

NDT フラッシュの 10 年を振り返って

はじめに

NDTフラッシュは、NDIS 0601による技術者のための情報誌「インスパート」に替わり、機関誌の2003年7月号から巻末に掲載が開始され、この7月でちょうど21年目を迎えた。長きにわたり継続できているのも、執筆・編集に携わる方々の努力、ならびに読者の皆様の支援に他ならないであろう。現在では資格件数も86,206件(2022年4月1日時点)とNDTフラッシュが発刊された2003年時点から45%も増加しており、資格の新規取得や再認証に取り組まれる方はもとより、資格取得に間接的に携わる人々からもNDTフラッシュに対する要求が高くなっていると感じている。そのため記事内容については継続して改善に努めてきた。

発刊から10年目の振り返りについては、掲載開始に尽力された当時の認証広報委員長の守井隆史氏が機関紙 Vol.61, No.12に寄稿しており、そちらを参照していただくこととし、ここでは、この10年間を中心に振り返ってみたい。

NDT フラッシュの編集と記事内容

記事は、この青地を特徴とした紙面に掲載されており、トピックス等により多少の変動はあるが4ページの分量が基本となっている。なお、協会ホームページ (<http://www.jsndi.jp/qualification/index7n.html>) にも1か月遅れではあるがPDFファイルで公開している。

編集は、委員長を含めて10数名の委員で組織されている認証広報委員会(以下、委員会)が担っている。各部会等で執筆された原稿は、複数人の委員で事前に査読を行い、委員会での審議を経たのち、掲載計画に則り発行されている。委員全員が審議に関わることで、専門以外の人にも理解できる内容となるように務めており、幅広く非破壊検査技術の知識を得るための教材としても有益であろう。

記事の編集コンセプトは、掲載開始時から大きな変更はなく、主たる内容は大きく二つある。一つは試験問題の解説である。とくに正答率の低い問題の類題を用いて、間違いやすい箇所や理解すべきポイントを易しく解説しており、受験生だけでなく教育を担当されている方々にも評価を得ていると感じている。もう一つは受験情報である。これは受験者数や合格率、そして資格件数などの統計情報に加えて、試験方法や試験に使用する機器の変更などの情報の提供である。合格率は、受験者にすれば問題の難易度レベルの認識になるであろう。また教育側からは合格実績評価のベンチマークとしても活用されているであろう。その他には、認証資格関連でのトピックス等があれば随時掲載を行っている。

図1には、掲載記事ページ数の推移を示している。この10年では新たな企画として「技術者ウォッチング」を開始した。

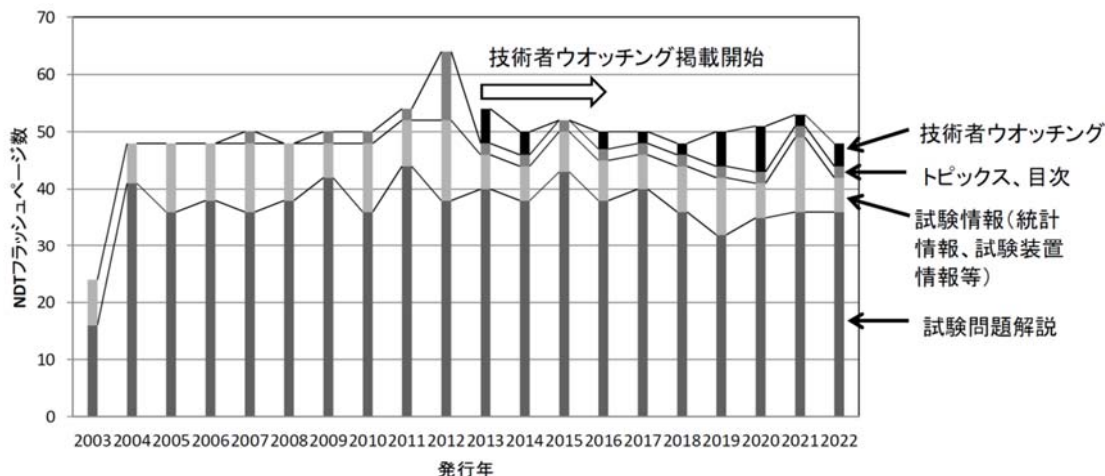


図1 掲載記事ページ数の推移

技術者ウォッチングとは

技術者ウォッチングは、主にレベル3資格を保有されている技術者の紹介記事である。人選は委員会での推薦が主であるが、委員以外の推薦や自薦も受け付けている。内容は本人のポートレートならびに職歴や保有資格の基本的な情報に加えて、資格取得のための勉強の工夫や努力、資格取得が実務にどのように役に立っているか、また非破壊検査に対

