

Table 2. Quenching method of specimens tested.

Quenching condition	Quenching method	Cooling velocity (°C/mn)		Note.
		Average cooling rate from 800°C to 300°C	Average cooling rate at 700°C	
1.	30mmφ × 165mm oil quenching	440	850	
2	Special cooling (A) cooling air : 850m ³ /h	33.3	70	Correspond to oil quench at 3/4R position of dia. 200 mm material
3	Special cooling (B) cooling air : 300m ³ /h	13.3	29	Correspond to oil quench at 3/4R position of dia. 200 mm material
4	Special cooling (C) cooling air : 180m ³ /h	8.4	15.5	Correspond to oil quench at 3/4R position of dia. 200 mm material

を使用して各種直径の鋼材の油焼入, 3/4R の位置に相当する冷却曲線を計算的に求め, この実験に採用した焼入条件に相当する鋼材の直径を算出したものである。焼入性能におよぼす各種元素の効果を取纏めるとつぎのごとくである。

a) Mo: Mo 量を 0.28, 0.45, 0.60 と変化させた場合 焼入性能は Mo=0.45 付近でほぼ飽和に近くなる傾向を示した。Mo 量が 0.28 から 0.45 に増加すると臨界直径 (油焼入, 3/4R の位置で 50% マルテンサイトの得られる径) は 250mm から 350mm に増加するが, Mo の効果は 14°C/mn 以下の冷却速度 (350mmφ 以上の鋼材) になると効果が少いといえる。

b) Ni: Ni の効果は大きく, 添加量の増加とともに焼入性を増大させる。Ni 2.5% 材および 3.0% 材の臨界直径はそれぞれ 420mm および 470mm で, 0.6% までの Mo の添加に比べ焼入性改善効果がいちじるしく大きい。この実験で認められた Ni の効果は Boyd-Field が示している合金元素の相乗係数といちじるしく相異なることが認められた。

c) Cr: Cr の効果は Ni の場合と同様, 添加量の増加とともに大きな焼入性改善効果を示し, Cr 1.25% は Ni 2.5% 材と Cr 1.65% 材は Ni 3.0% 材とほぼ同等の焼入性能を示した。

d) C: C 量が 0.4→0.36→0.33% と減少するにしたがい焼入性能は段階的に減少し, 臨界直径は 350mm から 200mm に低下した。一方遅い冷却速度範囲 (8°C/mn またはそれ以下) になると, C 量にかかわらず不完全焼入の程度が大きくなるので, 焼入硬度, 組織におよぼす C の効果は小さくなる。

e) V: Mo=0.45 および 0.60% 材に V をそれぞれ 0.1% 添加したが, V の焼入性改善効果は認められず, Mo=0.45% の場合には逆に焼入性の低下することを認めた。この理由としては, 選択した 900°C のオーステナイト化温度におけるカーバイトの固溶の問題が考えられる。

V. 結 言

SNCM 8 を基準成分とし, Ni, Cr, Mo, C, V などの焼入性能におよぼす効果を調べた結果, Ni, Cr, Mo の添加が焼入性向上に最も効果があること, Mo は, その含有量が 0.45% 程度で焼入性改善効果がほぼ飽和に近くなる傾向のあること, したがって大直径の鋼材の焼入性には効果が少いこと, V は焼入性にはほとんど効果がなく, また C の減は焼入性を連続的に減少せしめることなどを認めた。

(124) 構造用低合金鋼 (SNCM 8) の焼入諸性質におよぼす合金元素の効果について

(構造用低合金鋼の研究—II)

神戸製鋼所, 神戸研究部

理 中野 平・〇牧岡 稔・新名英司

Effect of Alloy Elements on Temperability of Low-Alloy Structural Steel (SNCM 8).

(Study of low-alloy structural steel—II)

Taira Nakano, Minoru Makioka, Eiji Niina.

I. 緒 言

さきに報告した構造用低合金鋼 (SNCM 8) の焼入性

能におよぼす合金元素の影響についての調査に引続き、上記合金元素の焼戻諸性質—焼戻軟化抵抗、展延性、および靱性—におよぼす影響を比較検討したので報告する。

II. 実験材並びに実験方法

使用した実験材および質量効果を調べるために選択した4通りの焼入条件の詳細は、前報に述べた通りである。焼入れ後、各試験材は抗張力が80~130 kg/mm²の範囲内で3通りに変化するように475~675°C間の適当な焼戻温度を選択して4hまで焼戻を行なった後急冷し、引張試験およびシャルピー衝撃試験を実施した。

