

鑄鉄，鑄鋼の肉厚感受性

Mass Effects on the Properties of Iron and Steel Castings

飯島 史郎* 岡田 千里*
Shirô Iijima Senri Okada

要 旨

鑄鉄，鑄鋼の性状がその肉厚によってどのように変化するかを代表的な材料4種を用いて調べた。その結果，厚肉部では健全性の低下とあいまって機械的性質，特に延性や靱(じん)性の低下をまねきやすいことがわかった。

1. 緒 言

鑄物の強さがその肉厚増加に伴って低下することは一般に鑄物の肉厚感受性，あるいは質量効果としてよく知られている。

一方，産業界の急速な発展に伴う諸設備の大形化は鑄造部品の大形化をも招来し，加えてその使用条件の過酷化は材質に対する要求の度を高めつつある。なお，材料の肉厚感受性は熱処理技術の面でかなり克明な検討がな

されており，現象の定量的な解析もなされているが，こと鑄造の面では定量的な取り扱いに欠けており，そのため設計上，または鑄造上の対策に不足を生じている現状である。そこで，われわれは基礎資料の充足を図り，問題の解決を図るべく実験的に材料ごとの解析を試みた。

ここでは，肉厚感受性の度合が多少異なると考えられる鑄鉄，鑄鋼材のうち代表的なもの4種についての検討結果を述べる。

2. 供 試 鑄 物

実験の対象とした材料は，鑄鉄として普通鑄鉄(FC 25)，球状黒鉛鑄鉄(FCD 40)の2種，鑄鋼として普通鑄鋼(SC 42)，ステンレス鑄鋼(SCS 13)の2種の合計4種である。それぞれの溶解成分および概略の溶製方法を表1に示した。試験鑄物の形状は，肉厚を3段階に変化させた段付円筒形で，詳しくは図1(a)，(b)に示すとおりである。それぞれの最大，最小肉厚は最近の大形機械鑄物の二，三の例を参考にして決定した。また，鑄鉄については別にJISに規定するところの30 mmφ丸棒および25 mm幅のキールブロック試験片も鑄造した。

各鑄物の熱処理方法は一般に採用されているもので，詳細は表1に併記するとおりである。

3. 試 験 方 法

大別して，健全性調査と機械試験の2種とし，詳しくは以下の9項目である。

(1) 健全性調査

広義の健全性として下記6項目。

- (a) 染色探傷.....供試鑄物の縦断面につき実施
- (b) 密度測定.....微視的な空孔量を測定する目的で，各肉厚中心部より20~25 mm角ブロックを採取測定
- (c) サルファプリント.....(a)と同一被検面につき実施
- (d) 成分偏析調査.....各肉厚中心部より試料採取して化学分析。なお，一部については微

表1 供 試 材 の 一 覧

材 質	材質記号	目 標 主 要 成 分 (%)				備 考	熱 処 理
		C	Si	Mn	S		
普通鑄鉄	FC25	3.3	1.8	<0.8	<0.1	酸性熱風 キュボラ溶湯	(1) 鑄放し (2) ひずみ取り焼鈍 500℃×5h FC
球状黒鉛鑄鉄	FCD40	3.7	2.8	<0.15	<0.05	低周波炉溶湯 Mg, Ca 併用処理	(1) 鑄放し (2) 完全焼鈍 900℃×10h, 700×40h FC
普通鑄鋼	SC42	0.2	0.5	0.8	<0.03	エルー炉 鑄込 1,550℃	(1) 950℃×5h FC
ステンレス鑄鋼	SCS13	0.08	0.6	0.8	Ni 9 Cr 19	エルー炉 鑄込 1,550℃	(1) 1,000℃×10h AC

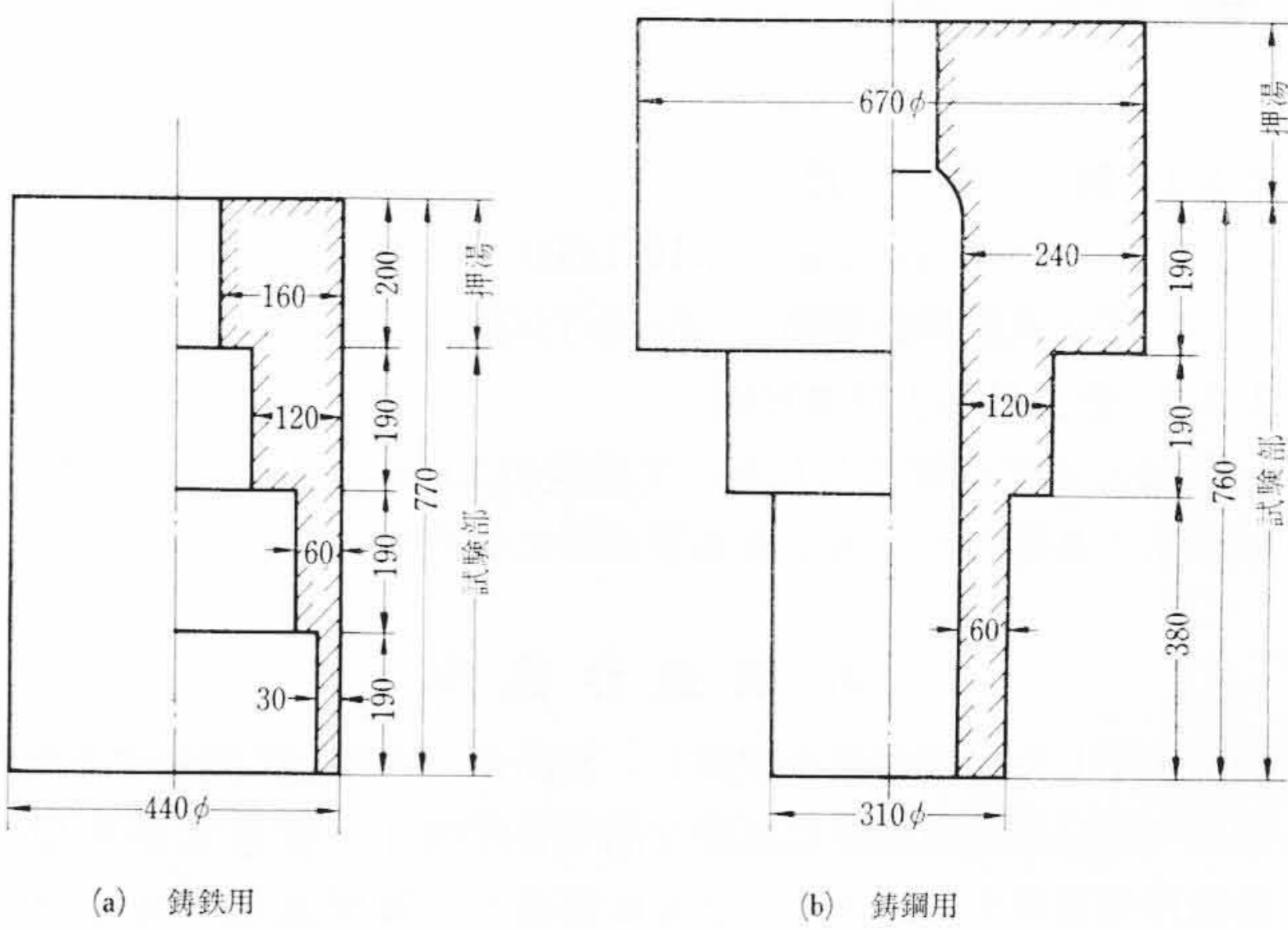


図1 試験鑄物の形状ならびに寸法 (mm)

小部X線分析

- (e) 清浄度検査.....鑄鋼材2種についてのみ，密度測定試料を用いて実施
- (f) 組織検査.....詳しくはマクロ，ミクロの2種。前者については鑄物縦断面とし，FC 25でFeCl₃・6H₂O+CuCl₂・2H₂O+HClの混合水溶液腐食。ほかは，HNO₃+HClの混合水溶液腐食。ミクロ組織試料は密度測定試料に準じ，腐食はSCS 13にしゅう酸電解を適用し，ほかは硝酸アルコール

(2) 機 械 試 験

試験片採取位置は原則として各肉厚中心部とし，下記3項目。

- (a) 引張試験.....FC 25に対しJIS 8C試験片としたほか，JIS 4号とし，常温各2本
- (b) 衝撃試験.....FC 25を除く3種につき，JIS 3号，-100~+400℃にて試験。なお，FCD 40には10 kg-m シャルピー，SC 42には30 kg-m シャルピー，SCS 13には50 kg-m シ

* 日立製作所日立研究所

表 2 密 度 測 定 結 果

材 質	普 通 鑄 鉄		球 状 黒 鉛 鑄 鉄	
肉 厚 (mm)	30	60	120	120
30	7.32		7.07	
60	7.29		7.07	
120	7.28		7.07	

表 3 肉厚ごとの成分分析結果

材 質	普 通 鑄 鉄			球 状 黒 鉛 鑄 鉄		
肉 厚 (mm)	30	60	120	30	60	120
成分 (%)						
C	3.25	3.25	3.21	3.64		
Si	1.84	1.90	1.83	2.93	2.88	2.92
Mn	0.57	0.56	0.57	0.09	0.09	0.08
P	0.045	0.041	0.043	0.012	0.012	0.014
S	0.079	0.079	0.088	0.005	0.006	0.004
Mg	—	—	—	0.077	0.078	0.076

ヤルピー試験機を使用

(c) カタサ試験.....H_Bとし、鑄鉄材2種については各肉厚内外部3箇所、鑄鋼材2種については各肉厚中央部4点測定の平均値。

4. 実 験 結 果

4.1 鑄鉄材2種についての実験結果

(1) 健 全 性

普通鑄鉄、球状黒鉛鑄鉄のいずれもこの場合染色探傷で検出し得るような欠陥はなかった。密度の測定結果は表2に示すとおり、普通鑄鉄では肉厚の増加に伴う密度の低下が傾向として認められるが、球状黒鉛鑄鉄においては変化が認められない。これには、黒鉛量の影響があったと考えられ、普通鑄鉄についても密度の差異が必ずしも微視的な空孔、いいかえればマイクロキャビティの多少を率直に示すとはいえない。サルファプリントの結果、両材質とも肉厚による変化に共通性があり、30 mm 部では方向性のない均一な硫化物の分布がうかがわれ、60 mm と 120 mm 部では樹枝状模様が転写された。なお、肉厚の増加がこの樹枝を粗大化する傾向も認められた。これは、硫化物の分布に初晶オーステナイトの成長がはずかったことを示唆するものである。