する考えや想い、そして課題など、自らの経験を自由に執筆していただいている。これらを通して、これからレベル3を含めて資格を取得する方への受験勉強へのモチベーション向上につながるものと確信して企画したものである。もちろん受験される方だけでなく、すでに資格を保有し非破壊検査業務に関わっているみなさんにとっても、技術者としての生きざまなりを垣間見ることができる記事でもあることから、この分野への自負がさらに醸成されるに違いないであろう。

図2は本記事にて2013年から2022年に掲載した技術者の年齢分布を示している。この10年間で35名を紹介した。40代と50代の中堅層の紹介が少ない点は課題として残るが、幅広い年齢層の方を紹介できていると考えている。同年輩の方々の活躍の様子は、自身への励みにもなるだろう。問題解説や試験情報などの直接的な記事とは違い、技術者の内面に訴求する記事として興味をもっていただけるだろう。

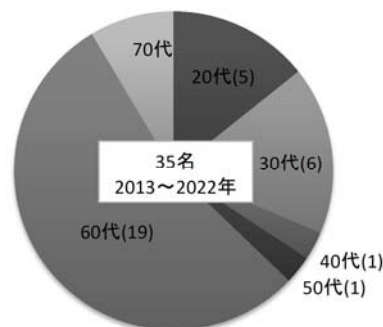


図2 技術者ウォッチング掲載者年代

新たな情報提供の取組み

NDTフラッシュの主たる記事は、正答率の低い試験問題の類題による解説ではあるが課題もある。それは、取り上げべき部門が多く、かつレベルの違い、さらに一次試験と実技試験などで細かく分類されることから、読者自身が希望する記事が頻度高く掲載されるわけではないということや、紙面の都合から、取り上げられる類題の数も限られたものになるということである。受験者にとってはより理解を深めるべき内容を広く認識する必要があるだろうし、また直近で受けた試験などでどのような問題の正答率が低かったかなどは、今後の受験準備へのフィードバックの意味でも重要である。教育に関係する人にとっても、受験者の不得意部分をタイムリーに把握して改善策に供することもできるだろう。そこで、認証広報委員会では、試験委員会とも協力して検討を行い、一次試験での正答率の低い問題について、項目のみとはなるが、全部門について早期に公開する仕組みを構築した。これらは公開の迅速性から、機関誌紙面ではなく協会ホームページのNDTフラッシュのコーナーに掲載予定である。この記事を目にする7月には2023年春期試験における結果が掲載されるであろう。NDTフラッシュの記事と合わせて、是非参考にさせていただきたい。

今後のNDTフラッシュに向けて

冒頭で資格件数について言及したが、図3には近年の資格件数の推移を示す。2003年から2012年にかけては43%の件数増加があったが、この10年はマクロ的には横ばいの傾向である。ミクロ的には2017年から漸減しているが、最も落ち込んだ2020年からは漸増傾向となっている。経年設備の老朽化問題が顕在化し、また原子力発電所の寿命延長が議論されているなど、今後の非破壊検査技術者の必要性は増えていくことは必然であろう。現に新規受験申請数だけでも年間で10,000件を超えている状況である。また、この10年での大きな出来事の一つは2020年初旬からの拡大した新型コロナウイルスの感染であろう。

現在は、ようやく落ち着きを見せてきてはいるものの、リモートワークの拡大など、働き方の様相を大きく変える要因ともなった。非破壊検査技術者にとっても業務や資格取得環境に少なからず影響があったと思われる。

NDTフラッシュでは、こういった社会や環境の変化に対して、求められる情報ニーズを的確に捕らえて、さらなる有益な情報提供ができるように今後も努めてゆきたい。

(元認証広報委員長 藤原弘次)

