

## 熱間ダイス鋼 HDC の鍛錬方法を異にせる 太物の機械的性質について

### A Comparative Study of Effect of the Various Forging Methods on the Mechanical Properties of Hot Die Steel HDC

小柴定雄\*      田中和夫\*\*      稲田朝雄\*\*  
Sadao Koshiba      Kazuo Tanaka      Asao Inada

#### 内容梗概

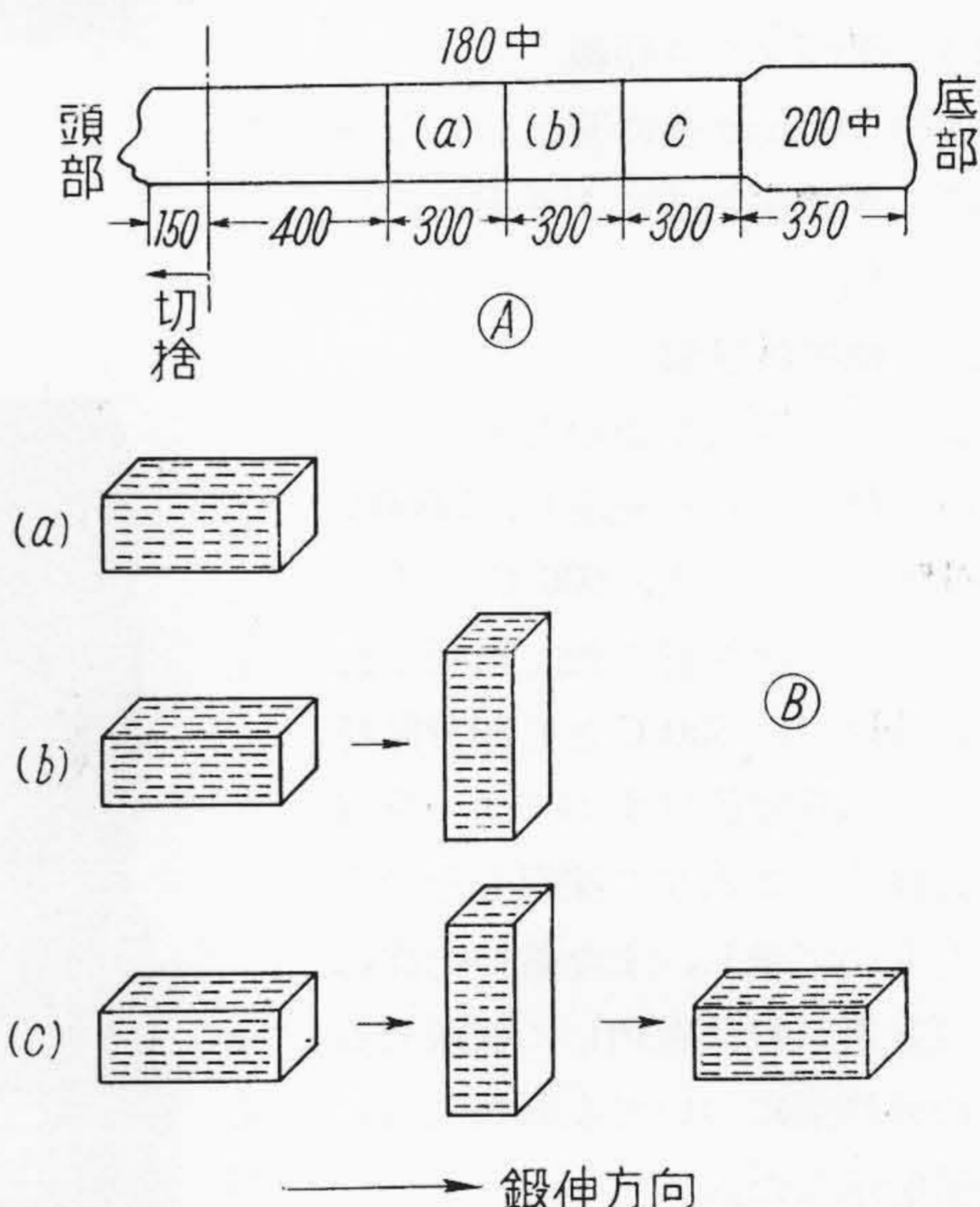
熱間ダイス鋼 HDC の鍛造方法を変えた3種の太物材について、鍛伸方向に直角と平行方向および、それぞれの位置における中心と外側部の組織および機械的性質につき実験した。その結果、素延べのままのものは据込せるものに比して組織、機械的性質ともに劣り、据込圧縮のままのものはこれをさらに据込戻しせるものに比し、端部と中央部との差が著しく、また各位置においては外側の方が中心部のものより良好である。熱間試験においても常温の場合とほぼ同様の傾向を示した。

#### 〔I〕 緒 言

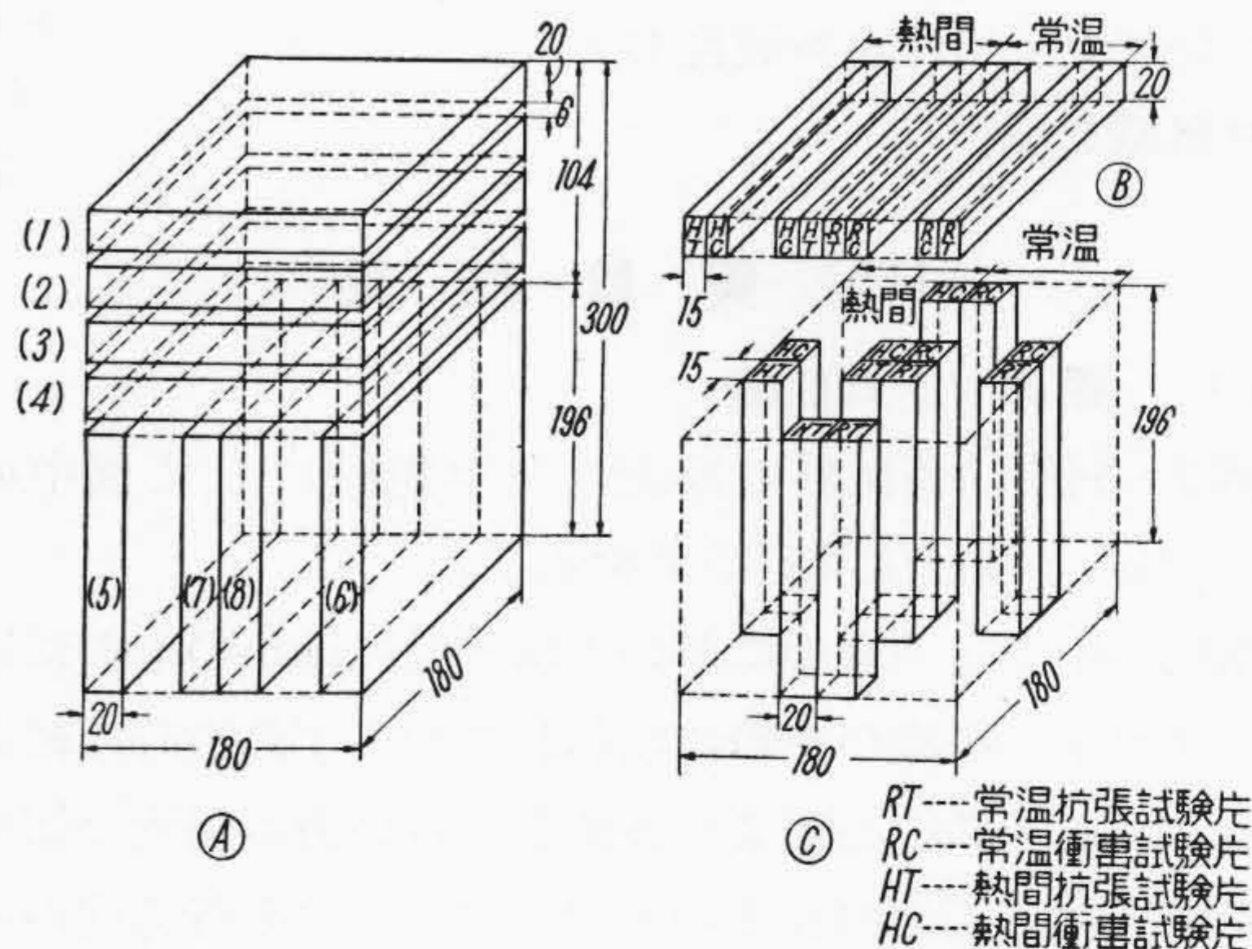
HDC は熱間ダイス鋼として広く使用されているが、本実験は素延べのままのもの、据込圧縮のままのものおよびこれをふたたび長さ方向に据込戻しせる3種の太物につき鍛伸方向に平行と直角およびそれぞれの方向の中心と外側部における組織、機械的性質などにつき検討し、もつて太物製造上および使用上の参考に資した。

#### 〔II〕 試料および実験方法

試料は 750 kg 角型鋼塊を 200 mm 中→180 mm 中に鍛伸し、第1図(A)に示すごとく押湯部分を長さ約 150 mm 切捨後ほぼ中央部より長さ 300 mm の a, b および c 試料を採取した。次に同図(B)のごとく a 試料は素延べのままとし b 試料は長さ方向に約 1/2 l 据込圧縮し、そのままの状態にて 180 mm 中、長さ 300 mm に成形し、c 試料は同じく約 1/2 l 据込圧縮後これを再びもとの長さ方向に据込戻して 180 mm 中、長さ 300 mm にした。次にこれら3種の試料につきそれぞれ第2図(A)に示すごとく試料の端部より長さ方向に直角に幅 6 mm のステッキバイトを用いて厚さ 20 mm ずつに (1), (2), (3) および (4) の4個の試料を割出し、残部の試料は長さ方向に同じく 20 mm 幅のものを中心より2個 (7 および 8) と両外側より1個ずつ (5) および (6) を割出した。これらの符号はそれぞれ a 試料のものを a1~a8, b 試料を b1~b8, c 試料のものは c1~c8 とした。ただし a2 試料は割出失敗のため実験できなかった。次に(B)図は長さ方向に直角に割出したものにおける試験片採取方法を示すが、図のごとく中心より2等分し左側は熱間、右側を常温試験用とし両者対称的にもとの中心および外側部より幅 15 mm のものを採取し 900°C 空冷、800°C 炉冷後抗張試験片 (平行部の径は熱間用 7 mm φ、常温用 10 mm φ) と衝撃試験片に機械