化学分析による偏析調査の結果は表3に示すとおりで、マクロ的なオーダの偏析はないといってよからう。

縦断面についてのマクロ組織観察結果を図2に示した。球状黒鉛鑄鉄では、樹枝状組織が明瞭であるが、なお120 mm 部中央ではかなり微細化し、いわゆる等軸晶組織になっている。これに反し、普通鑄鉄では腐食液の異なることもあずかって明瞭な樹枝状模様は消え、かわって黒鉛の共晶セル境界が明瞭である。これは、共晶凝固時におもに成長する黒鉛の共晶セル大きさや分布を示すものであり、120 mm 肉厚部では1個のセル大きさが5 mm 以上にも達している。

図3は鑄放し状態における代表的なミクロ組織を示したものである。普通鑄鉄では、まず段付円筒鑄物と30 mmφ試験棒との組織差が顕著である。前者において、肉厚の変化による組織差は黒鉛形態において明瞭であり、肉厚の増加に伴って黒鉛は肥大成長し、その分布は不均一になってくる。しかし、基地はいずれも全パーライト組織で肉厚による差異はないといってさしつかえない。これに反し球状黒鉛鑄鉄では基地のほとんどがフェライトで、キールブロック試験片および段付円筒鑄物の120 mm 肉厚部にはパー

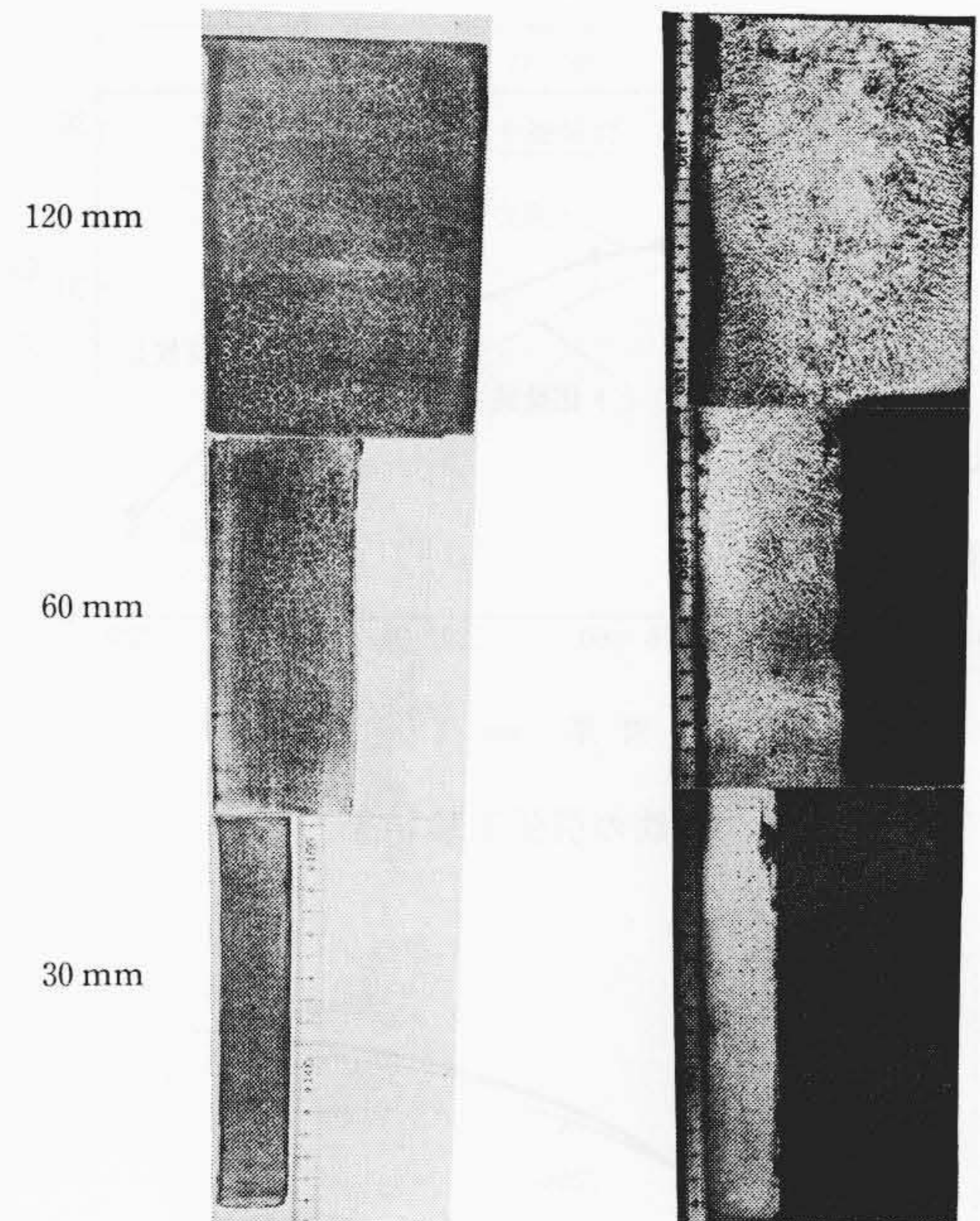


図 2 普通鑄鉄(左側), 球状黒鉛鑄鉄のマクロ組織(鑄放し) (×1/4)

	普 通 鑄 鉄 (×45)	球 状 黒 鉛 鑄 鉄 (×15)
120mm		
60mm		
30mm		
30mmφ 試験棒		

図 3 普通鑄鉄, 球状黒鉛鑄鉄の鑄放し組織

ライトの混在が認められる。鑄放しでフェライト化が促進したことについては、供試材成分が特に低 Mn 組成であったためと考えられる。なお、パーライトの混在については冷却速度や偏析の影響があったと解釈され、キールブロックでは冷却速度の速いことが、120 mm 肉厚部では逆にその遅いことによって生じた共晶セル境界における Mn のようなパーライト安定元素の偏析がはずかったと考えられる。黒鉛粒は厚肉化に伴って粗大化し、微細な異常黒鉛の発生も認められる。

