

Fig. 1. Methods to cut-off the forging material and to measure the temperatures.

III. 測定結果

鋼材の測定本数は 80 本であつて鋼材切斷時の直径別 (100mmφ 毎) に測定結果を取纏め Fig. 2~3 に示す。いずれも出炉温度は 1200°C~1240°C (平均 1220°C) であり、材質の影響を避けるため高合金鋼は本測定結果から除外した。

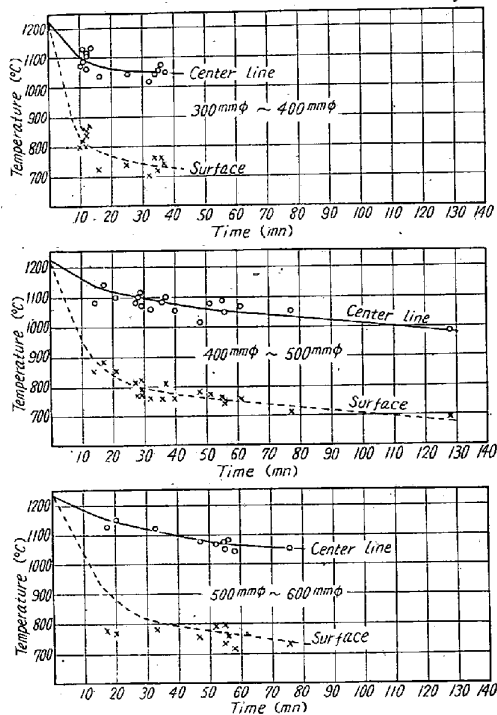


Fig. 2. Relation between the temperatures and the time after discharge from furnace-1.

IV. 結 言

有効で経済的な鍛錬作業を行なうために、大型鋼材の表面と軸心の温度を測定した。

その結果、

(1) 直径 300mm~1200mm の鋼材について表面と軸心部の温度差は出炉から約 1 時間後において約 350°C

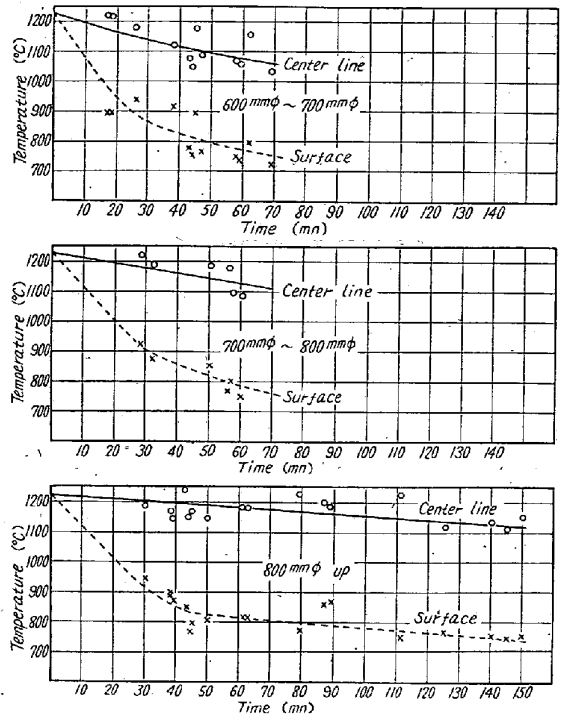


Fig. 3. Relation between the temperatures and the time after discharge from furnace-2.

であつた。

(2) この実験を行なつた鍛錬作業 (この工場の日常作業) では鋼材の軸心温度は 1000°C 以上であることが判明した。

(3) 鍛造の一工程後における再加熱のためには表面温度を基準とした加熱時間よりも短縮できることが確かめられ実施された。

なおこれらの測定結果と若干の理論的計算の結果を比較し説明する。

(55) 鍛造品の材質について

(機械的性質向上のための鍛造要因の決定)

八幡製鉄所, 工作部 百瀬恒夫・伊豆 董
 " 管理局第三部 大島 勝巳
 " 工作部 ○吉田 明

On the Properties of Forgings.

(Determination of forging factors for improving mechanical properties)

Tsuneo Momose, Tōru Izu
 Katsumi Oshima, Akira Yoshida.