第1図 試料採取位置 (A) および鍛造方法 (B) 略図



第2図 試験片採取方法略図

第1表 試料の化学成分

C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	W	V	Cu
0.30	0.23	0.36	0.015	0.005	0.15	2.67	9.46	0.36	0.09

\* 日立金属工業株式会社安来工場 工博

\*\* 日立金属工業株式会社安来工場

仕上した。この場合試験片の採取方向は a1~a4 および c1~c4 は鍛伸方向に直角, b1~b4 は平行となる。また◎図は長さ方向の場合を示す。すなわち前述と同様中心より2等分し, 左側を熱間, 右側を常温試験用とし, 抗張, 衝撃試験片をそれぞれ対称的にもとの中心部1箇所, および外側部2箇所より採取した。この場合の鍛伸方向は前述の長さ方向に直角のもの逆になる。第1表に化学成分を示す。また実験方法は次のごとくである。

(1) 断面マクロ組織

前述の 20 mm 幅に割出した各試験片につき強腐蝕法によりそれぞれの品位を判定した。

(2) 機械的性質

各試験片は脱炭防止のためケースを用い同材の削粉を充填し, 1,050°C に30分保持後油焼入, 600°C に1時間焼戻し各試験を行つた。ただし熱間の試験温度は 600°C とし30分保持した。なお衝撃値はすべて同一位置より試験片を2本ずつ採取しその平均値をもつて示し, また鍛伸方向に平行 (b系試験片は直角) に採取せる試験片の外側部についても同様両者の平均値を示した。

(3) 硬度, 顕微鏡組織

常温において試験せる衝撃試験片についてロックウェル硬度およびミクロ組織を調べた。

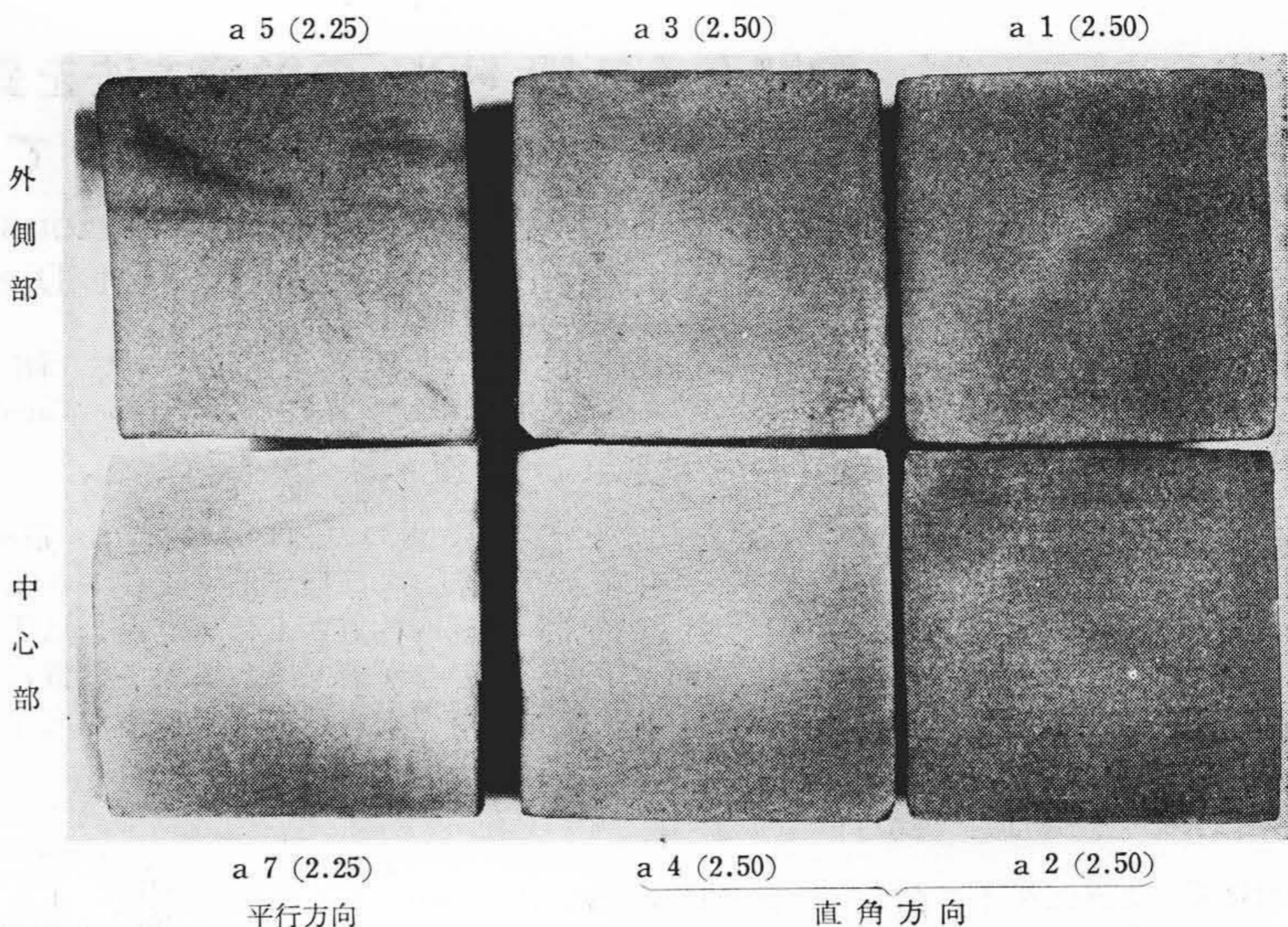
[III] 実験結果

(1) 断面マクロ組織

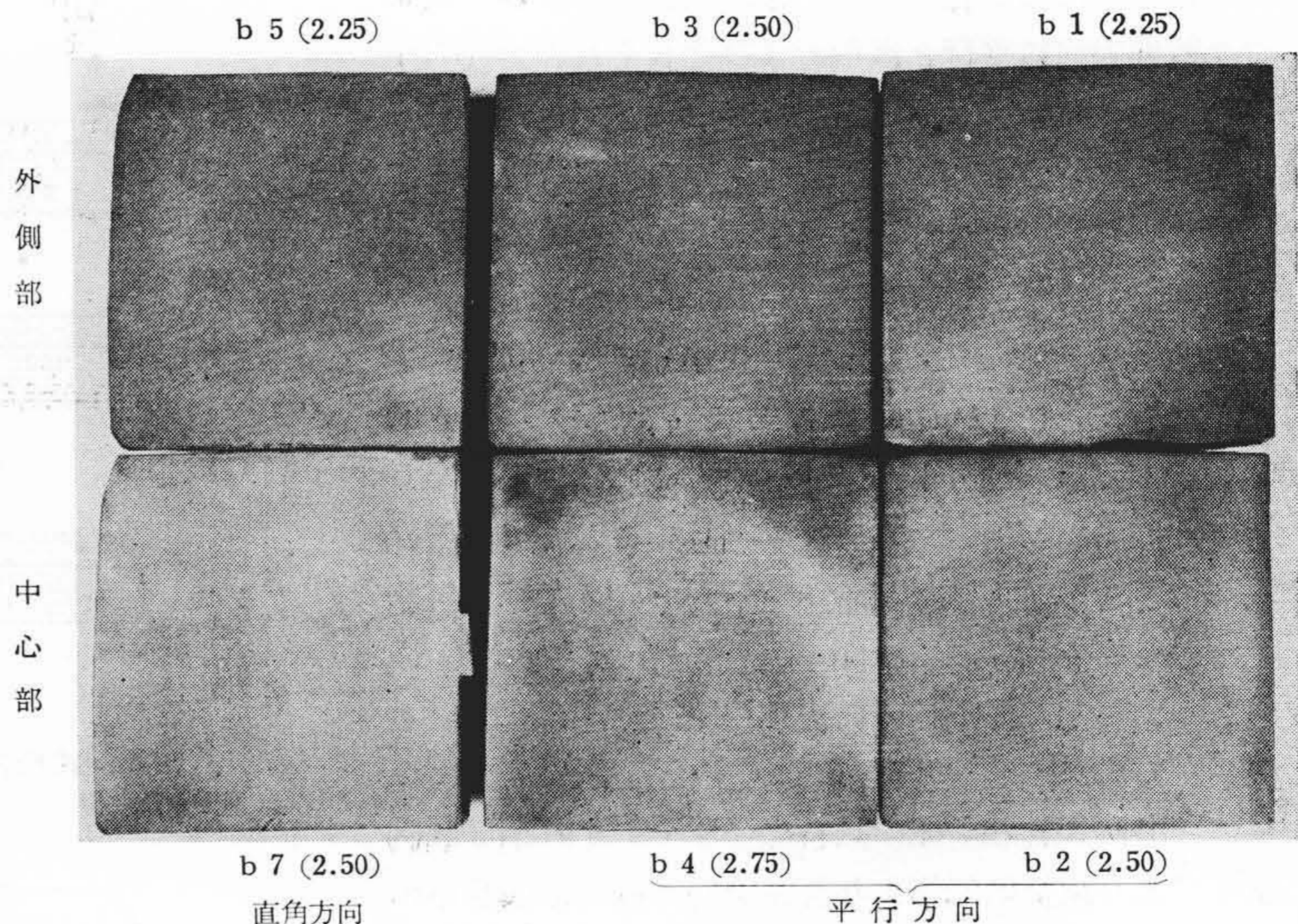
第3~5図は各試験片の断面マクロ組織にして図中の ( ) 内数字は品位判定結果を示す。

