

1. JIS Z 2305 2013 年春期資格試験結果

2013 年春期資格試験の結果が発表された。新規試験結果（再試験を含む）の合格率は、レベル 1 が 45.2%，レベル 2 が 29.9%，レベル 3 が 15.5%であった。なお、レベル 3 基礎試験では申請者数 617 件，合格率 17.6%であった。再認証試験結果は、レベル 1 が 65.4%，レベル 2 が 61.9%，レベル 3 が 75.9%であった。受験申請数は、新規試験，再試験，再認証試験を合わせて計 14,667 件であった。

各表の合格率は〔合格者数／（申請者数－欠席者数）〕で算出した値である。新規試験結果（レベル 3 基礎試験結果を除く）を表 1 に、再認証試験結果を表 2 に示す。

表 1 JIS 新規試験結果（再試験を含む）

NDT方法	略称	レベル1*1			レベル2*1			レベル3*1		
		申請者数	合格者数	合格率%	申請者数	合格者数	合格率%	申請者数	合格者数	合格率%
放射線透過試験	RT	61	17	32.1	783	144	19.8	202	40	22.4
超音波探傷試験	UT	474	200	45.6	1699	467	30.0	589	65	12.5
超音波厚さ測定	UM	191	93	52.0	—	—	—	—	—	—
磁粉探傷試験	MT	178	74	42.8	1510	319	22.8	160	16	11.4
極間法磁粉探傷検査	MY	63	18	30.5	142	31	24.2	—	—	—
通電法磁粉探傷検査	ME	6	2	33.3	—	—	—	—	—	—
コイル法磁粉探傷検査	MC	1	0	0.0	—	—	—	—	—	—
浸透探傷試験	PT	395	168	45.0	1582	558	37.7	253	34	15.3
溶剤除去性浸透探傷検査	PD	113	54	50.9	423	150	38.3	—	—	—
水洗性浸透探傷検査	PW	0	—	—	—	—	—	—	—	—
渦流探傷試験	ET	45	19	43.2	372	129	35.9	83	13	16.9
ひずみ測定	SM	29	14	56.0	102	39	42.9	25	12	50.0
合計		1,556	659	45.2	6,613	1,837	29.9	1,312	180	15.5

注*1：各部門の申請者数は一次（新規，再試験）と二次のみ（新規，再試験）の合計数

表 2 JIS 再認証試験結果

NDT方法	略称	レベル1			レベル2			レベル3*2		
		申請者数	合格者数	合格率%	申請者数	合格者数	合格率%	申請者数	合格者数	合格率%
放射線透過試験	RT	10	8	88.9	314	190	68.6	138	91	71.1
超音波探傷試験	UT	362	172	53.9	1376	557	44.4	253	180	77.3
超音波厚さ測定	UM	120	84	75.7	—	—	—	—	—	—
磁粉探傷試験	MT	9	5	62.5	746	403	58.8	54	37	72.6
極間法磁粉探傷検査	MY	52	27	57.5	29	17	68.0	—	—	—
通電法磁粉探傷検査	ME	7	3	50.0	—	—	—	—	—	—
コイル法磁粉探傷検査	MC	2	1	50.0	—	—	—	—	—	—
浸透探傷試験	PT	27	15	68.2	1028	806	85.0	46	37	82.2
溶剤除去性浸透探傷検査	PD	116	98	89.1	124	75	67.0	—	—	—
水洗性浸透探傷検査	PW	2	2	100.0	—	—	—	—	—	—
渦流探傷試験	ET	8	5	62.5	223	138	66.4	27	20	80.0
ひずみ測定	SM	6	4	100.0	91	37	45.1	16	13	81.3
合計		721	424	65.4	3931	2,223	61.9	534	378	75.9

注*2：レベル 3 クレジット申請は除く

2. NDIS 0604/0605 2013 年春期資格試験結果

2013 年春期よりレベル 2 の試験が開始され、NDIS 0604（赤外線サーモグラフィ試験）と NDIS 0605（漏れ試験）の申請件数は 177 件となった。合格率は、レベル 1 が 57.7%，レベル 2 が 54.9%であった。新規試験結果を表 3 に示す。

