

1-2 金型・治工具等の真空熱処理技術の研究 (第2報) (真空熱処理事例について)

浜石和人

1. 概要

S58～60年の3か年間に渡り金型・治工具振興対策事業を推進してきたが、この中において熱処理技術に関する試験研究や設備の導入を計って来て、S58年にはX線応力測定機、S59年には真空熱処理炉を、そして本年度は、雰囲気熱処理炉の導入を行った。雰囲気熱処理炉については、本年度後期に設備したため現時点では、炉の操業方法や条件設定の検討中である。

本年度は、前年度導入した真空熱処理炉の利用に伴う技術相談と指導が増えてきているが、その一部について報告する。

2. 相談内容の内訳

相談に持ち込まれる金型・治工具等について8～10月までの3か月間について調べた結果は、個数にして1355個であり、材質的には、SKD11が1068個で全体の79%を占め、SKH51の100個の7%、SKD61の87個の6%、低合金空冷焼入鋼の70個の5%、そしてSKS3の30個の3%の順となっている。また、相談の内容としては、ワイヤーカット放電加工に供する金型・治工具の塩浴加熱焼入後の附着塩類に関する事、この加工における割れ対策、歪の低減対策、外観美に対する事、応力除去処理、材質と処理など様々である。また、金型、治工具のうち最も多いのが冷間加工用のポンチや抜型が主であり、全体的には少ないが射出成型用金型(樹脂)の一部も時々持ち込まれる。その他特殊な形状の刃物や工具もある。

以下に事例の一部を述べる。

3. 相談指導事例

(1) ワイヤーカット放電加工に供する金型・治工事の事例

① 金型

ア. 材質; SKD11

イ. 外観または略図; 図1に示す。

ウ. 熱処理条件

真空熱処理で処理条件は図2に示す。

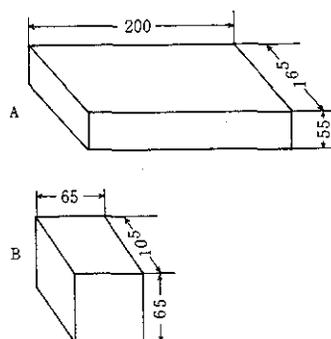


図1

加熱温度 1030℃ 90分
冷却条件 油冷30秒後ガス冷却

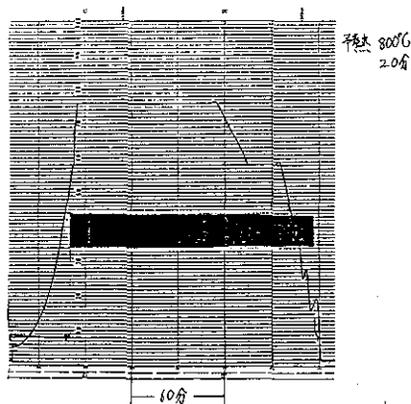


図2

エ. 焼入後の硬さ

Aの硬さ ; HRC 6.3 ~ 6.3.5

Bの硬さ ; HRC 6.3

オ. 指導事項

Aの寸法が大のためガス冷却のみでは十分な硬さが得られないと考えられたため油冷30秒を指示し、放電加工時の割れ防止のため戻し3回とする。

② プレス金型

ア. 材質 ; SKD11

イ. 外観又は略図 ; 図3に示す。

ウ. 熱処理条件

真空熱処理で処理条件は図4に示す。

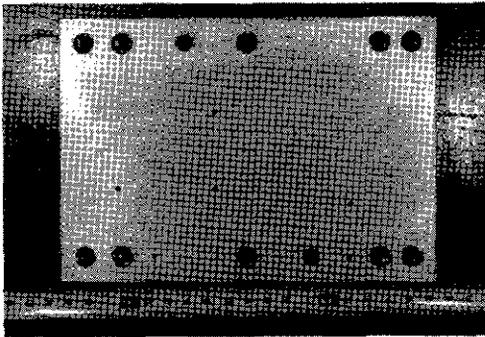


図3 金型板厚 20 mm

エ. 焼入後の硬さ

HRC 6.2

オ. 指導事項

ワイヤーカット放電加工に供するため戻し条件は①と同様である。微細孔を有するので塩浴加熱すると塩のつまりなど生じ放電加工上問題があるため真空熱処理を指導したものである。結果は良好であった。

