

バルブ用鋳物材の衝撃特性の研究

Investigation on the Impact Property of Cast Metals for Valve

近 藤 賢 治* 奥 本 武 臣**
Kenji Kondō Takeomi Okumoto

内 容 梗 概

日立金属工業株式会社桑名工場では数年前から黒心可鍛鋳鉄バルブの製造を行っており、今までに汎用バルブとして広く需要を開拓してきた。しかしボイラ関係用としては、JIS B8201 などによって鋳鉄の使用温度が230°C 以下に制限されているために、進出が困難な状態にあった。黒心可鍛鋳鉄製品に関するこの使用制限温度を改訂するのに必要な資料をうる目的で、本鋳鉄の衝撃特性について研究を行った。その結果本鋳鉄が約350°Cの高温まではすぐれたじん性を有しており、また同温度に長時間連続加熱あるいは繰り返し加熱されてもじん性が劣化しないこと、したがってこの付近までの温度で使用されるバルブ用の鋳物材として十分な適応性をもつことを明らかにした。また、これと併行して、バルブに使用されるほかの数種の鋳物材についても同様に衝撃特性を調べ、黒心可鍛鋳鉄との比較を行うとともに、バルブ材としての適応性を論じた。

1. 緒 言

一般に広く使用されているバルブの本体を構成する鋳物材料としては今まで普通鋳鉄、青銅、鋳鋼などが主として用いられてきた。それらのうち、普通鋳鉄は鋳造性がすぐれているところから種々のバルブを容易に製造することができ、価格の安いことと相まって、量的にはバルブ用鋳物の約65%に達している。また、青銅は耐食性、外観がすぐれている利点があり、比較的高価ではあるが古くから重用されている。ただ、これらの両者はいずれも機械的性質の点で高度のものを望むことができないので、それらによって作られているバルブは温度、圧力ともに比較的低い用途に限って使用されている。一方、鋳鋼はその機械的性質が普通鋳鉄、青銅よりもはるかにすぐれているために、それらより鋳造性が劣り高価ではあるが、特殊な場合、たとえば温度、圧力が比較的高いか、あるいは特に高い安全性が要求される場所に使用されるバルブの材料として重要な地位を占めている。

近年一般工業水準が向上するにつれ、ことに化学工業の目ざましい発展にともない、バルブの性能に対する要求もしだいに高度となり、より高い温度、圧力に耐えることが必要とされるすう勢にある。このためにバルブ本体を構成する材料の具備すべき条件として、

- (1) 高温においても機械的性質ことにじん性がすぐれていること
- (2) 成長、スケーリングが起らないこと
- (3) 気密性が完全であること

などがあげられる。

さて、黒心可鍛鋳鉄は種々の鋳物材の中でもそれ独特のすぐれた諸性質を備えているものであり、上記バルブ材の必要条件に照合してみても十分適応性のあることが考えられる。しかも過去長年にわたって研究改良され進歩した製造技術により、高性能の製品が安定した作業によって確実に得られ、その上比較的安価であるという利点をも持っている。ここに、日立金属工業株式会社桑名工場では、本鋳鉄の新しい応用分野を開拓する試みの一環として、数年前バルブの製造に着目した。じ後鋭意試作を行い改良を重ねてきたが、その結果一応の成果を得て実際生産に移っている。幸いその性能がすぐれているので、使用者から非常に好評を受けている現状にある。

しかしながら、黒心可鍛鋳鉄バルブは従来その大多数が汎用バルブとして常温から約200°Cまでの温度範囲で使用されており、より高い温度に加熱されるようなボイラ用バルブとしては用いられてい

ない。というのは、JIS B8201 および昭和34年労働省告示第10号⁽¹⁾の定めるところにより、すべての鋳鉄製品が230°C以上の加熱状態において使用されることが許されていないからである。元来この制限温度は確かな基礎事実に立脚して定められたものでなく、約50年前に American Society of Mechanical Engineers が規定したものに準拠している。しかしながら、その後本鋳鉄の高温における諸性質が順次明らかにされるにおよび、黒心可鍛鋳鉄ならびに数種の特定の鋳鉄に関しては、上記制限温度の不合理なことが認められてきた。近年諸外国においてもこれが問題となり、そのため本鋳鉄の高温における引張強さ、耐力、伸び、クリープ強さなどに関する研究が行われ始めている^{(2)~(6)}。そしてそれらの結果に基づいて従来の使用温度範囲に関する制約を改訂しようとする気運にある。

このような状況の中にあつて、日立金属工業株式会社桑名工場としても規格改訂の検討を行ってきた。しかるに従来調べられてきた高温性質はすべて静的機械試験によって得られたものであつて、動的機械試験の結果はまだ明らかにされていない。ここにわれわれはそれらの不備を補い、規格改訂に対する一資料を得ようと思つた。以下に報告する実験は、本鋳鉄試料にボイラ用バルブが使用される状態に近い熱処理を施したときのじん性を衝撃試験によって検討するものである。また、本鋳鉄バルブはその需要開拓、販路拡大の過程において、従来長年にわたり使用されてきた普通鋳鉄、青銅あるいは鋳鋼バルブはもちろん、比較的新しく登場した球状黒鉛鋳鉄バルブとも競合することが予想される。したがって参考資料としてそれらの諸材料についても同様に衝撃特性を調べ、黒心可鍛鋳鉄との比較を行い相対的な関係を明らかにし、またバルブ材としての適応性を論ずるものである。

2. 実験方法

2.1 試料の種類

本実験に供した試料は黒心可鍛鋳鉄を主体とし、これにパーライト可鍛鋳鉄、普通鋳鉄、フェライト型およびパーライト型球状黒鉛鋳鉄、鋳鋼ならびに青銅を加えた7種類である。

2.2 試料の製造法

これらの試料はいずれも日立製作所および日立金属工業株式会社の両社の各工場において熔製されたものである。原材料の種類、配合ならびに熔解、鋳造、熱処理の方法などは、すべてそれぞれの日常の現場作業方式に従った。