表 3 NDIS 新規試験結果

NDT方法	略称	レベル1*1			レベル2*1			レベル3		
		申請者数	合格者数	合格率%	申請者数	合格者数	合格率%	申請者数	合格者数	合格率%
赤外線サーモグラフィ試験	TT	46	23	52.3	30	13	46.4	—	—	—
漏れ試験	LT	44	26	63.4	57	32	59.3	—	—	—
合計		90	49	57.7	87	45	54.9	—	—	—

注*1：各部門の申請者数は一次（新規，再試験）と二次のみ（新規，再試験）の合計数

技術者ウォッチング

このコーナーは非破壊試験技術者として第1線で活躍されている技術者をご紹介します。

東京理学検査㈱ 導管部にお勤めの山口武志さんをご紹介します。

よろしければ学歴・専門分野をお聞かせください。

日本大学生産工学部機械工学科で、軽金属（アルミ材料）の新素材の研究をしていました。

非破壊検査との出会いをお教えてください。

大学を卒業して、製造メーカーの検査課に配属されました。定期点検で戻ってきた製品を非破壊検査で検査するようになったのですが、社内には資格者がいなかったため、独学で勉強して3年程でMT2、PT2の資格を取得しました。

独学とは大変な努力家ですね。入社日と入社のかっけをお教えてください。

入社は、平成18年8月です。非破壊検査の資格を取得していたのですが、不良箇所を見逃さずに正しい検査が出来ているかが不安でした。更なるレベルアップを目指すため安心と信頼を提供する第三者中立性の非破壊検査専門会社を選択いたしました。

現在、どのようなお仕事に勤務されていますか。また、ご苦労されていることなどございましたら、お聞かせください。

現在、我々の部署では、中圧ガス導管（公共道路に埋設するガス管）の溶接部検査（主にRT）を行っております。ライフラインとして重要なガス配管の検査ですので、ガス事業法に則りとても厳しい判定で行っています。

注意している点は、不合格になる欠陥を見逃さないこと、埋設現場では、道路使用時間が限られているために、できるだけ早く作業し、工事の流れを途切れさせないことを意識しております。

普段の勉強方法をお教えてください。

レベル2は社内・社外講習会等で、レベル3は社外講習会・独学になります。先に受験された先輩方の資料を基に勉強しております。勉強内容は、問題集を解いて、間違った問題をテキストで調べることが中心です。できるだけ短時間（30分から1時間位）集中して勉強するようにしています。

レベル3は自分から積極的に資格を取得するぞ!!という力強い気持ちが無ければ合格できないと思います。

現在、社内教育に従事していましたらお聞かせください。

現在MT2の社内講習会（ネットによる通信教育）の指導員をしております。この指導員の仕事は、スキルアップ、ステップアップのため非常に役立っております。また、レベル3の基礎資料等の作成をしています。基礎資料の作成は、学生時代の金属材料の知識が役立っています。

社内では3番目のレベル3保有者とお聞き致しましたが、社内のレベル3の技術者数は何名ほどですか。

全種目（6種目）取得者が1名、5種目取得者が1名です。その方々に次いで3番目です。弊社のレベル3保有者



山口武志(41) 東京理学検査㈱導管部勤務。
主に道路埋設の中圧ガス導管のRT検査に従事。
役職：導管管理グループ係長
保有資格：MT2/3、PT2/3、UT2/3、RT2/3、ET2

は全員で40名程です。

すごいですね。レベル3取得の目的と今後の目標をお聞かせください。

レベル3の資格取得の目的は、いろいろな製品・装置に対し、最適な検査の手法を選択するために必要な、幅広く深い知識を身に付けるために勉強してきました。今後は、現場での経験を生かし、更なる知識と技術の向上を図っていきたく思っております。

次に取得したい科目は何ですか。

2009年から4年間でPT3、MT3、UT3、RT3の資格を取得してきました。今後取得したい科目として、ET3の他にSM、TT、LTも勉強したいと思います。将来的には、非破壊検査総合管理技術者の資格を取得したいと思っております。

