

5) J. H. G. Monypenny: Stainless Iron and Steel vol. II p. 151

Jl. Iron. Steel Inst 183 (1956) 254

6) Paul G. Bastien, Jacques M. B. Dedieu:

7) F. A. Hodierne, C. E. Home: Jl. Iron. Steel Inst. 171 (1952) 249

5% Cr 含有鋼の耐熱鋼としての適性について†

小 柴 定 雄*・九 重 常 男**

AN ADAPTABILITY OF 5% Cr-CONTAINING STEEL FOR HEAT-RESISTING APPLICATIONS

Sadao Koshiba Dr. Eng. and Tsuneo Kunou

Hot work die steels have been lately used for structural materials of airplanes and reported that they showed superior results for high temperature services. DAC and DBC which contains 5% Cr are produced in Hitachi Metal Industries Ltd. as die steels for die casting. And therewith the writers studied on quenched and tempered hardness due to different heat treatment, mechanical properties at high temperature strength and oxidation resistance of these steels, for the purpose of inspecting their adaptability for heat resisting uses. It was concluded that both DAC and DBC showed good properties as heat-resisting steel at available temperature below about 600°C.

I. 緒 言

最近航空機部品の耐熱構造用鋼に熱間ダイス鋼が転用され優秀な成績をおさめている。この熱間ダイス鋼は Cr が約 5% で、これに V, Mo および W を 1% 前後含有しており、成分的にみても 600°C 以下の使用温度ではかなり大きな耐熱性を有するものと考えられる。日立金属工業株式会社安来工場においてはダイキャスト用ダイス鋼として DAC および DBC の両鋼種を製造しているが、両鋼種の成分が前述の熱間ダイス鋼に類似している点より、高温機械的性質、耐酸化性およびラプチャー強度をしらべ、耐熱鋼としての適応性をしらべた。

II. 実 験 試 料

両試料とも流れ品の一部を 15 mm 角に鍛伸し、800°C にて焼鈍を行つてのち、硬度試料、高温抗張試験片、

耐酸化試料、ラプチャー試験片を作製して試料とした。両鋼種の化学成分を Table 1 に示す。なお米国において研究された試料の化学成分を Table 1 に併記した。A 試料は DAC 鋼、B 試料は DBC 鋼に相当するがいずれも V はやや低い。

III. 実 験 結 果

(1) 焼入温度と硬度との関係

ダイス鋼として使用する場合は普通油焼入を行うが、両鋼種とも自硬性の大きい鋼種であり空冷にても充分なる焼入硬度が得られる。また作業上の点においても油冷に比し簡単となり、焼割れなどの欠点もなく小物の場合は空冷による方がよい。航空機部品の耐熱構造用鋼として使用される場合は主としてボルト、ナットなどの小物であるため焼入は空冷とした。Fig. 1 に焼入硬度を示す。なお試料は 15×15×15 mm とし各焼入温度における保持時間は 30 分間とした。両鋼種とも焼入温度の上

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	1.02
DBC	0.38	0.85	0.37	0.018	0.005	0.13	4.97	1.48	1.41	0.50
A (USA)	0.38	1.10	0.34	—	—	0.15	5.21	—	1.38	0.40
B (ノ)	0.32	0.95	0.44	—	—	0.12	5.00	1.31	1.36	0.18

† 昭和 32 年 4 月本会講演大会にて発表 * 工博, 日立金属工業株式会社安来工場
** 日立金属工業株式会社安来工場

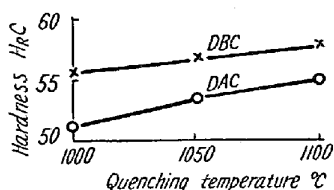


Fig. 1. Relation between quenching temperature and hardness.

昇するにしたがつて硬度は増大する。しかして各焼入温度ともDBC鋼がDAC鋼より高い硬度を示す。Photo. 1およびPhoto. 2に両鋼種の1100°C空冷の組織を示したが、DAC鋼はDBC鋼に比し組織が細い。

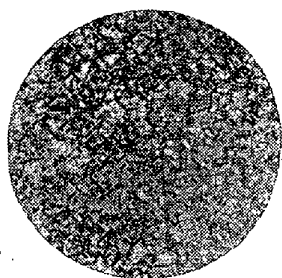


Photo. 1. $\times 420$ (2/3)
Microstructure of sample DAC
(1100°C \times 1/2h air cooling)

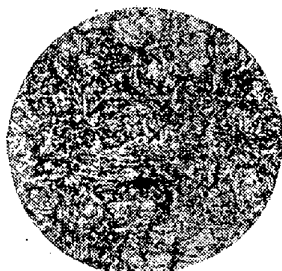


Photo. 2. $\times 420$ (2/3)
Microstructure of sample DBC
(1100°C \times 1/2h air-cooling)