③ プレス金型 (熱処理条件や指導内容は②と全く同じである。)

ア. 材質 ; SKD11

イ. 外観または略図 ; 図5に示す。

ウ. 熱処理条件

図4と同じ

エ. 焼入後の硬さ

HRC 6.2 ~ 6.3

オ. 指導事項

②の金型と同様

加熱温度 1025°C 60分

冷却条件 N₂500 Torr FAN 冷却

加熱パターン 下図

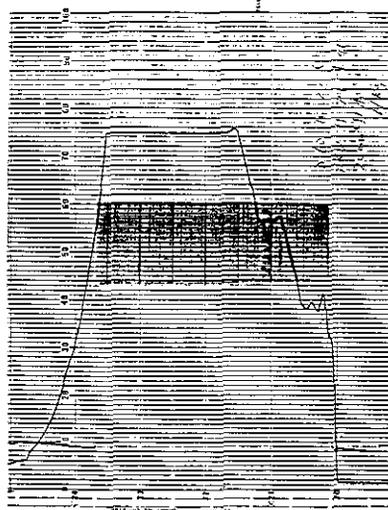


図4 熱処理パターン

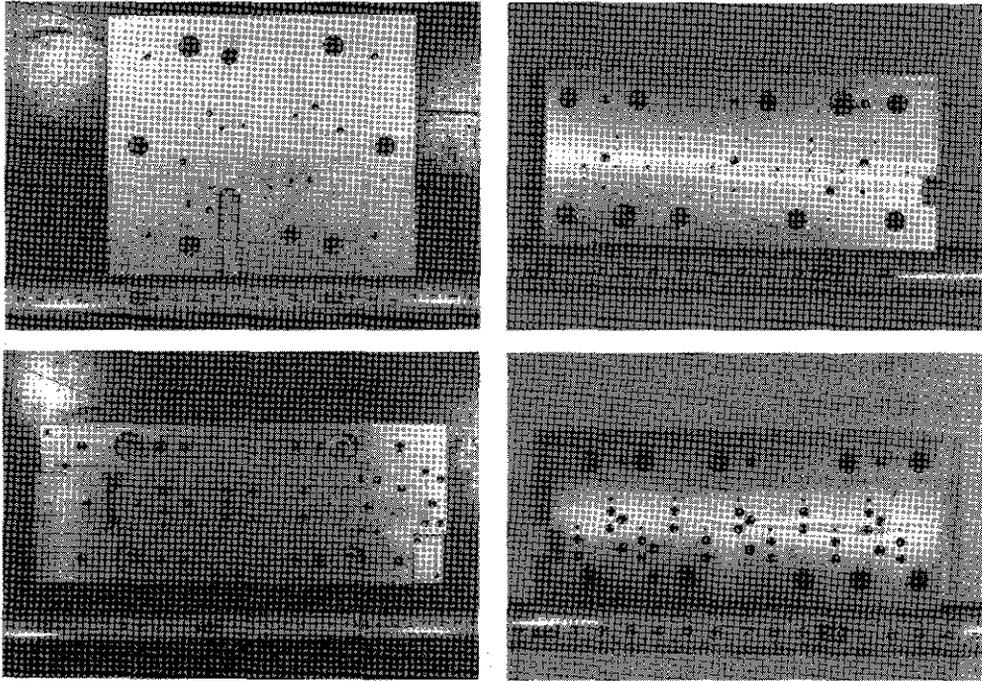


図5 金型例 (板厚 20 mm)