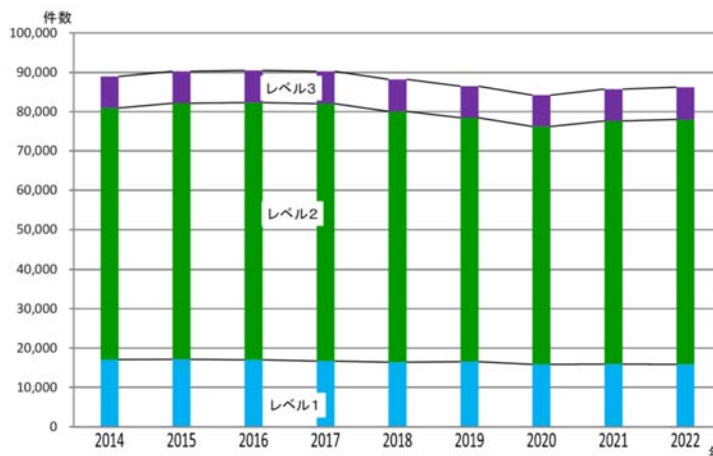


図3 JIS Z 2305 資格登録件数推移

PT・PDレベル2 一般・専門試験のポイント

PT及びPDレベル2の一般・専門試験について、正答率の低い最近の問題の類題について解説する。

問題番号の後にPTとあるものはPT向けの問題で、PDとあるものはPT及びPDの共通の問題である。

一般試験の類題

問1 PT 水が混入すると能力が低下する探傷剤は次のうちどれか。正しいものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 水洗性浸透液
- (b) 溶剤除去性浸透液
- (c) 湿式現像剤
- (d) 後乳化性浸透液

正答 (a)

水洗性浸透液には乳化剤が含まれており、水が混入すると一部が乳濁液となり粘度が上昇するため探傷剤としての能力は低下する。したがって正答は(a)である。溶剤除去性浸透液及び後乳化性浸透液は油が主成分で、水だけでは洗い流せないことからわかるように水とは容易に分離し、水の混入が探傷剤の能力に影響を与えることはない。したがって(b)及び(d)は誤りである。湿式現像剤はもともと水に懸濁させて使用することから、多少の水が混入したとしても影響はなく(c)も誤りである。

問2 PD 次の文は、タイプ1対比試験片(めっき割れ対比試験片)について述べたものである。正しいものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 割れの深さが一定である。
- (b) 大きな割れと小さな割れが混在している。
- (c) 材質はアルミニウムである。
- (d) 繰り返し使用はできない。

正答 (a)

タイプ1対比試験片は、黄銅板上に一定の厚さのめっき(ニッケルめっき及びクロムめっき)を行い、めっき面を外側にして曲げてめっき層に細かな割れを発生させたものである。割れの深さはめっき層の厚みと等しいことから一定で、繰り返し使用可能である。したがって、正答は(a)で(b)(c)(d)は誤りである。

問3 PD 次の文は、きず指示模様の観察について述べたものである。正しいものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 染色浸透探傷試験の場合、試験面の照度は1000lx以上なければならない。
- (b) 蛍光浸透探傷試験の場合、試験面の紫外線の放射照度は80lx以下でなければならない。
- (c) 蛍光浸透探傷試験の場合、周囲を若干明るくする必要があり、少なくとも20lx以上なければならない。
- (d) 染色浸透探傷試験、蛍光浸透探傷試験のいずれの場合も、観察は明視の距離で行うのがよい。

正答 (d)

JIS Z 2323:2017において、色調コントラストによる方法、すなわち染色浸透探傷試験の場合、「観察時の試験面の照度は、500lx以上でなければならない」と規定されており(a)は誤りである。蛍光による方法の場合、「試験面の紫外線の放射照度は10W/m²以上」で、「周囲の照度は20lx以下とする」とされており、(b)(c)は誤りである。

疲れを感じる事がなく明視を続けられる最も近い点が「明視の距離」(通常は約25cm)であり、検査を連続して行うにはこの距離で観察することが望ましい。したがって正答は(d)である。

