X線による SM50A および HT80 鋼の疲労破面解析[†]

小 倉 敬 二* 三 好 良 夫*
鹿 山 昌 宏** 昌 子 洋 一***

X-Ray Study on Fatigue Fracture Surface
of SM 50 A and HT 80 Steels

by

Keiji OGURA, Yoshio MIYOSHI

(Faculty of Engineering Science, Osaka University, Toyonaka)

Masahiro KAYAMA

(Graduate Student of Osaka University, Toyonaka)

and Yoichi SHOJI

(Nippon Denso Co., Ltd., Kariya)

An X-ray fractographic study was made on the fatigue fracture surface of SM50A and HT80 steels. The residual stress and the half-value breadth of X-ray diffraction profile were measured at and beneath the fracture surface. The correlation was examined between the parameters obtained from the X-ray measurements and the fracture mechanics parameter of K_{max} or ΔK at which the fracture surface had formed.

The residual stress on the fracture surface was found to increase at first, reach to a maximum value at a certain value of K_{max} or ΔK and then decrease. It was also found that the residual stress was controlled by K_{max} in a low K_{max} or ΔK region, while it was governed by ΔK in a high K_{max} or ΔK region. The reasons of this behavior were discussed by using the data from constant K_{max} and constant ΔK tests which were additionally planned and made in this study. The half-value breadth, B , on the fracture surface was found to increase with K_{max} in the two steels used in this study. The value of B was influenced by stress ratio in HT 80, although it was not influenced in SM50 A. Both of the distributions of residual stress and half-value breadth beneath the fracture surface were found to be useful for the prediction of monotonic plastic zone size or K_{max} .

(Received Aug. 13, 1983)

キー・ワード：疲労破面，残留応力，半価幅，X線フラクトグラフィ

1 緒 言

破壊破面の解析は，破壊原因の解明のみならず将来の設計に対し多くの指針を与えるものとして重要である。走査電子顕微鏡は破面解析の有力な武器として今日広く利用されているが，これがすべての破面に適用できるとは限らない。例えば破面が時間の経過により腐食などの損傷を受けている場合は，定量的な解析は困難である。それに対してX線フラクトグラフィは，エレクトロンフラクトグラフィの適用が困難である場合も含めて広く破面解析ができる有力な手法として研究が進められている。しかしこの手法を実用的なもの

とするためには，X線的に求められる残留応力，半価幅などの情報と，破壊の力学的条件との相関関係を明らかにすることが重要である。こういった見地から，X線的に求めた破面上ならびに破面下の残留応力，半価幅と，破面形成時の応力拡大係数 K などの破壊力学パラメータとの関係が調べられている¹⁾。

筆者らも実用上重要と思われる疲労破面について，X線フラクトグラフィの適用性を実験，解析の両面から検討している。前報ではSM50A鋼の疲労破面につき，実験的に求めた破面の残留応力値や破面下の残留応力分布と解析結果とがよく対応すること，また実験的に求めた破面下の残留応力値が母材部のそれになる深さを塑性域寸法として採用し得ることの妥当性を解析的にも確認した。しかしながら破面上の残留応力の K_{max} あるいは ΔK との関係，またその関係を支配す

† 原稿受理 昭和58年8月13日

* 正 会 員 大阪大学基礎工学部 豊中市待兼山町

** 学生会員 大阪大学大学院 豊中市待兼山町

*** 日本電装(株) 刈谷市昭和町

る力学因子, ならびに破面形成時の $4K$ の推定の可能性については十分明らかにすることはできなかった。

そこで本研究では前報の SM50A 鋼の結果にデータを加えるとともに, HT80 鋼の疲労破面の結果を追加し, 破面上ならびに破面下の残留応力, 半価幅などの X 線 パラメータと, 破面形成時の応力拡大係数範囲 $4K$ などの破壊力学パラメータとの関係, また破面上の残留応力を支配する力学因子についてより詳しく調べることを目指した。また鋼の強度レベルにより有効な X 線パラメータが異なるという報告もある¹⁾ので, この点についても低強度鋼 SM50A とより強度の高い HT80 との比較を通し検討することにした。

2 実験方法

本実験に用いた供試材は, Table I, II に示すような化学組成と機械的性質を有し, 強度レベルの異なる SM50A 鋼と HT80 鋼である。試験片は前報と同様に厚さ 22 mm, 幅 60 mm の ASTM 規格³⁾に準じた CT 試験片である。き裂進展試験には油圧サーボ式疲労試験機を用い, き裂長さは移動顕微鏡により測定した。

Table I. Chemical composition of the materials used for experiment. (wt. %)

Material	C	Si	Mn	P	S	Al	Fe
SM 50A	0.04	0.37	1.24	0.016	0.008	0.037	R
HT 80	0.11	0.24	0.83	0.010	0.003	0.050	
	Cu	Ni	Cr	Mo	V	Fe	
	0.19	0.98	0.49	0.45	0.035	R	

Table II. Mechanical properties of the materials used for experiment.