④ プレス金型

ア. 材質 ; SKD11

イ. 外観または略図 ; 図6に示す。

加熱温度 1030℃ 80分
 冷却条件 N₂ 500 Torr FAN 冷却
 加熱パターン

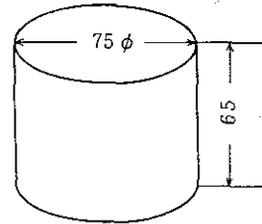


図6 略図

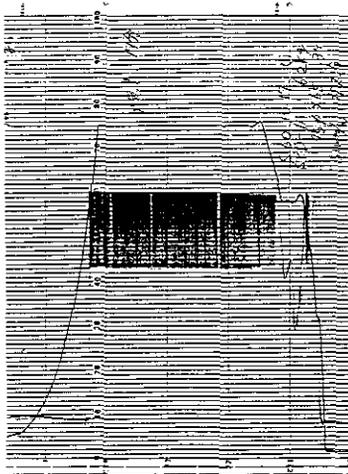


図7

ウ. 熱処理条件

真空熱処理で処理条件は図7に示す。

エ. 焼入後の硬さ

H_v 773

オ. 指導事項

②の金型と同様

(2) 金型・治工具などの低歪熱処理に関する
 こと。

① 機械部品

ア. 材質 ; SKD11

イ. 外観または略図；図8に示す。

ウ. 熱処理条件

真空熱処理で処理条件は図9に示す。

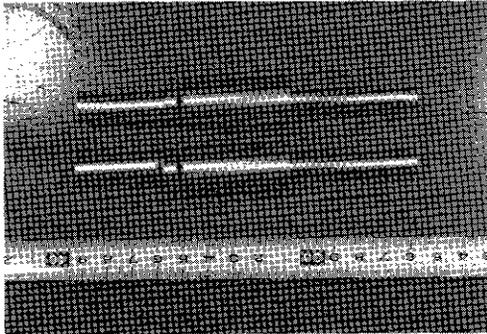


図 8

加熱温度 1030℃ 40分
冷却条件 N₂ 500 Torr 炉中FAN冷却
加熱パターン

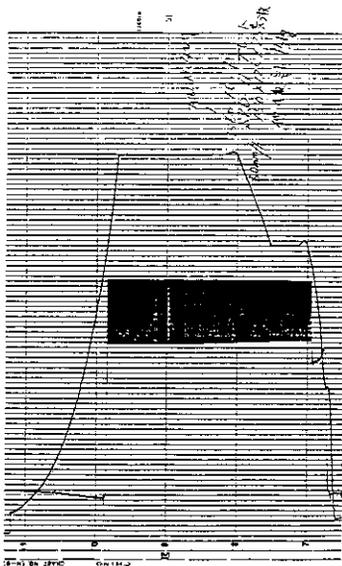


図 9

エ. 硬さ

HRC 63

オ. 指導事項

仕上しがないため歪は許容値内とする必要があり、大気雰囲気や急速加熱の塩浴加熱方式では酸化、脱炭や歪が生じやすいため真空熱処理とし、炉の加熱室へのセットは垂直とした。加熱は一段の予熱を行った。結果は良好であった。