2.3 試料の化学成分および静的機械的性質

試料の化学成分、JIS 4号引張試験片について測定した引張強さおよび伸びを第1表に示す。なお、同表には化学成分と機械的性質

* 日立金属工業株式会社桑名工場

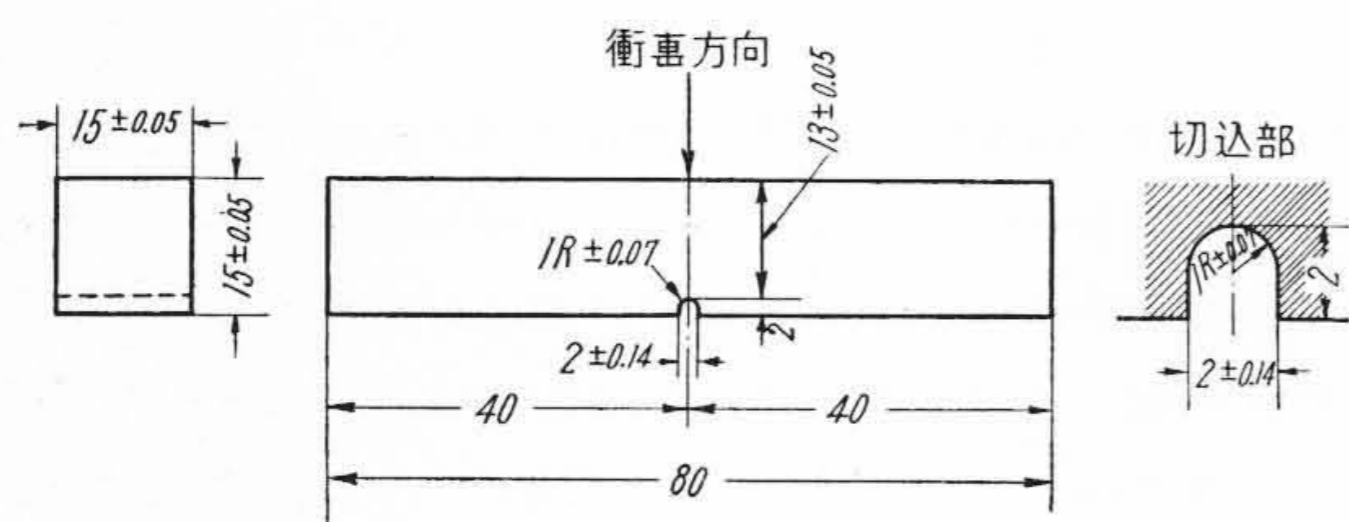
** 日立製作所中央研究所

第 1 表 試料の化学成分および静的機械的性質

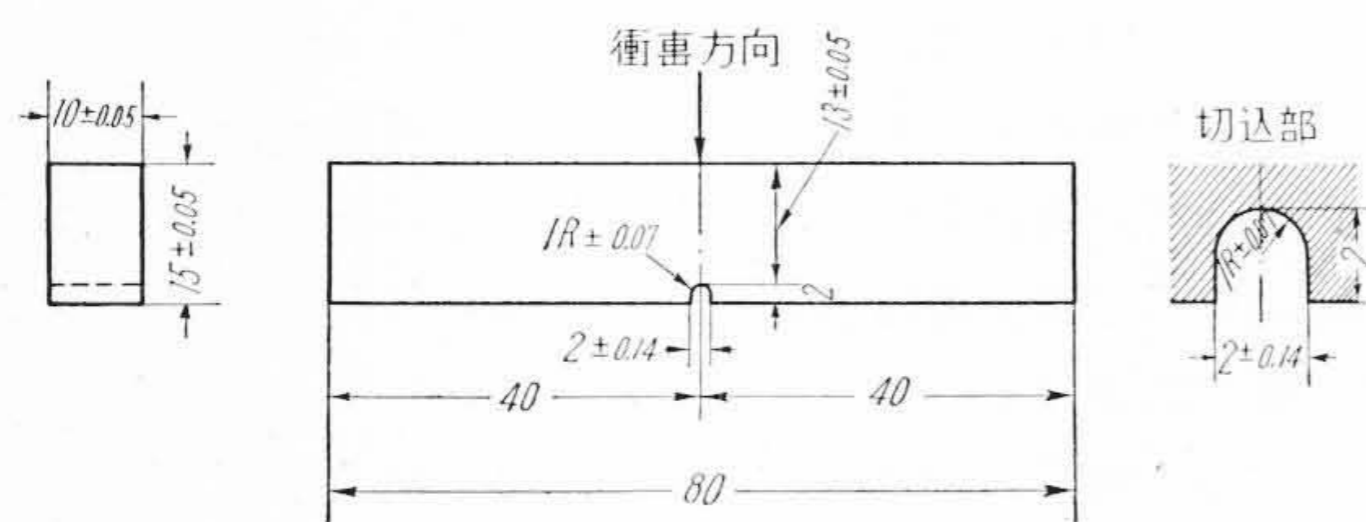
試 料	化 学 成 分 (%)						機 械 的 性 質		適合する JIS 記号
	C	Si	Mn	S	P	Cr	引張強さ kg/mm ²	伸び %	
黒心可鍛鑄鉄	2.41	1.04	0.34	0.110	0.060	0.030	33.8	14.0	FCMB 32
パーライト可鍛鑄鉄	2.58	1.12	0.32	0.108	0.060	0.030	53.2	5.5	FCMP 50
普通鑄鉄	3.47	1.77	1.10	0.116	0.075	0.062	26.0	—	FC 25
フェライト型球状黒鉛鑄鉄	3.91	2.68	0.26	0.012	0.034	—	42.0	21.2	
パーライト型球状黒鉛鑄鉄	3.44	2.40	0.45	0.009	—	0.037	70.5	1.7	
鑄 鋼	0.23	0.50	0.70	0.019	0.026	0.085	50.4	35.2	SC 49
	Cu	Sn	Zn	Pb	Fe				
青 銅	84.96	6.07	5.43	3.33	0.07		25.0	23.4	BC 6

第 2 表 試料の熱処理方法

熱処理記号	熱 処 理
0	し な い
1	350°C×100時間, 炉冷
2	350°C×1,000時間, 炉冷
3	350°C×2時間, 空冷×50回



第 1 図 鑄鋼以外の試料の衝撃試験片の寸法



第 2 図 鑄鋼の衝撃試験片の寸法

の両者を総合してその試料の適合する JIS 記号を付記してある。

2.4 試料の熱処理

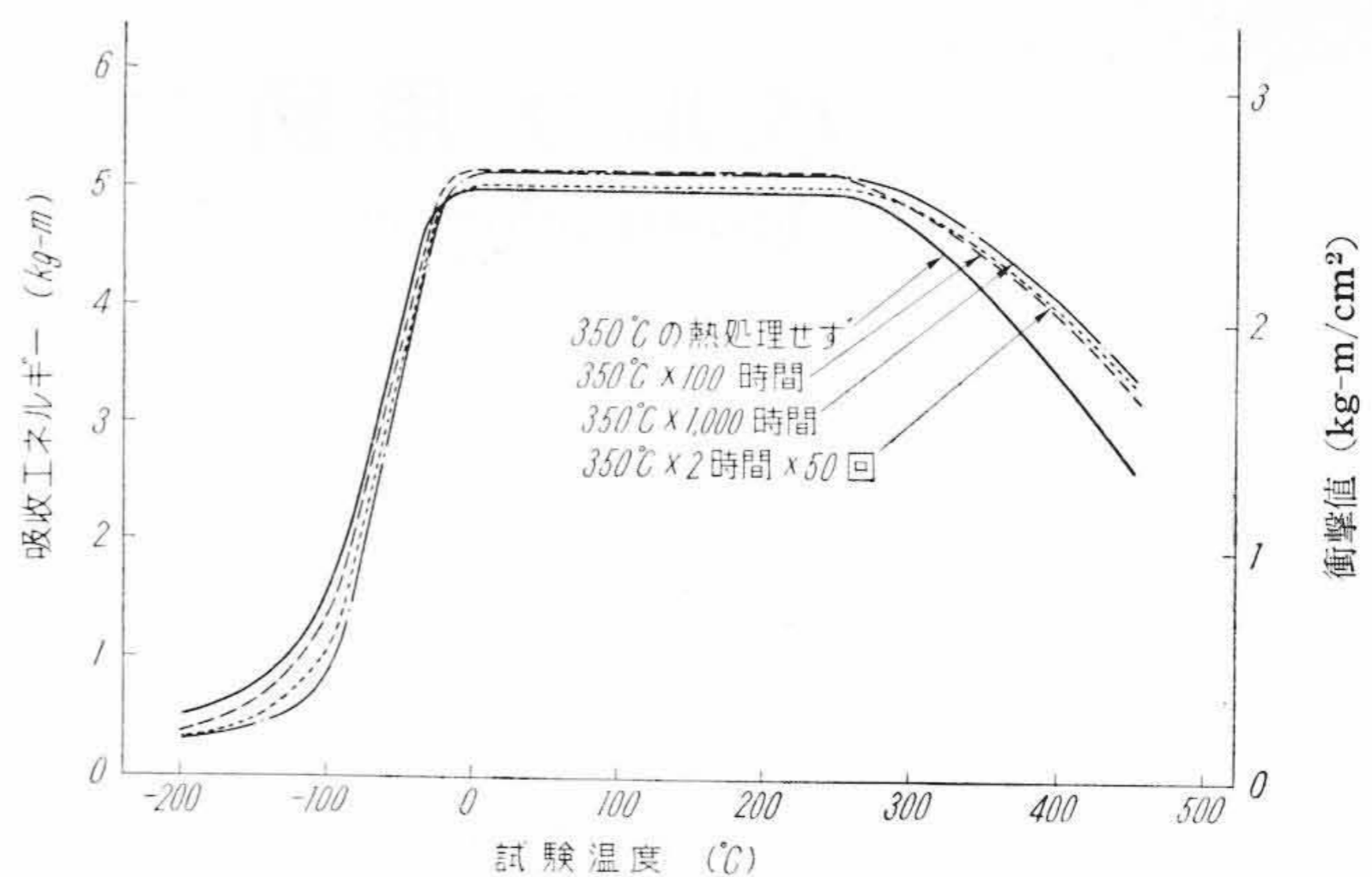
以上のようにして製造された試料について実験を行ったが、試料のそのままの状態のみでなく、バルブが使用中こうむる加熱状態に近い熱処理を施した場合についても検討する必要がある。これには今までに得られている静的機械的性質から考えて、それが特に変化しない温度として 350°C を選定した。そしてその温度に長時間連続加熱あるいは繰り返し加熱を行った試料を作製した。その熱処理方法を第 2 表に示す。

2.5 試験片の寸法

この実験に用いた試料は鑄鋼を除いて全般に衝撃吸収エネルギーが低くあらわれると考えられる。したがって、その微小な変化あるいは差異を精密に検出するためには、鋼材などに採用されている JIS 3 号形試験片 (10×10×55 mm, 2 mm U ノッチ付) では不適当であると考えられた。そこでわれわれが従来から使用してきた 15×15×80 mm, 2 mm U ノッチ付試験片を本実験においても採用した。第 1 図はその試験片の形状を示すものである。鑄鋼のみは衝撃吸収エネルギーが格段に高いので、使用した試験機の容量に合わせて試験片の形状、寸法を第 2 図に示すものとした。

2.6 試験機

本実験には 10 kg-m シャルピ衝撃試験機を用いた。ただし、鑄



第 3 図 350°C で 0~1,000 時間熱処理した黒心可鍛鑄鉄の衝撃遷移曲線

第 3 表 黒心可鍛鑄鉄の最高、最低および平均吸収エネルギーならびに遷移温度

熱 処 理	最高吸収エネルギー (kg-m)	最低吸収エネルギー (kg-m)	平均吸収エネルギー (kg-m)	Tr. EM (°C)	Tr. E15 (°C)
し な い	5.0	0.5	2.8	-69	-83
350°C×100時間	5.1	0.4	2.8	-66	-80
350°C×1,000時間	5.1	0.3	2.7	-61	-72
350°C×2時間×50回	5.0	0.3	2.7	-64	-76