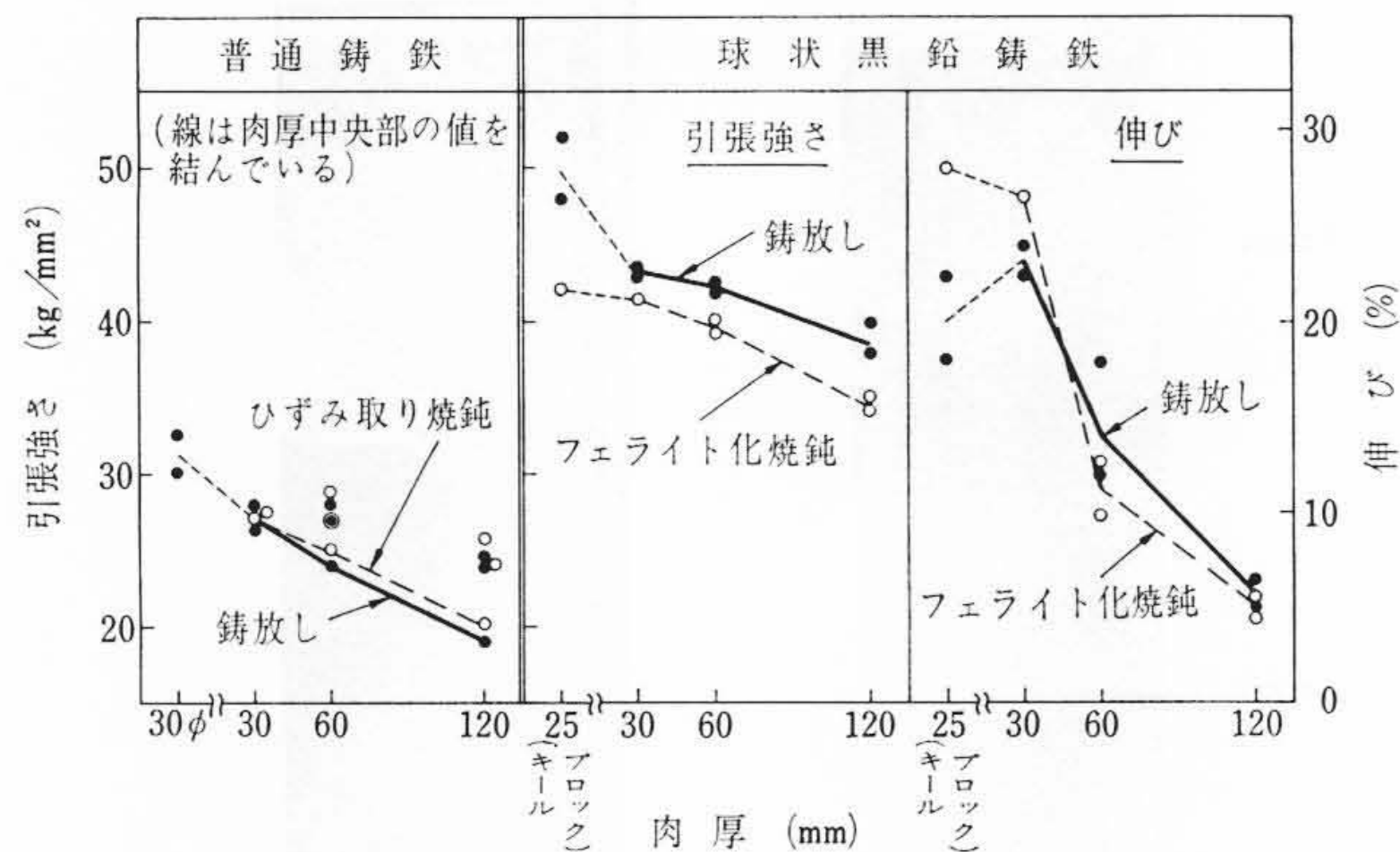


図 4 鑄鉄の引張試験結果

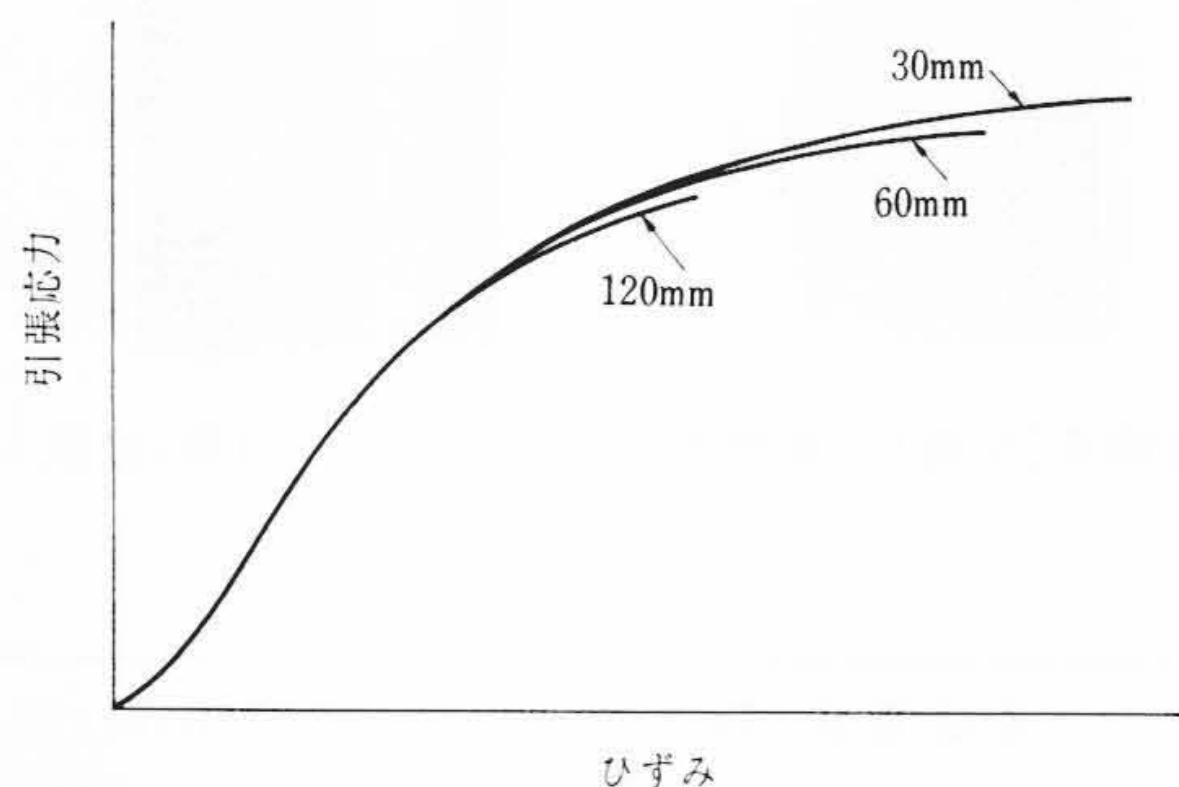


図 5 球状黒鉛鑄鉄焼鈍材の応力-ひずみ曲線

以上、健全性に関していえば、球状黒鉛鑄鉄の肉厚感受性は普通鑄鉄に比べて大きい。

(2) 機械的性質

2種の鑄鉄についての引張試験結果を一括して図4に示した。

まず、引張強さにおいて肉厚の増加がその低下を招来しているが、低下の割合は普通鑄鉄でより大きい。また、30mmφ試験棒では30kg/mm²以上のものが段付鑄物120mm肉厚部では20kg/mm²以下にも低下している。球状黒鉛鑄鉄における変動は少ないが、段付鑄物120mm肉厚部のように黒鉛の球状化がくずれ、微細黒鉛の生成があると引張強さも急激に低下することがうかがわれる。伸びは球状黒鉛鑄鉄についてのみ示したが、その肉厚増加に伴う低下は著しく、120mm肉厚部では30mm肉厚部、あるいはキールブロックの場合の1/4以下にもなる。

参考までに、引張試験における応力-ひずみ線図の一例を示したのが図5である。肉厚が異なるものでも弾性域における変形に差異は少なく、塑性変形域にいたってはじめて顕著な差異を生ずる。これには、黒鉛や偏析部、さらにはマイクロキャビティーを起点とする破壊が塑性変形域にいたって開始するため、それら欠陥の度合の異なる肉厚ごとの差異がここにあらわれたと解釈される。

衝撃試験の結果から、常温衝撃値、最高衝撃値ならびに衝撃遷移温度の三つについて肉厚との関係を求めたのが図6である。

なお、ここにいう衝撃遷移温度とは、最高衝撃値と最低衝撃値の中間の衝撃値を示す温度をもってした。図から、肉厚が増加すると常温衝撃値、最高衝撃値とも低下し、バラツキも若干増大する傾向が認められる。遷移温度の変化は必ずしも一定傾向を示さないが、フェライト化焼鈍材では肉厚増加に伴うその上昇傾向がうかがわれる。

カタサ試験の結果、段付鑄物では同一肉厚部における内外部の差異は明瞭でなく、したがって図7には肉厚ごとの平均値を示した。普通鑄鉄では、60mm肉厚部で最もかたく、30mm肉厚と