頑張ってください。非破壊検査総合管理技術者としての抱負などございましたら、お聞かせください。

非破壊検査は、多くの人の安全で快適な生活のために必要な仕事です。目に見えないきずを見つけ、的確に判定を下すために、今後とも、知識・技術を高め、生活安全、社会安全、産業安全に貢献するために、頑張っていきたいと思っております。

これからレベル3取得を目指す方へ一言お願いいたします。

レベル2からレベル3へのステップアップを考えられている方は多いかと思います。レベル3の基礎試験は試験範囲も広く勉強も大変かと思えます。自分自身のレベルアップのため、レベル3合格を目指し頑張ってください。

本日は、どうもありがとうございました。

(インタビュー&文責 岡 賢治)

本欄にて紹介したい技術者を募集しています（自薦・他薦を問わず）。詳しくは事務局（03-5821-5104）までお問い合わせください。

RT レベル 1 一般・専門試験のポイント

RT レベル 1 の一次試験については、Vol.54No.1(2005)に一般試験問題及び専門試験問題を、Vol.55No.2(2006)、Vol.58No.11(2008)、Vol.60No.9(2011)に一般試験問題を、Vol.55No.12(2006)、Vol.59No.1(2010)、Vol.61No.2(2012)に専門試験問題をそれぞれ取り上げて解説を行った。今回は最近の一次試験の一般及び専門試験問題で比較的に正答率の低い問題の類題を選んで解説を行い受験者の参考供にしたい。

問 1 次の文は、工業用一体形 X 線装置について述べたものである。文中の [A] ~ [C] に適する語句を解答群からそれぞれ一つ選び、記号で答えよ。

高電圧の整流回路は [A] を利用しており、[B] が取り付けられる構造であって、かつ、[C] は定格電圧と定格周波数に適合したものとしている。

[解答群]

[A]

- (a) 自己整流方式 (b) 半波整流方式
- (c) 全波整流方式 (d) 全波コンデンサ平滑方式

[B]

- (a) 照射筒や絞り (b) 電源安全装置
- (c) 管電圧、管電流の表示器 (d) 冷却装置

[C]

- (a) 電源 (b) 付属品 (c) 露出計 (d) 焦点

正答 [A] (a) , [B] (a) , [C] (a)

工業用 X 線装置には携帯に便利な一体形と、検査室に設置する分離形がある。この問題の一体形は X 線管と高圧トランス等を一体の容器に収めて、制御器との間を低圧ケーブルで接続する形式のもので、工事現場等での使用に多用されている。一方、分離形は X 線管を納めた管容器と高圧トランスを分離して、両者を高圧ケーブルで接続する形式のもので整流装置や冷却装置も備えて、高能率な X 線出力が得られる X 線装置である。一体形では X 線管の自己整流作用を利用した自己整流方式が採用されており、半波整流、全波整流、及び全波コンデンサ平滑方式は分離形 X 線装置で採用されている。また、必要な範囲に X 線の照射を制限するための照射筒や絞りが放射口に取り付けられる構造であることは、X 線装置の JIS で規定されている。なお、一体形では操作を簡単に行う目的で、管電流は一定に制御される様に回路設計されて

いるために管電流計や表示器は省略されている。

問 2 次の文は、X 線の性質について述べたものである。

文中の [D] 及び [E] に適する語句を解答群からそれぞれ一つ選び、記号で答えよ。

X 線透過写真の像質に大きな影響を与えるのが [D] である。

線質を定量的に表わすには半価層及び [E] が用いられる。

[解答群]

[D]

- (a) 線質と線量強度 (b) 線質と散乱線
- (c) 線質と光電子 (d) 線質と直接線

[E]

- (a) 視野の大きさ (b) 焦点寸法
- (c) 線量 (d) 実効エネルギー

正答 [D] (b) , [E] (d)