② 特殊シャフト

ア. 材質；SKD11

イ. 外観または略図；図10に示す。

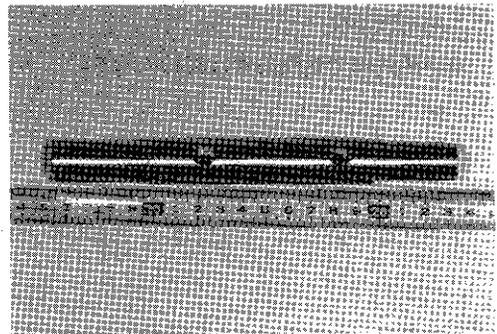


図 10

加熱温度 1025℃ 60分
冷却条件 N₂ 500 Torr FAN 冷却
加熱パターン 下図

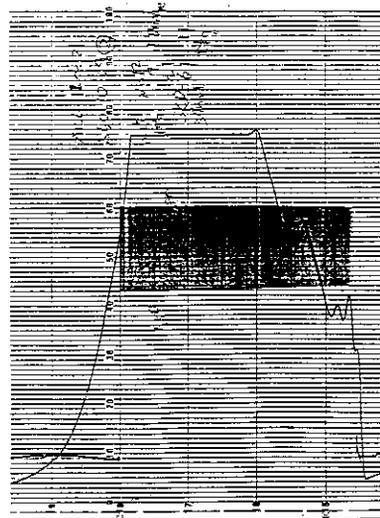


図 11

ウ. 熱処理条件

真空熱処理で処理条件は図11に示す。

エ. 硬さ

測定せず

オ. 指導事項

①と同様

③ 電子関連金型, 治工具

ア. 材質; SKD11

イ. 外観または略図

図12に示す。

ウ. 熱処理条件

真空熱処理で処理条件は図13に示す。

エ. 硬さ

HRC 62~62.5

オ. 指導事項

①と同様であるが, 製品が長くて真空炉用バ

加熱温度 1025℃ 45分
冷却条件 N₂ 500 Torr FAN 冷却
加熱パターン 下図

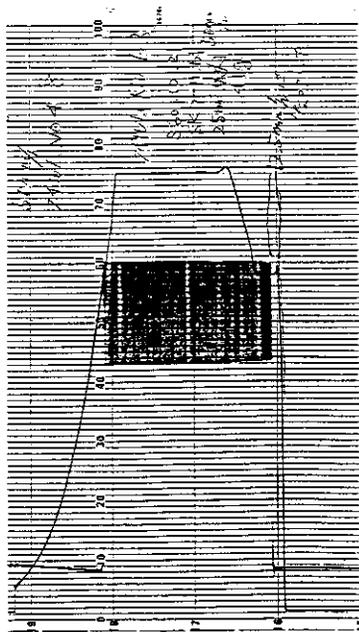


図13

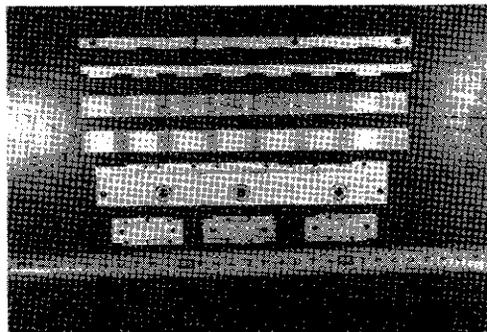


図12

ケット内に垂直方向にも水平方向にもセットできなかったため, 斜に自重でタワミを生じないようにバスケットに固定した。結果は良好であった。

④ 特殊ピン, ポンチ類

ア. 材質; SKD11

イ. 外観または略図

図14に示す。

ウ. 熱処理条件

真空熱処理で熱処理条件は図15に示す。

4種類とも相談を受けた日は異なるが処理条件は, 初回に検討した条件とした。

エ. 硬さ

測定せず

オ. 指導事項

①と同様であるが特に図14の(c)は, 肉厚が薄く, 変動が大きいため, バスケット内へのセット方法が問題となったが, バスケットの底部に図14(c)の様に平置きとした。結果は良好であった。