I. 結 言

従来から鍛造品は機械部品としては、鑄鋼、鑄鉄その

他の材質のものより均質で強度も大きく、したがって最も安全な材料として使用されている。

しかるに、実際現場においては、ローラーやシャフト類に折損事故を生ずることがしばしばあり、その原因を調査したところ、それら折損品のなかには、組織が可成り粗大なものや、あるいは強度の不足するものなどのあることが判明した。

そこで、鍛造材の機械的性質の向上を図る目的で、統計的に鍛造後の組織や抗張力などに影響をおよぼす各種鍛造要因の最適水準を決定すべく、SF60材について反復3×3グレコラテン方格法により実験し、一応の結論を得たのでその結果について報告する。

II. 実験計画

実験計画の立案にあたっては、まづ鍛造材の機械的性質に影響をおよぼすと思われるあらゆる条件をあげ、その中から現場で測定可能でかつ作業上仕分けできる条件だけを採りあげて、しかもそれをなるべく現場作業にてきした範囲に分けて水準を定め、つぎのごとく計画した。

A. 目的 鍛造成品の組織、抗張力、伸びおよび衝撃値に影響をおよぼす各種要因の最適水準の決定。

B. 対称および特性 SF60材の抗張力、伸びおよび衝撃値。

C. 実験計画法 反復3×3グレコラテン方格法。同一条件での繰返し2回。

(1) 要因および水準

a. 分塊圧延比 $A_1=6 \cdot 1$ (350mm 角) $A_2=18 \cdot 7$ (150mm 角) $A_3=36 \cdot 6$ mm (96mm 角)

b. 成品鍛造比 $B_1=1$ $B_2=3$ (対称) $B_3=5$

c. 抽出温度 $C_1=1 \cdot 000^\circ\text{C}$ $C_2=1 \cdot 100^\circ\text{C}$
 $C_3=1 \cdot 200^\circ\text{C}$ (測定は光高温計)

d. 熱処理 $D_1=$ 熱処理なし。 $D_2=850^\circ\text{C} \times 2$ h 焼鈍。 $D_3=850^\circ\text{C} \times 2$ h 焼鈍

e. 試験片採取位置 $E_1=$ 中心部 $E_2=$ 外周部

(2) 交互作用項

A×E: 鍛造材の抗張力におよぼす分塊圧延比と試料採取位置との関係

B×E: 同上鍛造比と試料採取位置との関係

C×E: 同上抽出温度と試料採取位置との関係

D×E: 同上焼鈍の有無と試料採取位置との関係

(3) 実験計画 反復3×3グレコラテン方格(同一条件での2回繰返し)はTable 1に示す通りである。

Table 1の[I]と[II]はそれぞれ直交しており、その二つのラテン方格の組数は6組できるので[I]と

[II]はランダムに選んだ2組と考えて差支えないので、Table 2に示すように方格毎に18回の試験を試験順序をランダム化して行なう。

Table 1. Repeated 3×3 graeco-latin square design. (The same experiments shall be made twice)

	(I) E ₁			(I) E ₂		
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₁	A ₂	A ₃
B ₁	C ₁ D ₁	C ₂ D ₂	C ₃ D ₃	B ₁	C ₁ D ₁	C ₂ D ₃
B ₂	C ₂ D ₃	C ₃ D ₁	C ₁ D ₂	B ₂	C ₃ D ₃	C ₁ D ₂
B ₃	C ₃ D ₂	C ₁ D ₃	C ₂ D ₁	B ₃	C ₂ D ₂	C ₃ D ₁

Table 2. Experiment and its order.