問4 PD 次の文は、指示模様の解釈の定義について述べたものである。正しいものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 現像処理した試験体表面に適正な現像剤塗膜が塗布されていることを確認した後、正しい観察条件の下で浸透液による指示の有無を調べる行為をいう。
- (b) 指示が認められたならば、指示の発生状況、発生個所などから指示の発生原因を考え、合否判定の対象にされている種類のきずによる指示模様であるかどうかを探る行為をいう。
- (c) 指示模様を評価した結果、受け入れ基準の対象とされている種類のきずによる指示と判断された場合に、その形状、寸法、個数、分布状態などを測定し、受け入れ基準により受け入れられるきずなのか、受け入れられないきずなのか、に分類する行為をいう。

- (d) 各種の診察技術を用いてきずの有無を調べ、きずの状態、きず発生の原因を判断し、受け入れ基準に基づいて受容され得る性状のものか、そうでないかを検討すると同時に、そのまま機器の使用を継続した場合と、直ちに除去し補修した場合に起こり得る利害得失を比較し、総合的見地から事後の処置を決定する行為をいう。

正答 (b)

(a) は観察, (b) は解釈, (c) は評価, (d) は診断のそれぞれ定義である。したがって (b) が正答である。

専門試験の類題

問5 PD 溶接部に溶剤除去性染色浸透探傷試験を実施する際の前処理と除去処理に使用する溶剤について述べたものである。正しいものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 除去処理に使用する場合、スプレー缶入りのものは適切ではない。
- (b) 除去処理に使用する場合、油脂類の溶解性は要求されないが、揮発性は要求されるため速乾性のものが望ましい。
- (c) 前処理に使用する場合、油脂類の溶解性が要求されるが、揮発性は要求されないため遅乾性のものが望ましい。
- (d) 前処理に使用する場合、同じ溶剤であれば、スプレー缶の方が効果的である。

正答 (d)

除去処理ではいったん溶剤をウェス等に吹き付けてから行うため、スプレー缶入りのものも使用でき、(a) は誤りである。また、余剰浸透液を溶解する必要があるため、(b) は誤りである。

前処理に使用する場合、きずの中に入りこんだ溶剤は素早く蒸発する必要があり、揮発性は必要で、(c) は誤りである。溶剤をスプレー缶で適用すると、物理的な圧力によりきずの中に入り込んだ油脂類を押し出す効果が期待できることから、正答は (d) である。

問6 PD 次の文は、溶接部の浸透探傷試験について述べたものである。正しいものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 溶接部のスパッタは、除去しなくても浸透探傷試験に悪影響を及ぼさない。

- (b) 溶接直後で適当に温度が下がった状態であれば有機溶剤による前処理は必要ない。
- (c) 溶接ビード部のスラグは無機質であるため、除去しなくても浸透探傷試験には影響はない。
- (d) 溶接部の浸透探傷試験では、浸透液は溶接ビードからはみ出さないように塗布するのがよい。

正答 (b)

スパッタやスラグ等が表面にあると余剰浸透液を除去しにくくなり疑似指示の原因となるなどの影響を受けるため、(a) 及び (c) は誤りである。溶接の直後では油脂類等の汚染はないため、有機溶剤で洗浄する必要はなく、(b) は正しい。溶接ビードに隣接した熱影響部にも割れが発生するおそれがあるため、浸透液は隣接した母材部分にも塗布する必要があるため、(d) は誤りである。

問7 PT 次の文は、小形部品の保守検査について述べたものである。正しいものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 保守検査では、機器の使用中に発生したきず以外は判定の対象ではないため、放置してよい。
- (b) 組立部品は、分解して検査をするのが一般的であるため、分解前の点検は必要ない。
- (c) 油脂類の脱脂に有機溶剤を用いた蒸気洗浄を利用した場合、試験体の温度が高くなると脱脂効果が悪くなる。
- (d) 機器の使用中に発生するきずは、大きく明瞭であり、使用応力等の関係から検出される位置もほぼ推定が可能である。

正答 (c)

検出されたきずは、発生時期によらず評価が必要であり (a) は誤りである。組立部品はその構造にもよるが、必ずしも分解して検査する必要がない場合も多く、(b) は誤りである。蒸気脱脂では試験体の温度が高くなると効果が低下するため、正答は (c) である。使用中に発生するきずには、疲労割れや応力腐食割れなど、微細なものもあり (d) は誤りである。

要求の基本となる JIS Z 2343-1:2017~6:2012 だけでなく JIS Z 2323:2017 などの関連する規格類についても、各参考書などを参照し、その規定の根拠を含め理解してほしい。