鋼の場合のみはその破断に要する吸収エネルギーから考えて、30 kg-m シャルピ衝撃試験機を用いて実験を行った。いずれの場合にもスパンは 60 mm である。

2.7 試験温度

衝撃吸収エネルギーの測定を行った温度範囲は -196~+450°C にわたっている。試験片を冷却するには液体窒素とアルコール、加熱するには電気炉をそれぞれ使用した。試験片は各試験温度に 20 分間保持したのちに試験機にかけた。

2.8 衝撃遷移温度

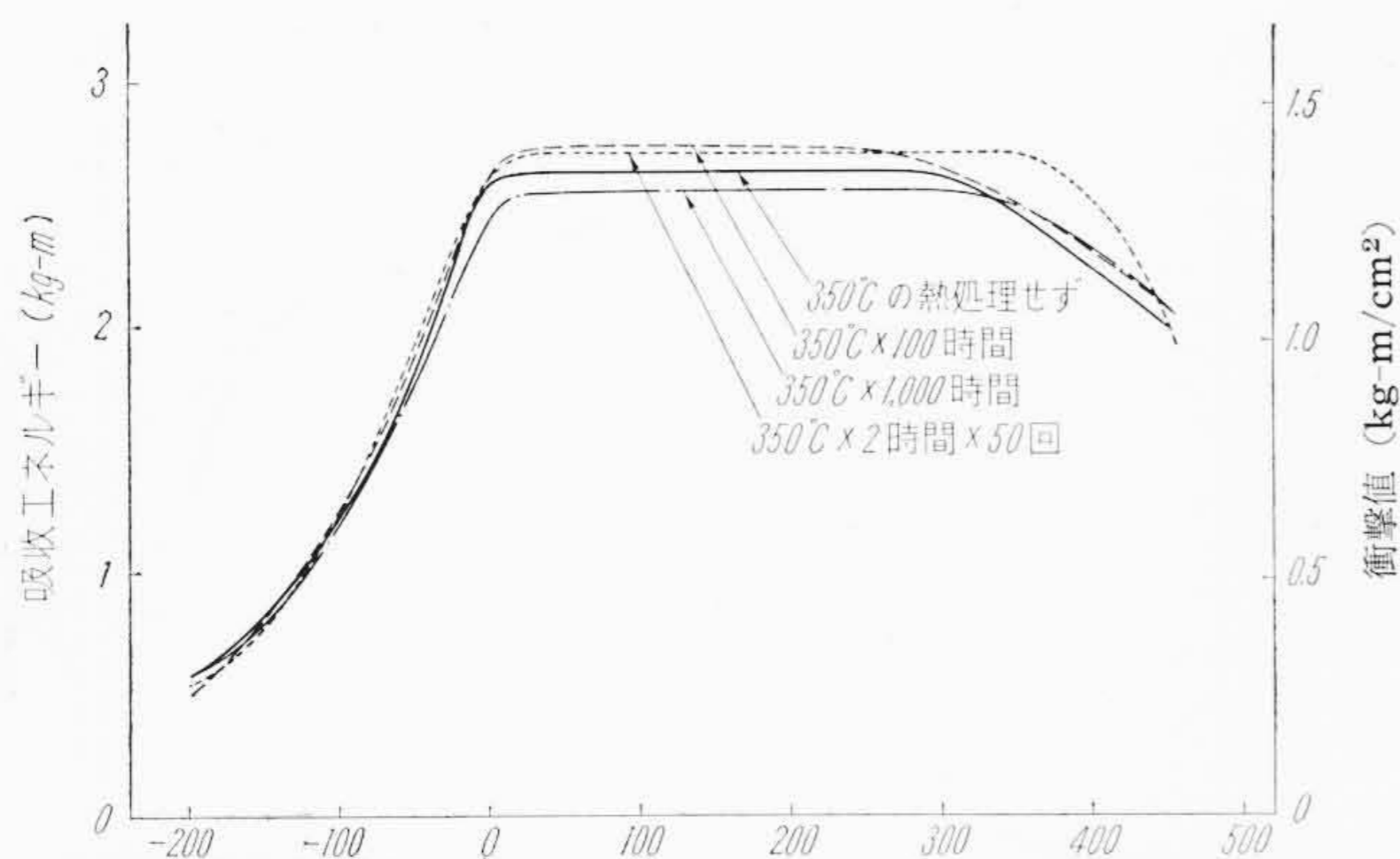
本実験では衝撃吸収エネルギーの高温における変化を知るとともに、低温域におけるじん性-脆性遷移の状態を知ることにも要点をおいた。このさいの衝撃遷移点の定め方は研究者によってそれぞれ異なっているが、本実験では次の二種類の方法を採用した。すなわちその一つは衝撃遷移曲線上で吸収エネルギーが 15 ft·Lb (2.1 kg-m) を示す温度 (Tr. E15 と記す) をもってする方法であり、ほかの一つは吸収エネルギーが同曲線上の最高値と最低値の平均値を示す温度 (Tr. EM と記す) であらわすものである。

3. 実験結果

3.1 黒心可鍛鑄鉄

350°C で熱処理を行わない場合および 350°C で 100 時間, 1,000 時間および 2 時間×50 回の熱処理を行った場合について得た衝撃遷移曲線をまとめて第 3 図に示す。同図からおのおのの場合の最高、最低および平均吸収エネルギーならびに遷移温度 Tr. EM および Tr. E15 を求めると第 3 表のとおりである。

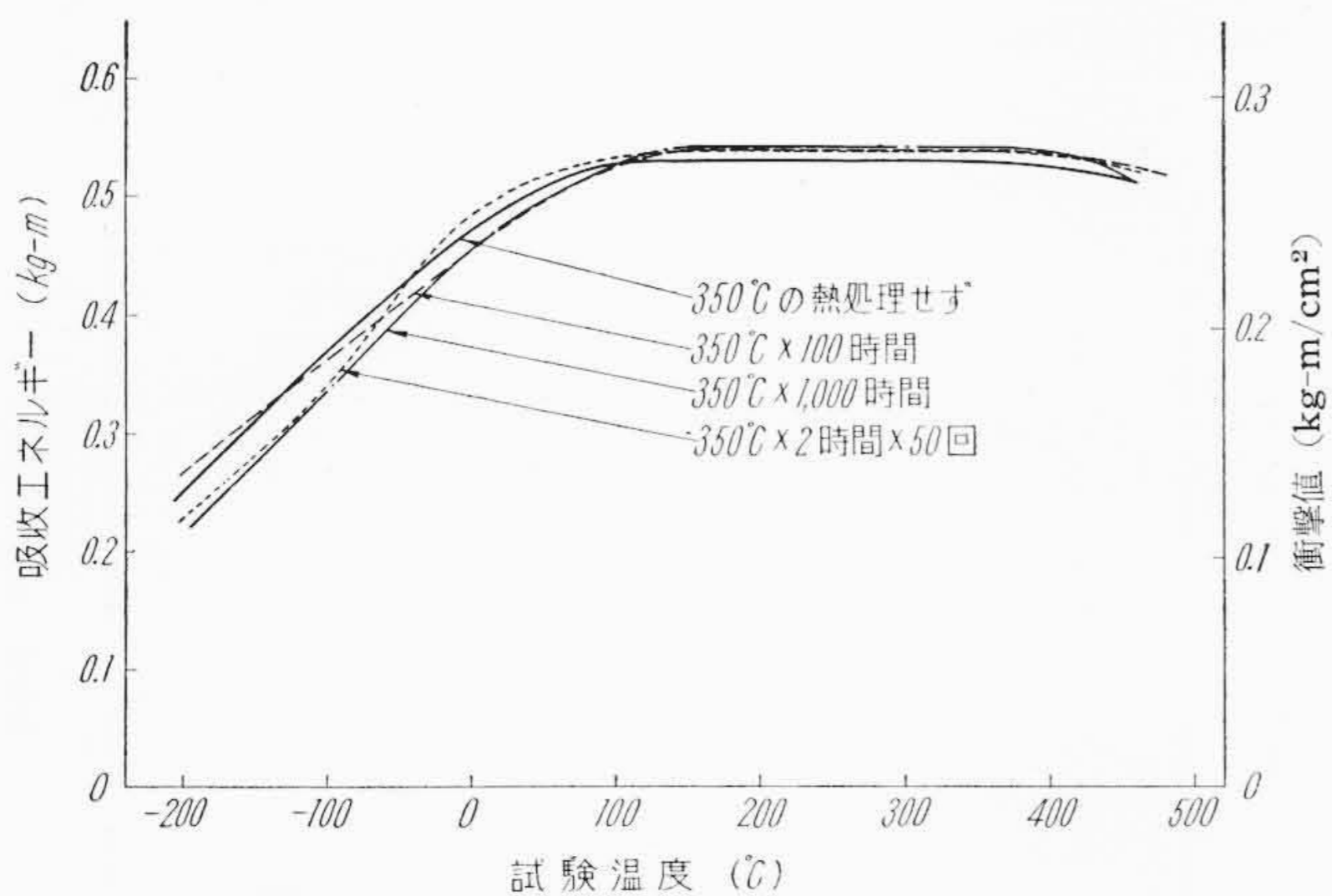
これらの結果によれば、試験温度が -20°C 以下になると吸収エネルギーが急激に低下して、明確なじん性-脆性遷移があらわれている。そして 350°C で種々の熱処理を行っても遷移温度の差異はあまり認められない。0°C 以上 250°C 付近までは約 5 kg-m の最高吸収エネルギーを示して一定であり、この値は 350°C の熱処理によって変化しないことがわかる。さらに試験温度が高くなると徐々に吸収エネルギーが低下し、そのさい熱処理しないものと 350°C 処理したものとでは後者のほうが低下率の小さいことが認められる。以上から黒心可