III. 実験結果ならびに考察

1) 焼戻軟化抵抗について

Fig. 1に完全焼入材(焼入条件①)の焼戻軟化抵抗におよぼす合金元素の影響を示した。

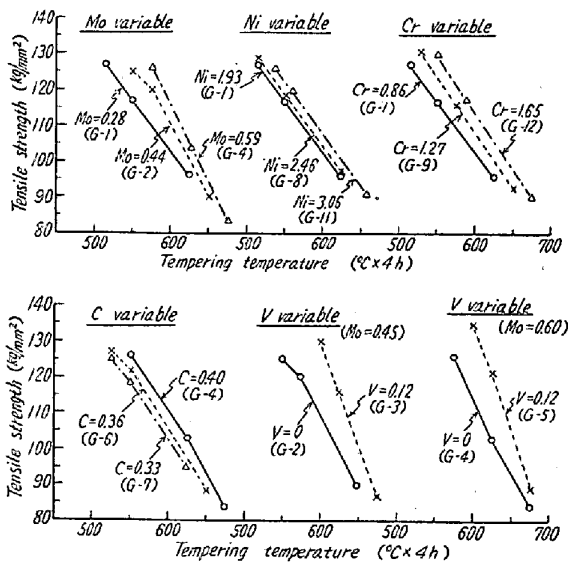


Fig. 1. Effect of alloy elements on resistance to tempering.

焼戻軟化抵抗は合金元素の含有量に比例して増大するが、Niの効果はきわめて小さい。Cr, Moは、Vの軟化抵抗性におよばないが、ほぼ同程度の大きな軟化抵抗を示した。この実験で認められた合金元素の効果は従来から報告されている事実とよく一致している。

2) 伸びおよび絞りについて

抗張力80~130 kg/mm²の範囲に調質した場合の各種焼入条件に対する抗張力—伸び、抗張力—絞りの関係におよぼす合金元素の影響を調べた結果、伸びにおよぼす焼入冷却速度および合金元素の影響は明瞭に現われなかった。一方絞りにおいては、焼入冷却速度が小さくなるにしたがって、その値が低下する傾向がすべての実験材において明瞭に認められたが、合金元素の効果は明瞭でなかった。

3) 靱性について

4通りの焼入条件で調質した試験材について、常温~ -70°C間のシャルピー衝撃試験を行い、衝撃遷移曲線を求めて、常温および低温における衝撃値におよぼす合金元素の効果を考察した。Fig. 2は常温および -40°Cにおける衝撃値と硬度の関係を基準成分(G-1)を代表例として示したもので、この図表で認められる焼入冷却速度と衝撃値の関係は、すべての実験材について同一傾向で冷却速度の低下は衝撃値を連続的に低下させる。

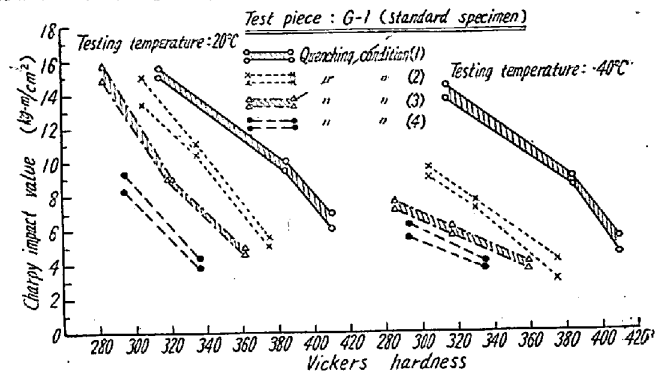


Fig. 2. Relation between hardness and impact value at room temperature and -40°C.

靱性の比較は、同一硬度または同一強度で行う必要があるため Fig. 2に示したような各試験材に対する硬度—衝撃値の関係から Hv 330, および Hv 390における常温および -40°Cの衝撃値を求め、各合金元素別に整理した。Fig. 3に Hv 330, 常温における衝撃値におよぼす合金元素の効果を代表例として示す。実験結果を同一焼入組織における場合と同一直径の鋼材を同一強度に焼戻しを行なった場合との2面から考察を行うと次のごとくである。

