

加熱時間を決定している炉内温度は熱電対の位置に關係するであろうし、燃焼ガスの輻射、対流、炉壁からの輻射、鋼塊からの輻射などの伝熱によつて決まるものである。熱電対取付位置から考えると取付位置の炉壁温度に近いものと思われるが今後明らかにする必要がある。

3.4 炉内温度、2次空気温度、煙道排ガス温度

炉内温度から鋼塊温度を一意的に推測することは炉内温度が前述のごとく種々の要因を含み複雑であるため不可能である。しかし炉の操業状態は炉内温度の推移からある程度推測できる。炉内温度の上昇は装入鋼塊の含熱量、装入重量、重油流量によつて異なるがある一定のパターンをもっている。1000~1100°C 位までは短時間で上り、装入時の炉内温度は日常操業の範囲ではほとんど問題にならない。その後直線的に上昇し、設定温度に達する。オーバーシュートはほとんどない。(比例帯12%リセット率 0.35 l/min)

炉壁温度分布がわかれば、炉損失がわかり、炉の効率も推測でき、燃料の燃焼熱から鋼塊の含熱量が計算できる。それゆえ炉内温度は炉壁温度分布を知る上で有力な情報量であることがいえ、2次空気温度、排ガス温度も炉の入出熱を計算する上で必要である。2次空気温度、煙道排ガス温度の推移は Fig. 2 に示すとおりである。

3.5 炉損失

炉損失を定量的に把握できるなら、前述のごとく鋼塊の含熱量は推定できることになる。炉損失は炉壁より熱伝導により外部に逃げる熱量、炉壁に蓄積される熱量、炉蓋隙間より外気に逃げる熱量などの和であるが、それは炉の操業状況によつて決まる。炉壁温度が均一になつた場合には炉損失は一定であると考えられ、それは装入条件には無関係である。

1hr ごとの熱バランスを計算した結果の炉損失は Fig. 4 に示すとおりであり、炉壁温度が安定したと考えられる均熱期においては装入重量にはほとんど依らないことを示している。しかし加熱期においては炉壁温度は一定でないから炉損失は一定でなく炉内温度だけから炉損失を決定することはできない。一般に炉損失は次の函数形と考えられる。

$$Q(t) = Q(X_1, X_2, X_3, X_4, t) \quad 0 < t \leq T_1$$

$$Q(t) = Q_0 \quad t > T_1$$

$Q(t)$: 炉損失 [kcal/hr]

X_1 : トラックタイム [hr]

X_2 : 最大設定重油流量 [l/hr]

X_3 : 装入重量 [t]

X_4 : 炉内温度 [°C]

t : 装入後の時間 [hr]

T_1 は炉壁温度が一定する時期で加熱時間に密接な關係があると思われる。 $t > T_1$ においては炉損失は一定量 Q_0 になる。この Q_0 は炉自体の特性であり、個々の炉により異なり、経年による炉壁、炉床のいたみで大きくなる。そのため1ヒートにおける炉損失の変化だけでなく、長期間における均熱期での炉損失を把握する必要がある。

4. 結 言

炉損失から鋼塊含熱量を逆算して推定する方法は非常に誤差が大きくなる危険性を含んでいる。しかし鋼塊

含熱量自体が多くの変因により複雑で実測が難しい。単なる焼上り重油流量、均熱時間より焼上り抽出時期を決定するより、炉損失を定量的に把握できれば、他の入出熱に関する情報量は計測が容易であるから、それらからの焼上り抽出時期の方が精度良い推定ができることは明らかである。

抽出鋼塊の焼上り具合の適否については表面温度の測定と圧延における変形抵抗の測定により、その偏差分を炉損失の補正として帰還して、次回ヒートの鋼塊含熱量の推定を行なえばよい。今後は炉損失の定量化を進め特に炉内温度と炉壁温度分布の關係、鋼塊位置による伝熱の相違について明らかにしていく考えである。

文 献

- 1) R. KREMER: Neue Hütte, 6 (1964), p. 358
- 2) 千原, 白井: 日本鋼管技報, 36 (1966), p. 10

(132) 加圧凝固による型用鋼材の製造研究

日本製鋼所, 室蘭製作所

鹿野昭一・○佐々木誠・曾我政雄

Study of Manufacturing Die Block by Direct Forging on the Molten Steel under High Pressure