第4図 350°Cで0~1,000時間熱処理したパーライト可鍛鋳鉄の衝撃遷移曲線

第4表 パーライト可鍛鋳鉄の最高, 最低および平均吸収エネルギーならびに遷移温度

熱 処 理	最高吸収エネルギー (kg-m)	最低吸収エネルギー (kg-m)	平均吸収エネルギー (kg-m)	Tr. EM (°C)	Tr. E15 (°C)
し ない	2.6	0.6	1.6	-66	-33
350°C×100時間	2.7	0.5	1.6	-70	-36
350°C×1,000時間	2.6	0.6	1.6	-63	-27
350°C×2時間×50回	2.7	0.5	1.6	-73	-39



第5図 350°Cで0~1,000時間熱処理した普通鋳鉄の衝撃遷移曲線

第5表 普通鋳鉄の最高, 最低および平均吸収エネルギーならびに遷移温度

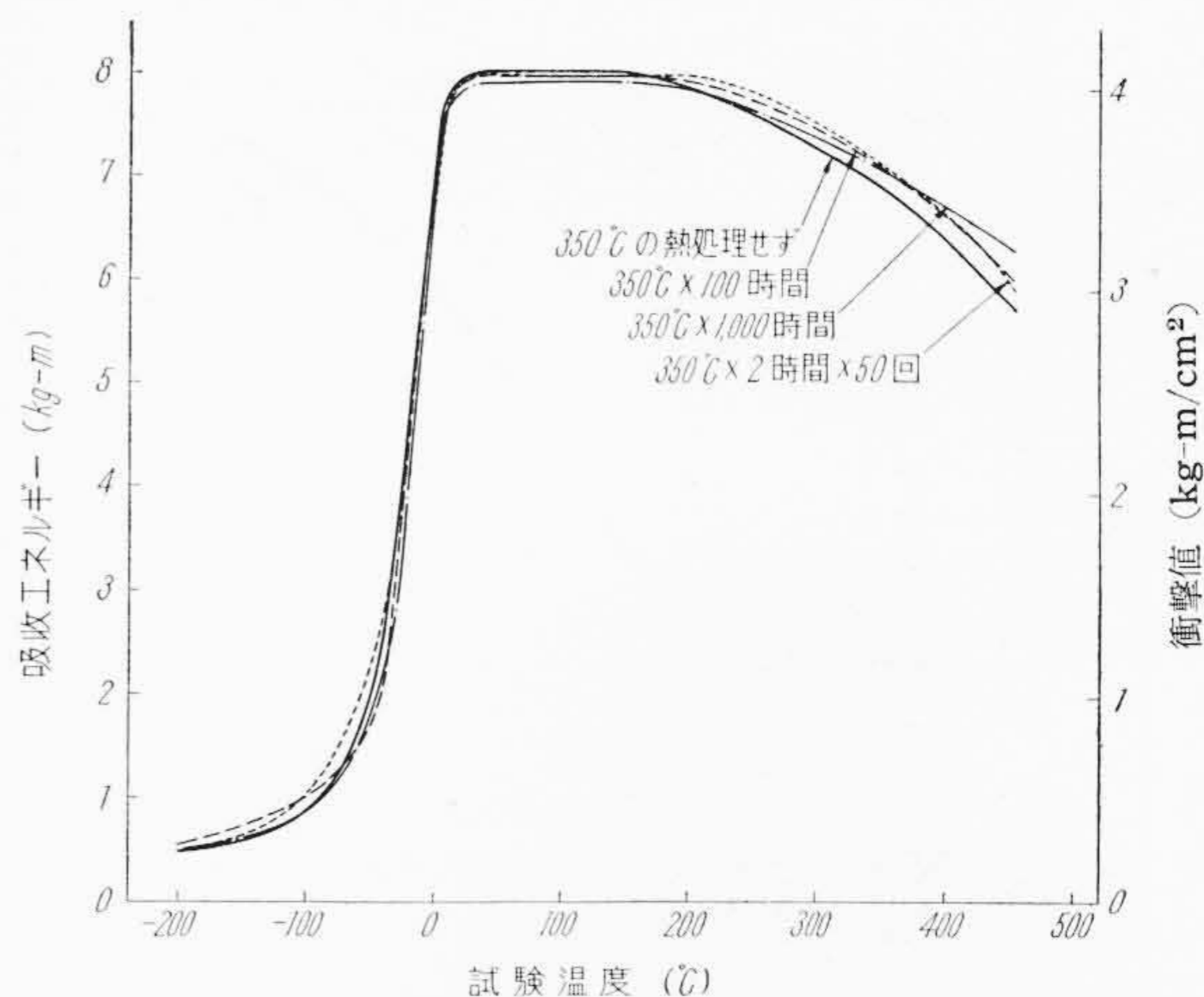
熱 処 理	最高吸収エネルギー (kg-m)	最低吸収エネルギー (kg-m)	平均吸収エネルギー (kg-m)	Tr. EM (°C)
し ない	0.53	0.26	0.40	-72
350°C×100時間	0.54	0.27	0.41	-50
350°C×1,000時間	0.54	0.22	0.38	-64
350°C×2時間×50回	0.54	0.23	0.39	-68

鍛鋳鉄の衝撃特性は350°Cにおける長時間の加熱によって悪影響を受けないと考えることができる。

3.2 パーライト可鍛鋳鉄

350°Cで種々の熱処理を行ったパーライト可鍛鋳鉄の衝撃遷移曲線を求めた結果は第4図に示すとおりである。同図からおのおの場合の最高, 最低および平均吸収エネルギーならびに遷移温度 Tr. EM および Tr. E15 を求めて第4表に示す。

これらの結果によれば, 前項とほぼ同様に, 試験温度が0°C以下に下ると吸収エネルギーが急激に低下し, -196°Cではきわめて低い値を示している。すなわち衝撃遷移の状態が明確にみられる。そ



第6図 350°Cで0~1,000時間熱処理したフェライト型球状黒鉛鋳鉄の衝撃遷移曲線

第6表 フェライト型球状黒鉛鋳鉄の最高, 最低および平均吸収エネルギーならびに遷移温度

熱 処 理	最高吸収エネルギー (kg-m)	最低吸収エネルギー (kg-m)	平均吸収エネルギー (kg-m)	Tr. EM (°C)	Tr. E15 (°C)
し ない	8.0	0.5	4.3	-24	-46
350°C×100時間	8.0	0.5	4.3	-21	-39
350°C×1,000時間	7.9	0.5	4.2	-18	-42
350°C×2時間×50回	8.0	0.5	4.3	-22	-56

して20~約300°Cの試験温度範囲では一定の最高吸収エネルギー約2.6~2.7 kg-mを示している。それ以上の試験温度においては, 吸収エネルギーが徐々に低下する傾向がうかがわれる。本試料の場合も遷移温度, 吸収エネルギーの最高値および高温における低下度は350°Cの熱処理によってほとんど変化しないものと考えられる。

3.3 普通鋳鉄

片状黒鉛組織を有する本鋳鉄は元来じん性の点であり大きな期待はかけられないと考えられた。

第5図は熱処理の異なる試験片について得た衝撃遷移曲線を一括して示したものである。また第5表は同図からおのおの場合の最高, 最低および平均吸収エネルギーならびに遷移温度 Tr. EM を求めた結果である。

これらによると, 本鋳鉄は前二項の場合に比してきわめて低い吸収エネルギーで破断しており, 最高吸収エネルギーは約100~400°Cの温度範囲において得られている。この場合もまたマトリクス組織中にフェライトを有することから, わずかに衝撃遷移があらわれている。350°Cの熱処理によって最高吸収エネルギーおよび遷移温度が変化する傾向は認められない。