⑤ 電子関連金型

ア. 材質; SKD11

イ. 外観または略図

図16に示す。

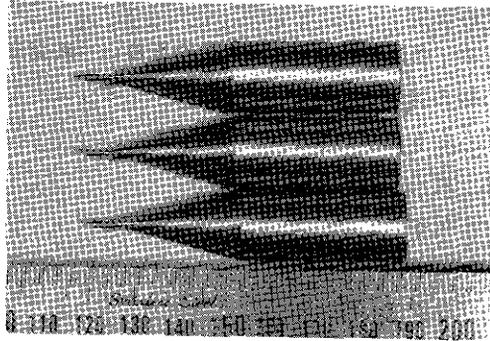
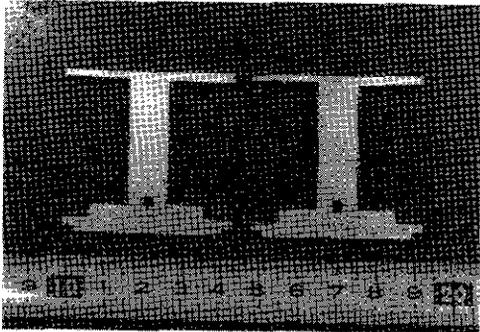
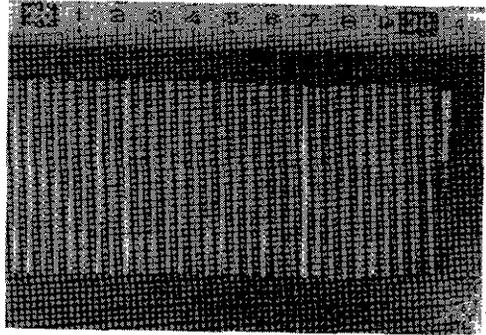
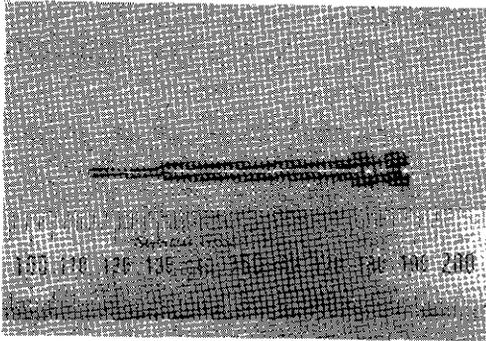


図 14

加熱温度 1030℃ 30分
 冷却条件 N₂ 500 Torr FAN 冷却
 加熱パターン 下図

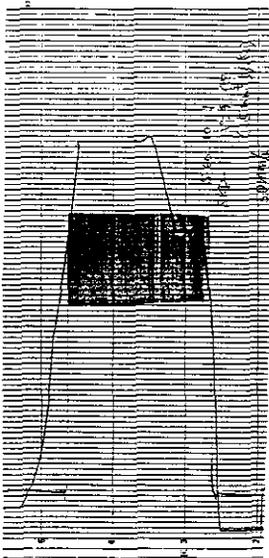


図 15

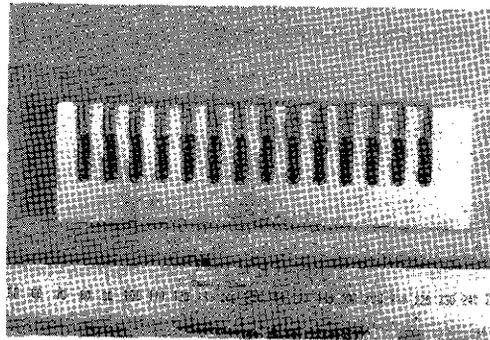


図 16

ウ. 熱処理条件

真空熱処理で熱処理条件は図17に示す。

エ. 硬さ

HRC 63

オ. 指導事項

①, ④と同様であるが, 電子関連金型のため塩浴や大気加熱では, 付着塩や酸化膜などの影響があり真空熱処理とした。結果は良好であった。

(3) 表面や孔部などへの異物を嫌い, 表面の外観の美しさに関する事。

① セラミック金型

ア. 材質 ; SKD11

イ. 外観および略図

図18に示す。

ウ. 熱処理条件

真空熱処理で処理条件は図19に示す。

エ. 硬さ

HRC 63

オ. 指導事項

形状的には, 熱処理の難しい型ではないが, 大気雰囲気や塩浴加熱では表面酸化や表面孔部への塩の付着のため洗浄不十分の場合製品への悪影響がある。したがって真空熱処理を行うこととした。また, 耐摩耗を必要とするため, 硬さを低下させないもどし温度を選定した。結果は良好である。