素延べのままのものにおいては一般にほかのものに比してファイバ組織が明瞭に現われておらず鍛造時の組織に近く, とくに中心部より外側部に近い方が粗大な傾向を示す。据込圧縮のままのものにおいては平行方向の場合端部より中央部にしたが品位を低下し, また直角方向においても外側に比し中心部の方が劣る。また据込戻しせるものの直角方向のものは中心部に偏析が著しく, 平行方向においても外側に比し中心部の品位は劣る。

(2) 常温機械的性質, 硬度および組織

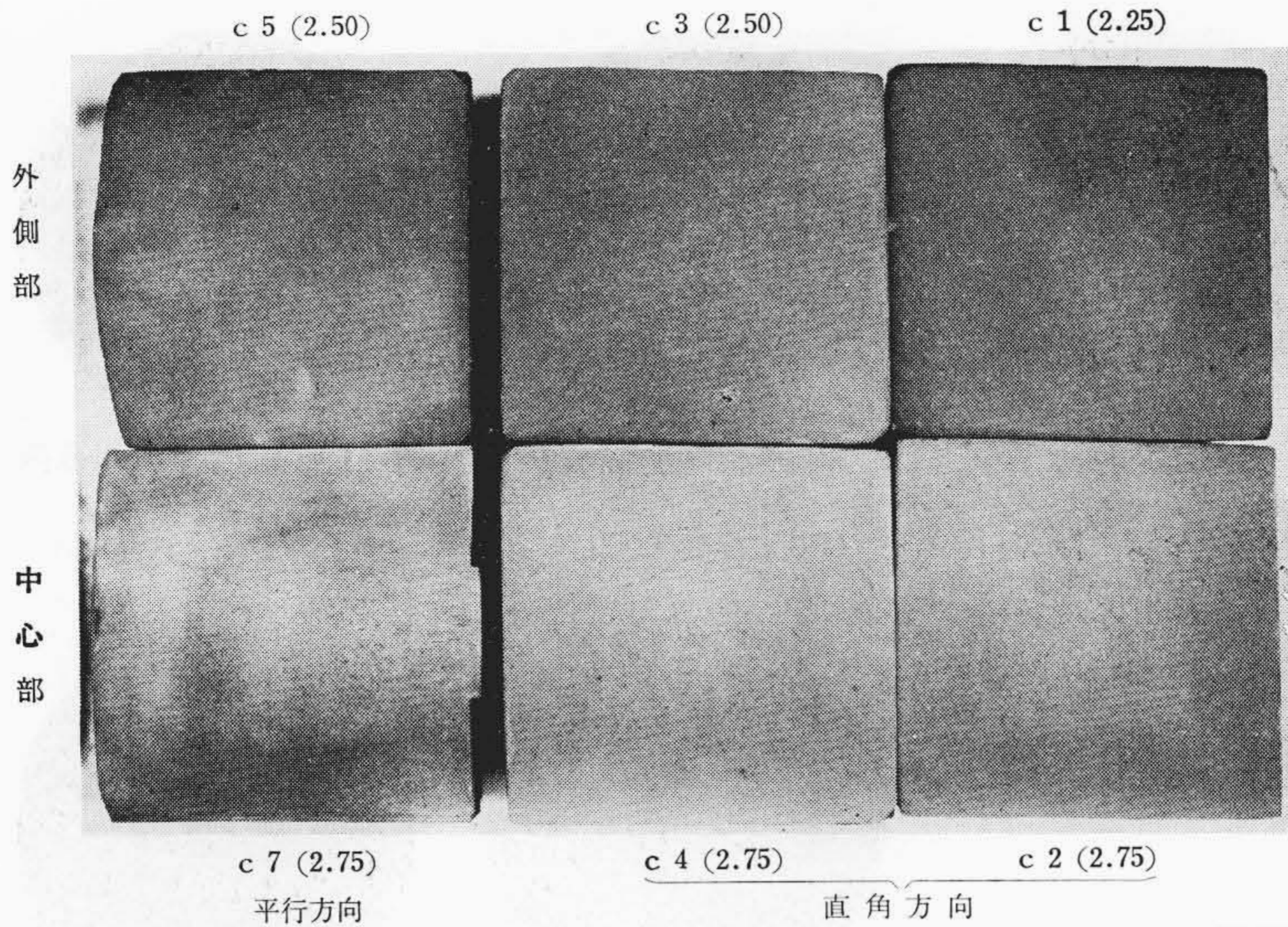


第3図 素延べのままのもの断面マクロ組織



第4図 据込圧縮のままのもの断面マクロ組織

第6図は素延べのままのものにおける結果を示すが, 鍛伸方向に直角の場合試験片端部と中央部において抗張力は僅かながら, 中央部の方が高いが衝撃値は低い傾向を示し, 伸, 絞および硬度は大差なく, また各位置の中心と外側部においては抗張力は中心の方がやや高いがそのほかは大差ない。次に平行方向の場合前述の直角方向に比し抗張力は高いがそのほかにおいては大差ない。第7図は据込圧縮のままのものの結果を示す。鍛伸方向に平行の場合試験片端部と中央部において硬度, 抗張力は大差ないが伸, 絞および衝撃値は低下し, 特に絞において著しい。また各位置においては中心に比し外側部が高い値を示す。また直角方向においても同様中心に比し外側部の方が一般に高い。次に第8図は据込戻しせるものの結