X 線透過写真の像質に大きく影響するものとしては、透過写真のコントラストが考えられる。透過写真のコントラストは線質を示す減弱係数に比例し、散乱線に関係する散乱比に反比例する。その他に透過写真の濃度、焦点寸法に関係するボケの影響、フィルムの粒状性や増感紙の解像力の良否等も影響を持つ。また、X 線透過試験に使用される X 線は白色 X 線であり、その線質を定量的に表わすものは半価層の値と実効エネルギーである。

問 3 次の文中の [F] ~ [H] に入れる適切な数値を解答群からそれぞれ一つ選び、記号で答えよ。

母材の厚さが 18.0mm の鋼溶接継手の撮影を行う場合、透過度計・フィルム間距離 L_2 は 22.0mm であった。線源寸法 f が 3.0mm の X 線装置を使用して、JIS Z 3104:1995 に規定されている A 級を満足する撮影を行うこととする。なお、解答に当たって必要な場合は、巻末の JIS Z 3104:1995 の附属書 1 表 2~表 4 を用いよ。

透過度計の識別最小線径 d は 0.40mm が要求されていることから、線源・フィルム間距離 ($L_1 + L_2$) を [F] mm 以上にする必要がある。

また、試験部の有効長さ L_3 を 220mm とするためには線源・試験体表面間距離 L_1 は

[G] mm 以上でなければならない。

これらの 2 条件を満足させることができる線源・フィルム間距離は [H] mm 以上となる。(巻末の表は省略)

[解答群]

[F]

(a) 300 (b) 330 (c) 400 (d) 430

[G]

(a) 440 (b) 550 (c) 660 (d) 770

[H]

(a) 342 (b) 422 (c) 462 (d) 582

正答 [F] (b), [G] (a), [H] (c)

JIS Z 3104:1995 においては撮影配置として、次式を規定している。

$(L_1 + L_2) > mL_2$, m の値は A 級の場合、 $2f/d$ 又は 6 のいずれか大きい方の値とし、B 級の場合、 $3f/d$ 又は 7 のいずれか大きい方の値とする。

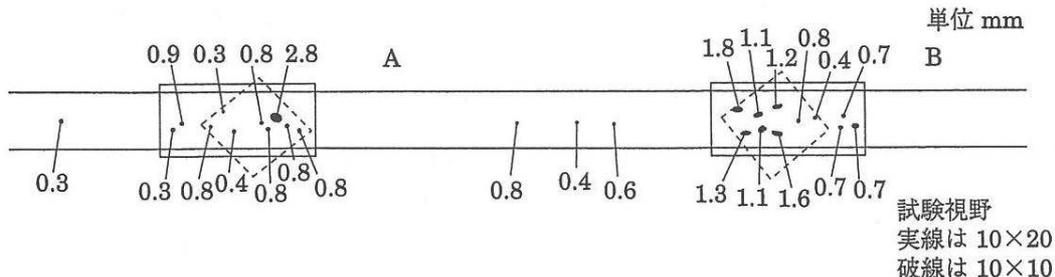
$L_1 > nL_3$, n の値は A 級の場合は 2, B 級の場合は 3 である。

この問題では像質は A 級であり、 f の値は 3.0mm、 d の値は 0.40mm であるから、 m の値は $(2 \times 3.0) / 0.4 = 15$ となるから、 $(L_1 + L_2)$ の値は $15 \times 22.0 = 330(\text{mm})$ となる。また、 L_1 は $2 \times 220 = 440(\text{mm})$ となる。したがって、2 条件を満足する $(L_1 + L_2)$ の値は $440 + 22 = 462(\text{mm})$ となる。

問4 母材の厚さ 22.0mm、余盛の高さ 2.2mm のアルミニウム溶接継手の放射線透過試験を実施した。透過写真の観察結果をスケッチで下図に示す。なお、きずの種類は全てブローホールである。

JIS Z 3105:2003 に基づいて、きずの像の分類を行う場合、次の文中の [I] ~ [Q] に入れる適切な数値又は語句を、解答群からそれぞれ一つ選び、記号で答えよ。なお、JIS Z 3105:2003 の附属書 4 表 1~表 5 を巻末に示す。(巻末の表は省略)