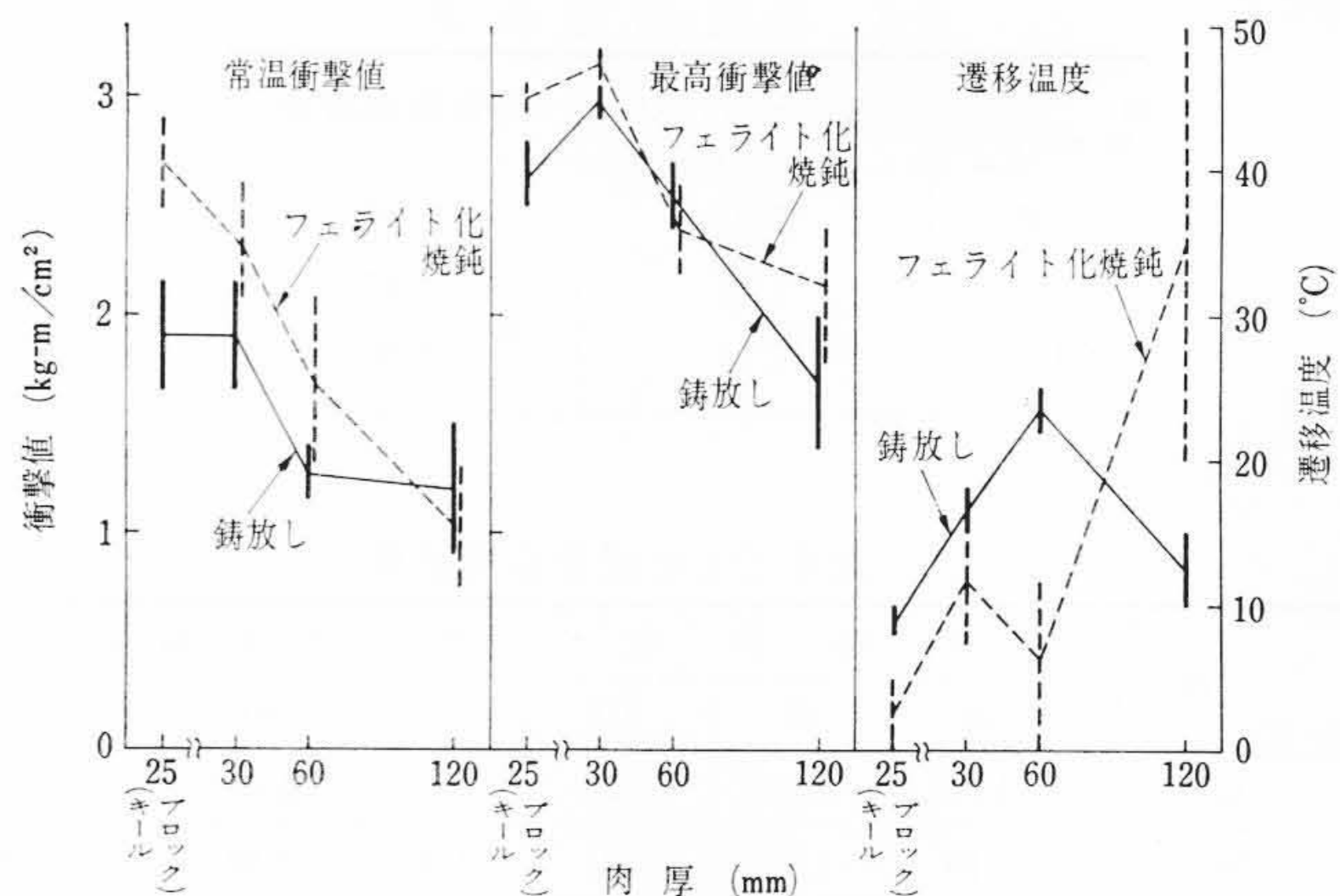


図 6 鑄鉄の衝撃特性

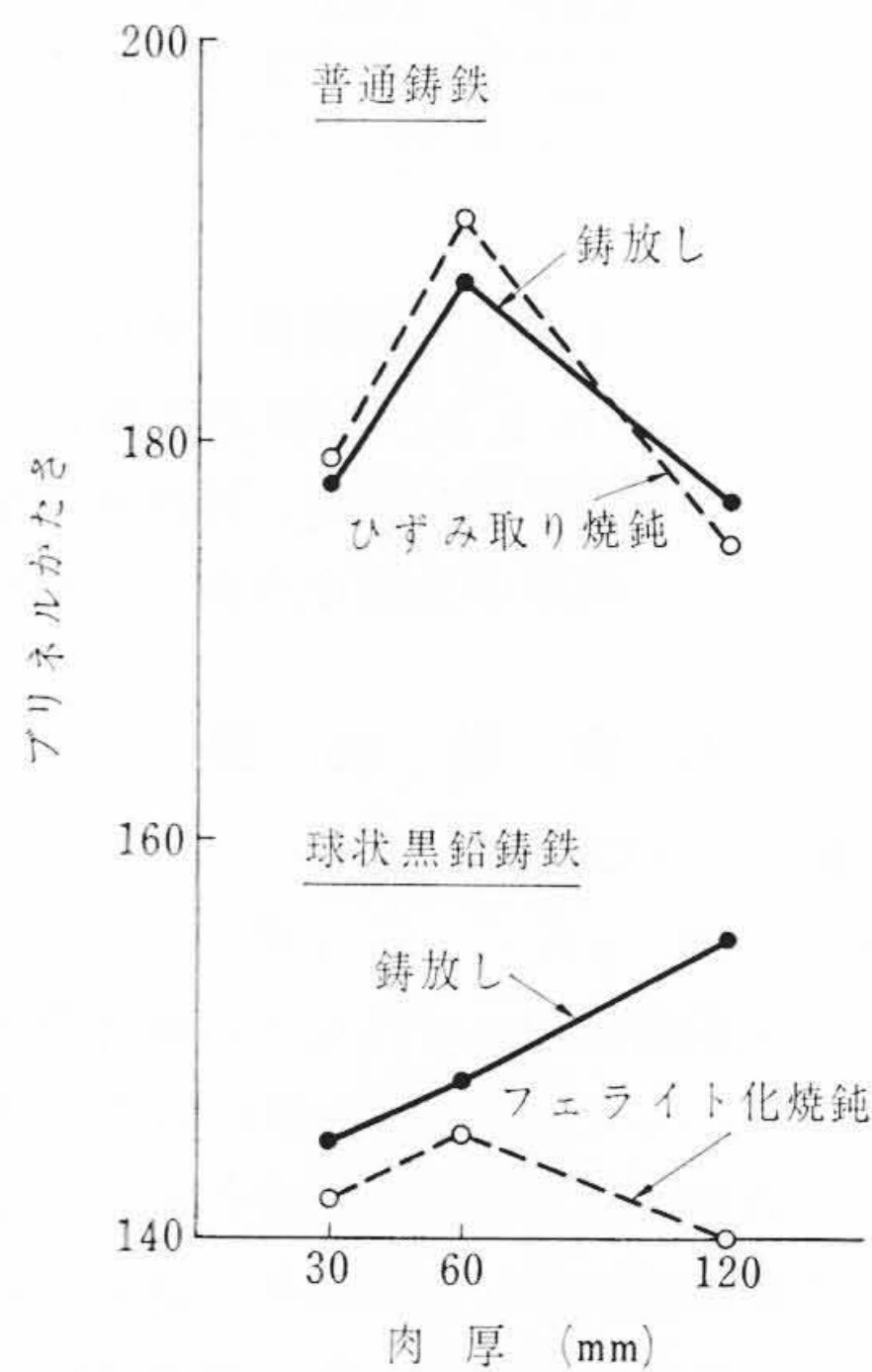


図 7 鑄鉄のブリネルかたさ

120mm肉厚部のカタサはそれよりも低い。予期したような肉厚の変化に伴うカタサの連続的な変化は認められない。なお、ひずみ取り焼鈍してもカタサは変わらない。球状黒鉛鑄鉄の鑄放し状態では、前述のとおりパーライト量増加があずかって肉厚増加に伴うカタサの直線的な上昇が認められる。しかし、フェライト化焼鈍するとその影響は消滅し、肉厚による差異はほとんどなくなる。

ここで、機械試験結果をJIS規格と対照すると、まず普通鑄鉄の引張強さは材力規格に肉厚が考慮されていることもあってほぼ規格を満足している。しかし、球状黒鉛鑄鉄の規格には肉厚の考慮がなく、肉厚60mmでかろうじて合格している。球状黒鉛鑄鉄(FCD 40)の伸び規格は12%以上とされているが、これも肉厚60mmでようやく満足し、120mm肉厚では満足されない。もちろん、機械的性質は組織によって支配されるところが大きく、組織は溶解方法によっても異なり、特に球状黒鉛鑄鉄ではその傾向が強いので一概に本実験結果をもって鑄鉄鑄物の材力が規格を満足するのは肉厚60mm以下であると断言はできない。しかし、鑄物の肉厚によって材力規格を変えているのは普通鑄鉄だけであり、一般の機械設計者が錯誤をおかすことをおそれ、あえて付言した。