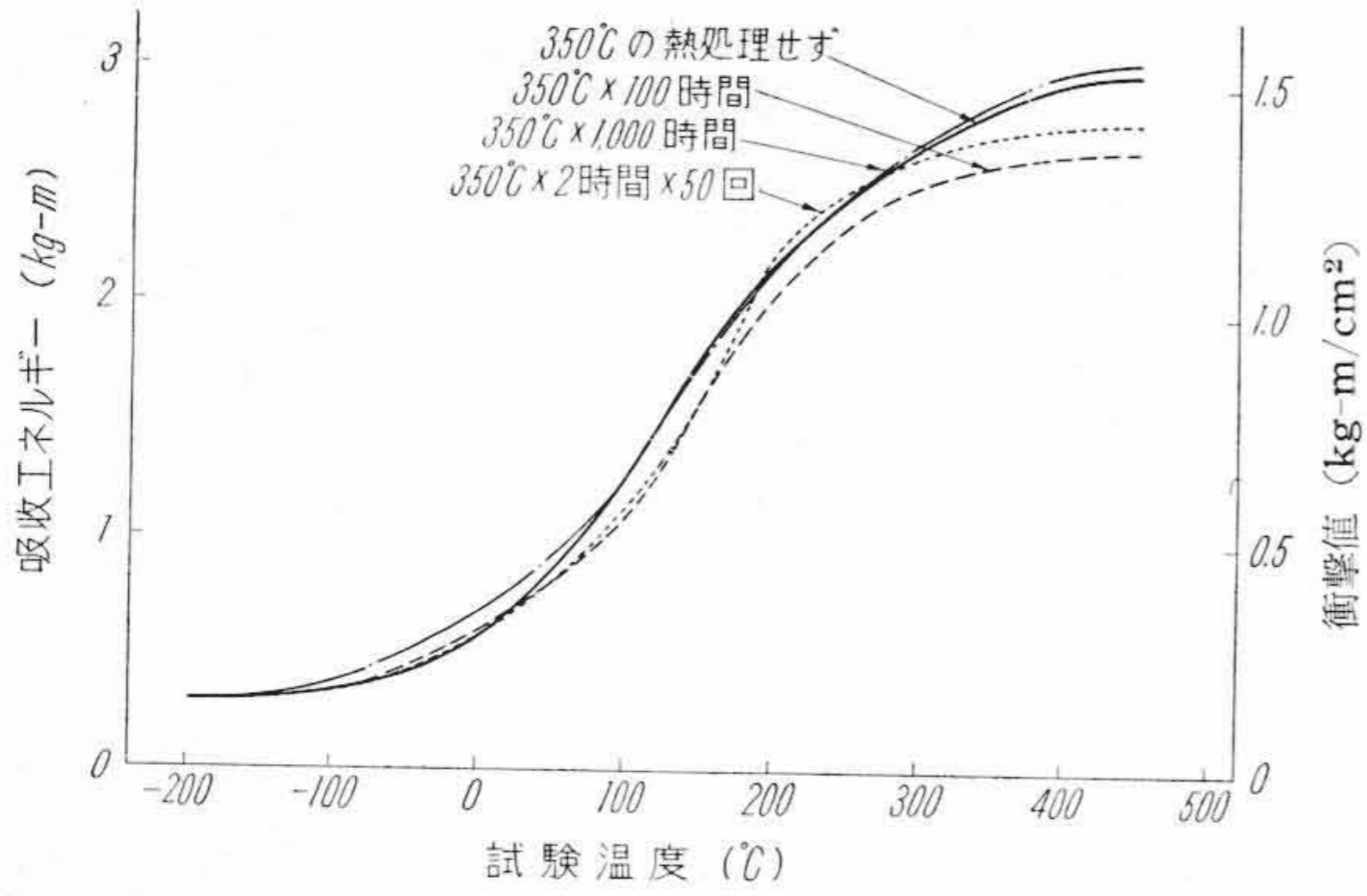
3.4 フェライト型球状黒鉛鋳鉄

350°Cで種々の熱処理を行ったフェライト型球状黒鉛鋳鉄について得られた衝撃遷移曲線は第6図に示すとおりである。同図からおのおの場合の最高, 最低および平均吸収エネルギーならびに遷移温度 Tr. EM および Tr. E15 を求めて第6表に示してある。

それらによれば, 本鋳鉄は40~160°Cの温度範囲において8kg-mの最高吸収エネルギーを示す。試験温度が10°C以下に下ると吸収エネルギーは急激に低下し, そのさいの遷移温度は Tr. EM が -18~-24°C, Tr. E15 が -39~-56°Cである。また試験温度が200°C以上に高くなると, 吸収エネルギーはしだいに低下する。最高吸収エネルギー, 遷移温度, 高温における吸収エネルギーの低下度などは350°Cの熱処理によって変化しないことがみられる。

3.5 パーライト型球状黒鉛鋳鉄

パーライト型球状黒鉛鋳鉄を種々に熱処理したのちに, それらの



第 7 図 350°C で 0~1,000 時間熱処理したパーライト型球状黒鉛鑄鉄の衝撃遷移曲線

第 7 表 パーライト形球状黒鉛鑄鉄の最高、最低および平均吸収エネルギーならびに遷移温度

熱 処 理	最高吸収エネルギー (kg-m)	最低吸収エネルギー (kg-m)	平均吸収エネルギー (kg-m)	Tr. EM (°C)	Tr. E15 (°C)
し ない	3.0	0.3	1.7	144	192
350°C×100時間	2.7	0.3	1.5	144	212
350°C×1,000時間	3.0	0.3	1.7	148	196
350°C×2時間×50回	2.8	0.3	1.6	154	192

衝撃遷移曲線を求めた結果は第 7 図に示すとおりである。第 7 表は同図からおのおのの場合の最高、最低および平均吸収エネルギーならびに遷移温度 Tr. EM および Tr. E15 を求めた結果を示している。

本試料は鑄造のままの状態、特に焼鈍工程を経ているものでなく、マトリクスはまったくパーライトからなっているので、高度の衝撃特性は得られないと予測された。測定の結果によれば、吸収エネルギーは -196°C における最低値から、試験温度が高くなるにしたがってだいに増大し、450°C 付近の温度において約 3 kg-m の最高値を示している。その遷移温度は Tr. EM が 144~154°C, Tr. E15 が 196~212°C でいずれも非常に高く、したがって常温においては遷移曲線上の最低値に近い吸収エネルギーしか得られないことが知られる。350°C の熱処理が異なっても遷移温度にはほとんど差異が認められない。

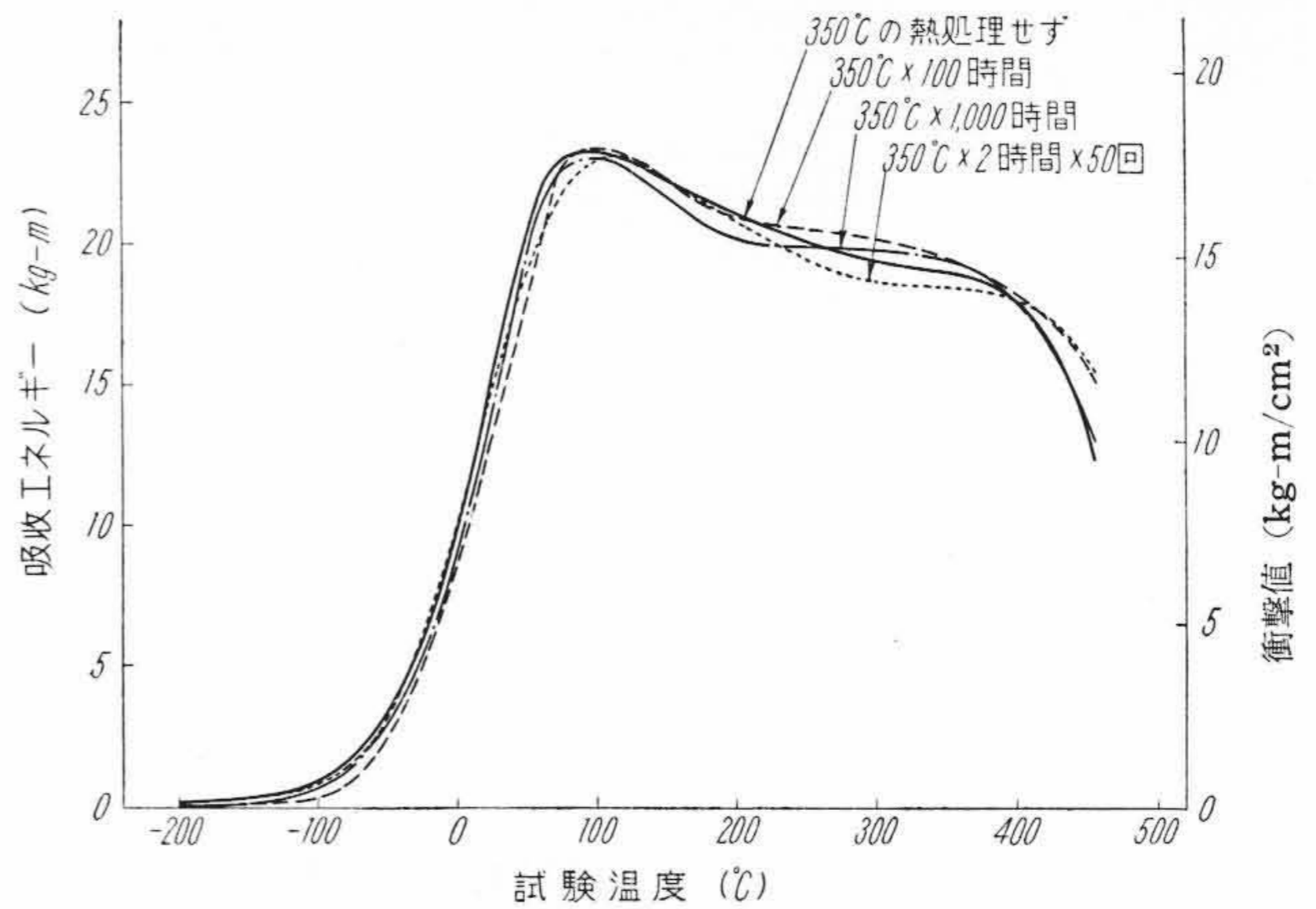
3.6 鑄 鋼

鑄鋼はその他の試料と比較してはるかに高い衝撃吸収エネルギーを示すと予想された。350°C で種々の熱処理を行った鑄鋼試験片の衝撃遷移曲線を第 8 図に示す。第 8 表は同図からおのおのの場合の最高、最低および平均吸収エネルギーならびに遷移温度 Tr. EM を求めたものである。ただし、前に述べたように本試料の場合のみは試験片の寸法がほかの試料のそれより小さく、有効断面積は $\frac{2}{3}$ であった。