- (1)適用する試験視野の大きさは、 $10\text{mm} \times [I] \text{mm}$ である。
- (2)算定しないきずの像の大きさは [J]mm 以下である。
- (3)A の部分のきず点数は [K] 点、B の部分のきず点数は [L] 点である。



数は [L] 点である。

(4)図中のきずの大きさは母材の厚さの [M] 又は [N] mm のいずれか小さい値を超えて [O]。

(5)きずの像の分類結果は、A の部分では [P] 類、B の部分では [Q] 類である。

[解答群]

[I] (a) 5 (b) 10 (c) 15 (d) 20

[J] (a) 0.4 (b) 0.5 (c) 0.6 (d) 0.7

[K] (a) 10 (b) 12 (c) 14 (d) 16

[L] (a) 10 (b) 12 (c) 14 (d) 16

[M] (a) 1/4 (b) 1/3 (c) 2/3 (d) 1/2

[N] (a) 6.0 (b) 8.0 (c) 10.0 (d) 12.0

[O] (a) いる (b) いない

(c) いるともいないとも言えない

(d) いるかわからない

[P] (a) 1 (b) 2 (c) 3 (d) 4

[Q] (a) 1 (b) 2 (c) 3 (d) 4

正答 [I] (d), [J] (c), [K] (a),

[L] (d), [M] (c), [N] (c),

[O] (b), [P] (b), [Q] (b)

JIS Z 3105:2003 のきずの像の分類の問題である。ここでは省略したが、試験問題の巻末に必要な表が添付されているから、落ち着いて該当する表を正しく見れば、正解は得られるはずである。ただし、[M] と [N] については巻末の資料には記述されていないので、規格をしっかりと記憶してしておく必要がある。

JIS Z 3105:2003 の附属書 4 透過写真によるきずの像の分類方法の 5 章のきずの像の分類では、「a) ブローホール、タングステン巻込み及び 2.0mm 以下の酸化物の巻込みの分類は、きず点数によって附属書 4 表 4 によって行う。表中の数字は、きず点数の最大値を示す。ただし、きずの像の寸法が母材の厚さの 1/3 を超えるときは 1 類にはしない。また、母材の厚さの 2/3 又は 10.0mm のいずれか小さい方を超えるきずの像がある場合は 4 類とする。」と規定されている。

UMレベル1 一般試験のポイント

今回は、難易度が相対的に高い問題の類似例を選んで、基本的な計算法や物理的な内容の理解に役立つことを目標にして解説する。

問 1 次の時間は、厚さ 9.5mm のアルミニウム板を超音波（縦波）が往復する時間である。正しいものを一つ選び、記号で答えよ。ただし、アルミニウム中の縦波音速は 6300m/s とする。

- (a) 100 万分の 3 秒
- (b) 100 万分の 6 秒
- (c) 10 万分の 1 秒
- (d) 10 万分の 5 秒

正答 (a)

図 1 のように、超音波は材料の内部を往復するので、伝搬する距離は厚さの 2 倍になる。この距離を音速で割れば、伝搬する時間が得られる。問題なのは、この時間が日常的な時間に比べてごく短く、逆に音速はごく大きいことで、単位の処理に慣れている必要がある。

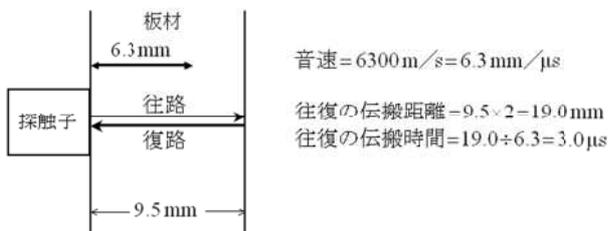


図 1 超音波の音速と伝搬時間

音速が 6300m/s ということは毎秒 6300m、つまり 6.3km になり、非常に速い。そのため、9.5mm の厚さを往復する時間は極端に短い。往復の距離：9.5×2=19mm を伝わる時間を計算するためには、長さの単位を揃える必要があるので、6300m を mm の単位で表すと

$$1 \text{ m} = 100 \text{ cm} = 100 \times 10 \text{ mm} = 1000 \text{ mm}$$

$$6300 \text{ m} = 6300 \times 1000 \text{ mm} = 6300000 \text{ mm}$$

になる。その結果、時間は

$$\text{距離} \div \text{速度} = 19 \div 6300000 \approx 0.0000030 \text{ 秒} \quad (1)$$