(I)		
A ₁ B ₁ C ₁ D ₁ E ₁ (1)	A ₂ B ₁ C ₂ D ₂ E ₁ (9)	A ₃ B ₁ C ₃ D ₃ E ₁ (2)
A ₁ B ₂ C ₂ D ₃ E ₁ (8)	A ₂ B ₂ C ₃ D ₁ E ₁ (3)	A ₃ B ₂ C ₁ D ₂ E ₁ (4)
A ₁ B ₃ C ₃ D ₂ E ₁ (6)	A ₂ B ₃ C ₁ D ₃ E ₁ (4)	A ₃ B ₃ C ₂ D ₁ E ₁ (5)
(I)		
A ₁ B ₁ C ₁ D ₁ E ₂ (5)	A ₂ B ₁ C ₃ D ₃ E ₂ (9)	A ₃ B ₁ C ₃ D ₂ E ₂ (8)
A ₁ B ₂ C ₃ D ₃ E ₂ (6)	A ₂ B ₂ C ₁ D ₂ E ₂ (4)	A ₃ B ₂ C ₂ D ₁ E ₂ (1)
A ₁ B ₃ C ₃ D ₂ E ₂ (7)	A ₂ B ₃ C ₃ D ₁ E ₂ (3)	A ₃ B ₃ C ₁ D ₃ E ₂ (2)

III. 実験結果

Table 3に示す成分の素材について、前項の計画に基づいて実験した結果はTable 4の通りである。

Table 3. Chemical composition of billets.

Billet	Composition (%)					Rolling ratio (%)
	C	Si	Mn	P	S	
350mm巾	0.43	0.23	0.63	0.025	0.018	6.1
150 "	0.45	0.25	0.55	0.022	0.014	18.7
96 "	0.48	0.28	0.60	0.025	0.014	36.6

Table 4の抗張力を実験計画のTable 1に準じて纏めるとTable 5のごとき原表を得る。これについて順を追って補助表を作り計算し、その結果を纏めると、Table 6のごとき分散分析表を得る。

Table 4. Results of mechanical tests.

Mark	Tensile st. kg/mm ²	Yield pt. kg/mm ²	Elonga- tion %	Contraction %
A ₁ B ₁ C ₁ D ₁ E ₁	67.5 68.3	Unable to measure	20.5 22.5	41.5 41.9
A ₁ B ₁ C ₁ D ₁ E ₂	54.6 54.9		21.0 24.0	30.2 30.7
A ₁ B ₂ C ₂ D ₃ E ₁	62.7 69.2	40.0 38.6	— 21.0	— 20.7
A ₁ B ₃ C ₃ D ₂ E ₁	58.3 60.0	31.6 35.9	26.0 25.0	47.7 44.6
A ₁ B ₂ C ₃ D ₃ E ₂	66.9 67.2	38.3 37.2	26.0 23.5	37.0 35.4
A ₁ B ₃ C ₂ D ₂ E ₂	60.3 61.3	35.7 35.2	25.5 24.0	43.0 42.3
A ₂ B ₁ C ₂ D ₂ E ₁	59.6 56.8	31.2 34.7	25.0 26.0	45.8 43.0
A ₂ B ₁ C ₂ D ₃ E ₂	63.6 64.1	36.7 36.5	27.0 27.0	43.0 43.3
A ₂ B ₂ C ₃ D ₁ E ₁	61.2 61.0	32.5 33.4	23.0 26.0	35.7 42.3
A ₂ B ₂ C ₁ D ₂ E ₂	59.7 58.8	34.6 31.4	28.0 28.0	43.8 43.6
A ₂ B ₃ C ₁ D ₃ E ₁	65.9 65.2	40.4 39.2	26.5 29.5	45.0 44.9
A ₂ B ₃ C ₃ D ₁ E ₂	66.4 66.9	Unable to measure 36.0	25.0 25.0	43.6 43.7
A ₃ B ₁ C ₃ D ₃ E ₁	62.6 63.0		35.7 35.6	29.5 26.5
A ₃ B ₁ C ₃ D ₂ E ₂	60.0 59.2	36.0 35.0	26.0 27.0	42.4 39.2
A ₃ B ₂ C ₁ D ₂ E ₁	61.6 61.5	32.5 33.0	23.5 23.5	40.0 36.9
A ₃ B ₂ C ₂ D ₁ E ₂	68.7 67.6	38.4 35.7	25.0 23.5	43.6 41.6
A ₃ B ₂ C ₂ D ₁ E ₁	60.6 60.3	33.2 33.2	30.0 27.0	53.3 50.3
A ₃ B ₂ C ₁ D ₃ E ₂	67.4 68.2	39.6 40.7	27.5 26.0	44.2 47.0

A. 検 定

分散分析結果は、

1) 主効果の検定に際し、A×E の交互作用項は、鍛造工場においてはどうにもならない問題であるので、これを誤差項にプールして検定すると、

i) 分塊圧延比は本実験に用いた素材の範囲では余り

Table 5. The original table.