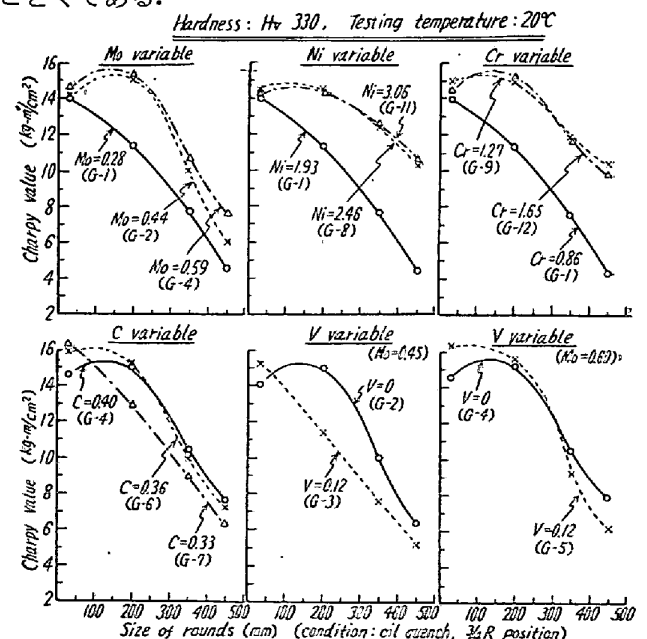


Fig. 3. Effect of alloy elements on impact value.

a) Mo: Mo は高抗張力域 (120 kg/mm² 前後) で
の靱性改善にいちじるしい効果を有し、この効果は完全
焼入、不完全焼入を問わず認められる。また Mo 量を
0.6% まで増加させることは、焼入冷却速度 30°C/mn
までの鋼材の靱性を改善する上に最も効果的である。

b) Ni: Ni を増加することは完全焼入状態の靱性にはほとんど効果を示さないが、不完全焼入状態の靱性にはきわめて大きな効果を示す。また Ni 2.5~3% に増加させると、冷却速度の遅い範囲 (1.5~8°C/mn) の靱性改善上最も効果的で、かつ Ni の添加は低温における靱性をいちじるしく向上させる特長がある。

c) Cr: Cr は全く靱性を改善させないが、焼入性増大効果が大きいので、Ni と同様冷却速度の遅い範囲での常温の靱性を相当向上させる。併し Ni とはことなり低温の衝撃値を大巾に低下させる傾向がある。

d) C: C量を減少させることは、完全焼入、不完全焼入を問わず、また強度の如何にかかわらず衝撃値をいちじるしく向上させる。しかしながらCの減少は焼入性を低下させるので対称となる鋼材直径を十分吟味する必要がある。

e) V: Vの靱性改善効果は小さいが、高強度域ではややその効果がいちじるしくなる。しかし Cr と同様低温衝撃値を低下させる傾向が認められた。

IV. 結 言

SNCM 8 を基準成分とし、Ni, Cr, Mo, C, V の焼戻諸性質におよぼす効果を比較した結果、次の諸項が認められた。

1) 軟化抵抗は Ni→Cr→Mo→V の順で大きくなる。

る。

2) 伸び、絞りにおよぼすこれらの元素の効果は明瞭に認められなかつた。

3) 常温の靱性を向上させる元素として、冷却速度の比較的早い範囲 (250 mm φ 以下の鋼材) においては、Mo が有効であり、冷却速度がこれ以下の場合、Ni, Cr が有効である。一方低温の靱性を向上させる元素としては Ni が最も有効で Cr, V は靱性を低下させた。Mo は冷却速度の早い範囲においては、靱性を向上させる。高強度域においては、Mo および V が靱性改善上効果があるようである。なお焼入性能を十分考慮しつつ C 量を低下させることは靱性改善上大きな効果がある。

(125) Mo-V 低合金耐熱鋼の基礎的研究

日本特殊鋼

工博 出口喜勇爾・○中島 治男

Fundamental Study on the Mo-V Low-Alloy Heat-Resisting Steel.

Kiyoji Deguchi, Haruo Nakajima.

従来わが国では Supercharger などの試作段階においてはとかく安全を期して必要以上に高合金鋼を選ぶ傾向のあつたことは無理からぬところであるが、それぞれの設計条件に対し十分使用に耐えしかもなるべく低合金であるごとき耐熱鋼を選択することは重要なことである。

Table 1. Heat-resisting Mo-V construction steel (Böhler).

Mark	Chemical composition %			Heat-treatment °C			
	C	Mo	V	Annealing	Hardening	Tempering	
DMV 83	0.15	0.8	0.3	680~700 Fc. Cool	950~980 Oil	650~700 Air cool	
Room-temperature mechanical property				High-temperature strength property kg/mm ²			
Yield point kg/mm ²	>60			Temperature °C		500	550
Tensile strength kg/mm ²	70~85			DVM Creep-limit		25	20
Elongation % (L=5d)	>14			1 % Creep-limit	1,000 h	28	17
Impact value kgm/cm ² (DVMR)	> 8				10,000 h	21	12
					100,000 h	14	6
				Rupture strength	1,000 h	30	25
					10,000 h	23	17
					100,000 h	15	8