4.2 鑄鋼材 2 種についての実験結果

(1) 健全性

両鋼種とも染色探傷で検出し得るような欠陥は全く認められな

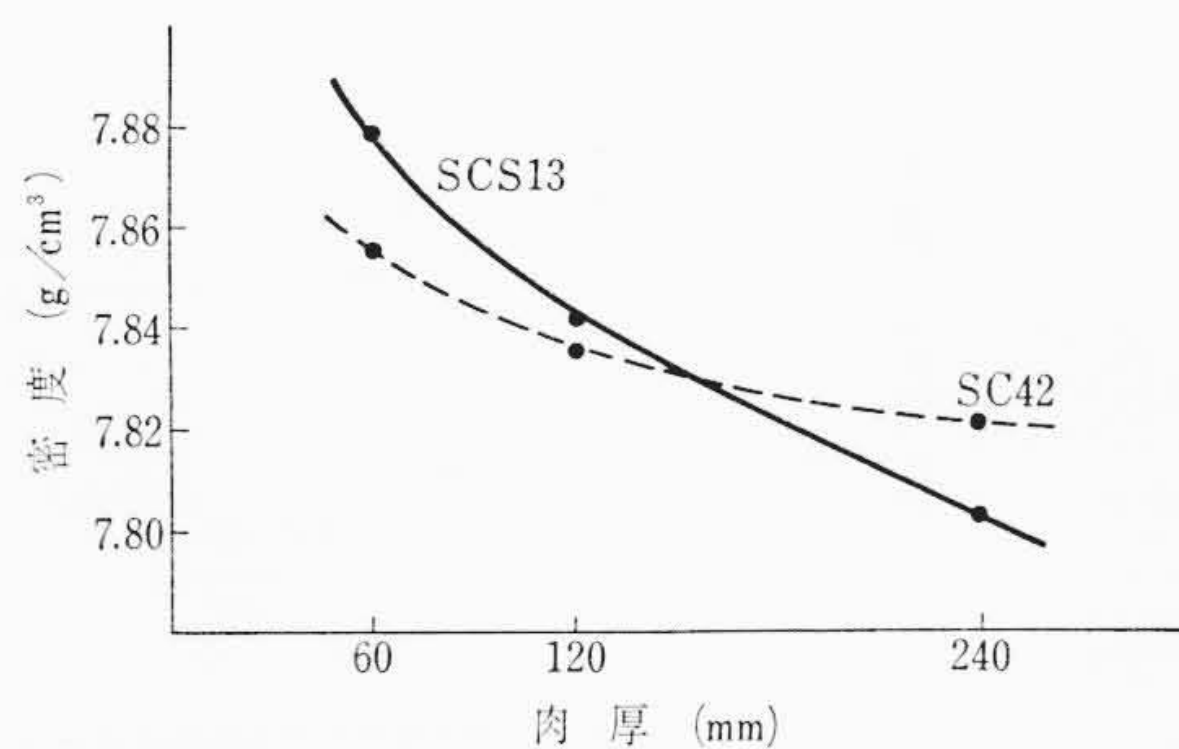


図8 鑄物の肉厚による密度の変化

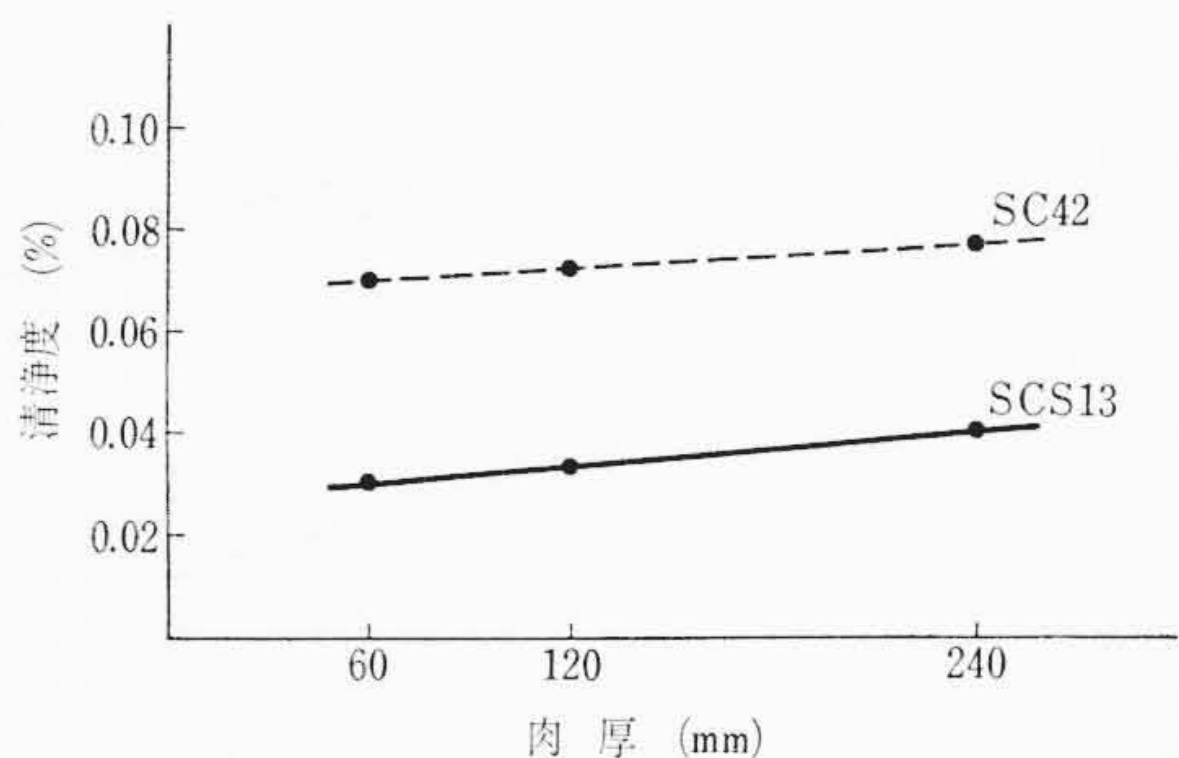


図9 各肉厚部の清浄度

表4 鑄鋼材2種の各部分分析結果

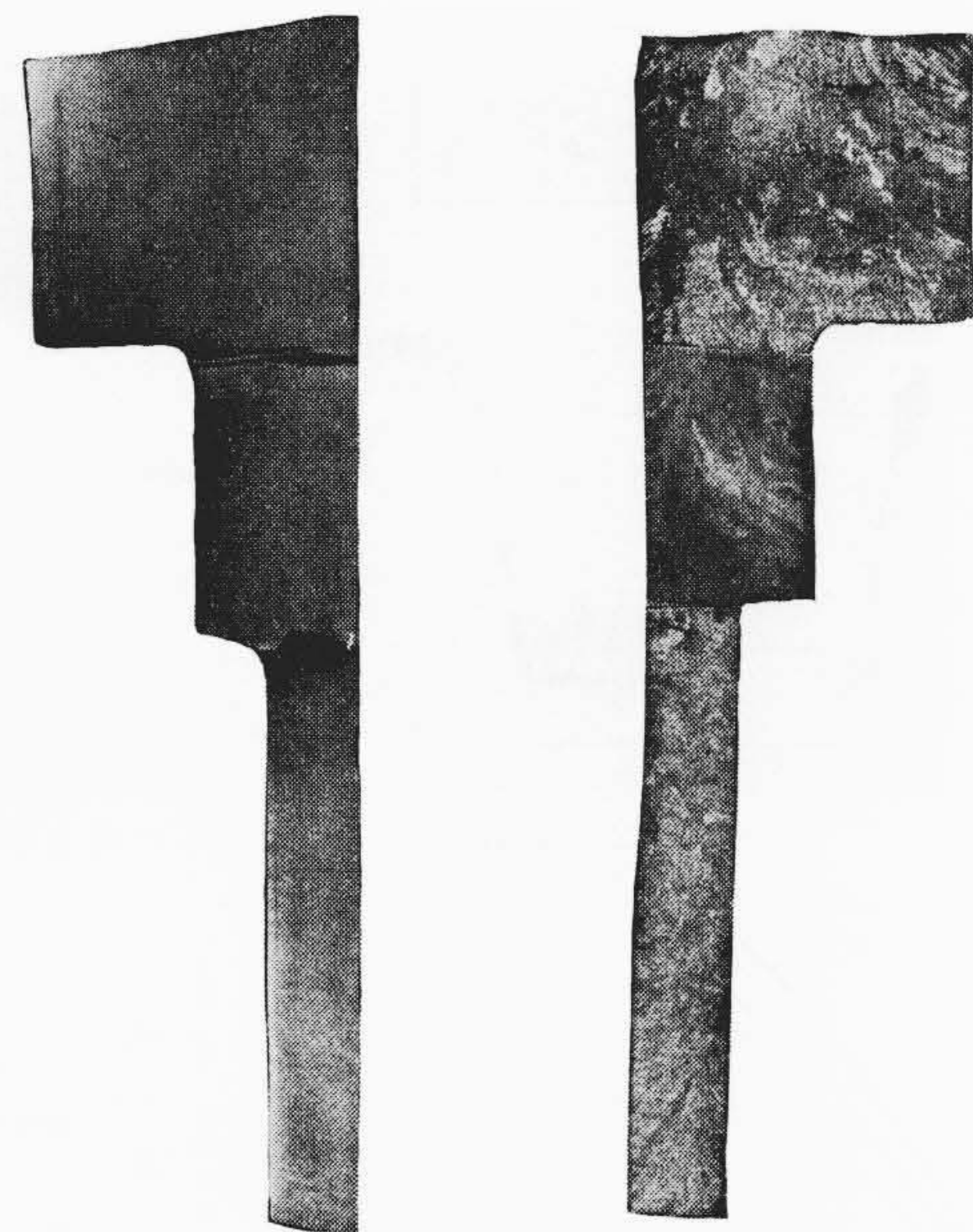
成分(%)	肉厚(mm)	普通鑄鋼 (SC42)			ステンレス鑄鋼 (SCS13)		
		60	120	240	60	120	240
C		0.25	0.27	0.25	0.07	0.08	0.06
Si		0.47	0.48	0.48	0.70	0.68	0.71
Mn		0.78	0.75	0.76	0.80	0.79	0.81
P		0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02
S		0.005	0.006	0.005	0.01	0.01	0.01
Ni		—	—	—	8.78	8.80	8.79
Cr		—	—	—	1.92	1.93	1.95

かった。サルファプリントでも、元来この場合の供試材のS含有量が低いこともあずかって異常は認められなかった。密度測定の結果は図8に示すとおり、両鋼種とも肉厚の増加に従って密度の逐次低下が認められ、低下度合がステンレス鑄鋼(SCS11)でより著しいことから当該鋼種におけるマイクロキャビティーの多発性がうかがわれた。

清浄度検査の結果を図9に示した。肉厚の増加に伴って清浄度の低下する傾向が認められるが、その度合はわずかである。もちろん、清浄度に関しては溶解方法しだいによるところが大きいので、一概に肉厚との関係で論ずることは避けた。この場合も厚肉部は鑄造方案上、上方に位置するので介在物の浮上が影響したとの見方もできよう。なお参考までに、ここで確認された介在物の大部分はケイ酸塩系介在物であった。

各肉厚部についての成分分析結果を表4に示した。分析の精度や試料の採取条件も考慮に入れなければならないが、まず両鋼種ともC, Si, Mn, P, Sについてマクロ的なオーダーでの偏析はないといってよからう。しかし、ステンレス鑄鋼(SCS13)については厚肉部におけるCrの偏析傾向がうかがわれる。なお、偏析位置の検討は別途微小部X線分析装置(以下XMAと略称する)を用いて行なっているためマイクロ組織のところで述べる。

マクロ組織の観察結果は図10に示すとおりである。図中(a)は普通鑄鋼についての観察結果で、全面微細な等軸晶組織になっている。(b)はステンレス鑄鋼の観察結果であるが、当該鋼種の



(a) 普通鑄鋼 (SC42) (b) ステンレス鑄鋼 (SCS13)

図10 試験鑄物の縦断面マクロ組織

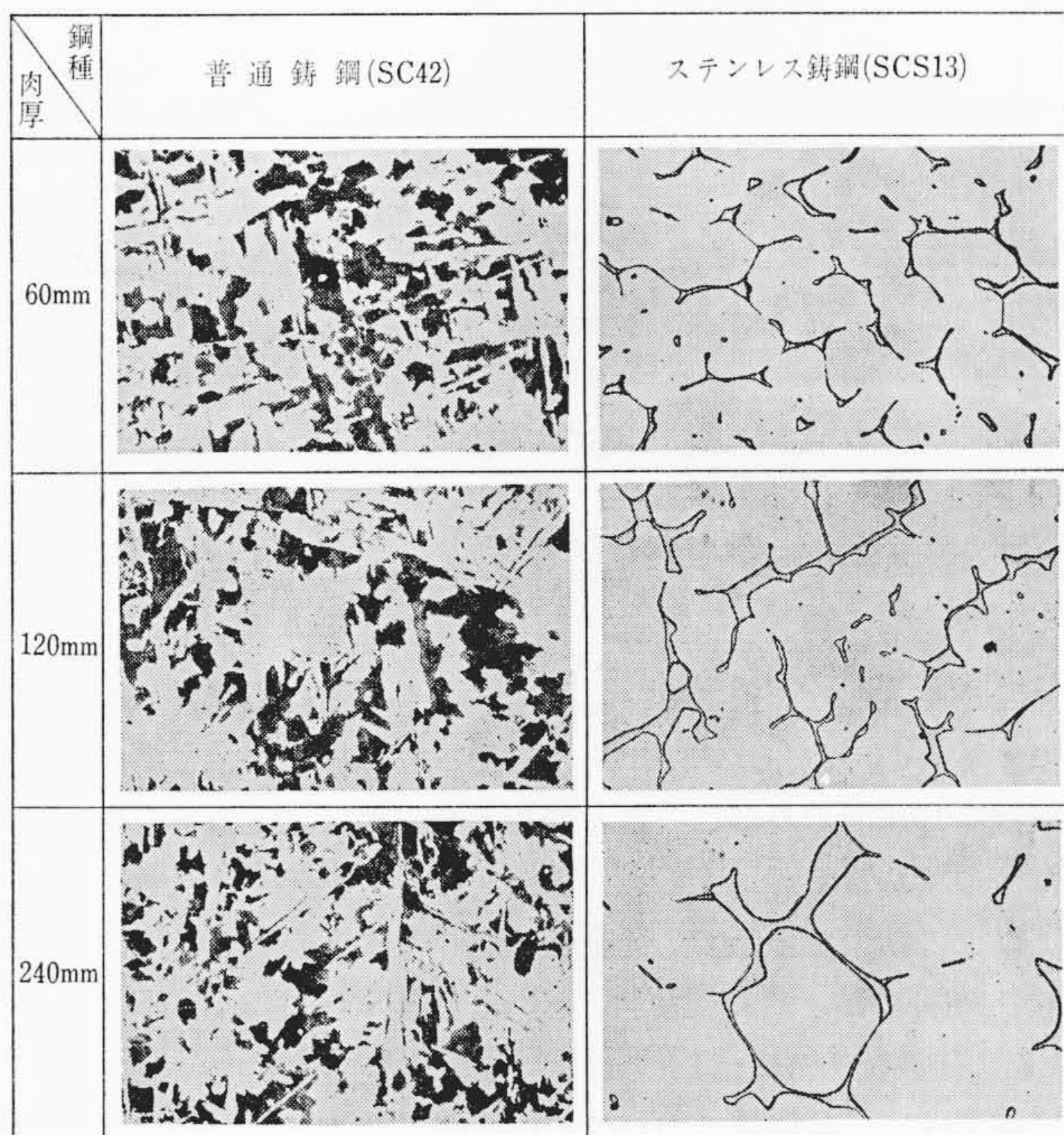


図11 鑄鋼の顕微鏡組織 (×100)