Shōichi SHIKANO, Makoto SASAKI and Masao SOGA

1. 緒 言

溶鋼を高圧下で凝固させることによつて、収縮孔、気泡、微小空隙(ザク疵)などの欠陥防止ならびに押湯の節約などとあわせて偏析の少ない均質鋼塊の製造が可能である¹⁾。

加圧凝固のこのようなすぐれた作用を効果的に活用しうる製品のひとつとして型用鋼材を選び、実用化と新製造方式について実験を行なつた。

2. 従来の製造法による型用鋼材の問題点

型用鋼材は主として自動車部品等の型打鍛造の金型として用いられているが、使用条件が苛酷であつて、要求性能もかなり高度である。型用鋼材に対する第1の要求は金型の寿命の長いこと、第2には低価格であることである。

2.1 金型の寿命

金型の寿命に関する因子としては型打作業条件による要因も多数あつて、型寿命が必ずしも型用鋼材そのものの品質に直接結びつかないが、型打作業条件に関する諸因子を同一条件下におくと、靱性-抗張力(降伏点)、3方向の材力、内外部の材力および非金属介在物などが型用鋼材の型寿命を左右する代表的特性値として上げられる。

2.2 コスト

従来法による型用鋼材の材料歩留は他の中型鍛造品に比較して良好ではあるが、鍛造用鋼塊には鋼塊底部の湯溜りと押湯を必要とするため 70~75% の低い歩留である。また鋼塊の不均一性と方向性を破壊し深部まで十分な鍛造効果を与えるための鍛造(例えば六面鍛造)の費

用が材料費に次いで大きなコスト高となつている。

3. 加圧凝固法による型用鋼材に予想される利点

3.1 型寿命の向上

普通の造塊法では必然的結果として、鋼材の内部に偏析があるため Fig. 1 に示すように縦方向に対し横方向の靱性が 50~70% 低下している。型用鋼はあらゆる方向に型が彫られるため 3 方向の材力がほぼ等しいことを強く要求されている。したがって縦方向と同様の靱性が横方向でも得られること、また鋼材の内部偏析、非金属介在物の極度に少ない型用鋼材が製造できるとしたら、調質の質量効果を考慮に入れても型寿命はかなり向上される。加圧凝固法では、これらの点に特に有効であることが推定される。

3.2 コストの低減

材料歩留を向上させるには鋼塊底部の湯溜りおよび押

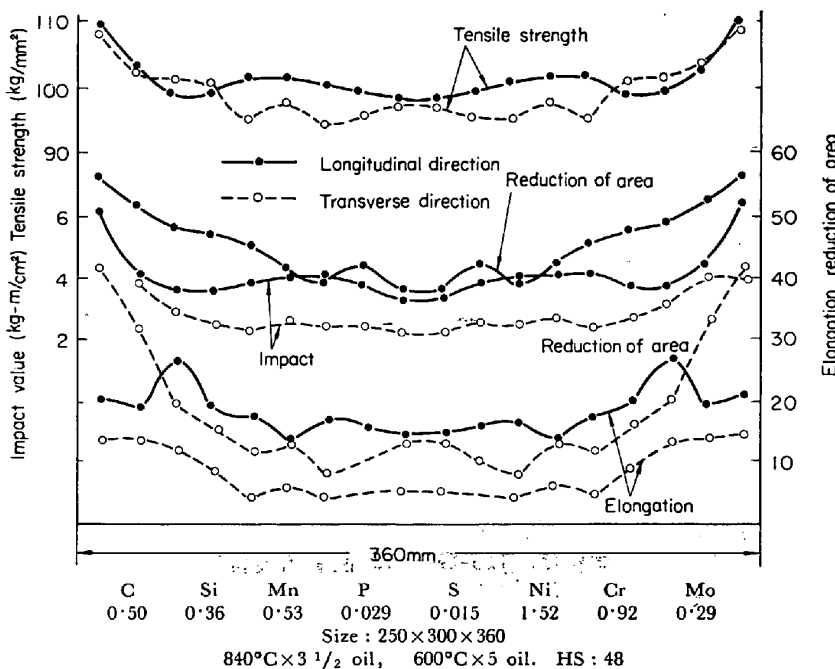


Fig. 1. Mechanical properties of die block by normal process.