Material	Yield strength σ_Y (MPa)	Tensile strength σ_B (MPa)	Elongation (%)
SM 50A	392	521	26.5
HT 80	811	852	26.0

疲労き裂進展試験は通常の荷重幅 ΔP 一定 ($4K$ 漸増) および $4K$ 一定試験を中心に行ったが, 一部破面上の残留応力に対する K_{max} ならびに $4K$ の依存性を調べるために, K_{max} 一定 $4K$ 漸減試験, $4K$ 一定 K_{max} 漸増試験も行った。なお $4K$ 一定試験における試験条件をまとめて Table III に示した。

測定条件ならびに X 線照射面積は前報と同様で, $CrK\alpha$ による (211) 面で, X 線照射面積は破面中央部 $1 \times 10 \text{ mm}^2$ である。また破面下の残留応力の測定は, 電解研磨により破面を逐次除去することにより行った。

半価幅は残留応力測定時の入射角 $\phi_0 = 0^\circ$ における回折強度曲線より求めた。なお SM50A 鋼については,

回折強度曲線の $K\alpha_1$ と $K\alpha_2$ 線の分離度が破面上, 破面下, 母材部で異なるため, それらの分離の影響が小さいと考えられるピーク強度の $7/8$ での幅 ($7/8$ H

Table III. Details of crack growth tests under constant stress intensity factor range.

Material	$4K$ (MPa $m^{1/2}$)	R	K_{max} (MPa $m^{1/2}$)	K_{min} (MPa $m^{1/2}$)
SM50A HT80	15.5	0.05	16.3	0.815
	21.7	0.05	22.9	1.14
	31.0	0.05	32.7	1.64
	15.5	0.25	20.7	5.18
—	21.7	0.25	28.9	7.23
	31.0	0.25	41.3	10.3
	43.4	0.25	57.9	14.5
HT80	15.5	0.50	31.0	15.5
	15.5	0.70	51.7	36.2

(a) Residual stress versus maximum stress intensity factor.

(b) Residual stress versus stress intensity factor range.

Fig. 1. Residual stress on the fracture surface under constant load test.

幅)を半価幅として採用した。

3 実験結果および考察

3.1 破面上の残留応力

Fig.1 (a)は ΔP 一定および ΔK 一定試験により得た SM50A 鋼, HT80 鋼の破面上で測定したき裂進展方向の残留応力 σ_r を, 破面形成時の最大応力拡大係数 $K_{\max}$ で整理したものである。破面上の σ_r は両鋼とも引張りであり, その絶対値は降伏点の高い HT80 鋼の方が大きい。 $K_{\max}$ に対する σ_r の変化傾向はいずれの鋼とも同様であり, σ_r は $K_{\max}$ が小さい領域では $K_{\max}$ とともに増大し, $K_{\max} \div 30 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$ 付近で極大値を示した後減少する。また $K_{\max}$ が $30 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$ より小さい領域では σ_r に応力比の影響があまり認められないが, $K_{\max}$ が $30 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$ より大きい領域でその影響が顕著になっている。

Fig.1 (b)は Fig.1 (a)の結果を応力拡大係数範囲 ΔK で整理し直したものである。 ΔK に対する σ_r の変化は $K_{\max}$ に対するものと類似であり, σ_r は ΔK が小さい領域では ΔK とともに増大し, $\Delta K \div 25 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$ 付近で極大値を示した後減少する。しかし σ_r に対する応力比の影響は $K_{\max}$ で整理した場合とは逆に, ΔK が $25 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$ より小さい領域においてその影響が顕著であり, ΔK の大きい領域では顕著でない。