E T レベル 2 一般・専門試験のポイント

JIS Z 2305:2013 「非破壊試験技術者の資格及び認証」に基づく ET レベル 2 の新規一次試験は主に参考書である『渦流探傷試験Ⅱ』から出題される。本稿では、最近行われた試験のうち、正答率の低かった問題に類似した例題により解答のポイントを解説する。

一般試験の類題

問 1 次の文は、試験コイルに非磁性体金属の試験体を近づけたときの試験コイルのインダクタンスとリアクタンスについて述べたものである。正しいものを一つ選び記号で答えよ。

- (a) インダクタンス，リアクタンスともに減少する。
- (b) インダクタンスは減少，リアクタンスは増加する。
- (c) インダクタンス，リアクタンスともに増加する。
- (d) インダクタンスは増加，リアクタンスは減少する。

正答 (a)

コイルのリアクタンス X は次の式で表される。

$$X = \omega L \tag{1-1}$$

L はインダクタンスを示す。コイルの鎖交磁束 ϕ とインダクタンスの関係は次の式で表される。

$$N\phi = LI \tag{1-2}$$

N はコイルの巻数、 I は電流を表す。

式(1-1)からインダクタンスとリアクタンスは正の比例関係にある。したがって、変化の向きが逆になる(b)、

(d)は誤りである。ここで試験体が非磁性体金属である場合を考える。非磁性体の比透磁率は空気と同じほぼ1でありコイル周辺の磁束密度は増加しない。一方で、非磁性体金属の表面にはコイルの発生させる磁束を打ち消す方向に渦電流が発生する。つまり、コイルを鎖交する磁束は減少する。本問題ではコイルの巻数と電流は一定であると仮定できるので、式(1-1)、式(1-2)からインダクタンスとリアクタンスは減少する。したがって、正答は(a)となり、「増加」である(c)は誤りである。

試験コイルに強磁性体金属を近づけたときは、金属表面に発生する渦電流によって減少する磁束よりも、非磁性体金属より強磁性体金属の数百から数千倍高い比透磁率によってコイル周辺の磁束が増加することから、インダクタンスとリアクタンスは増加する。

渦電流探傷試験の測定結果を説明するうえでインダクタンスとリアクタンスは最も重要な要素の一つである。

リアクタンス，及びインダクタンスについての解説は電気回路の基礎的な資料を参照することをお勧めする。

問 2 次の図は渦電流探傷器の表示画面のきず信号を示したものである。次は、探傷器の直交出力電圧成分 p_x 、 p_y と、きず信号の位相角 θ との間にある関係について示したものである。正しいものを一つ選び記号で答えよ。

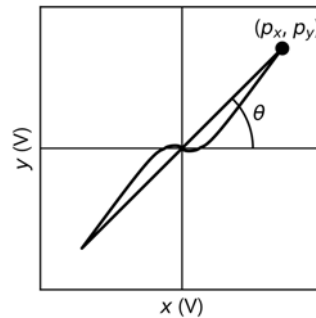


図 2-1 渦電流探傷器の表示画面のきず信号

- (a) $\tan \theta = p_x/p_y$
- (b) $\tan \theta = p_y/p_x$
- (c) $\tan^{-1} \theta = p_x/p_y$
- (d) $\tan^{-1} \theta = p_y/p_x$

正答 (b)

図 2-1 の直交座標系において p_x 、 p_y と、きず信号の位相角 θ の関係は以下のように表せる。

$$\tan \theta = p_y/p_x \tag{2-1}$$

$$\tan^{-1}(p_y/p_x) = \theta \tag{2-2}$$

したがって、正答は(b)となる。

上式は渦電流探傷器の表示画面からきず信号の位相を導出するために必要となる。

問 3 次の文は、正弦波交流電圧 $v(t) = V_m \sin(\omega t + \pi/4)$ があり、これと同一周波数で大きさが等しく、1/2 周期だけ位相がずれている交流電圧の式について示したものである。正しいものを一つ選び記号で答えよ。

- (a) $v(t) = V_m \sin(2\omega t + \pi/4)$
- (b) $v(t) = V_m \sin(\omega t + 5\pi/4)$
- (c) $v(t) = 2V_m \sin(\omega t + \pi/4)$
- (d) $v(t) = V_m \sin(\omega t + 3\pi/4)$