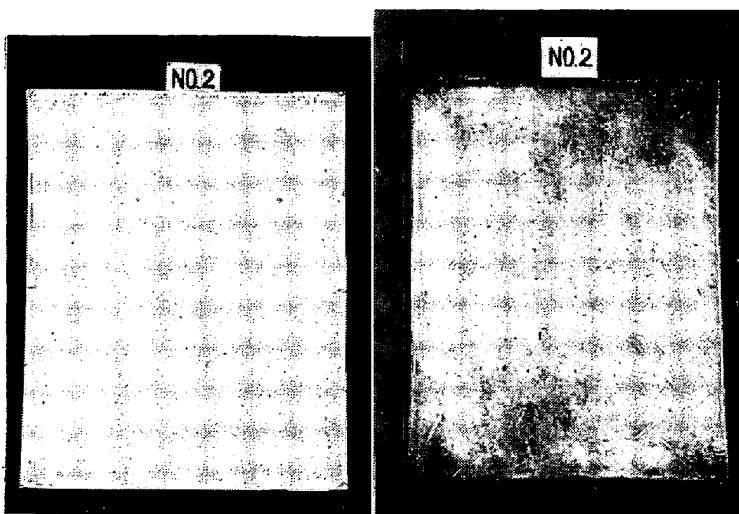


Photo. 1. Sulphur-print and macro-structure of No. 2 specimen.

湯のない鋼塊を製造することで、これによつて総コストはかなり低減する。さらにほとんど鍛造することなく鍛鋼品と同等の品質をもち同時に形状的には鋳鋼品に類似した鍛鋼品を製造することによつて鍛造費は極度に減少する。加圧凝固はこれらの点にきわめて有利である。

4. 加圧凝固による型用鋼材の製造

加圧装置には 2000 t 水圧プレスを用い、金型は実験が容易であること、再現性の高いことおよび工業性のあること等を考慮に入れて新しく考案した。供試材の鋼種は最も一般的な型用鋼材の Ni-Cr-Mo-V 鋼とした。

4.1 実験方法

- i) 溶解炉：塩基性高周波電気炉
- ii) 供試材の化学組成(wt%)：Ni-Cr-Mo-V 鋼
(C: 0.50/0.60, Cr: 0.50/1.0, Ni: 1.0/1.5, Mo: 0.30/0.50, V: 0.05/0.10)
- iii) 供試材の大きさ：320×320×360 ~500 高さ (mm)
- iv) 加圧用金型：金型は外型、内型、底型および押型よりなつている。
- v) 加圧条件
使用プレス：2000 t プレス
加圧圧力：1900 kg/cm²
加圧時間：15~30 min

4.2 実験結果および考察

4.2.1 内部組織

加圧凝固の試験材 (約400 kg) を縦断し中心面のサルファープリントおよびマクロ組織を観察した。その代表例を Photo. 1 および Photo. 2 に示した。その結果、内部に空隙のないもの、および微小空隙のあるものがあつた。切断面のサルファープリントはいずれの試験材も極めて清浄で偏析はほとんど見られなかつた。デンドライトは表層から中心まで大きく成長し両側面および加圧圧力面である T 端面にそれぞれほぼ垂直である。

4.2.2 内部の微小空隙と加圧条件との推計学的考察

の推計学的考察

加圧鋼材には、時として中心部に小さな空隙が残る場合もあるので、この微小空隙と加圧条件との関係を推計学的に考察した。内部の微小空隙は超音波探傷法によつて検出し、欠陥波の大きさおよび分布状態から、良、稍良、良下、可の四段階の品質等級に分類した。

a) 品質等級

- 良：FD-4 型 3 MC, $V_{44}=90\%$ で欠陥波なし
- 稍良：FD-4 型 3 MC, $V_{44}=90\%$ で $(F/B_1) \times 100 \geq 25\%$ が小範囲に点在する。
- 良下：FD-4 型 3 MC, $V_{44}=90\%$ で $(F/B_1) \times 100 = 26 \sim 50\%$ のものが散在する。
- 可：FD-4 型 3 MC, $V_{44}=90\%$ で $(F/B_1) \times 100 = 50 \sim 100\%$ のものが散在する。

以上の分類にしたがつて超音波探傷成績を分類し、これと各実験における各種主要因との関係について推計学的に考察した。

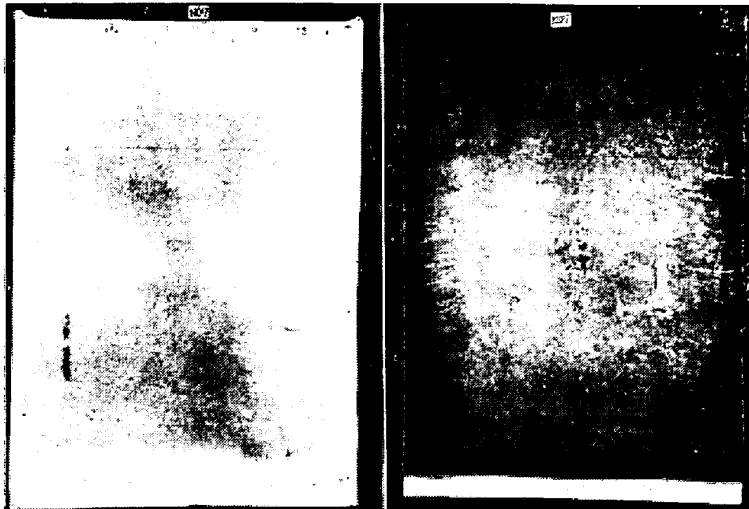


Photo. 2. Sulphur-print and macro-structure of No. 7 specimen.