(I) E ₁				(II) E ₂			
k=1	A ₁	A ₂	A ₃	k=1	A ₁	A ₂	A ₃
B ₁	67.5 68.3	59.6 56.8	92.6 63.0	B ₁	54.6 54.9	63.6 64.1	60.0 59.2
B ₂	62.7 69.2	61.2 61.0	61.6 61.5	B ₂	66.9 67.2	59.7 58.8	68.7 67.6
B ₃	58.3 60.0	65.9 65.9	60.6 60.3	B ₃	60.3 61.3	66.4 66.9	67.4 68.2

Table 6. Table of variance analysis.

Factor	S. S	φ	V	F
Rolling ratio A	6.29	2	3.14	0.38
Forging ratio B	48.70	2	24.35	3.02
Heating temp. C	0.18	2	0.09	0.01
Heat treatment D	200.11	2	100.05	12.41
Part of taking a test piece E	3.06	2	3.06	0.37
A×E	79.52	1	39.76	8.75
B×E	80.51	2	40.25	8.86
C×E	60.39	2	30.19	6.64
D×E	3.58	2	1.79	0.39
Error E ₀	81.77	18	4.54	
T	564.11	35		

抗張力に影響は認め難い。

ii) 鍛造比も本実験で行なつた 1, 3 および 5 程度では抗張力に対する影響はかなり小さい。(これは素材がすでに 6~36 の範囲に圧延されているためである。)

iii) 素材の抽出温度差(鍛造終末温度差)の抗張力におよぼす影響は本実験の結果では全く認められない。

iv) 鍛造材の抗張力におよぼす熱処理の影響は非常に顕著である。

2) 交互作用は何れも顕著な影響のあることが判明した。すなわち、

i) A×E は鍛造材の抗張力の圧延比による差は試験片の採取位置によつて異なる。

ii) B×E は同上抗張力の鍛造比による差は同じく試験片の採取位置により異なる。

iii) C×E は同上抗張力の抽出温度による差は試験片の採取位置により異なる。

ことを示す。したがつてこれらは何れも鍛造材の抗張力はそのサンプルの採取位置に関連することを明示するものである。

以上の検定結果を要約すると、鍛造材の抗張力を決定するにはまづ熱処理条件を決定しなければならない。また圧延比、鍛造比および抽出温度の影響も引張試験片の採取位置によりその効果を大きく変化するのであるか

ら、それらの点も考慮しなければならない。

B. 推 定

分散分析の結果、交互作用は何れも顕著な影響があることが判明したので、さらに有益な情報を掴み誤った判断を下さないように各因子の母平均を推定し、それをグラフ化し、その精度および各水準間の差の推定を行なつて技術的判断の資料とした。

IV. 結 論

以上の実験結果から得られた結論はつぎのごとし。

- (1) 鍛造材の外周部の抗張力は分塊圧延比に正比例するが、中心部の抗張力は余り圧延比に左右されない。
- (2) 鍛造比 1 のものの外周部の抗張力は 60 kg/mm² 程度であるが、鍛造比を 3 にすると 65 kg/mm² 程度に上り、さらに鍛造比を増しても抗張力は変わらない。
- (3) 試料の内外を問わず抗張力は焼鈍により 3 kg/mm² 程度低下するが、焼準すれば逆に増加し、焼鈍と焼準の場合の抗張力の差は 5 kg/mm² である。
- (4) これらの引張試験片の顕微鏡組織についても観察した結果、上記諸項とよく一致した結果を得た。

(56) 全連続式線材圧延機とその操業

住友金属工業、小倉製鉄所

工〇小倉 隆夫・吉谷川仁夫

The Full Continuous Rod Mill and Its Operation.

Takao Ogura, Yasuo Yoshiyagawa.