正答 (b)

1 周期は 2π 、1/2 周期は π である。位相が 1/2 周期進んだ式は以下の式で表される。

$$v'(t) = V_m \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{4} + \pi\right)$$

$$= V_m \sin(\omega t + 5\pi/4) \quad (3-1)$$

位相が 1/2 周期遅れた式は以下の式で表される。

$$v''(t) = V_m \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{4} - \pi\right)$$

$$= V_m \sin(\omega t - 3\pi/4) \quad (3-2)$$

位相を 2π の整数分ずらした波形はずらす前の波形と一致することから式(3-1)と式(3-2)は同一波形を表す。選択肢には式(3-1)があることから正答は (b) となる。

専門試験の類題

問 4 次の文は、内挿プローブを用いた多重周波数法について述べたものである。正しいものを一つ選び記号で答えよ。

- (a) 渦電流の表皮深さの違いを利用した方法である。
- (b) 厚肉の磁性鋼管の探傷が可能である。
- (c) 雑音の原因が管の外側にある場合、基準となる試験周波数とその整数倍の試験周波数を適用する。
- (d) 雑音の原因が管の内側にある場合には、基準となる試験周波数とその 1/2~1/4 倍程度の試験周波数を適用する。

正答 (a)

多重周波数法は周波数によってきず信号と雑音信号の振幅や位相が異なることを利用し、複数の励磁周波数を同時に用いてベクトル演算により検出信号から雑音信号のみを選択的に軽減する手法である。きずを最もよく検出できる周波数 f_1 を決定し、雑音の原因に応じて次式で示されるように周波数 f_2 を決定する。

$$f_2 = kf_1 \quad (4-1)$$

f_2 は表皮深さの違いを利用してきず信号より雑音が大きくなる周波数を選択する必要がある。よって正答は (a) である。雑音の原因が管外面にある場合は k は 1/2~1/4 程度を用いる。よって (c) は誤りである。雑音の原因が管内面にある場合は k は 2~4 程度を用いる。よって (d) は誤りである。渦電流探傷は肉厚になるほど探傷は困難になる。多重周波数法を用いてもその特徴は変わらない。よって (b) は誤りである。

k が 1/10 や 10 などの極端に小さい、又は大きな値を選択すると、コイルのインピーダンスは概ね f_1 のときの 1/10、又は 10 倍になる。内部に図 4-1 に示すホイートストーンブリッジを持つ渦電流探傷器は、ホイートストーンブリッ

ジの R_1 , R_2 とコイル L_1 , L_2 のインピーダンスの大小関係が大きく崩れると SN 比が悪化するため、 k は 1/2~1/4、又は 2~4 程度を用いることが多い。

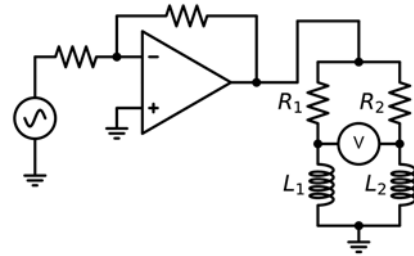


図 4-1 ホイートストーンブリッジ回路(図の右側)

問 5 電磁誘導試験により、最も容易にめっきや被膜の厚さ測定ができるものはどれか。次のうちから一つ選び記号で答えよ。

- (a) ほうろうに塗布したエポキシ樹脂膜
- (b) アルミニウム地金上の銅箔
- (c) 鋼板上の亜鉛膜
- (d) 鋼板上のニッケル膜

正答 (c)

電磁誘導を用いた被膜厚さ測定は、試験体の母材と被膜の表皮深さの違いを利用している。表皮深さは導電率と透磁率の積のルートに反比例するため、母材の導電率と透磁率の積が、被膜のそれに比べて大きく、かつその比が最も大きい組み合わせが答えとなる。表 5-1 に示すように、電磁気的特性の差が最も大きい組み合わせは (c) である。

表 5-1 材質の電磁気的特性(常温)

材質	導電率(IACS%)	比透磁率
ほうろう	—	1
エポキシ樹脂	—	1
アルミニウム	59.5	1
銅	100	1
亜鉛	28.4	1
ニッケル	24.2	100~600
鋼(SPCC 炭素量 0.05%)	約 16	数百~数千