Table 1. Relation between Ultra-Sonic test's results and preheat or no preheat of steel die.

Results Preheat	Excellent	Better	Good	Rather bad	Total
	Done	0	0	2	5
None	6	4	0	11	21
Total	6	4	2	16	28

b) 考察

i) 鋼種との関係：有意差なし (χ^2 検定法)

ii) 鑄込年度と月との関係：有意差なし (χ^2 検定法)

iii) 溶鋼の温度的要因との関係：鑄込温度は 1530~1560°C がよい。

iv) 圧下量との関係：一定圧下時間における圧下量は大きいほどよい。現在実験に使用している金型および鑄込高さの範囲では圧下時間 20 min で圧下量 25 mm 以上がのぞましい。

v) 金型の予熱の有無との関係： χ^2 検定法による結果を Table 1 に示したが、本実験の各種条件内において金型は予熱をしないほうがよい。

vi) 他のプレスの稼働の有無との関係：加圧凝固中に他のプレスを稼働させることは好ましくない。

5. 結 言

i) 400 kg 前後の合金鋼 (Ni-Cr-Mo-V鋼) の供試材について加圧凝固による型用鋼材の製造について実験を行なった。

ii) 加圧鋼材の中心部に微小空隙のまつたくないものおよびあるものがあつた。内部の微小空隙の消滅または鍛圧着については既報²⁾の通りである。

iii) サルファープリントは極めて清浄で偏析はほとんど認められない。デンドライトは表層から中心部まで大きく成長している。これらは溶鋼の加圧凝固による効果である。

なお、材力的諸問題については別報にゆずる。

文 献

1) 鹿野, 中川: 鉄と鋼, 51 (1965) 4, p.908

2) 鹿野: 鉄と鋼, 51 (1965) 5, p. 913

(136) 鍛接鋼管の温間加工について

日本鋼管, 川崎製鉄所

○上田 清一・広瀬 五男

〃 技術研究所 工博 加藤 健三

東京大学 工博 五弓 勇雄

On the Warmworking of Butt Welded Steel Pipes

Kiyokazu UEDA, Itsuo HIROSE

Dr. Kenzō KATO and Dr. Isao GOKYU

1. 緒 言

鋼材の温間加工については、東大五弓教授らが鋼線について系統的に検討を加えているほか、国内においても2, 3の研究がおこなわれている。

五弓, 橋本によれば, Photo. 1 に示すように, 冷間加工より, 温間加工のほうが転位密度が大であることがわかつていいる。

われわれは従来の温間加工が主として肉厚圧下または断面減少をとともなう加工方法によつておこなわれたことに対して, 鋼管は矯正ロールにより断面変化なしに扁平加工をあたえ, 温間加工をおこなう方式を考え, 検討を加えた。

2. 予 備 実 験

2.1 実験方法

試料は, JIS-G-3452 配管用炭素鋼管による鍛接管20 A (外径 27.3×肉厚 2.6×長さ 200 mm, 化学成分C: 0.05, Si: tr., Mn: 0.42, P, S とともに 0.020%)を用い, 電気炉で加熱 (200°, 250°, 300°, 350°, 400°C の5温度) し, 試験用小型傾斜ロールにより温間加工の予備実験をおこなつた。(試験機概要: ロール外径, 最大 150 mm, ロール長さ: 670 mm, ロール面角: 3°30', ロール傾斜角: 3°, ロール回転数: 20rpm, モータ出力: 20kW)

温間加工効果としては, 矯正作用を利用することを目的として, 試験機で素管に扁平変形 (矯正機ではクラッシュと呼ぶ。後述) をあたえ, 肉厚低下または断面減少を生ずることなしに温間加工をおこなつた。

扁平変形量としては, 試料外径 27.3 mm に対し, 2.3, 1.3, 0.8, 0.3 mm の4水準をとつた。

2.2 実験結果

温度は常温加工を加えて6水準をとり, それぞれ上述の扁平量を加えて温間加工を施し, 加工後, 引張試験をおこなつて温間加工効果を確認めた。引張試験片は JIS 11号によつた。

Fig. 1 はおのおの引張強さ, 降伏点 (または耐力), 伸びの測定結果を示す。(いずれも測定値3個の平均値を示す。) 引張強さは扁平量に比例して上昇し, 250~350