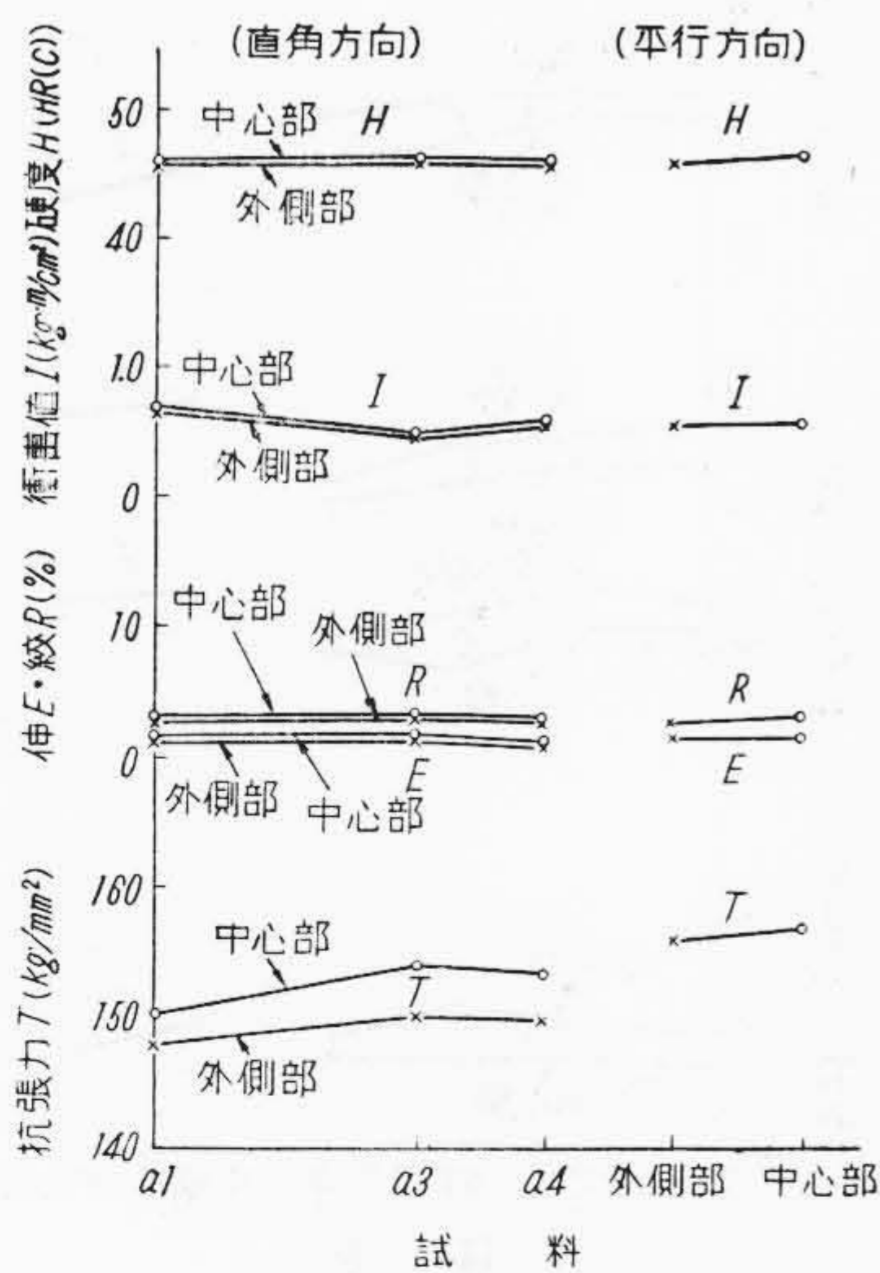


第5図 据込戻しせるものの断面マクロ組織

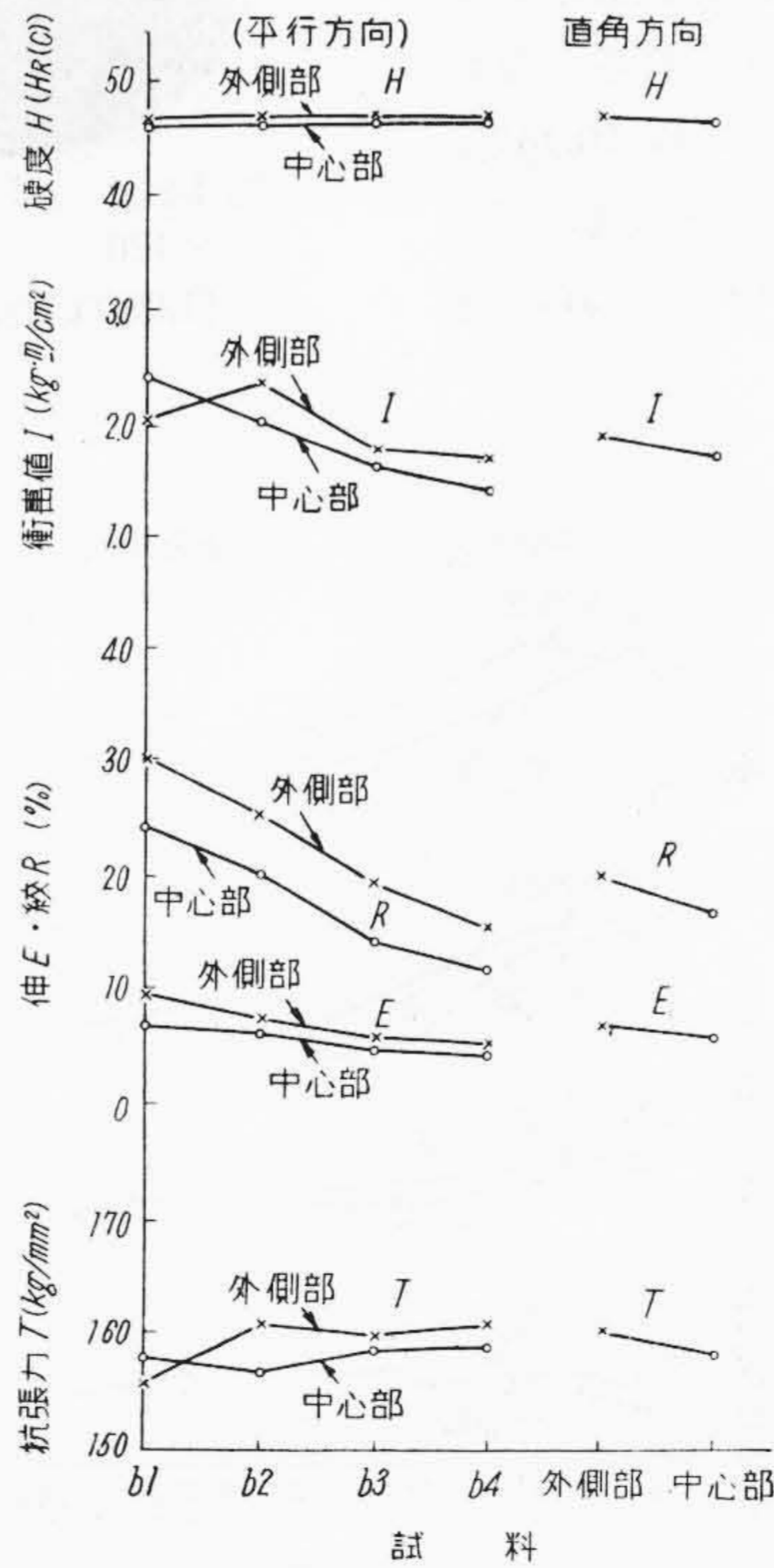
果であるが鍛伸方向に直角の場合硬度，抗張力は端部と中央部において大差ないが伸，絞および衝撃値は中央部の方がやや高目であり，かつ各位置においては前者と同様外側部が高く，また平行方向においても同様外側部が高い。

第9図は各抗張試験片の破面状況を示す。素延べのままのものは破面がもつとも粗くかつ外側の方が中心部より僅かに粗い傾向を示す。

第10図は a1 の中心部，第11～13図は b1 の外側，中心部および b4 の中心部，第14，15図



第6図 素延べのままのものの常温における硬度，機械的性質



第7図 据込圧縮のままのものの常温における硬度，機械的性質

は c 1 の外側および中心部の組織を示す。すなわち a 1 の中心部は粗大な結晶粒を示し，また外側部もこれとほぼ同様の組織を示すが，粒度はわずかに粗い傾向を示す。b 1 は外側，中心部ともに微細であるが，b 4 の中心部では炭化物が網状に現われている。また c 1 は中心，外側部ともに網状がみられ，特に中心部に多い。

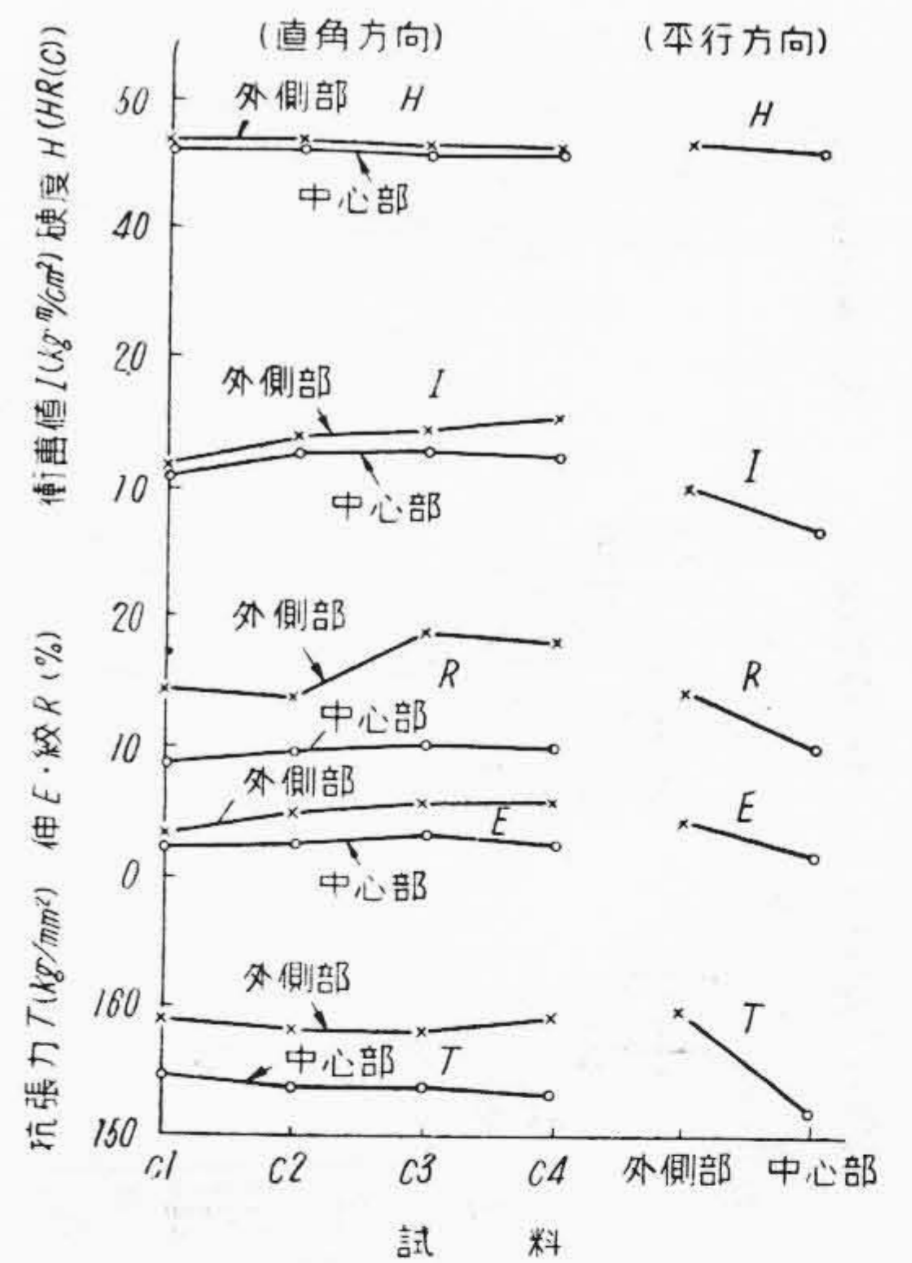
(3) 熱間機械的性質

第16，17図および第18図にそれぞれの試験結果を示すが，前述の常温における場合に比して一部異なつた傾向を示すものもあるが，素延べのものは据込せるほかの両者に比しそれぞれの値がもつとも低く，据