以上のことから $K_{\max}$ あるいは ΔK が小さい場合の σ_r は ΔK 依存性が小さく $K_{\max}$ で支配されるが, $K_{\max}$, ΔK が $25 \sim 30 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$ を越えて大きくなると σ_r はむしろ ΔK に支配される傾向にあることがわかる。破面上の残留応力がこのような変化挙動を示すことは関田らによっても報告されているが, その理由については現在のところ明らかではない。そこで破面上の残留応力 σ_r に対する $K_{\max}$ および ΔK の影響をいまだ分析的に明らかにするため, (1) ΔK ($15.5 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$) 一定, $K_{\max}$ 漸増, (2) $K_{\max}$ ($40.3 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$) 一定, ΔK 漸減の2種類の試験を行い, そのときの σ_r と $K_{\max}$ ならびに ΔK との関係調べた。

Fig.2 (a)は第1の ΔK 一定, $K_{\max}$ 漸増試験の結果である。 σ_r は低 $K_{\max}$ 領域では $K_{\max}$ とともに増加し, $K_{\max}$ が $30 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$ より大きい領域ではほぼ一定値を示した後きわめてゆるやかに減少している。この試験においては ΔK が $15.5 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$ と小さく, Fig.2 (a)の σ_r - $K_{\max}$ 関係は ΔK の影響をあまり受けないと考えられる。求めた σ_r は変動のない単調負荷条件下 ($\Delta K=0$, $K=K_{\max}$) でき裂が進展した場合の残留応力に近いと推測される。Fig.2 (a)の傾向については, 破面近傍の塑性ひずみは $K_{\max}$ とともに増大するために破面上の σ_r も最初は $K_{\max}$ とともに増大するが, $K_{\max}$ がさらに増加すると破面近傍広範囲にわたって塑性ひずみが拡がり, 塑性ひずみこう配とし

(a) The relation between residual stress and $K_{\max}$ for constant ΔK test. ($\Delta K=15.5 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$)

(b) The relation between residual stress and ΔK for constant $K_{\max}$ test. ($K_{\max}=40.3 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$)

Fig. 2. The relation between the residual stress on the fracture surface and fracture mechanics parameter of $K_{\max}$ or ΔK .

ては飽和するのでやがて σ_r も一定値となり, ついに漸減するものと考えられる。一方 Fig.2 (b)に第2の $K_{\max}$ 一定で ΔK を漸減させた場合の破面上の σ_r と ΔK の関係を示す。 σ_r は ΔK が小さい領域ではほぼ一定値を示した後, ΔK の増大とともに直線的に減少する。 ΔK の増加にともなう破面上の σ_r の減少の原因としては, ΔK の増加にともなう表面あらさの増大などいくつかの因子が考えられるが, 最も基本的には ΔK の増加に対応して生ずる破面近傍における逆方向塑性変形の増大によるものと考えられる。このことは仮想的に繰返し塑性域を拡大し破面上の σ_r に対するその影響を評価した有限要素法解析結果によっても裏付けられている。また Fig.2 (b)の低 ΔK 領域で破面上の σ_r が一定値を示したのは, ΔK が小さいと再降伏域寸法も非常に小さく破面あらさ (SM50A 鋼; 約 $40 \mu\text{m}$, HT80 鋼; 約 $20 \mu\text{m}$) と同じかそれ以下になるため, その存在が破面上の σ_r の値にほとんど影響を及ぼさないためと考えられる。

以上のことから σ_r の $K_{\max}$ および ΔK 依存を次のように考えることができる。まず $K_{\max}$ によって定まる残留応力は Fig. 3 の σ_{r1} のように与えられる。すなわち σ_{r1} は $K_{\max}$ が小さい領域で $K_{\max}$ 依存が大きい、ある $K_{\max}$ 値以上ではほとんど $K_{\max}$ の値に依存しなくなる。一方 ΔK によって定まる残留応力は図の σ_{r2} のようであり、 ΔK が小さい領域では ΔK 依存がなく、ある ΔK 以上で ΔK とともに σ_{r2} は減少する。通常の $4P$ 一定試験により形成された疲労破面の残留応力 σ_r はそれらが重ね合されたものとなるので、以上の結果から $K_{\max}$ あるいは ΔK の小さい領域では σ_r は $K_{\max}$ 支配となり $K_{\max}$ とともに増大し、逆に $K_{\max}$ あるいは

Fig. 3. Schematic illustration showing the relation between the residual stress on the fracture surface and $K_{\max}$ or ΔK .