② セラミック金型

ア. 材質 ; SKD11

イ. 外観または略図

図20に示す。

ウ. 熱処理条件

加熱温度 1030℃×80分
冷却条件 N₂ 500 Torr FAN 冷却
加熱パターン 下図

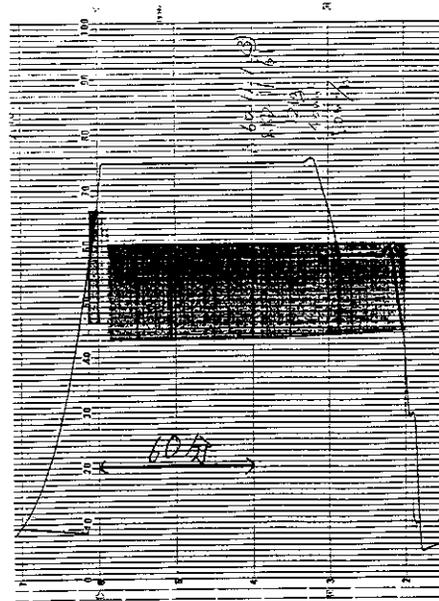


図17

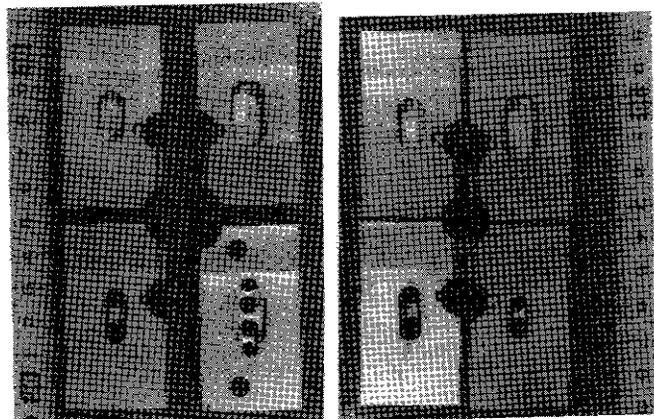


図18

加熱温度 1030℃ 45分
 冷却条件 N₂ 500 Torr FAN 冷却

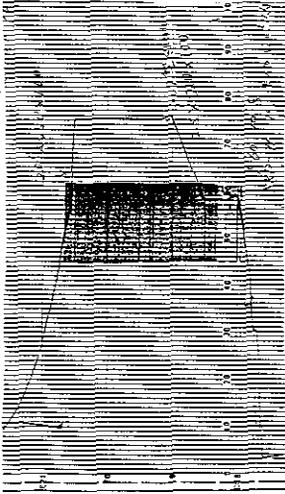


図 19

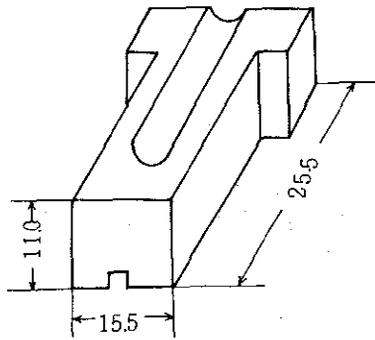


図 20

加熱温度 1030℃ 40分
 冷却条件 N₂ 500 Torr FAN 冷却

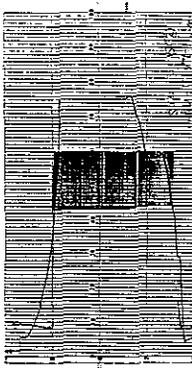


図 21

真空熱処理で処理条件は図 21 に示す。

エ. 硬さ

HRC 63.9

オ. 指導事項

①と同様である。

③ セラミック用スリッター

ア. 材質; SKH51

イ. 外観または略図

図 22 に示す。

ウ. 熱処理条件

真空熱処理で処理条件は図 23 に示す。

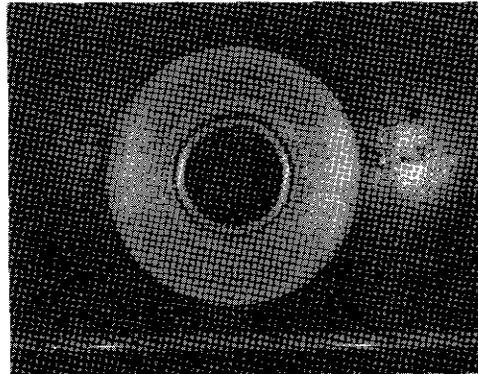


図 22

加熱温度 1200℃ 60分
 冷却条件 N₂-500 Torr FAN 冷却
 加熱パターン 下図

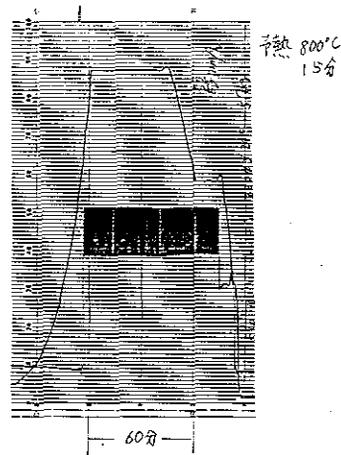


図 23

エ. 硬さ

焼入後HRC 6.3～6.3.5

オ. 指導事項