I. 緒 言

近時連続伸線機の採用およびこれに伴う伸線速度の向上など伸線技術のいちじるしい進歩に伴い、これが粗材である線材の品質およびコイル単重につき種々の要望がなされて来た。すなわちコイル重量はできるだけ大きいことおよび線径の変動ができるだけ小さいことなどが必要となつて来た。こ

れらのことは従来のガレット式圧延機ではその本質上望み得ない点である。住友金属小倉製鉄所では全連続式線材圧延設備を建設、昭和 33 年 9 月より操業を開始、連続式圧延機の能力を十分に発揮している。

本設備は 650 kg 鋼塊および鋼片より直接 5 mm~25 mm の 300 kg コイルを最高仕上速度 30 m/s で圧延でき、年開 252,000 t を圧延する能力を有する。

II. 建 設 経 過

本圧延設備は旧分塊工場跡の建家を利用し、これに電動機室を増設して設置された。昭和 32 年 3 月旧分塊設備の基礎撤去作業に始まり昭和 33 年 6 月全設備完成まで 1 年 4 カ月を要し、また 10,050 m³ のコンクリートを使用した。

III. 圧延設備の概要

本設備は 650 kg 鋼塊よりまづ 68 mm ビレットを圧延し、これを二分して一時保熱炉に入れて保温し、逐次線材ミルに供給し、5 mm ないし 25 mm のコイルに圧延するものである。

(1) 鋼片圧延機

55 t 3 带式連続加熱炉で加熱された 650 kg 鋼塊は、A C 750 kW 三重式圧延機で 7 パス圧延の後 A C 2250 kW 6 基連続鋼片圧延機で 68 mm ビレットに圧延される。三重式圧延機のロールは 600 mm 鋼片圧延機は 550 mm 2 スタントおよび 500 mm 4 スタンドである。

ビレットは自動鋼片切断機でクランプエンドを切捨て約 9,500 mm に二分されて保熱炉に入る。保熱炉は side charge で charging car によりビレットを 2 本宛

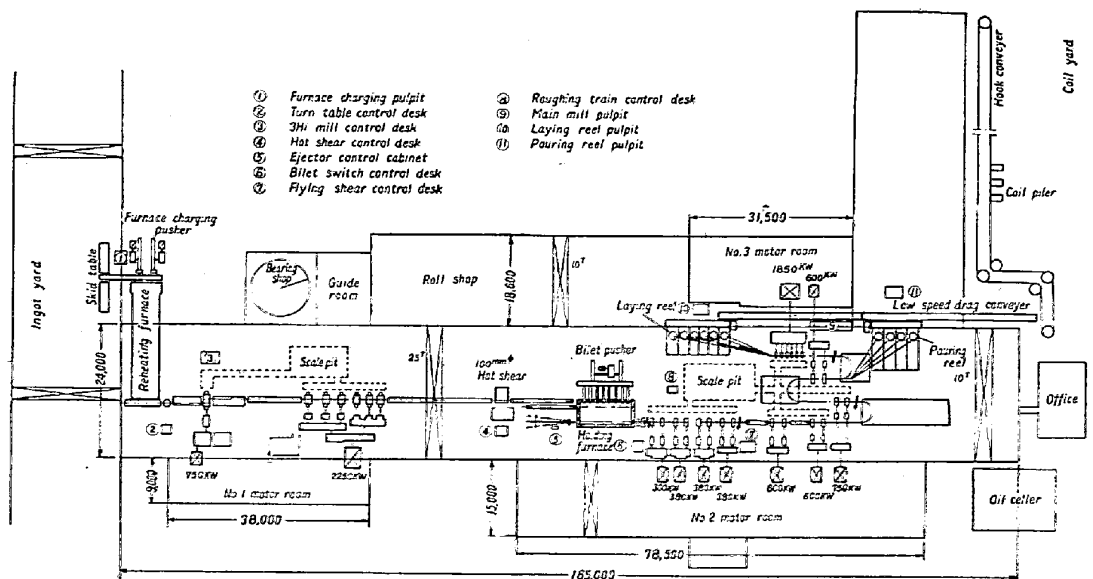


Fig. 1. Layout of the rod mill.