ΔK の大きい領域では ΔK 支配となり ΔK とともに減少する傾向となることが予想される。実際の結果もさきに示した Fig. 1 (a)(b)にあるような結果となっている。

3・2 破面下の残留応力分布

Fig. 4 は HT80 鋼の破面下の残留応力分布を示したものである。ここで Fig. 4 (a)は応力比 $R(=0.05)$ を一定にして ΔK を変化させた場合で、Fig. 4 (b)は $\Delta K(15.5 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}})$ を一定にして応力比を変化させた場合である。破面下の残留応力 σ_r は破面直下で極大値を示した後減少し、母材部の値である 0 に収れんする。この変化の傾向は ΔK , R 値によらず同じであり、前報の SM50A 鋼の結果ともよく一致している。破面直下で残留応力が極大値を示すことについてはこれまでにも報告されているが、それらの報告では破面からその極大値が出現する深さが繰返し塑性域寸法に対応する、あるいはまた破面の凹凸により残留応力が解放された層に相当すると言われている。本研究では Fig. 4 (a)のように破面から σ_r が極大値を示す深さは ΔK によらずほぼ同じ (20~30 μm 程度) であり、破面あらしのオーダー (約 20 μm) と一致していた。このことは本実験における極大値が ΔK に対応する繰返し塑

(a) $R=0.05$

(b) $\Delta K=15.5 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$

Fig. 4. Residual stress plotted against depth from fracture surface (HT80 steel).

性域寸法を示しているとは考え難く、むしろ表面あらしに起因して出現することを示していると思われる。破面近傍の残留応力値に ΔK の効果が明確に現れなかった点については、 ΔK 値が全体的に小さいため繰返し塑性変形領域が破面の凹凸の大きさ以下となってしまう、その影響が減ってしまったためと推察される。

いずれにしても破面下の残留応力分布の全体的な傾向は $K_{\max}$ に依存するところが大きく、特に残留応力が 0 に収れんする深さ Y の値 Y_1 は $K_{\max}$ の大きいものほど大きくなっており、この Y_1 の値は従来から報告されているように $K_{\max}$ に対応して形成されるき裂面に垂直な方向の塑性域寸法と対応している。

3・3 破面上の半価幅変化

Fig. 5, 6 は SM50A 鋼ならびに HT80 鋼の破面上の半価幅 B を $K_{\max}$ に対して片対数グラフ上で整理したものである。SM50A 鋼の B は $K_{\max}$ の増加とともに増大し、応力比 R には依存していない。一方 HT80 鋼の B も SM50A 鋼と同様に $K_{\max}$ とともに増大する。しかしこの鋼では $K_{\max}$ が同じであっても B には応力比依存性が認められ、 R 値の大きいものほど大きくなっている。また破面上の半価幅 B と母材部のそれ B_0 とを比較すると、SM50A 鋼では B が $B_0(=2.52\text{deg})$ よ

Fig. 5. 7/8H-value breadth on fracture surface plotted against maximum stress intensity factor (SM50A steel).

Fig. 6. Half-value breadth on fracture surface plotted against maximum stress intensity factor (HT80 steel).

り大きくなっているが、HT80 鋼では K_{max} の小さいところで特に R 値の小さい場合に B が $B_0 (=2.16\text{deg})$ よりも小さくなっている。

このように破面上の半価幅 B の変化挙動が鋼の強度レベルによって異なるという結果は、畑中らによっても報告されているが、その理由については十分明らかでない。高強度鋼では一般に繰返し応力の荷重にともなう格子の整合性の回復が顕著であり、これが HT80 鋼で B の値が母材部の値 B_0 より小さくなったことの

原因となっているものと推測される。また HT80 鋼における B の応力比依存性については、加工軟化に起因して、単調荷重荷重による B の増大量に比べて繰返し荷重荷重による B の減少の程度が大きいと考えられる。

3・4 破面下の半価幅変化

Fig. 7 (a), (b)は HT80 鋼の破面下の半価幅 B を破面からの深さ Y に対してプロットしたものである。Fig. 7 (a)は応力比 R 一定で ΔK が変化する場合である。 B は破面極近傍でやや異なる値を示すものもあるが、全体的には深さとともに増大し、極大値を示した後漸減し、母材部の値 ($B_0 = 2.16\text{deg}$) に収れんしている。Fig. 7 (b)は ΔK 一定で R が変化する場合であるが、 B の深さ方向への変化は Fig. 7 (a)と同じ傾向であり、やはり B の極大値が認められる。このように HT80 鋼における破面下の半価幅の変化は ΔK , R 値によらず同じ傾向を示すが、 B が極大値を示す深さは ΔK 値により異なり、その値が大きいものほど深くなっている。また R 値が異なっても ΔK 値が同じであれば B が極大値を示す深さはほぼ一致する。

Fig. 8 は SM50A に対する同様の結果の一例を示したものである。SM50A 鋼の B は破面上で最大値を示し、破面直下で急減した後漸減し、母材部の値 ($B_0 =$

Fig. 8. 7/8H-value breadth plotted against the depth from fracture surface (SM50A steel).