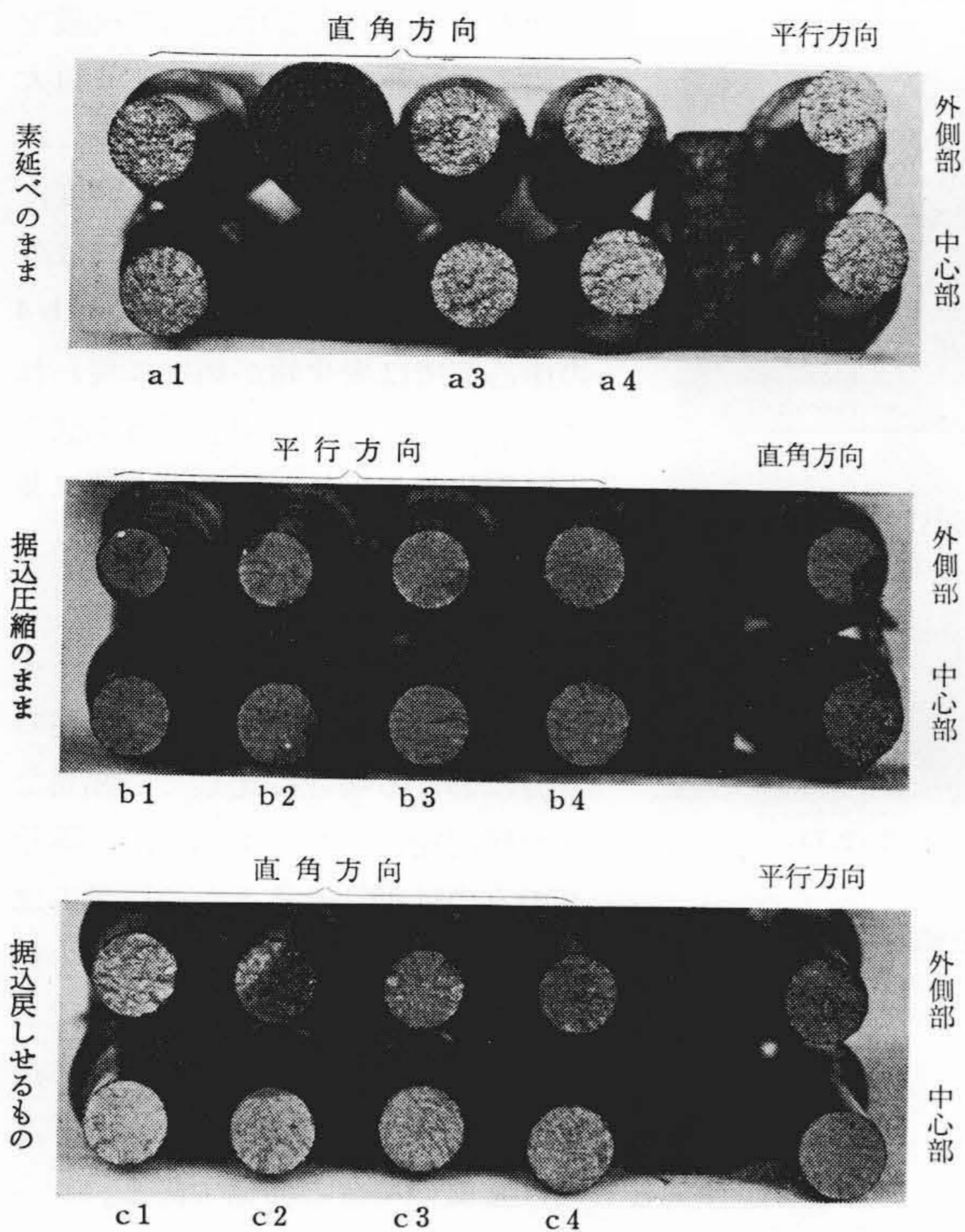
込圧縮のままのものは，さらに据込戻しせるものに比し端部と中央部におけるそれぞれの値の差が大きく，またこれら両者の各位置においては外側の方が中心部より高い。よつて傾向としては常温の場合と同様である。

[IV] 結果に対する考察

前述の据込圧縮のままのものにおいて端部と中央部との組織および機械的性質に著しい差が生じているが，これは鍛造過程において据込圧縮後，そのままの状態にて成形するため特に端部に軽い鋸打

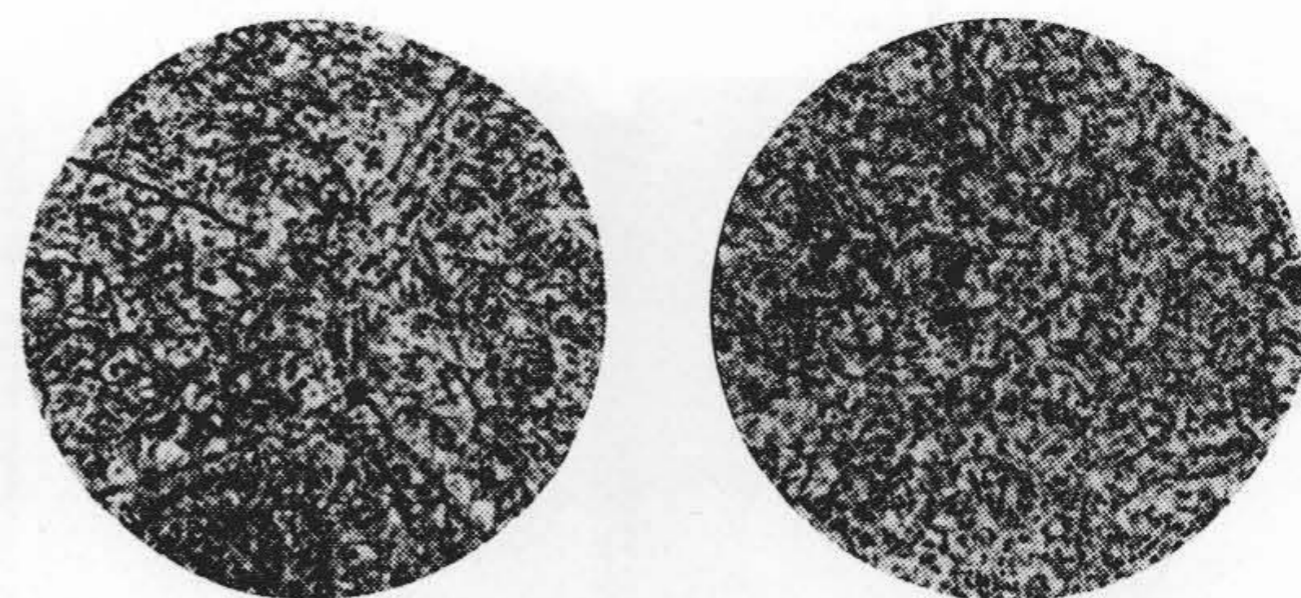


第8図 据込戻しせるものの常温における硬度，機械的性質



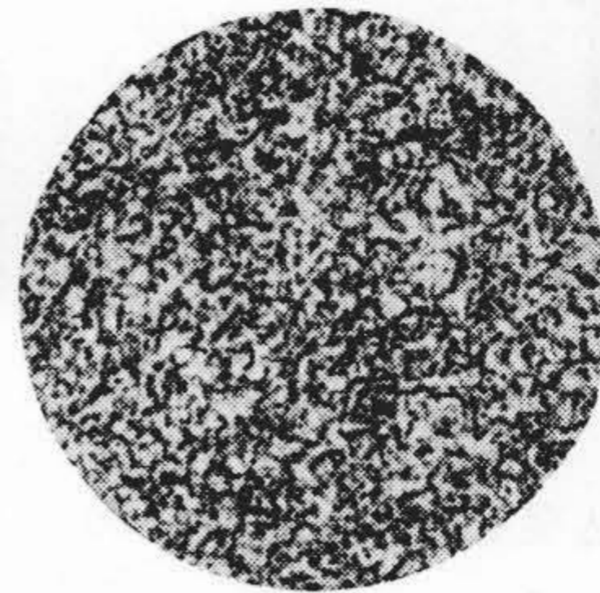
第9図 各試料の常温抗張試験片破面状況

を数回繰返し与えたためであり、この点鍛錬係数の大きい場合にはこの傾向は減少するものと考えられる。なお著者の一人が HDC (C 0.26%, Cr 2.52%, W 10.46%, V 0.40%) の 16 mm 中について本実験と同一熱処理後常温において試験せる結果は抗張力約 149 kg/mm<sup>2</sup>, 伸

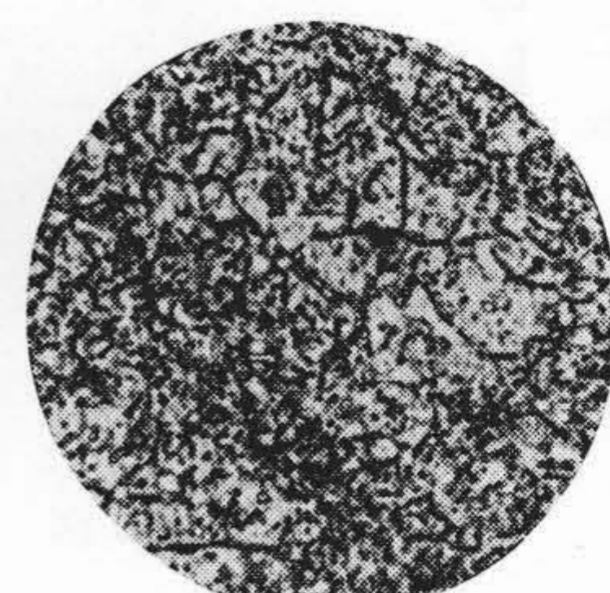


第10図 a1 中心部組織 ×420 (1,050°C油, 600°C空)

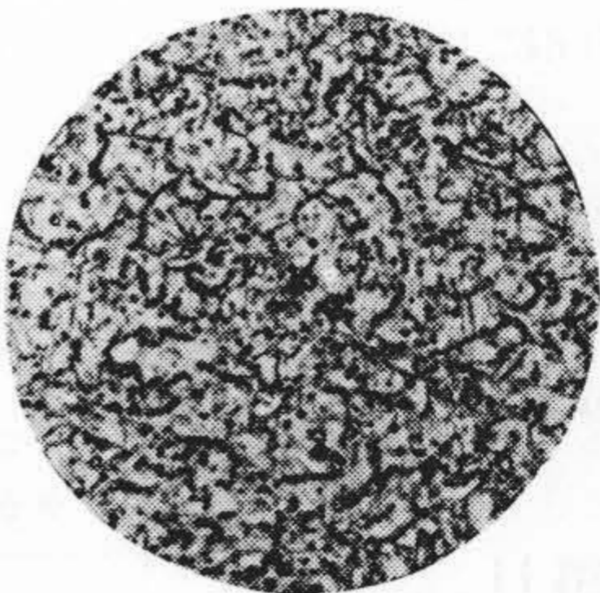
第11図 b1 外側部組織 ×420 (1,050°C油, 600°C空)