以上の結果によれば、本鑄鋼の衝撃吸収エネルギーは 100°C 付近の温度で最高値を示し、その値は衝撃値の単位で約 18 kg-m/cm² である。70°C 以下に試験温度が下ると吸収エネルギーが急激に低下し、そのさいの遷移温度 Tr. EM は 9~17°C である。このことから本鑄鋼の常温における吸収エネルギーはそれのもつ最高値の $\frac{1}{2}$ にすぎないことが知られる。150°C 以上の試験温度においては吸収エネルギーが漸減し、400°C 以上で急激に低下する傾向がうかがわれる。これらの最高吸収エネルギー、遷移温度などは 350°C の熱処理によってほとんど変わらないことが明らかである。

3.7 青 銅

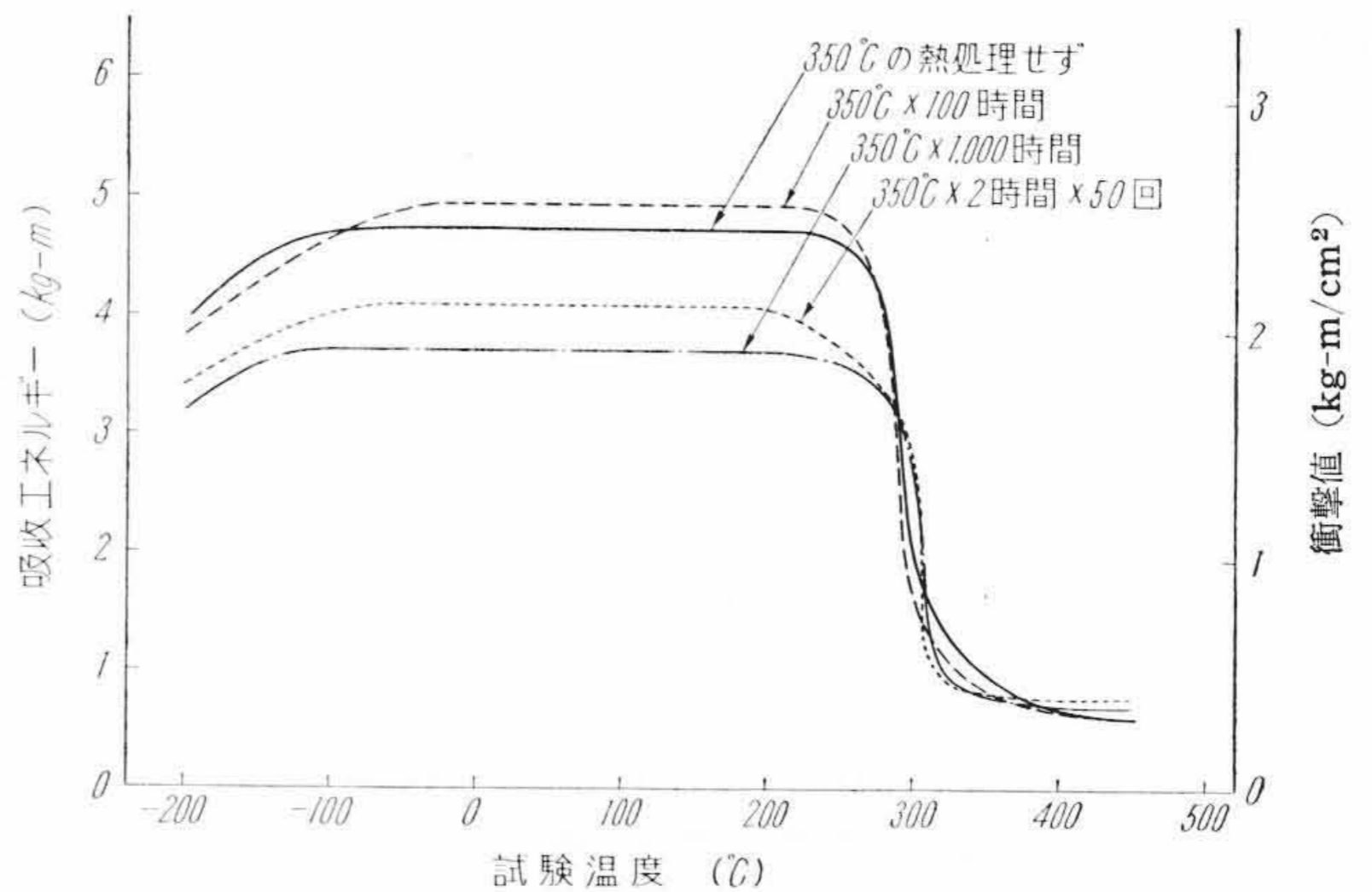
本合金はその結晶系から考えて今までに述べた鉄系試料と衝撃特性を異にし、低温脆性現象は当然誘起されないことが推察された。種々の熱処理を施した試験片について得た試験温度と衝撃吸収エネ



第 8 図 350°C で 0~1,000 時間熱処理した鑄鋼の衝撃遷移曲線

第 8 表 鑄鋼の最高、最低および平均吸収エネルギーならびに遷移温度

熱 処 理	最高吸収エネルギー (kg-m)	最低吸収エネルギー (kg-m)	平均吸収エネルギー (kg-m)	Tr. EM (°C)
し ない	23.2	0.2	11.7	10
350°C×100時間	23.4	0.1	11.8	17
350°C×1,000時間	23.0	0.1	11.6	17
350°C×2時間×50回	23.0	0.2	11.6	9