特徴である柱状晶の発達が著しく、この場合の最小肉厚60mm部ではほとんど中心までそれによって占められている。なお、凝固の際の熱流の影響により60mm以上の肉厚ではその成長方向は若干上方に湾曲している。しかし、肉厚による柱状晶の成長度合に顕著な差はない。

図11には各肉厚中心部の代表的なマイクロ組織を示した。図左側、普通鑄鋼において、組織はいずれもフェライトとパーライトからなり、肉厚による差異は少ない。右側、ステンレス鑄鋼で網目状に見えるのはフェライト、基地はオーステナイトである。肉厚の増加に伴ってフェライト量も増加する傾向が明らかであり、その量を面積率で示すと肉厚60mm部で7.5%、120mm部で9.0%、240mm部で9.5%である。

なお、前述のCr偏析に関連してXMAによる探査をした結果、図12に示すとおり、フェライト部ではオーステナイト地に比べてNi量が若干低く、Cr量のより高いことがわかった。ここにいう

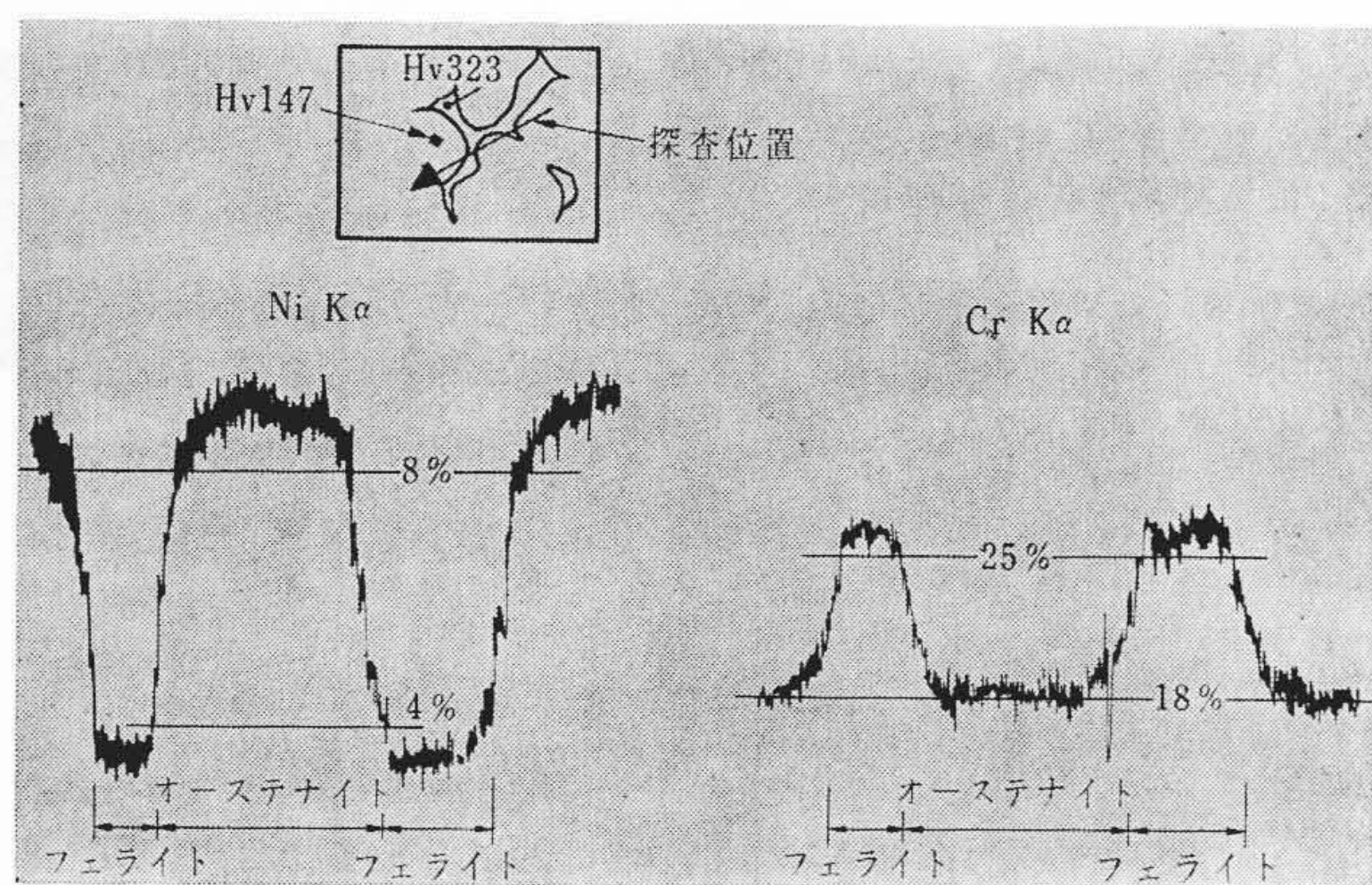


図 12 XMA による Ni, Cr の探索結果

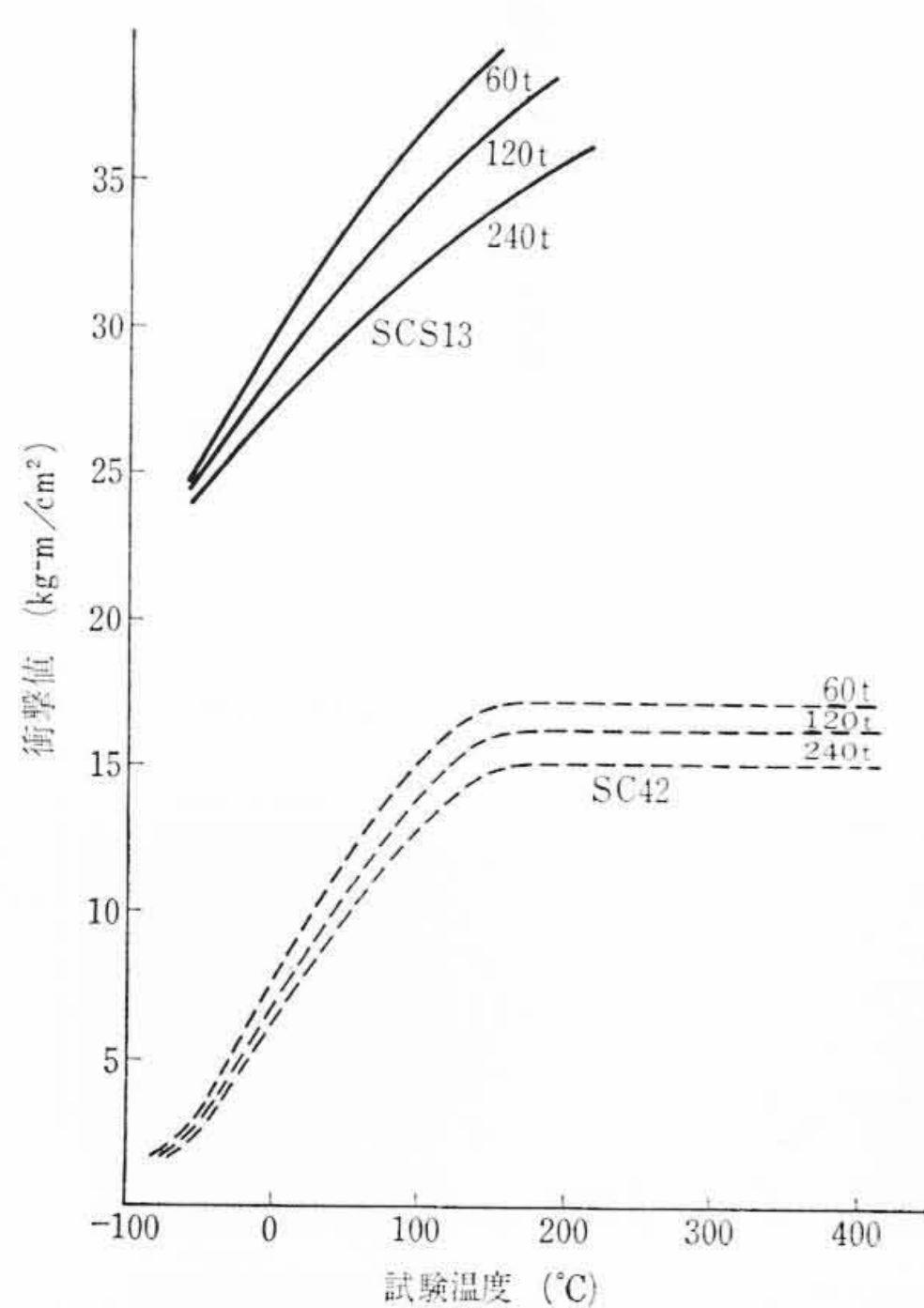


図 14 衝撃性質に及ぼす肉厚の影響

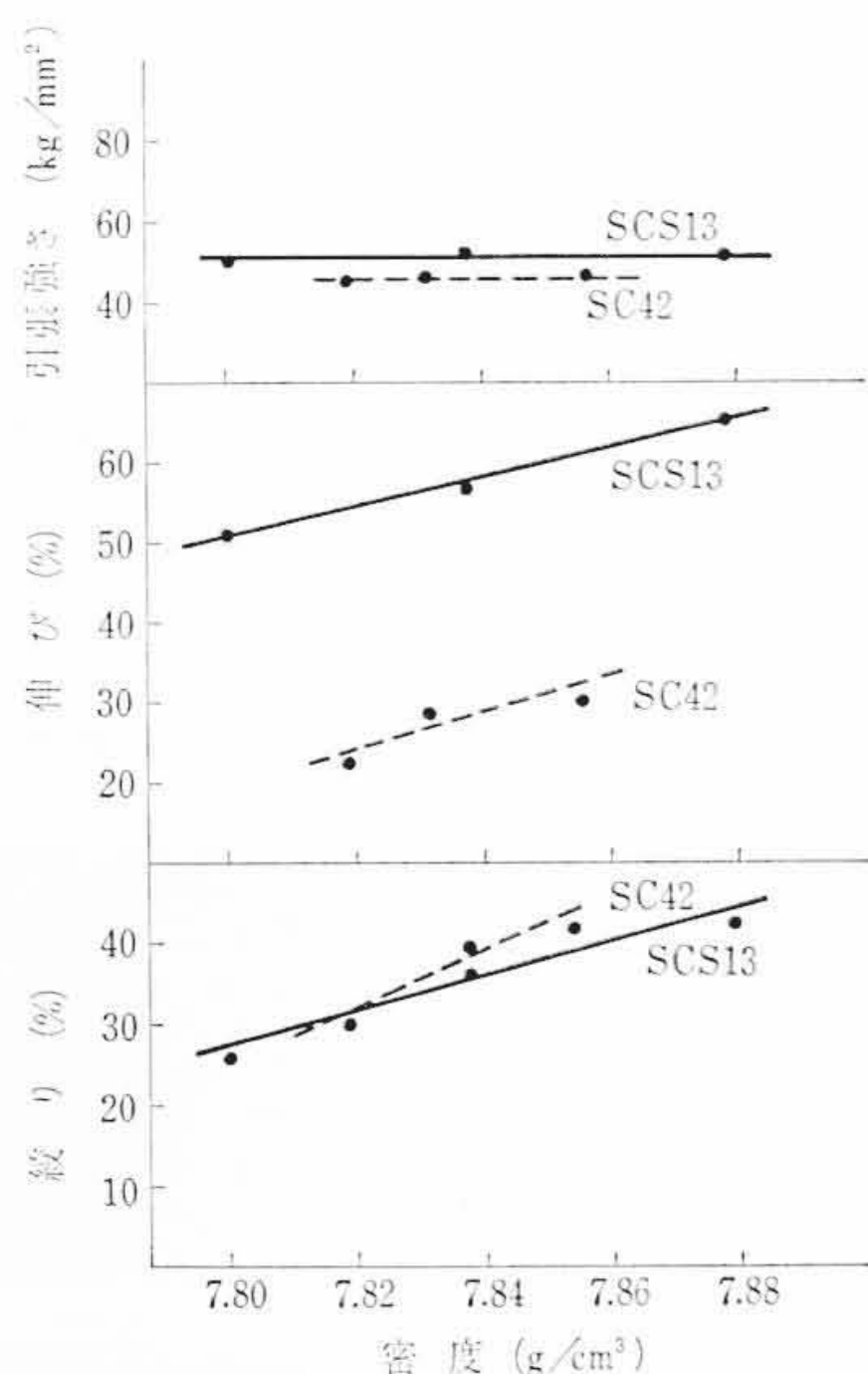


図 15 機械的性質に及ぼす密度の影響

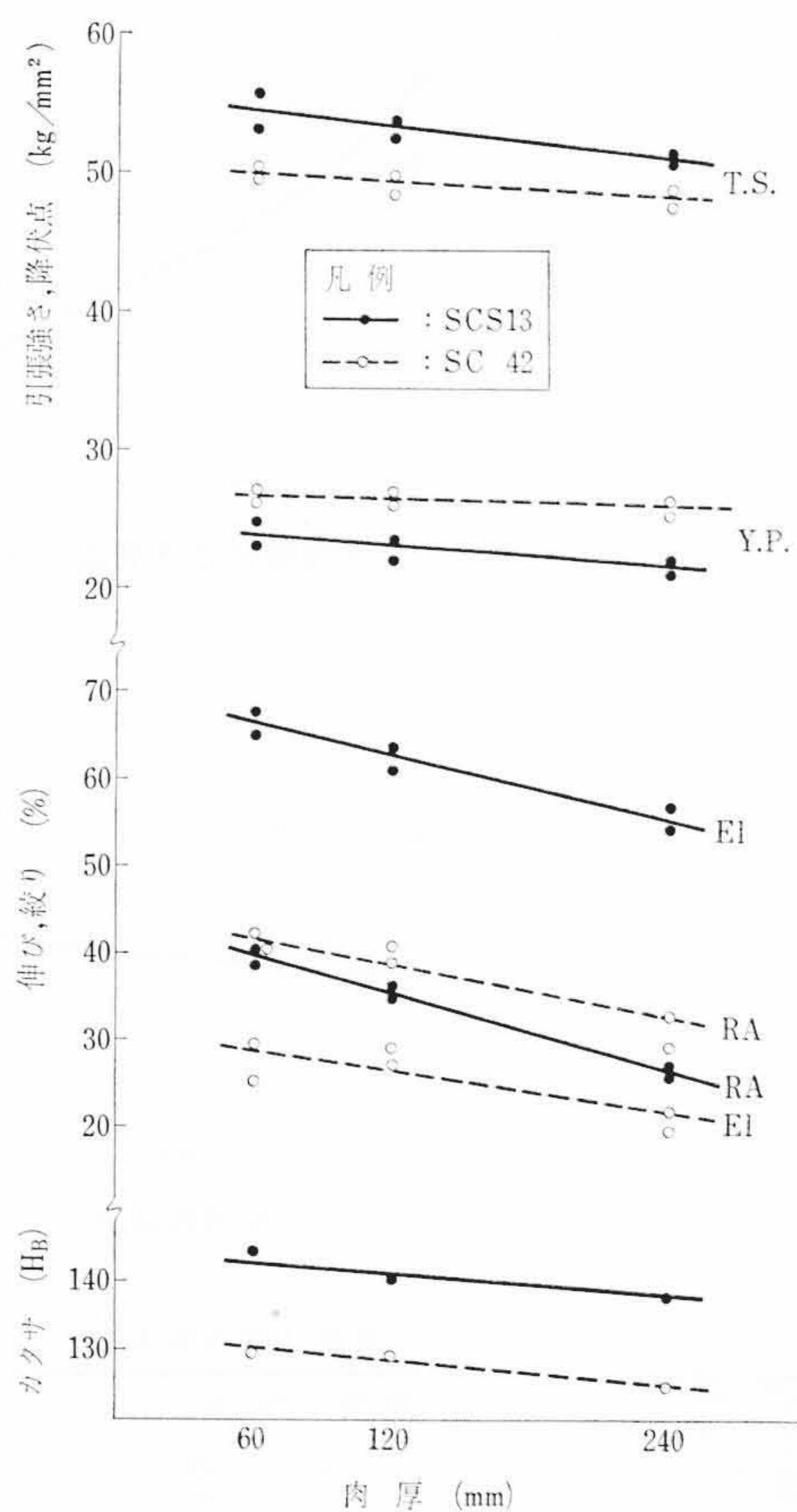


図 13 機械的性質に及ぼす肉厚の影響

フェライトとは、別に δ フェライトとも呼ばれ、融液から直接晶出するものといわれるが、そうした生成過程において肉厚による凝固冷却速度の差がこの量を変化させ、さらには偏析を生じさせたものであろう。

以上の結果からして、健全性に関する限り肉厚感受性はステンレス鋳鋼においてより大きいといえる。

(2) 機械的性質

図 13 には、2 鋼種についての引張強さ、カタサ試験結果を一括して示した。まず、引張強さにおいては、前述の鋳鉄の場合と同様にその度合は小さいが肉厚増加に伴う低下傾向が認められる。降伏点についても同様である。これに反し、伸び、絞りの変化は著しく、肉厚の増加に伴ってかなり急激な低下傾向を示す。そして、その低下度合はステンレス鋳鋼でより大きい。カタサの変化は引張強さの場合と同様、わずかながら肉厚の増加に従って低下する傾向が認められる。