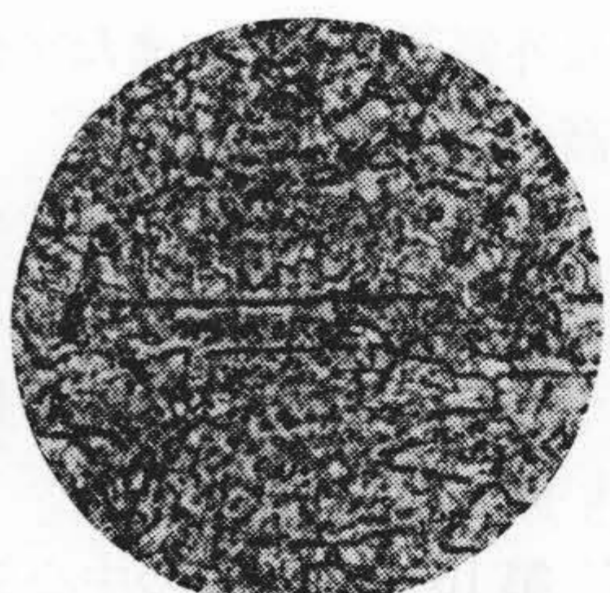
第12図 b1 中心部組織 ×420 (1,050°C油, 600°C空)



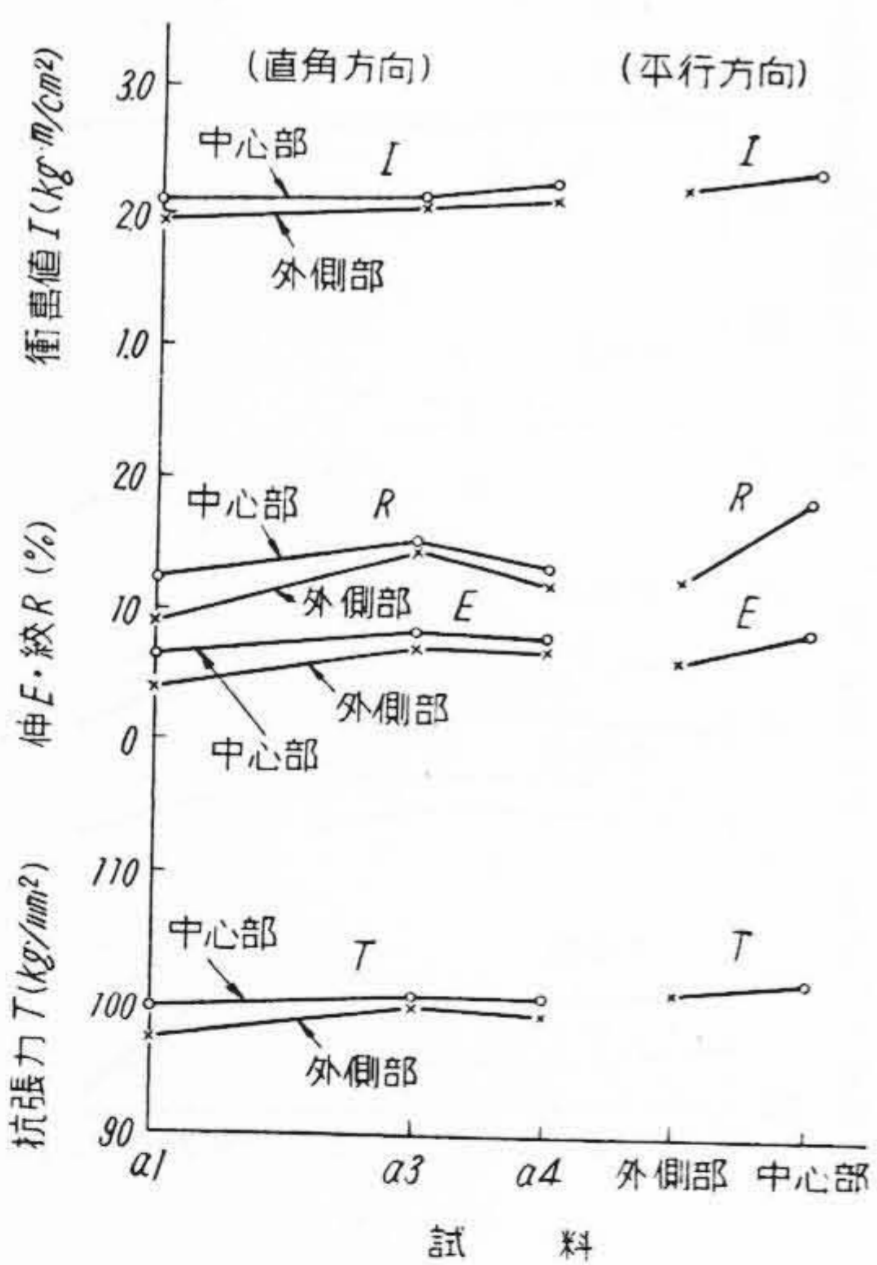
第13図 b4 中心部組織 ×420 (1,050°C油, 600°C空)



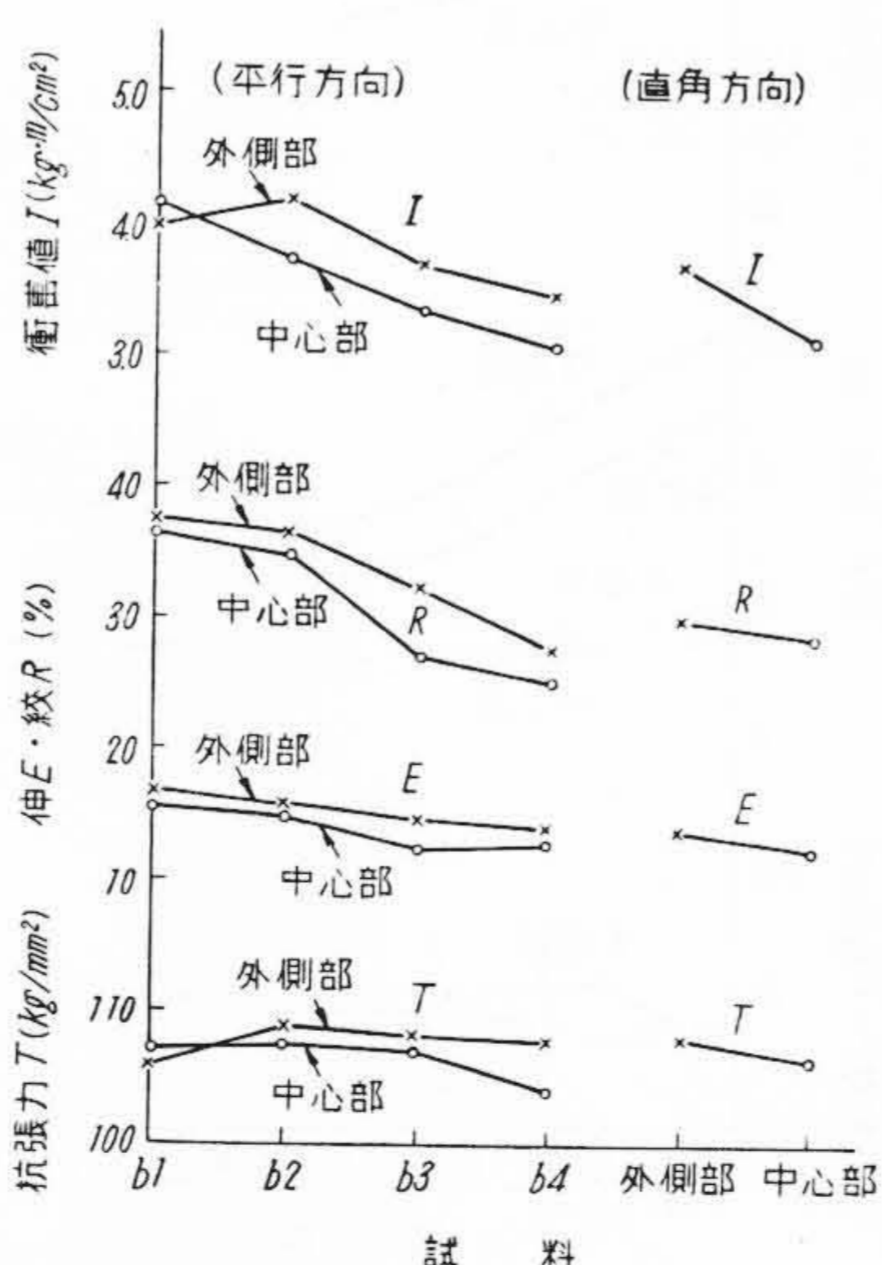
第14図 c1 外側部組織 ×420 (1,050°C油, 600°C空)