第 9 図 350°C で 0~1,000 時間熱処理した青銅の衝撃遷移曲線

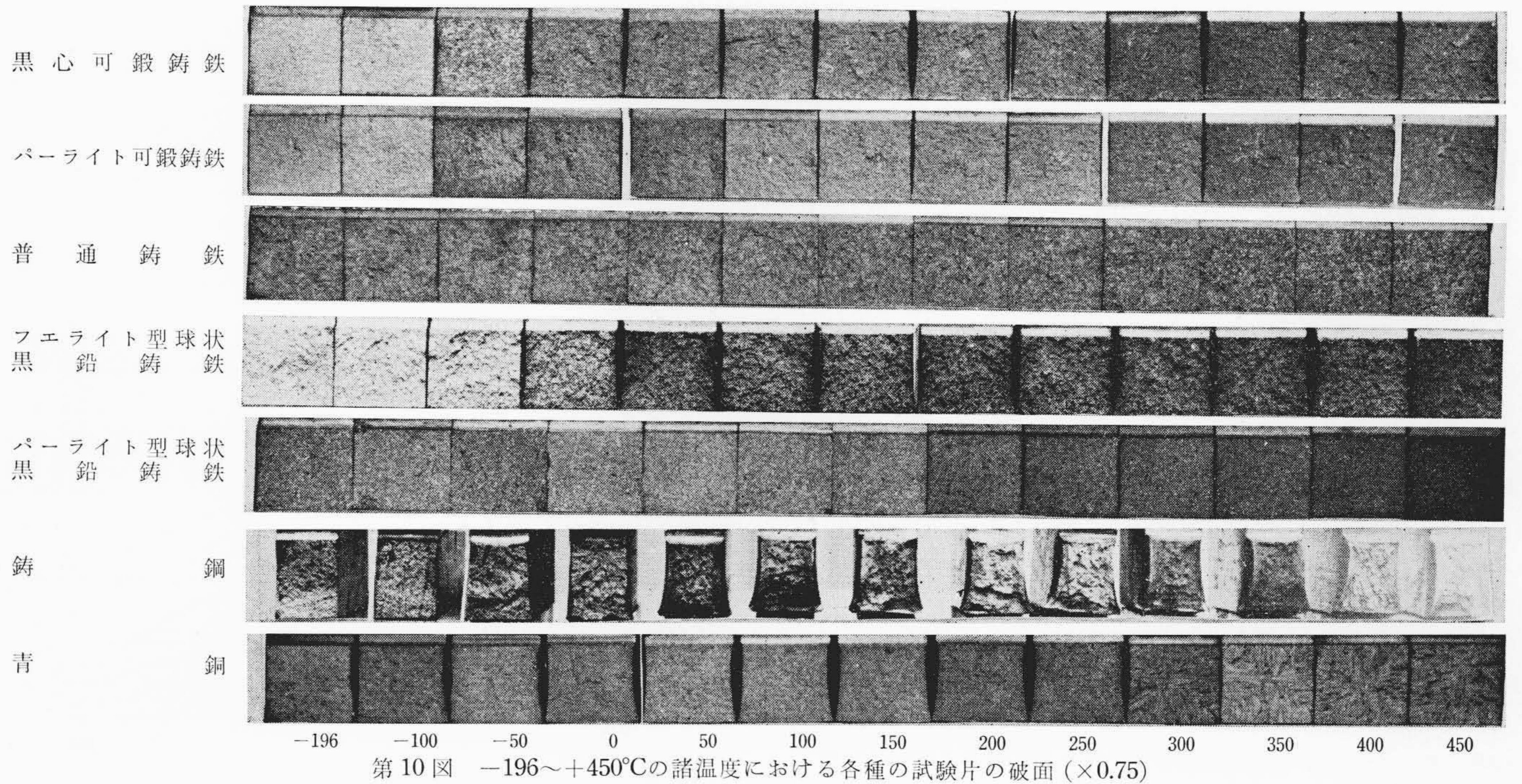
ルギーの間の関係を第 9 図に示す。

それによれば、青銅は -100~+200°C の温度範囲で最高吸収エネルギーを示す。その値は 350°C の熱処理によっていったん上昇するが、処理時間がさらに長くなるとかなり大幅に低下する傾向がうかがわれる。試験温度が約 200°C より高くなると吸収エネルギーは漸減しはじめ、300°C 付近で急激に低下する。この変化の状況は 350°C の熱処理が相違している場合でもほとんど同じである。

3.8 試験片の破面

以上に述べた試料のいずれにおいても、試験片の破面の状況が試験温度によって異なることが認められた。しかし、350°C における種々の熱処理方法によっても、衝撃遷移の状況に差がなかったと同様に、破面の外観に差異はあらわれなかった。第 10 図は各種の試料の試験片の破面が試験温度にともなって変化する状況を 350°C の熱処理を施さない場合について示している。

同図から明らかなように、鑄鉄系試料のいずれにおいても、高度の吸収エネルギーを示す温度では黒色の破断面があらわれ、すべり



第10図 -196~+450°Cの諸温度における各種の試験片の破面(×0.75)

によるじん性破断の状態がみとめられる。また、吸収エネルギーの低い低温域では特長のある白色のへき開破断の状態を示している。それらの中間の温度では黒色、白色混在破面が観察されるが、この温度は衝撃遷移の温度範囲に相応している。

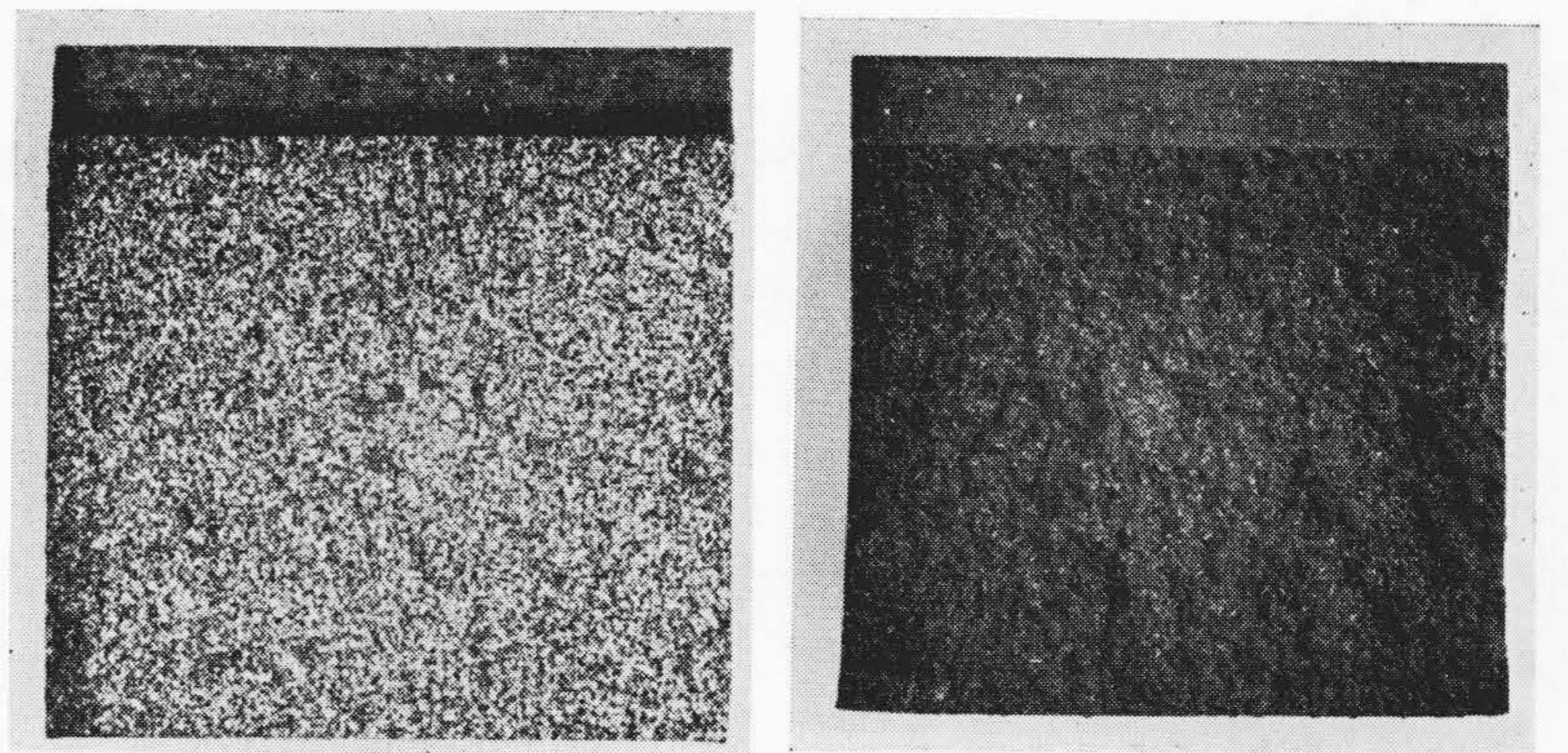
上図中の脆性およびじん性破面の代表的なものとして、最低および最高吸収エネルギーを示した黒心可鍛鋳鉄の試験片の破面を拡大して第11図に示す。

第12図は、上図と同じ試料の一部を拡大、検鏡したものであって、同図(a)、(b)には幾何学的な模様を示すへき開面の状態が明確にうかがわれる。一方フェライトの塑性変形が起っているじん性破面には、同図(c)に示すように前者と異なった状態が認められる。

なお、鉄系試料のいずれにおいても、350°Cで種々の熱処理を行った試験片および各温度で試験した試験片のすべてに、顕微鏡組織の変化は認められなかった。

青銅の試料の破面には上に述べた鉄系試料におけるような変化はもちろん認められず、ただ第10図にみられるとおり、300°C以上の試験片にマクロ的な樹枝状組織があらわれている。

衝撃吸収エネルギーを保持している。それ以上の試験温度では吸収エネルギーが徐々に低下するが、その程度はわずかであり、それも350°Cで長時間の加熱を行った場合にはさらに僅少なものとなること



試験温度 (a) -196°C (b) 50°C
吸収エネルギー 0.54kg-m 5.19kg-m

第11図 黒心可鍛鋳鉄の脆性およびじん性破面の拡大写真(×3)

4. 結果の検討

緒言でも述べたように、鋳鉄をボイラ関係に用いる場合に課せられている230°C以下という使用温度制限は、黒心可鍛鋳鉄の発展に対する重大なあい路である。しかしながら、これは本実験の結果を考察するとまったく根拠のないことがわかった。すなわち、実験の結果によると、本鋳鉄は0~250°C付近の試験温度範囲にわたってじん性の変化を示さず、また350°Cで長時間の加熱を行っても、一定の衝



試験温度 (a) -196°C (b) -196°C (c) 50°C
吸収エネルギー 0.54kg-m 0.54kg-m 5.19kg-m
破断の様式 へき開 へき開 すべり

第12図 黒心可鍛鋳鉄の脆性およびじん性破面の顕微鏡写真(×500)

認められた。また、その温度に加熱されてもそれによる組織の変化は認められず、成長、スケーリングなどの現象の起るおそれはない。

ただ、ここに本鋳鉄特有のいわゆるメッキ脆性現象を考える必要がある。これは本鋳鉄を450°Cに加熱し水冷した場合に最も激しく誘起され、加熱温度における保持時間が長くなるにつれ、いっそう顕著になるものである。しかし、これもその加熱温度から急冷された場合に認められるものであって、同温度から徐冷してある場合にはほとんど誘起されないことが知られている⁽⁷⁾。ただ、これは衝撃遷移曲線上の遷移点の問題であって、最高吸収エネルギーの絶対値に関連するものではない。實際上比較的高温用のバルブの使用状態としては、高温から急冷されるよりもむしろ比較的徐冷される場合が大部分であると考えられる。したがって、このさいメッキ脆性の誘起すなわち遷移温度の上昇をあえて問題にする必要は少ない。

