

瞬間水冷の場合と変わらないという事は驚異的な事実である。したがって水の遅れを非常に気にしていた高周波焼入技術者にその心配がない事を知って頂きたい。

### (66) Timken 16-25-6 の高温機械的性質に関する研究 (I)

Studies on Mechanical Properties at Elevated Temperature of Timken 16-25-6 (I)

Taro Hasegawa, Lecturer, et alii.

住友金属工業K.K 製鋼所研究課

○工 長谷川太郎・落合 治・稲生 順一

Table 1. Chemical composition of the specimen tested.

Symbol	C	Si	Mn	P	S
T 8	0.07	0.65	1.82	0.014	0.024

  

Symbol	Cr	Ni	Mo	N
T 8	15.92	24.88	6.72	0.150

Table 2. Effect of solution-treating time on mechanical properties.

Heat treatment	Testing temp. (°C)	Yield point 0.2% (kg/mm <sup>2</sup> )	Tensile strength (kg/mm <sup>2</sup> )	Elongation (%)	Reduction of area (%)	Testing stress (kg/mm <sup>2</sup> )	Creep rupture hr
1150°C×1h water cooling	room temp.	40.8	85.4	29.0	31.4	25	187.9
750°C×25h air cooling	"	41.6	81.6	27.1	27.7	25	196.7
1150°C×10h water cooling	"	78.0	93.1	10.2	49.8	31.5	243.9
750°C×25h air cooling	"	84.0	97.7	13.0	49.8	31.5	316.9
1150°C×1h water cooling	650	24.2	49.6	33.8	32.8	—	—
700°C×13% H.C.W.	650	26.1	48.9	32.0	37.4	—	—
650°C×6h air cooling	650	53.1	60.1	5.2	15.8	—	—
1150°C×10h water cooling	650	57.1	66.0	5.4	22.2	—	—
700°C×18% H.C.W.							
650°C×6h air cooling							

Heat treatment	Creep rate (%/h)	Elongation at rupture (%)	Reduction of area (%)	Hardness before and after creep test		Impact value (kg/mm <sup>2</sup> )
				RB before test	RB after test	
1150°C×1h water cooling	0.0653	55.5	60.3	93	94	4.7
750°C×25h air cooling	0.0427	44.4	52.5	92	95	4.5
1150°C×10h water cooling	0.0139	9.3	27.5	104	106	5.9
750°C×25h air cooling	0.0052	3.3	4.8	103	109	9.6
1150°C×1h water cooling	—	—	—	—	—	11.5
700°C 13% H.C.W.	—	—	—	—	—	10.8
650°C×6h air cooling	—	—	—	—	—	11.9
1150°C×10h water cooling	—	—	—	—	—	12.4
700°C 18% H.C.W.	—	—	—	—	—	
650°C×6h air cooling	—	—	—	—	—	

Table 3. Effect of the working temperature and degree on mechanical properties.