①と同様であるが、依頼者の熱処理条件が不明なことで、被加工物がセラミックであったため、高硬度が必要と判断し550℃の焼戻しを指示した。結果は良好であった。

(4) 樹脂用金型の熱処理に関すること。

① 樹脂用金型

ア. 材質；SKD61

イ. 外観または略図

図24に示す。

ウ. 熱処理条件

真空熱処理で熱処理条件は図25に示す。

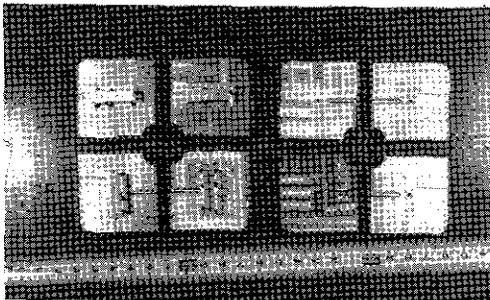


図24

加熱温度 1025℃ 45分

冷却条件 N₂500 Torr FAN 冷却

加熱パターン 下図

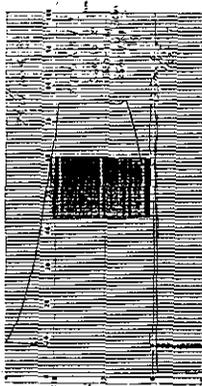


図25

エ. 焼入後の硬さ

HRC 5.3

オ. 指導事項

(3)と同様である。

② 樹脂用金型

ア. 材質；SKD61

イ. 外観または略図

図26に示す。

ウ. 熱処理条件

真空熱処理で処理条件は図27に示す。

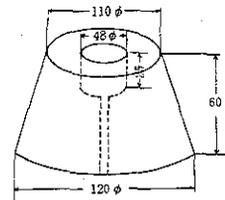


図26

加熱温度 1030℃ 70分

冷却条件 油冷却30秒後

N₂500 Torr FAN

加熱パターン 下図

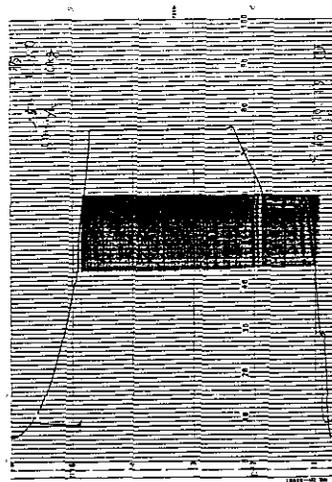


図27

エ. 焼入後の硬さ

HRC 5.7～5.7.5

オ. 指導事項

①と同じである。

(5) 低合金空冷焼入鋼に関すること。

① 金型

ア. 材質；SKS相当材，商品名G04

イ. 外観または略図

図 28 に示す。

ウ. 熱処理条件

真空熱処理で処理条件は、図 29 に示す。

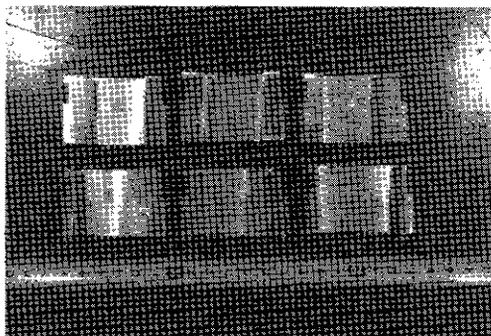


図 28

加熱温度 830℃ 30分
冷却条件 N₂ 500 Torr FAN 冷却