になり、0.000003 秒=100 万分の 3 秒なので、正答は (a) であることがわかる。

このような計算では、単位も変数のように考えて

$$19 \text{ mm} \div 6300000 \text{ mm/s} = 19 \text{ mm} \times \frac{\text{s}}{6300000 \text{ mm}}$$

$$= \frac{19 \text{ mm} \times \text{s}}{6300000 \text{ mm}}$$

$$= 0.000003 \text{ s}$$

のように考えると分かりやすい。

しかし、これでも 0 が多くてまだ分かりにくさが残っている。そこで、時間の単位を 100 万分の 1 秒に変えてみる。100 万分の 1 はマイクロ：μ と表すので

$$100 \text{ 万分の } 1 \text{ 秒} = 1 \text{ マイクロ秒} = 1 \mu \text{ s}$$

が時間の単位になる。この単位を利用すると

$$1 \text{ s} = 1000000 \mu \text{ s}$$

なので

$$0.000003 \text{ s} = 0.000003 \times 1 \text{ s}$$

$$= 0.000003 \times 1000000 \mu \text{ s}$$

$$= 3 \mu \text{ s}$$

になり、桁数の少ない自然な数値で表せるようになる。

一步進んで、音速を表すときの時間の単位にも最初からマイクロ秒を使うと

$$\text{音速} = 6300 \text{ m/s}$$

$$= 6300000 \text{ mm} / 1000000 \mu \text{ s}$$

$$= 6.3 \text{ mm} / \mu \text{ s}$$

になる。この単位を使うと(1)式は

$$19 \div 6.3 \approx 3.0 \mu \text{ s} \quad (2)$$

になる。この式を言葉で言い換えると、「19mm の距離を 6.3mm/μs の速さで進むと約 3μs の時間が掛かる」ということになり、直感的に分かり易くなったように感じないだろうか。

厚さ測定や探傷に超音波を利用するときには、長さは mm、時間は μs を単位にするといろいろな量が 0 の少ない自然な数値で表されることが多い。

問 2 次の文は、物質の音響インピーダンスを比べたものである。正しいものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 水の音響インピーダンスは空気よりも小さい。
- (b) 鋼の音響インピーダンスは水よりも小さい。
- (c) アクリル樹脂の音響インピーダンスは鋼よりも大きい。
- (d) アルミニウムの音響インピーダンスはグリセリンよりも大きい。

正答 (d)

物質の音響インピーダンスは密度と音速の積で、『超音

波厚さ測定 I 2009』には表 1 のような数値が載っている。この表から、正答は (d) であることがわかる。

表 1 音響インピーダンス (単位: $10^6 \text{ kg/m}^2\text{s}$)

物質	音響インピーダンス
空気	4×10^{-4}
水 (20°C)	1.5
グリセリン	2.4
アクリル樹脂	3.2
アルミニウム	16.9
鋼	45.4

数値の意味を知っておくことも重要なので、音響インピーダンスについての解説を試みることにする。

よく知られているように、秤に使われているバネでは力と伸びが比例する。このときにバネの内部の微小部分では応力とひずみが比例している。弾性定数は材料内部の応力とひずみの間の比例定数で、材料に固有の定数と考えることができる。しかし、音や超音波のように振動が伝搬する現象では、弾性定数よりも材料の動的な性質を現す音響インピーダンスのほうが、実用的にもよく使われている。