次に、本鋳鉄のじん性以外の静的な機械的性質についてみると、われわれの研究および文献^{(3)~(6)}が示すとおり、引張強さ、耐力、伸び、クリープ強さなどはいずれも350°C付近までの各温度では常温における値に近い水準を示している。

これらをあわせ考えると、本鋳鉄に関しては230°Cという制限温度はまったく不合理なものであり、350°Cまでの温度範囲において使用されるバルブ用の鋳物材として十分な適応性を有することを主張するものである。

また、本鋳鉄の有するそれらのすぐれた高温における諸性質は、400°C付近までの高温で使用されるほかの多くの種類の鋳物製品としての適応性をも保証するものである。その上、種々の方法によって、本鋳鉄の機械的諸性質は、低温から高温までの広い温度範囲にわたって向上しうる見込みがあり、将来本鋳鉄の使用分野がいっそう拡大されることが期待できる。

この実験においては、本鋳鉄とほかのバルブ用鋳物材との比較も同時に行ったわけであるが、それらの結果について考察する。第13図は実験の結果を要約して一図にまとめたものである。これには試験方法を多少変化させた鋳鋼の場合も参考までに加えてある。

パーライト可鍛鋳鉄の衝撃特性は、マトリクス中のパーライトの量、形状などによってかなり相違すると考えられるが、その値は黒心可鍛鋳鉄のほぼ $\frac{1}{2}$ 内外であるとみられる。しかし、その反面耐力が高いので、使用される場所の条件によっては、これらの性質がかえってバルブ用鋳物材として適切な場合もあると考えられる。

普通鋳鉄は元来じん性の点でさほど期待できないものであり、黒心可鍛鋳鉄の約 $\frac{1}{10}$ のじん性しか保証されない。

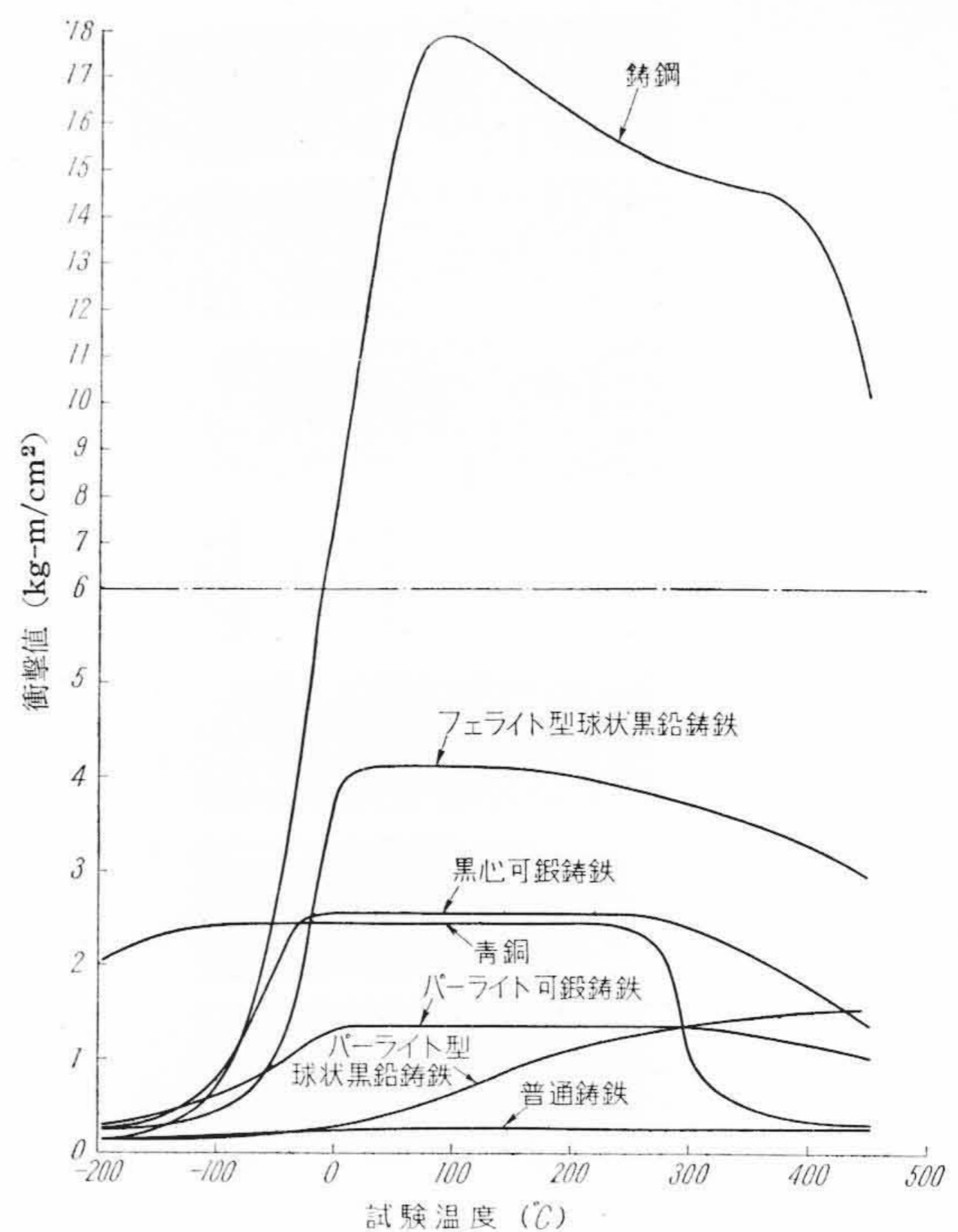
また、最近台頭してきた球状黒鉛鋳鉄はフェライト型である場合にはすぐれたじん性を示す。ただし、これも製造上の諸問題を内包しており、作業上の安定さおよび価格の低下に問題を有している。パーライト型のはじん性にとぼしく、バルブ用鋳物材として不適當であると考えられる。

鋳鋼は予期したようにほかの材料よりはるかに高いじん性を示し、バルブ材として優秀な性能を有することが認められた。しかしながら、これとても鋳造性、価格などの点をあわせ考慮すると特定の場合に限定して用いられるのが適當である。

最後に、青銅は低温脆性現象を誘起しないので、低温域において使用される場合に限り優位性が認められるに過ぎない。本論の目的とする高温特性としては260°C付近よりじん性の急激な低下が認められるところから、約230°C以上の高温で使用されるバルブ用の材料としては不適當であると考えられる。

5. 結 言

黒心可鍛鋳鉄バルブがボイラ関係に使用される場合に課せられている230°C以下という使用温度制限が妥当であるか否かを検討する



第13図 各種の鋳物材の衝撃遷移曲線
(350°Cの熱処理をしない場合)

のに必要な資料をうることを、およびほかの鋳物材のバルブ材としての適応性を検討することを目的として、本鋳鉄およびそのほかの6種類の鋳物材の衝撃特性について研究を行い、次の結論を得た。

- (1) 黒心可鍛鋳鉄は0~350°C付近の温度範囲においてすぐれたじん性を有しており、これはまた350°Cで長時間加熱してもほとんど影響をうけないことが明らかになった。したがって、本鋳鉄はこの付近までの温度で使用されるバルブ用の鋳物材として十分な適応性を備えている。
- (2) パーライト可鍛鋳鉄もかなりすぐれたじん性を有しているので、バルブ用鋳物材として適用しうる可能性が高いと考えられる。
- (3) 鋳鋼のじん性はもちろん非常に高く、またフェライト型球状黒鉛鋳鉄もすぐれたじん性を有しているが、鋳造性、作業の安定性、価格などの諸点に問題があるので、バルブ用鋳物材としての使用は特殊な場合に限定されるであろう。
- (4) 普通鋳鉄およびパーライト型球状黒鉛鋳鉄はともにじん性が低く、比較的高い温度、圧力で使用されるバルブ用の鋳物材としては不適當である。
- (5) 青銅のじん性は高温で著しく低下するが、低温域では低下しない。したがって、高温で使用されるバルブの材料としては適當でないが、低温で使用されるバルブ用の鋳物材として好適である。

参 考 文 献

- (1) 官報号外第20号(昭34-3)
- (2) J. R. Kattus, Bryan Mc Pherson: Special Technical Publication No. 248 (Mar. 1959, ASTM)
- (3) G. N. J. Gilbert: B. C. I. R. A. Journal of Research and Development, 7, 478 (Feb. 1959)
- (4) Lauriston C. Marshall, George F. Sommer: A. S. T. M. Proceedings 58, 733 (1958)
- (5) J. J. Kanter, Glen Guanieri: A. S. T. M. Proceedings 42, 659 (1942)
- (6) L. C. Marshall, G. E. Sommer, D. A. Pearson: Metal Progress, 77, 102 (Mar. 1960)
- (7) 奥本: 日立評論 別冊 No. 33, 74 (昭34-12)