加熱パターン 下図の通り



図 29

エ. 焼入後の硬さ

HRC 63

オ. 指導事項

相談を受けた時点では詳細は不明であった。早急に調査し Cr 1%, Mo 1%, Mn 2% を含む S K S 系の材料で空気焼入鋼であることが判ったので、ウの条件で熱処理することを指

導した。

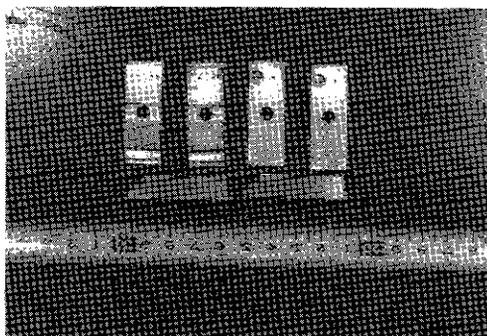
②金型

ア. 材質 ; ①と同一

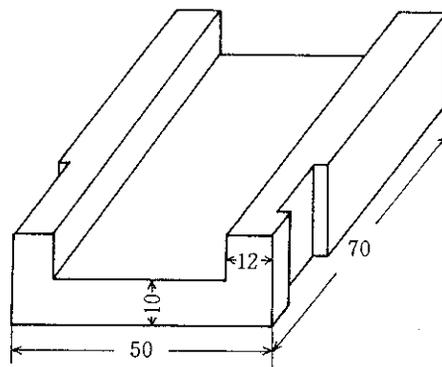
イ. 外観または略図 ; 図 30

ウ. 熱処理条件

真空熱処理で①の図 29 に示すのと同様である。



(a)



(b)

図 30

エ. 焼入後の硬さ

HRC 62~63

オ. 指導事項

①と同様な事項である。

(6) 特殊な例

① 特殊工具

ア. 材質 ; S K D 11

イ. 外観または略図

図31に示す。

ウ. 熱処理条件

真空熱処理で処理条件は図32に示す。

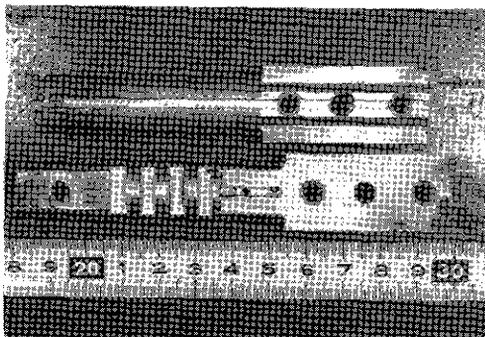


図31

加熱温度 1025℃ 40分

冷却条件 N₂ 500 Torr FAN 冷却

加熱パターン 下図

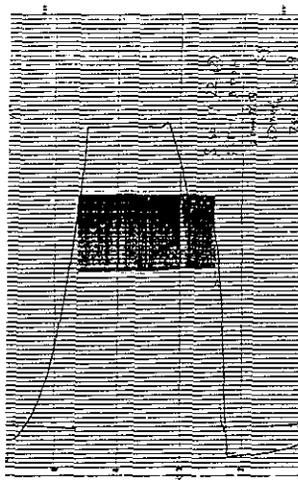


図32

エ. 焼入後の硬さ

HRC 62

オ. 指導事項

工場内でガス加熱後油焼入したが、温度不十分のため硬さはHRC 30と低く、表面も酸化しており、大気雰囲気でこれ以上加熱することは避けて、再焼入したい旨の相談を受けたものである。

真空加熱での浄化作用を期待し、ウの条件で熱処理した。結果は、処理前に比較するとかなり浄化され、納入後もトラブルは発生していない。