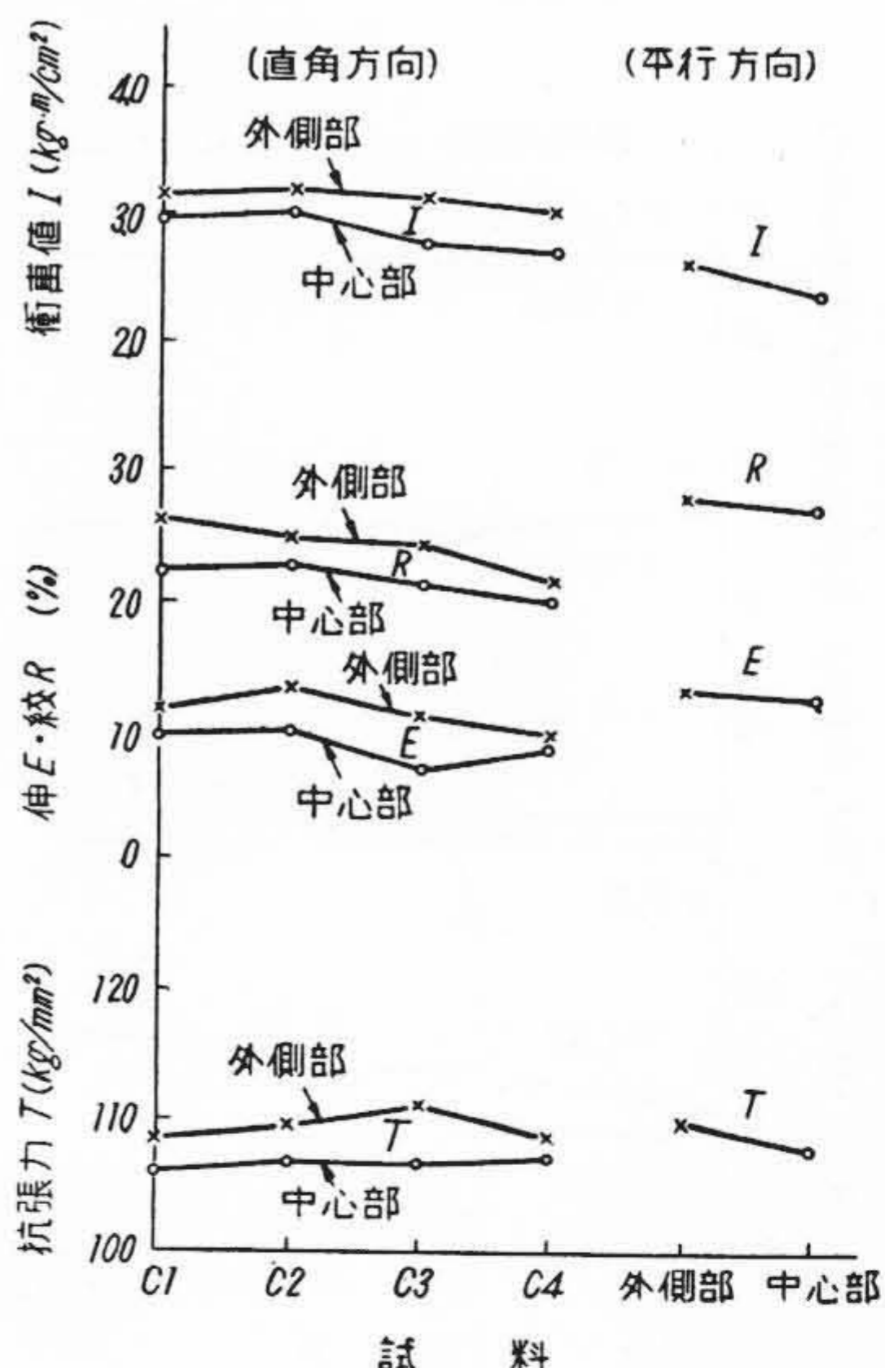
第15図 c1 中心部組織 ×420 (1,050°C油, 600°C空)



第16図 素延べのままのもの熱間における機械的性質



第17図 据込圧縮のままのもの熱間における機械的性質



第18図 据込戻しせるもの熱間における機械的性質

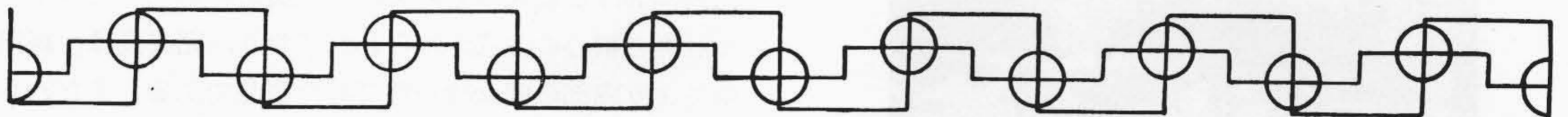
約12%、絞約39%であり、これに比較すればこの種太物の機械的性質はやや劣る。

〔V〕 結 言

前述の結果を要約すると次のごとくである。すなわち素延べのものにおいては鍛錬不十分であり、据込圧縮のまま成形せるものは端部と中央部における組織および機械的性質の差が著しい。据込戻しせるものは中心部に著

しい偏析があり、各位置における中心と外側部との差は大きい。端部と中央部においては前者に比しその差は少ない。

しかしてこれら3種のもの进行比较すると素延べのものは全般的に機械的性質が悪くまた据込圧縮のままのものと据込戻しせるものでは前者の方が幾分よい傾向を示している。



日立金属工業株式会社社員社外寄稿一覽

(昭和31年10~12月受付分)

寄稿先	題 目	執 筆 者 所 属	執 筆 者
東 部 炭 砒 技 術 会	石炭鋳車にかかる荷重と部品の強度について	戸畑工場	山根昭久
東 京 大 学 工 学 部	鉄鋼中のガス分析用試料採取法について	安来工場	木村伸雄
日 本 金 属 学 会	5%クロムダイキャスト型鋼に及ぼすバナジウムおよびタングステンの影響	安来工場	小柴定常
日 本 金 属 学 会	Fe-Ni-Al系析出型磁石合金の磁性に及ぼすSi含有量の影響	安来工場	小柴定輝
日 本 商 工 新 聞	ヤスギバイト	安来工場	住田勇美
日 本 金 属 学 会	高速度鋼の切削耐久力および抗折力に及ぼすサブゼロ処理の影響	安来工場	小田定雄
日 本 金 属 学 会	鉄鋼石 Pellet の焼結機構 (1)	安来工場	中村信夫
日 本 金 属 学 会	鉄鋼石 Pellet の焼結機構 (2)	安来工場	中佐信夫
日 本 鉄 鋼 協 会	数種のフェライト系耐熱鋼の高温機械的性質と耐酸化性について	安来工場	小柴定常
日 本 鉄 鋼 協 会	Cr~Mo 肌焼鋼の諸性質に及ぼす Mn の影響	安来工場	新持喜一郎
日 本 鉄 鋼 協 会	炉内急冷による熔鋳炉内反応に関する研究	安来工場	新清水信夫
日 本 鉄 鋼 協 会	冶金用充填層の圧損と熱伝達について	安来工場	中佐信夫
			中一信夫
			佐藤安夫
			佐藤安夫

Vol. 39

日 立 評 論

No. 3

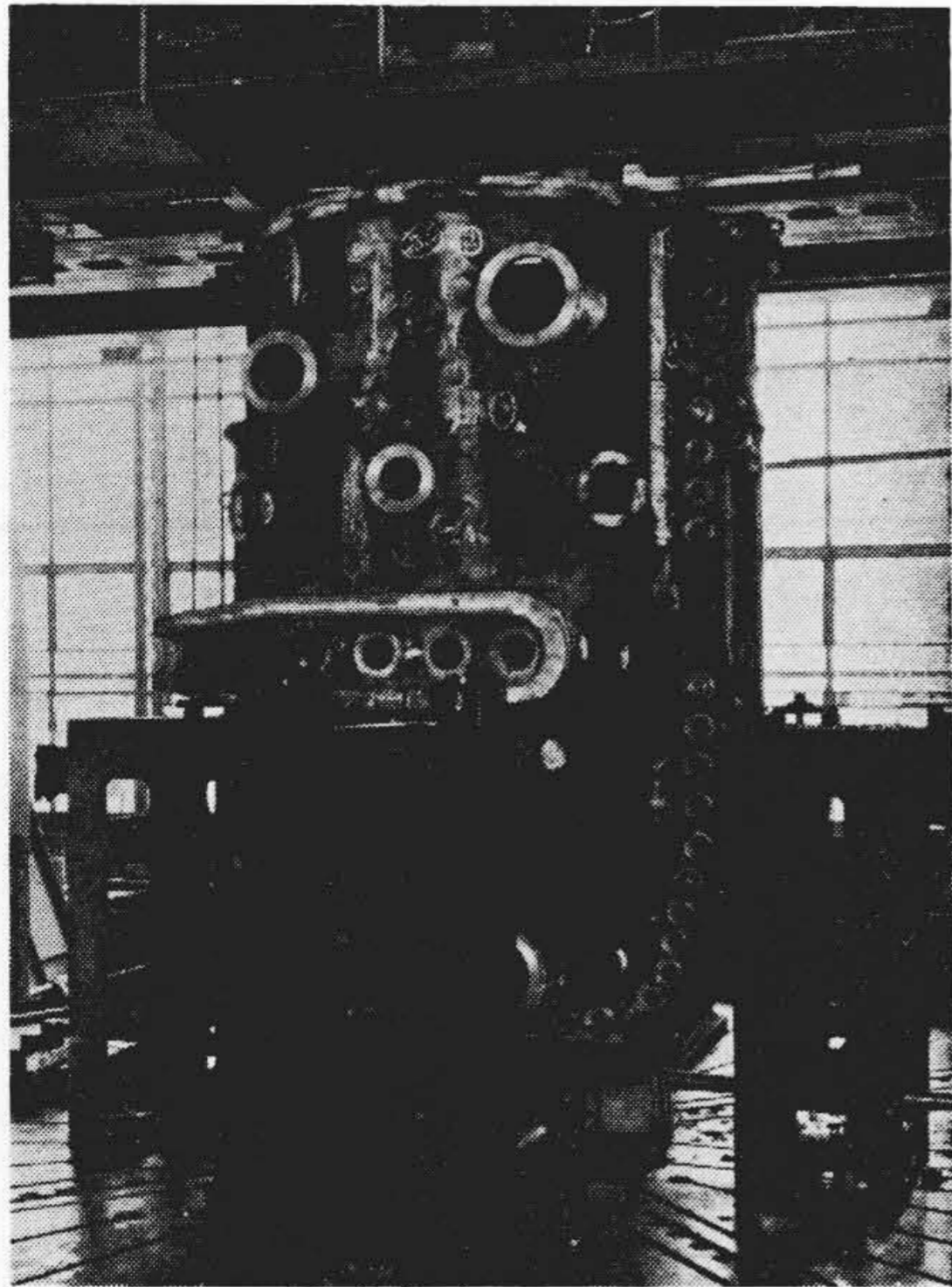
- ◎関西電力株式会社殿山発電所納 17,000 kW カプラン水車および発電機
- ◎ガス再循環による蒸気温度調整
- ◎中国電力株式会社潮発電所自動負荷周波数調整装置
- ◎新しい誘導電圧調整器
- ◎電子顕微鏡の永久磁石励磁方式とその特性
- ◎記録装置を用いた炎光分析の一例
- ◎関西電力株式会社八日市営業所納クロスパー式自