ここで、それぞれの鋼種につき JIS が規定するところのものと対照すると、まず引張強さ、カタサは十分に満足している。しかし、伸びについては普通鋳鋼の 240 mm 部でわずかながら満足し得ない。絞りについてはステンレス鋳鋼 SCS13 に規定はないが、普通鋳鋼の 240 mm 部では伸びの場合と同様に満足し得ない。

図 14 は衝撃試験結果である。まず、普通鋳鋼において肉厚の増加に伴う衝撃値の低下傾向が明らかであり、衝撃遷移温度の上昇傾向も認められる。ステンレス鋳鋼でも肉厚の増加に伴う衝撃値の低下が明らかであるが、試験温度による衝撃値の遷移傾向もかなり明瞭である。普通、オーステナイト系ステンレス鋼には顕

著な遷移傾向が認められないとされているが、この場合は前述のとおり組織がオーステナイト一相でなく、フェライトの混在したこともあってこうした現象を生じたと解釈される。

5. 考 察

すでに個々の問題については実験結果の項で若干の考察を加えておいた。ここでは、それを補足しながら総括的に考察したい。

鋳鉄、鋳鋼とも鋳物の肉厚による強さの差は少ないが、延性や靱性で顕著な差異を生じたことにつき、まず検討する。

鋳鉄についてのこの種の報告は、G. Jolley 氏⁽⁴⁾によるものがあり、そこでは機械的性質低下の直接原因として肉厚増加による黒鉛の粗大化をあげている。確かに、切欠き効果の大きい片状黒鉛を有する普通鋳鉄ではこうした説明も首肯できる。しかし、球状黒鉛鋳鉄では黒鉛は球状であるためその切欠き効果はすこぶる小さいとされ、この説を適用することが困難である。事実、筆者のひとりの研究⁽²⁾によれば、引張強さには黒鉛球の大小が影響せず、衝撃値は黒鉛球の大きいほうが良いという結果も得られている。したがって、この場合の球状黒鉛鋳鉄厚肉部の機械的性質劣化の主要原因には、前述の黒鉛球状化度合の低下と、パーライトの残留から推定された粒界偏析の二つをあげたい。ミクロキャビティーも考え得る要因の一つであるが、密度の測定結果から肉厚によるその量的な差異をうかがい得なかったことは前述のとおりである。しかし、肉厚の影響がなにゆえ強さにおいて小さく、延性、靱性において大きかったかの説明はまだ十分でない。これにはさらに多言を要しようが、ここでは前述図 5 の応力-ひずみ曲線をもって一応の説明としたい。