specimen No.	Heat treatment	B. H. N.			Creep rupture test				Hardness of creep test specimen	
		after solution treatment	After H.C.W.	after stress-relieving heat treatment	Rupture time (h)	Elongation at rupture (%)	Elongation velocity (%/h)	Reduction of area (%)	Before test	After test
T80	as forged 700°C 10.5% H.C.W. 650°C×6h air cooling	as forged 217	303	285	176.6	10.3	0.013	28.5	31	27
T81	as forged 100°C 14.1% H.C.W. 650°C×6h air cooling	as forged 211	304	280	150.0	15.8	0.016	40.2	26	29
T82	as forged 700°C 24% H.C.W. 650°C×6h air cooling	as forged 209	321	297	131.7	8.7	0.021	13.1	32	32
T83	1150°C×1h water cooling 700°C 9.8% H.C.W. 650°C×6h air cooling	185	298	286	247.1	7.5	0.015	19.2	30	31
T84	1150°C×1h water cooling 700°C 15.9% H.C.W. 650°C×6h air cooling	186	311	299	247.8	7.0	0.017	16.5	33	33
T85	1150°C×1h water cooling 700°C 25.1% H.C.W. 650°C×6h air cooling	182	320	299	186.4	5.0	0.017	9.2	35	32
T86	1150°C×1h water cooling 800°C 10.8% H.C.W. 650°C×6h air cooling	179	283	266	148.3	29.0	0.015	44.1	27	25
T87	1150°C×1h water cooling 800°C 16.1% H.C.W. 650°C×6h air cooling	184	285	278	160.0	18.8	0.017	40.5	27	27
T88	1150°C×1h water cooling 800°C 27.9% H.C.W. 650°C×6h air cooling	185	290	284	146.1	13.0	0.016	39.1	29	28
T89	1150°C×1h water cooling 900°C 9.3% H.C.W. 650°C×6h air cooling	187	257	260	49.0	33.5	0.073	51.0	25	22
T810	1150°C×1h water cooling 900°C 19.1% H.C.W. 650°C×6h air cooling	186	266	258	66.5	21.2	0.058	46.3	25	24
T811	1150°C×1h water cooling 900°C 28.3% H.C.W. 650°C×6h air cooling	185	274	263	55.4	20.8	0.0613	48.5	25	24

## I. 緒 言

Timken 16-25-6 は 700°C 以下の使用温度にさらされる用途に対しては hot cold working (以下 H.C.W と略す) なる処理を行うのが通例である。H.C.W. とは再結晶温度以下の温度で一定の加工を与え、加工硬化により強度を上昇せしめる処理であるが、本処理を施せば通常強度は大となるが、靱性は低下する。然るに本合金の用途より考え、高温に於ける強度と共に靱性が要求され、之等の性質は H.C.W. の処理法即ち加工法、加工温度、加工度、前処理等の影響をうけることが予想される。筆者等は之等の影響を調査して優秀な機械的性質の本合金を得るため以下の研究を行った。

## II. 供 試 材

供試材は 100 kg 塩基性高周波電気炉により溶解した

もので、Table 1 に示す如き標準化学成分の Timken 16-26-6 である。

供試材は何れも鍛錬比 5 以上に鍛伸後一定寸法に機械仕上し H.C.W. を行い仕上寸法を常に一定寸法となる如くし、所望の加工度を得る如くした。H.C.W. 後は 650°C×6h 空冷なる応力除去焼鈍を行った。H.C.W. に於ける加工度は H.C.W. 前の機械仕上時の断面積と H.C.W. 後の平均断面積の減少率を以て示し、加工温度は H.C.W. 前の加熱温度として表した。

## III. H.C.W. 前の固溶化処理の影響

H.C.W. 前に 1150°C にて 1h 及 10h の固溶化処理を施し、高温引張、衝撃、クリーブ破断試験に及ぼす影響をしらべた。又 H.C.W. と比較の為固溶化処理後 750°C×25h の時効処理した場合についても実験を行った。

Table 2 に常温及び 650°C に於ける高温引張試験及びクリーブ破断試験結果を示す。クリーブ破断試験は試験温度は 650°C, 試験応力は H.C.W. 後の試験片には 31.5 kg/mm<sup>2</sup>, 時効処理の試験片には 25 kg/mm<sup>2</sup> とした。

固溶化処理時間が長くなると H.C.W. 及び時効何れの場合も粒内析出は多くなり, 降伏点は高く, クリーブ抵抗は大となる。固溶化処理時間が短い時は粒界析出が多くなり, その為高温抗張力は少々下り降伏点は明らかに低下する。

高温引張試験及び衝撃試験では固溶化処理時間が短い時は粒界析出の為靱性が低いが, クリーブ破断試験では固溶化処理時間が長いときは粒内析出が著しくなる為に, 短時間試験とは逆に固溶化処理時間が長くなると靱性は低下する。