- 動交換機の概要
- ◎PTM 端局装置について
- ◎高真空整流管の許容動作条件
- ◎架空送電線の弛度測定用クリノメータ
- ◎常温打抜加工用フェノール樹脂積層板
- ◎鑄造の力学的研究
- ◎高張力鋼の熔接性に関する二三の考察
- ◎13Cr 不銹鋼に関する二三の考察
- ◎砂かみの生成に関する二三の考察

発行所 日立評論社 東京都千代田区丸ノ内1丁目4番地 振替口座東京 71824 番  
 取次店 株式会社オーム社書店 東京都千代田区神田錦町3丁目1番地 振替口座東京 20018 番

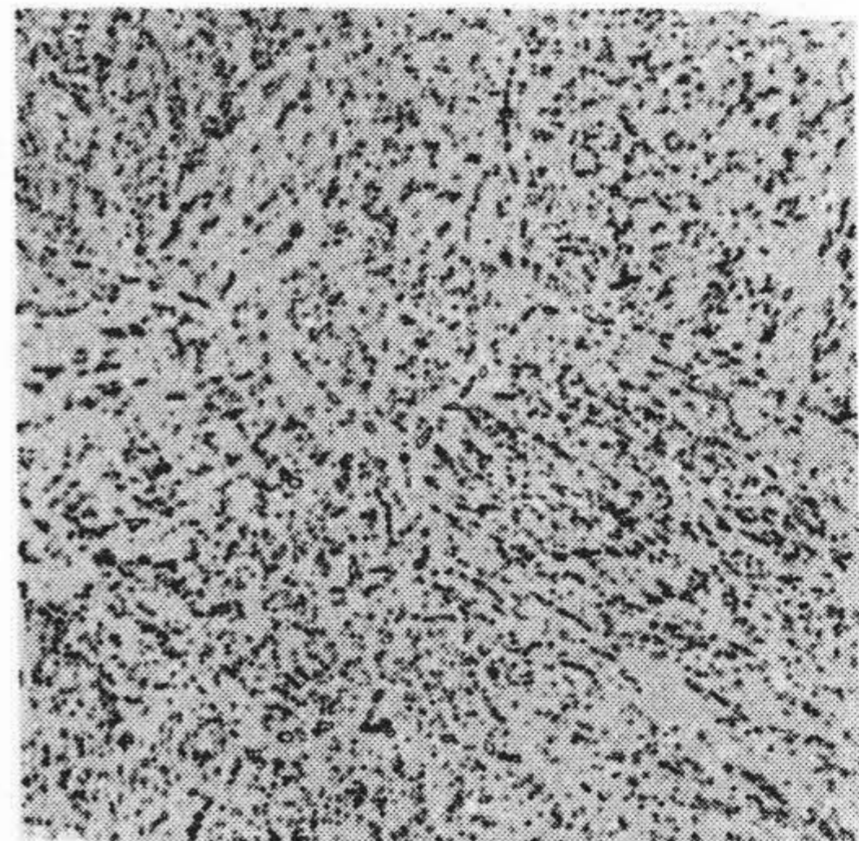
75,000 kW タービンケーシングの製造

近時タービンの出力を大ならしむるため温度、圧力ともに上昇の傾向にあり、これにならつて各部品に対し高温高圧の条件が厳格となつてきた。日立製作所日立工場においても各関係方面と協力し従来の Mo 系、CrMo



第1図 新東京発電所納 75,000 kW 高圧タービンケーシング

系鋳鋼から一步を進め CrMoV 系の大出力タービン部品鋳鋼品の熔製を行つている。もちろん 450°C、50 気圧程度のタービン部品に対しては Mo 鋳鋼および CrMo 鋳鋼程度の材料で高温強度およびクリープ抵抗は十分である。CrMoV 系鋳鋼品はさらに温度圧力ともに高いタービン部品に用いられる材料の一つで、とくに抗張力が高いことが特長である。第1図に示した新東京発電所納 75,000 kW 高圧タービンケーシングは同系の鋳鋼品で過去における最大のもので、その製造にあつては十分な計画と細心の注意がはらわれており、完成後はγ線照射により内部の健全性を確認した製品である。すなわち抗張力は Mo 鋳鋼 CrMo 鋳鋼より約30%高く、500°C以上の高温におけるクリープ限も大幅に上昇し使用条件を十分満足させるものである。第2図にその顕微鏡組織写真を示すが、安定なソルバイト組織である。



第2図 CrMoV 鋳鋼の顕微鏡組織 ×400

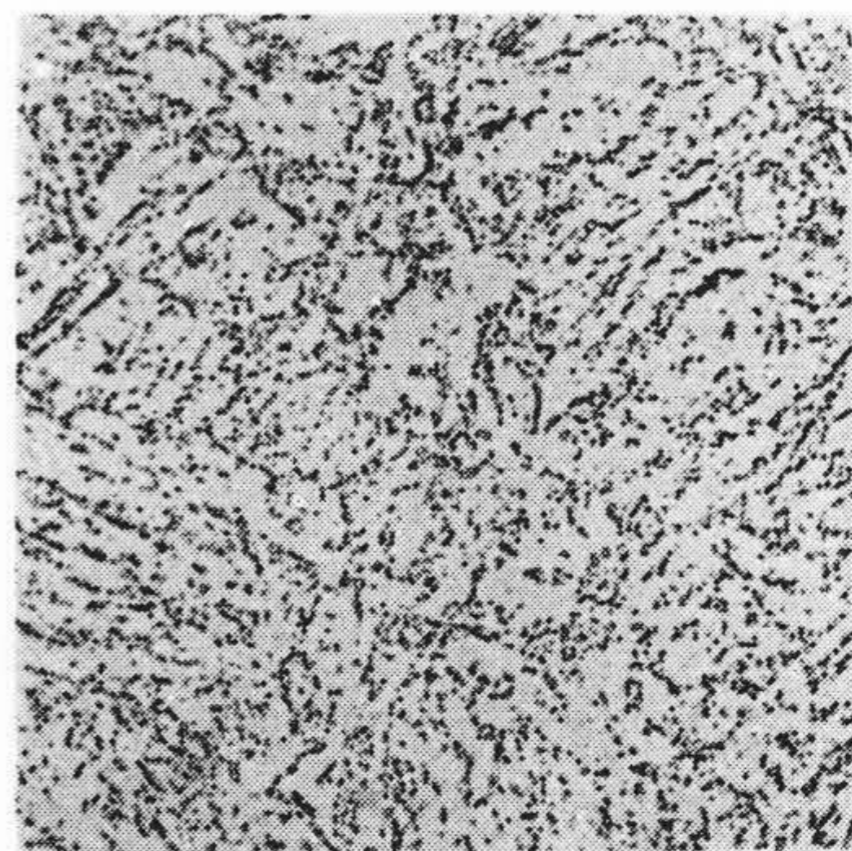
大型部品用高抗張力鋳鋼

普通鋳鋼品は肉厚部において強度、靱性ともに鍛造品に劣り、耐熱性、耐蝕性、耐磨耗性などにおいても最近の苛酷な設計条件を満足することができなくなつた。日立製作所ではそのため低 Ni 鋳鋼、低 Cr 鋳鋼、Mo 鋳鋼、低 Mn 鋳鋼および Ni Cr 鋳鋼など種々の特殊鋼鋳鋼を用途に応じ利用してきた。しかしとくに大物肉厚部品に対してはさらにすぐれた性質を与えるため各関係者の協力により焼戻脆性を抑制し、しかも焼入能の大きな Ni Cr Mo 系の材料を大物高抗張力鋳鋼として採用した。その結果とくに耐蝕耐磨耗用途に対し満足すべき結果を得た。すなわち抗張力は同程度の炭素含有量の低 Ni 鋳鋼、低 Cr 鋳鋼、Mo 鋳鋼および低 Mn 鋳鋼などより高い値を示しており、十分目的を達していることがわかる。なお化学成分において Ni 2% を選定したことはこの附近において靱性が最高値を示すためであり、またこのことは周知の事実でもある。

その化学成分、顕微鏡組織、機械的性質の一例をそれ

第1表 Ni Cr Mo 鋳鋼の化学成分

成分	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo
%	0.25	0.40	0.54	2.12	0.48	0.55



第3図 NiCrMo 鋳鋼の顕微鏡組織 ×400

第2表 Ni Cr Mo 鋳鋼の機械的性質

抗張力 (kg/mm <sup>2</sup> )	伸び (%)	絞り (%)	シャルピー衝撃値 (kg/cm <sup>2</sup> )	硬度 (HB)
75.4	20	30.2	4.37	241

ぞれ第1表、第3図、第2表に示す。