—	0.15	5.21	—	1.38	0.40
B (U.S.A.)	0.32	0.95	0.44	—	—	0.12	5.00	1.31	1.36	0.18

1,050°C および 1,100°C より空冷後 600°C に 5h ならびに 650°C に 3h 焼戻を行つてのち 400~800°C の試験温度における高温機械的性質をしらべた。1,050°C 空冷の場合には両鋼とも試験温度の上昇にしたがい抗張力は減少する。伸および絞りは抗張力と逆の傾向を示す。衝撃値は 650°C までほとんど変化なく、700°C より急激に増大する。600°C 焼戻の試料は 650°C 焼戻の試料に比し抗張力は大きいが伸、絞および衝撃値は小さい。1,100°C 空冷の場合抗張力は試験温度の上昇にしたがい減少し、伸、絞および衝撃値は増大するが、600°C 焼戻の場合の伸および絞は試験温度 650°C で減少する。焼戻方法による差異は 1,050°C 空冷の場合と全く同様の傾向を示す。両鋼の抗張力を比較すれば 1,050°C 空冷の場合には DBC 鋼が大きく、1,100°C 空冷の場合には DAC 鋼が大きい。なお Fig. 1 に両鋼の 1,100°C 空冷、

よび DBC 両鋼に比し抗張力はいずれも小さい。つぎに平行部 5mm 丸のラプチャー試験片を 1,100°C より空冷し、650°C に 3h 焼戻して後 600° 650°C および 700°C の 3 温度における 100h のラプチャー強度をしらべた。DAC 鋼は DBC 鋼より高いラプチャー強度を示す。なおフェライト系耐熱鋼のうちで最も優秀な性能を有する H46 の 600°C, 100h のラプチャー強度は 33.0 kg/mm² であり、DAC 鋼および DBC 鋼はそれぞれ 35.8 kg/mm² および 20.6 kg/mm² を示し、DAC 鋼は H46 に比しかなり大きなラプチャー強度を示す。つぎに 650°, 700°C および 750°C の 3 温度にそれぞれ 20h 加熱して酸化増量を秤量した。両鋼とも試験温度の上昇にしたがい酸化増量はいちじるしく増大する。しかして DBC 鋼は DAC 鋼に比しかなり大きい酸化増量を示す。なお前述の H46 の 600°C, 100h の酸化増量は 15.5 g/cm² × 10⁻⁵, DAC 鋼および DBC 鋼の 650°C 20h の酸化増量はそれぞれ 90.0 g/cm² × 10⁻⁵ および 140.1 g/cm² × 10⁻⁵ である。

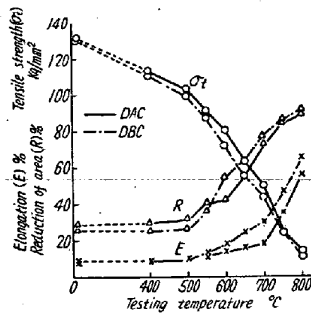


Fig. 1. Mechanical properties at elevated temperature of specimens (1100°C A.C. → 650°C × 3h temper)

650°C × 3h 焼戻の場合の高温機械的性質を示す、Table 2 に A および B の高温機械的性質を示したが、DAC お

(73) Cr-Mo 鋼のクリープ特性に関する研究 (I)

(脱酸条件のクリープ特性におよぼす影響)
Studies on Creep Properties of Chromium-Molybdenum Steels (I)

(Effect of Deoxidation Practice)

S. Terai.

Table 2. Mechanical Properties at elevated temperature.

		Room temp.			407°C			482°C			538°C			563°C		
		σ_t kg/mm ²	E %	R %	σ_t kg/mm ²	E %	R %	σ_t kg/mm ²	E %	R %	σ_t kg/mm ²	E %	R %	σ_t kg/mm ²	E %	R %
A	982°C A.C. → 593°C × 3h temper.	151.9	13	40	119.7	17	56	108.5	20	65	101.4	19	65	77.0	21	69
B	"	143.5	12	42	127.4	18	49	116.9	19	55	95.9	25	64	84.7	18	72
DAC	1050°C A.C. → 600°C × 5h temper.	171.0	10.0	37.8	144.0	11.8	46.4	132.6	12.0	48.9	122.2	13.7	50.0	102.0	15.6	52.0
DBC	"	175.7	8.0	11.9	148.5	10.0	20.0	136.3	11.9	37.6	130.0	12.2	42.9	106.0	16.0	48.0

住友金属工業，鋼管製造所

理 寺 井 庄 治

I. 緒 言

Cr-Mo 鋼は高温高压ボイラ用鋼管など高温用低合金鋼の主流をなす材料ですすでに数十年間広く利用されてきているが高温強度についてはなお多くのデータが相当なバラツキを示しその原因については基礎的な解明がなされていない現状である。この研究は種々の冶金学的角度からこの問題を究明し、クリープ特性の良好で安定した状態を見出すことを目的とするものである。