(2) 焼戻温度と硬度との関係

1,000, 1,050°C および 1,100°C の3種の温度より空冷後 200~700°C に各1時間焼戻を行つて硬度の変化をしらべた。その結果を Fig. 2 に示す。1,000°C 空冷の場合は両鋼とも焼戻温度 550°C まで焼戻温度が上昇しても硬度に大差は認められないが、焼戻温度 600°C 以上ではやや急激に硬度を低下する。しかして各焼戻温度を通じDBC鋼がDAC鋼に比し高い硬度を示す。1,050°C 空冷の場合は焼戻温度 400°C まで硬度に大差なく 500°C より増大して 550°C で最高硬度を示す。これは残留オーステナイトの分解によるためである。焼戻温度 600°C 以上では硬度は急激に減少する。1,100°C 空冷の場合は、1,050°C 空冷の場合と同様の傾向を示す。しかして空冷温度の上昇するにしたがつて焼戻硬度は増大す

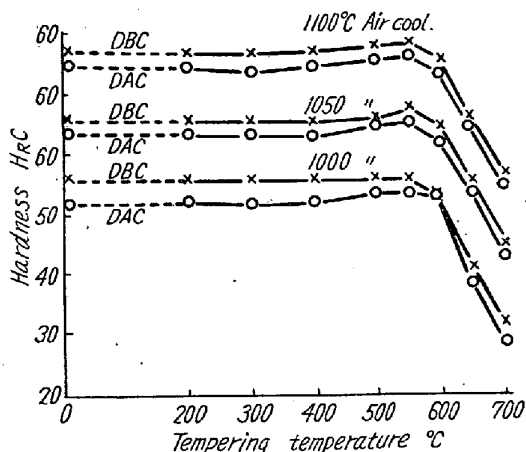


Fig. 2. Relation between tempering temperature and hardness.

る。またDBC鋼はいずれの場合もDAC鋼より高い焼戻硬度を示す。

(3) 高温機械的性質

平行部 7mm 丸の高温抗張試験片およびシャルピー衝撃試験片を製作し、1,050°C および 1,100°C より空冷後 600°C に5時間ならびに 650°C にて3時間焼戻を行つてのち、400~800°C の試験温度における高温機械的性質を測定した。その結果を DAC 鋼は Fig. 3 および Fig. 4, DBC 鋼は Fig. 5, Fig. 6 に示す。

1,050°C 焼戻の場合、DAC 鋼の抗張力は試験温度の上昇にしたがいややいぢるしく減少する。伸および絞りは抗張力と逆の傾向を示す。衝撃値は試験温度650°C

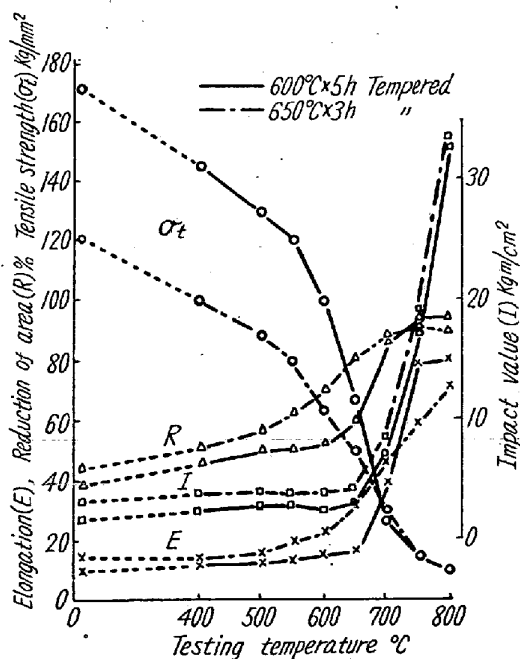


Fig. 3. Relation between testing temperature and mechanical properties.
(Sample DAC 1050°C air cooling)

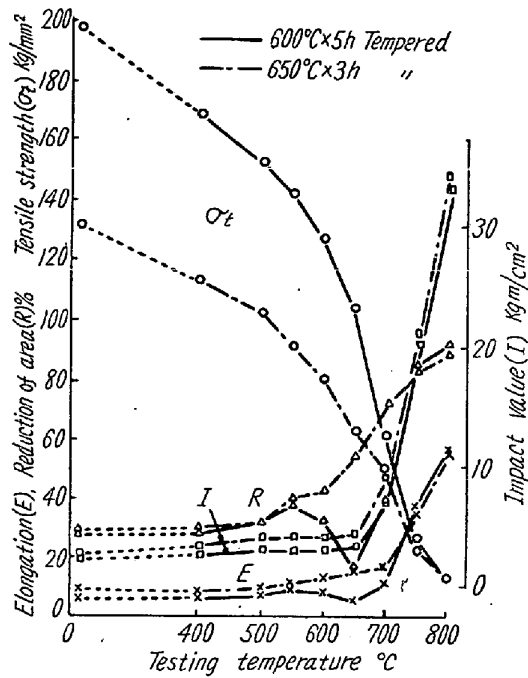


Fig. 4. Relation between testing temperature and mechanical properties. (Sample DAC, 1100°C air cooling)