鑄鋼2種において、肉厚増加に伴う機械的性質低下の原因としてはまずマイクロキャビティーをあげたい。これを裏付けるものとして、密度と機械的性質の関係を示すと図15のとおりである。引張強さは密度によって影響されるところがすこぶる小さいが、伸び、絞り、衝撃値は密度の低下に従って直線的に低下している。

なお、マイクロキャビティーがこうした作用を持つことについては近年S. Z. Uram氏⁽³⁾、G. K. Turnbull氏⁽⁴⁾、W. Patterson氏ら⁽⁵⁾の報告もあることで、主原因の一つとしてこれをあげることに問題はないと考える。

偏析については、ステンレス鑄鋼に限ってわずかにNi, Crの問題が提起されたとはいえ、等閑視できぬものである。事実、凝固機構の面からすれば効果の確認されたマイクロキャビティーは最終凝固部である樹枝間部に生ずるものであり、そこにはP, Sなどの偏析が必然的に生じ得るからである。このようなマイクロ偏析が鑄鋼の延性を阻害するとの実証はP. J. Ahearn氏ら⁽⁶⁾によっても示されている。

一方、ステンレス鑄鋼の組織上の問題として、フェライトの挙動についてはA. Z. Lena氏⁽⁷⁾や井上氏ら⁽⁸⁾による報告がある。それによると、フェライトは伸び、絞りを低下させるといわれる。本実験においても、フェライト部における顕著なCr偏析の確認や肉厚増加に伴うフェライト量増加の事実があつて、厚肉部における延性低下にこのフェライトが多少なりともあつたであろうことは否定できない。

以上の考察から、鑄物の機械的性質が肉厚によって異なることにつき、マイクロ偏析と組織差の二つを共通因子としてあげることができる。

マイクロキャビティーが共通因子であるとの明確な資料は得られなかったが、黒鉛は金属基地に比べてすこぶる脆弱(ぜいじゃく)であることからして鑄鉄における黒鉛を材力上鋼におけるマイクロキャビティーと同列に扱うことも可能であろう。

要するに、いずれの因子も鑄物の肉厚増加、換言すれば凝固冷却速度の低下によって多発あるいは発達するものであり、厚肉鑄物の

製造上はこの点の留意が肝要といえる。肉厚部の凝固速度の調整は冷し金の適用など従来から種々試みられているが、単にマクロ的な鑄造欠陥の抑制にとどまらず、さらに一歩進めて微視的な欠陥の抑制に努めることが必要である。

なお、当面の問題として、鑄物の肉厚感受性は材料の延性、靱性の面で大きいことを強調したい。

6. 結 言

鑄鉄、鑄鋼の肉厚感受性につき、次のことが確かめられた。

- (1) 鑄物の肉厚増加は機械的性質の低下を招くが、中でも延性、靱性の低下は大きい。
- (2) 延性、靱性の低下度合は材料の種類によっても異なり、たとえばステンレス鑄鋼のそれは普通鑄鋼に比べて大きい。
- (3) 材力低下の直接原因としては、鑄鉄、鑄鋼に共通なものも多く、マイクロ偏析、マイクロキャビティーがあげられるとともに、鑄鉄の黒鉛形状や分布、ステンレス鑄鋼(SCS 13)におけるフェライトなど組織上の問題もあづかっているものと考えられる。
- (4) 以上の諸要因はいずれも鑄物の凝固速度によるところが大きく、肉厚鑄物の品質向上にはまず鑄物各部の凝固冷却速度の適切な調整が必要である。

参 考 文 献

- (1) G. Jolley et al: British Foundryman, 60, 3, 71 (1967)
- (2) 岡田ほか: 日本金属学会誌, 1965年春季講演大会概要集, p. 98
- (3) S. Z. Uram et al: Transaction AFS, 68, 347~360 (1960)
- (4) G. K. Turnbull et al: Transaction ASM, 55, 319~334 (1962)
- (5) W. Patterson et al: Giesserei, 50, 737~748 (1963)
- (6) P. J. Ahearn et al: Modern Castings, 46, 2, 737~748 (1964)
- (7) A. Z. Lena: Iron Age, 174, 23, 228 (1959)
- (8) 井上ほか: 鉄と鋼, 50, 5, 781~787 (1964)



登録実用新案 第811175号

新 案 の 紹 介



安 斉 太 郎・梅 原 幸 雄

デ ー タ カ ー ド

従来の集中データ処理方式では、作成した伝票の内容をテープにせん孔し、このテープにより電気信号系を制御して、通信機、電子計算機を駆動させる方法が行なわれていたが、この方法では原伝票を読み取り、せん孔タイプライターで人がテープにせん孔するなど初期の作業に多大の労力と時間を必要とする欠点があった。

この考案はせん孔の初期作業の必要のない、取扱いが容易で、くり返し使用できるデータカードを提供するものである。

図はこの考案によるデータカード1を示すもので、符号群2, 3および記号群4, 5より構成されている。

たとえば、売上伝票などにおいては、品名、単価などのように同一のものがくり返し使用される固定データと、売上個数、売上価格などのようにそのつど変化する可変データとがあるので、この固定データをあらかじめ単位符号で符号化して、発光性鉛筆またはインクでカード1のほぼ半分に記して符号群2, 3を構成する。一方、1から0までの数字を縦書きに印刷した記号群4, 5上に可変データを発光性鉛筆でマーク6, 7, 8, 9, 10する。このように構成された符号群2, 3と記号群4, 5に付されたマークとを光電変換検出装置を介して電気信号に変換する。

したがって、カード1はそのまま原伝票として用いることができ、可変データのみを簡単な操作でマークするだけでよく、またこれから直ちにせん孔テープを得ることができるので、データ処理に要す

る労力と時間が大幅に短縮できる。さらに処理が終わればマークした部分を適当な溶剤で消去し、再び新しいカードとしてくり返し使用もできる。

(栞山)

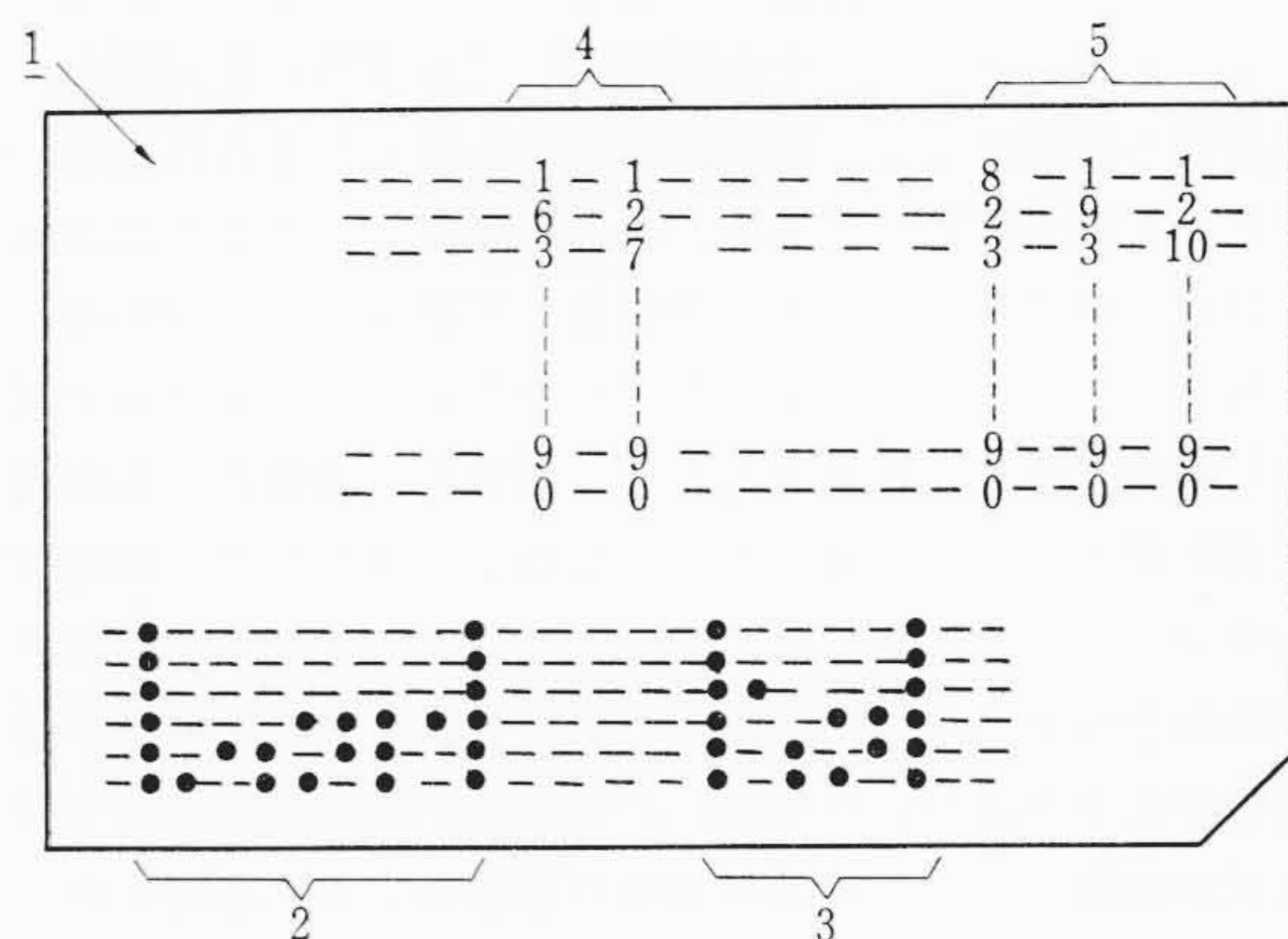


図 1