(a) $R = 0.05$

(b) $\Delta K = 15.5\text{ MPa}\sqrt{m}$

Fig. 7. Half-value breadth plotted against the depth from fracture surface (HT80 steel).

2.52 deg) に収れんする。この変化傾向は $4K$, R 値によらず同じであった。

ここで Fig. 7 (a) と Fig. 8 を比較すると、 B の変化は鋼の強度レベルにより著しい差異がある。特に高强度鋼である HT80 では破面下に B の極大値が認められるが、低強度鋼の SM50A ではこのような極大値は認められない。これはすでに 3・3 節でも述べたように、HT80 鋼においては半価幅変化に及ぼす繰返し負荷の影響が大きいために、破面近傍の B が大きく減少したためと考えられる。以上のように考えると HT80 鋼において認められる極大値は繰返し変形に起因するものであり、したがって $4K$ と密接な関係があることが推察され、事実 Fig. 7(a) に見られるように $4K$ 値の大きいものほど B が極大値を示す深さも深くなっている。このことは現在のところ B が極大値を示す深さが繰返し塑性域寸法に 1 対 1 に対応するかどうかは定かではないが、高强度鋼では破面下の半価幅変化からその寸法の推定ができることを示唆している。

また両鋼とも半価幅値が母材部のそれに収れんする深さ Y の値 Y_2 は、残留応力の場合と同様 $K_{\max}$ に依存して大きくなっており、 Y_2 も Y_1 と同様に塑性域寸法に対応しているものと考えられる。

3・5 塑性域深さ

Fig. 9 は破面下の残留応力値および半価幅値が母材部のそれに収れんする深さ Y_1 , Y_2 を塑性域深さ ω として求め、それらを $(K_{\max}/\sigma_y)$ に対してプロットしたものである。なお図中には前報の SM50A 鋼の結果も同時にプロットしてある。塑性域深さ ω と $(K_{\max}/\sigma_y)$ との間には小規模降伏条件下で次式に示す関係が成立する。

Fig. 9. Relation between plastic zone depth and maximum stress intensity factor.

$$\omega = \alpha (K_{\max}/\sigma_y)^2 \quad (1)$$

本研究において上式の α の値を残留応力、半価幅について最小二乗法を用いて求めると、SM50A 鋼ではそれぞれ 0.14, 0.15, HT80 鋼ではそれぞれ 0.16, 0.19 となる。これらの値は Levy¹²⁾ の有限要素法解析値である $\alpha=0.15$ (図中実線) や、Von Mises の降伏条件による平面ひずみ条件下のき裂面に垂直方向の塑性域寸法

$$\begin{aligned} \omega &= (0.83/2\pi) \cdot (K_{\max}/\sigma_y)^2 \\ &= 0.132 (K_{\max}/\sigma_y)^2 \end{aligned} \quad (2)$$

にかなり近い値となっている。

α の値についてはこれまでにも各種材料について実験的に求められているが、総じて降伏点の高い鋼の方が低い鋼よりも大きくなる傾向があり、本実験においても同様の傾向が得られた。このように破面下の残留応力分布、半価幅分布より求めた ω を用いることにより $K_{\max}$ の推定が可能である。

4 結 言

強度レベルの異なる SM50A 鋼, HT80 鋼の疲労破面に X 線回折法を適用し、得られた X 線パラメータと破壊力学パラメータとの相関を調べるとともに、破面残留応力の力学的支配因子を検討した。得られた結果を要約すると次のようになる。

(1) 破面上の残留応力 σ_r は $K_{\max}$, $4K$ の増加とともに増加して、極大値を示した後減少する傾向を示した。これは σ_r が低 $K_{\max}$ 領域で $K_{\max}$ の増加に起因して増加することと、高 $4K$ 領域で $4K$ の増加に起因して減少することが重畳された結果である。