この報告はその第一段階として製鋼の際脱酸に使用された Al の添加量のクリープ特性に対する影響を明らかにするために行ったものである。低炭素鋼における脱酸条件の影響については J. Glen, W. E. Bargett & M. G. Gemmill の報告があり筆者もすでに数回この問題について発表しているが、Al 添加量がクリープ特性に支配的な影響をもち通常の化学成分や熱処理などより重要な因子であることが明らかにされている。しかし合金鋼における脱酸条件の影響については内外の文献にも報告がなく明らかにされていない。いわゆる鋼の生れに関連する問題であるのでこの研究の第一歩としてこの問題を取上げたわけである。

II. 供 試 材

供試材は C 0.09~0.12, Cr 0.95~1.09, Mo 0.52~0.62% の塩基性電気炉製 1Cr 0.5Mo 鋼 8 charge で通常の化学成分はほとんど差がないが脱酸 Al 使用量は 2 charge が 0, 3 charge は 200g/t, 他の 3 charge は 400g/t とした。

III. 完全焼鈍材の比較試験

上記の 8 charge について 900°C 完全焼鈍の試験片をつくり 450~700°C の各温度で 100 h のクリープ試験を行った。

Fig. 1 に 600°C, 10 kg/mm² の試験条件で得られたクリープ曲線を示した。Al 添加によるクリープ特性の劣化が明らかにあらわれている。添加量 0 の A, B は 100 h のクリープ歪が 0.2% 前後であるのに対し 200g/t の C, D, E は 2.0~4.0%, 400g/t の G は 4%, F は 6% のクリープ歪を生じている。しかし 400g/t の H のクリープ歪は約 0.7% でそれほど大きくない。これは Al 添加量がクリープの劣化の原因でなく鋼中に残る Al がより直接的な関係をもっていることによるものと考えられる。

他の温度でのクリープ試験でもほぼ同様な傾向がみられるが低温で遷移クリープの大きい場合よりも高温で定

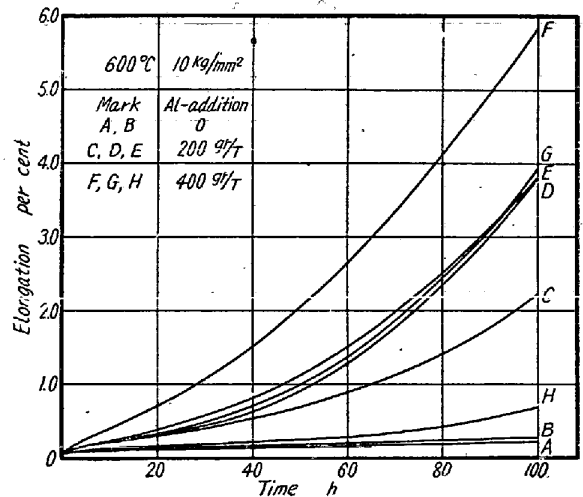


Fig. 1. Creep curves of 1Cr 0.5Mo steels with various Al-addition.

常クリープの優勢な場合の方が劣化の傾向がいちじるしい。そのため長時間強度に対しては 550°C 以上で劣化が顕著にあらわれるものと考えられる。J. Glen が低炭素鋼の試験で微量の Mo がクリープ劣化をおさえる傾向があることをのべているが、これは 450°C での試験であるため、このようにみえるのであつて本質的には Cr-Mo 鋼においても炭素鋼と同様 Al の多量添加によるクリープ特性の劣化が起ることが明らかになった。

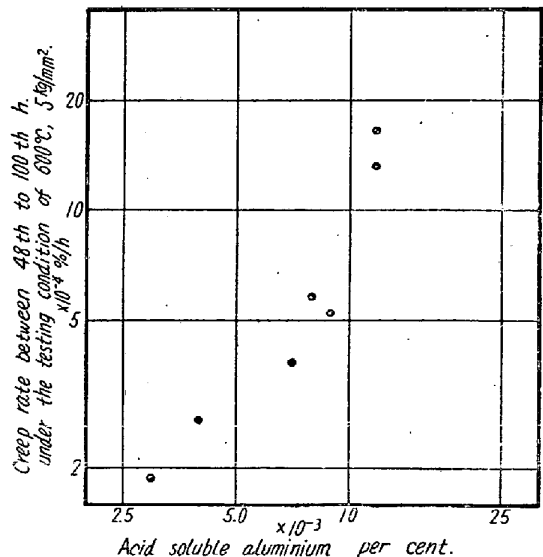


Fig. 2. Relation of soluble aluminium content to creep rate.