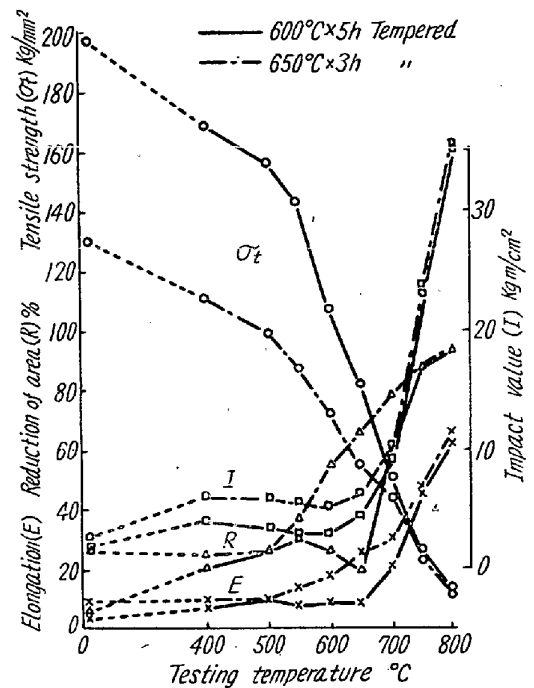


Fig. 6. Relation between testing temperature and mechanical properties. (Sample DBC, 1100°C air cooling)

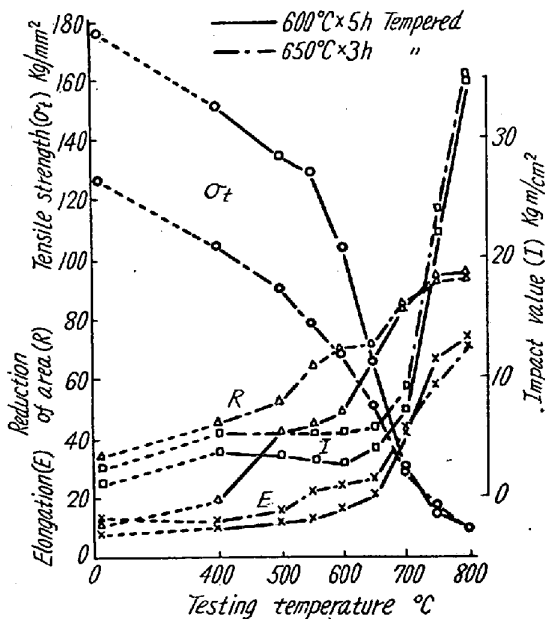


Fig. 5. Relation between temperature and mechanical properties. (Sample DBC, 1050°C air cooling)

までほとんど変化なく 700°C より急激に増大する。焼戻方法による変化は 600°C 焼戻の試料は 650°C 焼戻の場合に比し抗張力は大きい。伸、絞りおよび衝撃値は小さい。しかして試験温度 700°C 以上では両者間に大差はない。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する。伸、絞りおよび衝撃値は温度の上昇にしたがい増大するが焼戻温度 600°C の場合の伸お

よび絞りは試験温度 650°C で一度減少する。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。しかして 1,050°C 空冷の場合に比し 1,100°C 空冷の場合抗張力は高いが伸、絞りおよび衝撃値は低い。DBC 鋼の高温機械的性質は Fig. 5, 6 に示すごとく DAC 鋼の場合と同様の傾向を示す。両鋼種の抗張力を比較すれば 1,050°C 焼入の場合は焼戻温度 600°C および 650°C いずれの場合も DBC 鋼が DAC 鋼に比し大きく、1,100°C 焼入の場合は逆の傾向を示す。絞りは 1,050°C 焼入の場合は DAC 鋼が大きく、1,100°C 焼入の場合は 600°C 以下の低温では DAC 鋼が大きい。650°C 以上は逆に DBC 鋼が大きい値を示す。伸は 1,050°C 焼入の場合は DAC 鋼が大きく、1,100°C 焼入の場合は両鋼種間に大差は認められない。しかして 700°C 以上の高温では DBC 鋼が大きい。衝撃値は両鋼種間で大差は認められないが DBC 鋼がやや大きい傾向を示す。

つぎに Table 2 に A および B 試料の高温機械的性質を示す。同表に DAC 鋼および DBC 鋼の高温機械的性質を併記したが各試験温度における数値は前記 Fig. 3 および Fig. 5 より採つた値である。熱処理方法が異なるため十分なる比較はできないが DAC および DBC の両鋼種は A および B 試料に比しかなり大きい抗張力を示すが、伸および絞りは小さい。

Table 2. Mechanical properties of specimens.