(2) 破面上の半価幅 B は SM50A 鋼, HT80 鋼ともに $K_{\max}$ の増加につれて増加する傾向を示した。しかし SM50A 鋼では B - $K_{\max}$ 関係に応力比依存が認められなかったのに対し、HT80 鋼では応力比依存が認められ応力比の高いものほど半価幅の値も大きくなった。

(3) 破面下の残留応力あるいは半価幅の分布より、最大荷重に対応した破面垂直方向の塑性域寸法 ω が決定でき、それより $K_{\max}$ の推定が可能である。

最後に本研究は昭和57, 58年度の文部省科学研究費(試験研究(2))の補助を得た。また本研究に用いた材料は(株)神戸製鋼所よりご提供いただいた。記して謝意を表する。

(昭和58年7月21日 第20回X線材料強度に関するシンポジウムにて講演)

参 考 文 献

- 1) X線材料強度部門委員会, 材料, **31**, 244 (1982).
- 2) 小倉敬二, 三好良夫, 鹿山昌宏, 辻 宗和, 材料, **32**, 264 (1983).
- 3) ASTM Designation, E647-T81.

- 4) 関田裕次, 児玉昭太郎, 三沢啓志, 材料, **32**, 258 (1983).
- 5) 小倉敬二, 三好良夫, 鹿山昌宏, 第20回X線材料強度に関するシンポジウム前刷集, p. 30 (1983).
- 6) 小峰厚友, 植田秀夫, 中西英介, 荒木昭太郎, 日本材料学会第27期学術講演会前刷集, p. 99 (1978).
- 7) 田中啓介, 畑中伸夫, 材料, **31**, 215 (1982).
- 8) 吉岡靖夫, 第17回X線材料強度に関するシンポジウム前刷集, p. 20 (1980).
- 9) 畑中伸夫, 田中啓介, 第19回X線材料強度に関するシンポジウム前刷集, p. 39 (1982).
- 10) X線材料強度部門委員会, 材料, **19**, 714 (1970).
- 11) J. R. Rice, Fracture, H. Liebowitz edited, Vol. II, 191 (1968).
- 12) N. Levy, P. V. Marcal, W. J. Ostengren and J. R. Rice, Int. J. Fract., **7**, 143 (1971).

書 評

“物質工学のフロンティア”

岡崎 誠, 南日 康夫 (編)

(1983年, (株)アグネ発刊, A 5 判, 231ページ, 3 300円)

近年の物質工学分野における発展はめざましく, 今日の先進技術を支えていると言っても過言ではない。物質工学という名称は, 日本において今まであまり使用されていなかったもので, 一般に耳慣れない印象があるが, 実質的には非常に多くの研究がなされているのが実情である。本書は, これらの研究の成果を物質工学という体系の中で消化し, 物理的内容をわかりやすく描くとともに, 物質工学分野の未来を指向したテーマも取上げており, この分野の重要性と将来展望を知るうえで有用な書と言える。

本書は8章からなっており, 第1章の物質工学への招待では物質工学およびその3本柱である合成, 物性, 材料のとらえ方が描かれている。第2章の物質工学を支える実験手法の章では, 超高压力・分子線エピタキシー・触媒など新しい物質合成法と, 陽電子消滅・オージェ電子分光など物質の状態を把握する実験手法が述べられている。第3章では物質中の電子の振舞い, とくに超伝導・非晶質・表面・低次元物質における電子に重点をおいて書かれている。第4章の新物質を創る章では, 超高压・イオンビームなどを用いた合成法と, 高温超伝導物質・インターカレーション化合物・導電性有機化合物の開発と物性が述べられている。第5～7章では, それぞれ電子材料, 構造材料, エネルギー材料について物質を使う立場から具体的にわかりやすく解説している。第8章物質工学の夢の章では, この分野の現状と将来展望, 物質設計の心がまえなどが示されている。

本書を読んで感じた印象は, 物質工学の現在と将来に希望をもって生々と描かれていることである。このように物質工学の広い研究分野をまとめられたのは, 筑波大物質工学系の執筆者(合計15名)が比較的若く, 失敗を恐れず新しい研究に打込んでおられるからであろう。この意味で本書は, 物質工学への招待(第1章)の目的は達していると思われる。専門, 専門外を問わず, 本書は読む人の知識欲・好奇心を刺激するであろうし, 多くの人に一読をお薦めしたい書である。

(京都大学工学部 成田 舒孝)