Fig. 2 は供試材中の可溶 Al の分析値と 600°C, 5 kg/mm² の試験条件でのクリープ速度との関係を示したものである。良好な直線的関係を示し鋼中の可溶 Al の量が Al 添加量より直接的な関係を有すことを明らかにしている。

この現象は McQuaid-Ehn 粒度とも関係している。

Fig. 1 の F, G は細粒, A, B は粗粒, 他の 3 charge は混粒で細粒のものはクリープ強度が低く粗粒のものはクリープ特性が良好である。

IV. 粗粒鋼細粒鋼のクリープ特性の熱処理による変化

低炭素鋼の場合クリープ劣化を起している鋼を 1200°C で焼鈍すればその特性は改善され粗粒鋼と同様なクリープ特性をもつことが明らかにされているが, これと同様な現象が Cr-Mo 鋼の場合にもあるかどうかを試験するため, 前項の試験でクリープ特性の良好と認められた鋼 A と, もつとも大きなクリープ歪を示した鋼 F から 900~1200°C で完全焼鈍した試験片をつくり前項と同様なクリープ試験を行った。

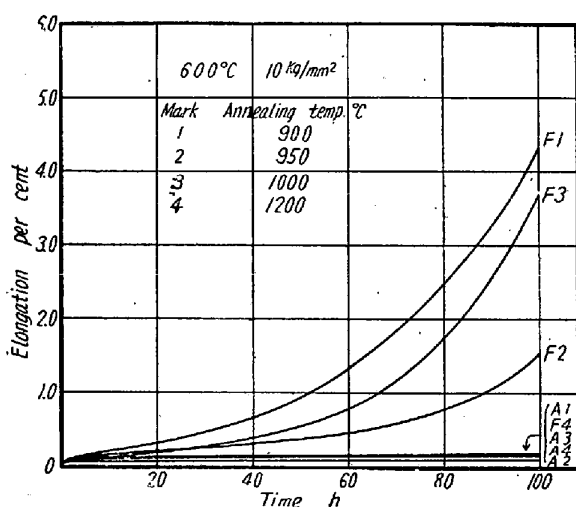


Fig. 3. Creep curves of specimens with various annealing temperature.

Fig. 3 に 600°C, 10 kg/mm² の試験条件におけるクリープ曲線を示した。粗粒鋼 A では熱処理に関係なく 0.2% 前後のクリープ歪を生じているが細粒鋼 F では 1000°C 以下で焼鈍したものが数%のクリープ歪を生じているのに対して 1200°C で焼鈍したものは鋼 A と同様なクリープ曲線を示す処まで改善されている。

他の温度における試験結果もこれとほぼ同様で鋼 F のクリープ曲線は焼鈍温度の上昇とともに次第にクリープ歪が小さくなり 1200°C で焼鈍したものは鋼 A とほぼ同様なクリープ曲線を示している。このことは低炭素鋼の場合と同様熱処理により固溶析出する AlN あるいはこれと関係して変化する鋼中に固溶している窒素がこの現象を支配していることを示すものと考えられる。

V. 結 言

1 Cr 0.5 Mo 鋼で脱酸 Al 添加量をかえた 8 charge について 450~700°C で 100 h のクリープ試験を行い Cr-Mo 鋼においても Al の多量添加によるクリープ特

性の劣化が起るとくに定常クリープの優勢になる 550°C 以上において顕著にあらわれることを明らかにした。

この現象は鋼中の可溶 Al の量および McQuaid-Ehn 粒度と密接な関係を示している。

クリープ特性の良好な粗粒鋼と劣化の顕著な細粒鋼について 900~1200°C で焼鈍した試験片についてクリープ試験を行い粗粒鋼のクリープ特性は熱処理温度によりほとんど変化せず常に良好であるが劣化鋼のそれは焼鈍温度の上昇とともに改善され 1200°C で焼鈍したものは粗粒鋼と同程度のものであることがわかった。このことはこの現象が可溶 Al の量でなく熱処理により固溶析出する AlN あるいはこれに關係して変化する鋼中に固溶している窒素 active nitrogen に支配されていることを示すものと考えられる。(文献省略)

(74) 12% Cr 耐熱鋼の研究 IV)

(12% Cr 耐熱鋼における B, N 添加のクリープ強度およびラプチャー強度におよぼす影響)

Studies on 12 Percent Chromium Heat-Resisting Steels (IV)

(Effect of Boron and Nitrogen on Creep Strength and Rupture Strength in 12 percent Chromium Heat-Resisting Steels)

T. Fujita, et alii.

東大教授 工博 芥 川 武

東大助教授 工〇藤 田 利 夫

東大大学院学生 工 清 水 貞 一

I. 緒 言

筆者らは第 1, 2, 3 報において, 12% Cr 耐熱鋼におよぼす Mo, W, V, Nb, Ti, B, N 等の複合元素の影響をしらべ, つぎの成分を有するものが最も強力であることをのべた。

すなわち C 0.16%, Mn 0.69%, Si 0.50%, Cr 11.76%, Mo 0.79%, V 0.20%, Nb 0.17% である。

さらに B および N は合金元素としてすぐれた性質を有するため, 本報は上述の成分を有する 12% Cr 耐熱鋼に 0.01%, 0.04%, 0.10% の B および N を単独に添加して, これらの 620°C ~ 650°C 附近のクリープ強度, ラプチャー強度, 焼戻硬度等をしらべた。

これらの結果から 現在諸外国で発表されている Jessop H46, Rex 448 より はるかに強力な新型 12% Cr 耐熱鋼を発見することができた。さらに現在 N+B の