以上の固溶化処理時間の機械的性質に及ぼす影響は時効処理の場合より H.C.W. のときの方が顕著にあらわれる。

#### IV. H.C.W. の加工温度及加工度の影響

本合金にて翼車を製造する場合通常固溶化処理を行わず H.C.W. を行っているため, この工程に従って 700°C にて 10, 20, 30% の加工度を目標とし H.C.W. を行つたとき, 1150°C×1h 水冷の固溶化処理後 700, 800, 900°C の加工温度にて夫々 10, 20, 30% の加工度を目標として H.C.W. を施した試験片を製作した。試験法としては前節同様 650°C 31.5kg/mm<sup>2</sup> の条件にてクリーブ破断試験を行つた。Table 3 に試験成績を示す。

固溶化処理を行わず H.C.W. を行つたときは同一加工温度にて固溶化処理後 H.C.W. した時と比較して硬度差はないが, クリーブ破断試験では破断時間は少くなり, 靱性は向上する。固溶化処理後 700~900°C にて H.C.W. を行くと, 加工温度が高くなると破断時間は著しく短くなり靱性は大きくなる。加工温度 900°C のときは特に破断時間が短くなるが, 800°C 以下では破断時間 100h 以上で靱性もかなり有する加工条件がある。加工度の影響は本実験では未だ不明瞭であるが概して加工度と共に破断時間, 伸共に減少する。

#### (67) 耐熱鋼の研究 (X)

(含 Ti, B 16-25-6 の析出並びに溶体化現象)

Study on the Heat-resisting Steel (X)

Eiichiro Asano.

東都製鋼 技術部 浅野 栄一郎

## I. 緒言

Timken 16-25-6 耐熱鋼の諸性質に関しては既に (IX 報) にわたつて報告し, 今後も更に実験を続ける予定ではあるが, 今回は含 Ti, B 16-25-6 合金の析出現象について実験を行つた。16-25-6 合金に対する Ti の影響及び特に B の影響については今迄に殆んど報告が見当たらないので, 今回は Ti, B の影響の第一歩としてその析出現象を調べた。

16-25-6 合金の標準成分のものには, 0.16%N が含まれており, この N が耐熱鋼の性質を向上せしめているものであることは既に報告したが, 実際の溶製の場合には N は Fe-Cr-N の形で添加することとなり, 一旦 Fe-Cr を窒化する操作が必要であるので煩雑たるをまぬかれない。一方, 最近の海外の耐熱合金では Ti の及ぼす特性を利用しているものも少なくなく, 又著者も (V) 報以後の実験で脱 N の為に Ti を加えた試料を使用した。Ti の効果は此等の実験結果からも充分想像されるので 16-25-6 合金に N の代りに Ti を加える場合を想定して実験を行つた。又, B に関しては, B は主として焼入性を改善する為に用いられるのが現状ではあるが, 耐熱合金の耐熱性を改善するという報告 (但し 16-25-6 合金の例ではないが) も一, 二見られるので 16-25-6 合金に及ぼす B 添加の影響をも調べることにした。

## II. 試料及び実験方法

試料は Table 1 の如き化学成分のものを高周波電気炉にて 3kg づつ溶製し, 熱間鍛造を加えて実験試片とした。実験方法に関しては, 析出に関する実験は (V) 報の方法と同じく, 又溶体化に関しては (VI) 報の方法と同様な条件にて試験したので詳細は略する。

Table 1

Marks	C%	Si%	Mn%	Ni%	Cr%
#D 1	0.04	0.729	1.33	23.42	17.14
#D 2	0.06	0.812	1.31	24.20	17.00
#D 3	0.06	0.477	1.29	23.40	17.14
#D 4	0.09	0.467	1.17	26.72	16.49

  

Marks	Mo%	Ti%	B%	Fe%
#D 1	7.29	0.68	—	Balance
#D 2	7.15	1.86	—	//
#D 3	7.23	—	0.085	//
#D 4	6.86	0.19	0.032	//

## III. 実験結果及び考察

### (1) 熱間鍛造後の固溶体化処理