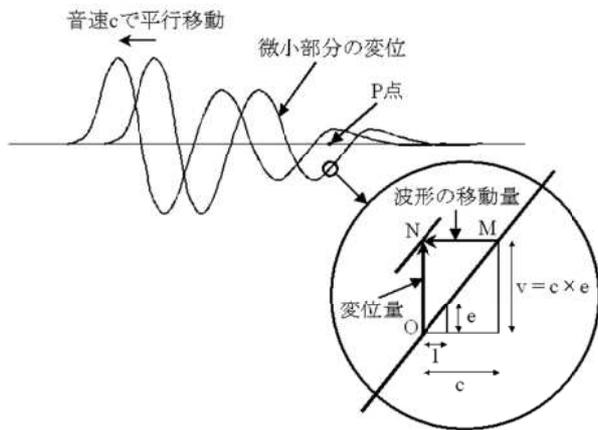


図 2 平面波が伝わる時の変位波形の移動 (円内は P 点付近での変位波形の移動と変位量の関係)

平面波では応力とひずみの分布は同じ状態 (波形) を保ったまま音速で移動するので、変位 (波が通過するときの物質内部の微小部分の位置の変化) が図 2 のように分布していたとすると、波形の M 点は単位時間後には c だけ平行移動して N 点に移る (c は音速を表す。微小部分を考えるので、図 2 の円内のように距離と時間の単位

を短く選ぶ)。これは P 点付近の物質の変位が O から N に増したことを意味する。その結果、単位長さ当たりの変位の差を表すひずみ e と単位時間当たりの変位量を表す変位速度 v (微小部分が振動する速度) との間には、図 2 のように $v=c \times e$ の関係があることになる。

つまり、平面波のひずみ e は、音速という物質固有の定数 c により変位速度 v に換算できることになる。その結果、応力とひずみと同じように、応力と変位速度も比例する。この比例定数が音響インピーダンスと呼ばれている。平面波の音響インピーダンスは物質の定数で、固有音響インピーダンスと呼ばれている。

超音波が境界面に垂直に入射する場合を考える。

1) $Z_1=Z_2$ (図 3 中央): 両側の物質の固有音響インピーダンス (Z_1 と Z_2) が等しいと、反射波がなくても応力と変位速度が連続的に伝わるため、反射波は発生しない。

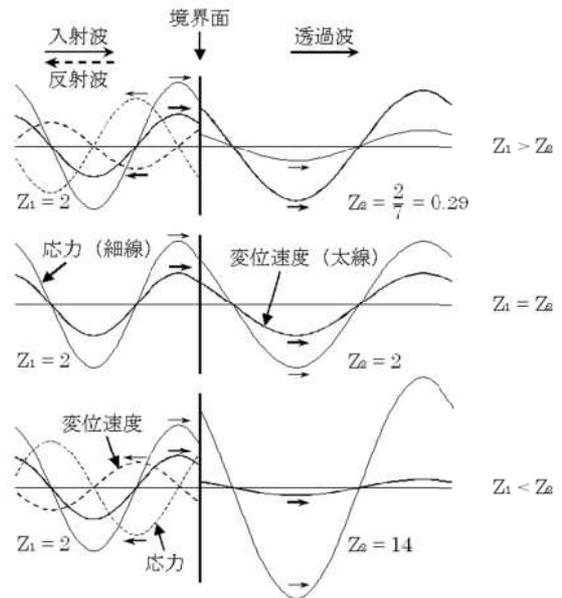


図 3 音響インピーダンスによる反射と透過の説明

2) $Z_1 > Z_2$ (図 3 上): 境界面での入射波と反射波の変位速度は同じ向きで、応力は逆向きになる。変位速度と応力には、入射波 + 反射波 = 透過波の関係があるので、境界面を通過すると変位速度は大きく、応力は小さくなる。
3) $Z_1 < Z_2$ (図 3 下): 変位速度は逆向き、応力は同じ向きで、通過後の変位速度は小さく、応力は大きくなる。

どの場合にも、通過後の応力と変位速度の比は Z_2 に一致する。固有音響インピーダンスの比が 1 から離れるほど反射波は強くなり、透過波のエネルギーは小さくなる。