	Temp °C	R. T.			407			482			532			593		
		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 AC 593°C × 3h Temper Rc 44	151.9	13	40	119.7	17	56	108.5	20	65	101.4	19	65	77.0	21	69
B	" Rc 44	143.5	12	42	127.4	18	49	116.9	19	55	95.9	25	64	84.7	18	72
DAC	1050°C CAC 600°C × 5h Temper Rc 51.2	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	" Rc 51.8	175.7	8.0	11.9	148.5	10.0	20	136.3	11.9	37.6	130.0	12.2	42.9	106.0	16.0	48.0

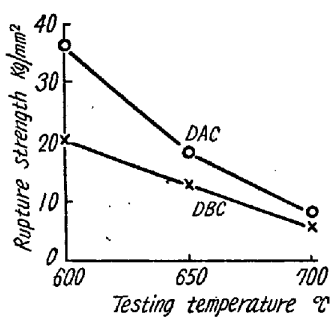


Fig. 7. Relation between testing temperature and rupture strength (100h)

果を Fig. 7 に示す。両鋼種間では各試験温度とも DAC 鋼が DBC 鋼に比し大きいラプチャー強度を示す。なお DAC 鋼の 600°C の値は LCN-155 および H 46²⁾ 耐熱鋼に匹敵するものである。しかし 650°C では LCN-155²⁾ に比し約 10 kg/mm² 低い。

(5) 耐酸化性

試料は 10mm 丸×20mm とし表面をエメリー紙 04 まで研磨して、ベンゾールおよびエーテルにて洗滌し、直径 30mm、高さ 30mm の磁性坩堝に入れ管状電気炉にて 650、700°C および 750°C の 3 温度に 20 時間加熱して酸化増量を化学天秤にて秤量した。その結果を Fig. 8 に示す。なお試験前の両鋼種の熱処理はラプチャー試験の場合と同様である。両鋼種とも試験温度の上昇にしたがって酸化増量は増大するが、DBC 鋼は各温度とも DAC 鋼に比し酸化増量が多い。また両鋼種とも LCN-155 および H 46²⁾ の酸化増量に比しかなり大きい値を示す。

(4) ラプチャー強度

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 にて 3 時間焼戻を行つてのち 600、650°C および 700°C の温度における 100 時間のラプチャー強度をしらべた。その結果を Fig. 7 に示す。

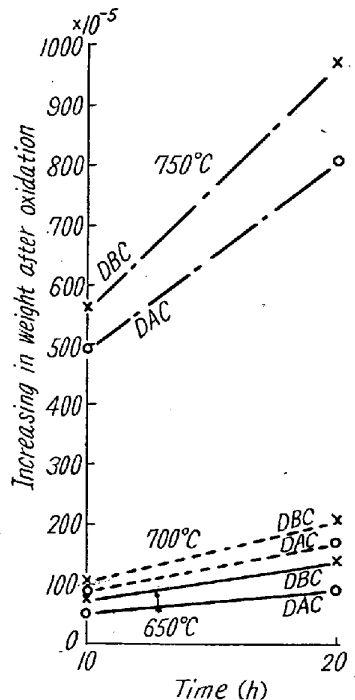


Fig. 8. Relation between time and increasing in weight after oxidation.

(3) DAC および DBC 両鋼種間ではラプチャー強度および耐酸化性は DAC 鋼が DBC 鋼に比し好結果を示し、耐熱鋼としては DAC 鋼がすぐれている。

終りに本実験に終始熱心に従事された冶金研究所田中康平所員に深甚なる謝意を表す。(昭和32年5月寄稿)

文 献

- 1) F. Loria: Materials & Methods, 42 (1955) No. 2, 94
- 2) 小柴, 九重: 安来研報, 第 890 号 (昭30-10)

IV. 結 言

以上の実験結果を要約するとつぎのごとくなる。

(1) ダイキャスト用ダイス鋼 DAC および DBC 両鋼種の航空機部品耐熱構造用鋼としての耐熱性をしらべるため熱処理硬度、高温機械的性質、ラプチャー強度および耐酸化性をしらべた。

(2) 両鋼種とも 650°C 以上の高温においてはいちじるしく耐熱性を低下するが、600°C 以下の温度では大きい耐熱性を有し、600°C までの使用温度では有効である。