

2005年秋期資格試験結果

2005年秋期の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50.2%(2005年春期52.9%)、レベル2が31.0%(同31.6%)、レベル3が20.2%(同16.0%)であり、2005年春期試験と比較し、いずれのレベルもほぼ同様の合格率であった。春期MTレベル3及びSMレベル3についてはいずれも合格者が1名という厳しい結果であったが、今回11名及び4名が合格した。通常移行試験結果の合格率は、レベル1が57.0%(前期66.5%)、レベル2が75.8%(同72.8%)、レベル3が76.2%(同57.4%)であり、レベル1が若干低下し、レベル3がやや高くなった。レベル3の基礎試験の合格率は46.5%であり、前回の31.0%に比べよくなった。

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。新規試験結果を表1に、レベル3の基礎試験結果を表2に、通常移行試験結果及び再認証試験結果を表3示す。

表1 新規試験結果（再試験を含む）

NDT方法	略称	レベル1			レベル2			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	92	31	36.1	379	107	32.1	74	22	35.5
超音波探傷試験	UT	527	301	60.2	1,391	332	26.5	252	34	15.7
超音波厚さ測定	UM	240	133	58.6						
磁粉探傷試験	MT	78	19	26.0	927	152	17.9	99	11	12.2
極間法磁粉探傷検査	MY	122	39	33.3	122	30	26.3			
通電法磁粉探傷検査	ME	15	2	14.3						
コイル法磁粉探傷検査	MC	17	10	58.8						
浸透探傷試験	PT	204	92	46.5	1,647	548	35.9	113	16	16.5
溶剤除去性浸透探傷検査	PD	290	126	47.6	527	215	43.4			
水洗性浸透探傷検査	PW	15	7	50.0						
渦流探傷試験	ET	28	11	39.3	196	85	47.5	43	17	43.6
ひずみ測定	SM	12	6	60.0	74	25	36.8	10	4	44.4
合計		1,640	777	50.2	5,263	1,494	31.0	591	104	20.2

表2 レベル3新規基礎試験結果

NDT方法	略称	申請者数	合格者数	合格率
基礎試験		358	148	46.5%

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

*2: 再認証試験結果は（合格者数/申請者数）の人数で表示している。

表3 通常移行試験結果及び再認証試験結果

NDT方法	略称	通常移行試験結果									再認証試験結果 ^{*2}		
		レベル1(L1)			レベル2(L2)			レベル3(L3)			L1	L2	L3
		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%	合格/申請	合格/申請	合格/申請
放射線透過試験	RT	9	7	77.8	372	220	66.1	164	113	72.4	0/0	5/7	2/2
超音波探傷試験	UT	471	205	49.4	994	672	72.0	387	282	77.7	3/4	17/27	5/6
超音波厚さ測定	UM	79	55	78.6							2/2		
磁粉探傷試験	MT	1	1	100	757	527	74.2	58	38	66.7	0/0	10/10	0/0
極間法磁粉探傷検査	MY	71	21	30.4	0	0	0				0/0	0/0	
通電法磁粉探傷検査	ME	23	15	68.2							0/0		
コイル法磁粉探傷検査	MC	6	2	33.3							0/3		
浸透探傷試験	PT	12	10	90.9	1055	857	84.9	49	39	81.3	0/0	22/26	1/1
溶剤除去性浸透探傷検査	PD	205	135	73.0	0	0	0				0/2	0/0	
水洗性浸透探傷検査	PW	8	2	25.0							0/0		
渦流探傷試験	ET	5	3	60.0	280	191	72.4	36	35	100	0/0	5/6	0/0
ひずみ測定	SM	8	3	60.0	112	76	72.4	27	15	57.7	0/0	0/0	0/0
合計		898	459	57.0	3570	2543	75.8	721	522	76.2	5/11	59/76	8/9

非破壊試験技術者有資格者数（2005年10月現在）

JIS Z 2305 による資格認証が発足してほぼ3年が経過し、新認証システムも定着しつつあるように思われる。今回2005年春の試験合格者の登録分を含めた有資格者数をまとめた。NDIS 0601 資格の保有者数、JIS Z 2305 資格の保有者数及びその合計数を表1に示す。JIS Z 2305 有資格者数は、新規試験の合格者とNDIS 0601 資格からの移行試験の合格者の両方を含む。また、この7年間の非破壊試験資格保有者数の推移を図1に示す。2003年以降についてはNDIS 資格者とJIS 資格者とを分けて表示した。全般的に有資格者数は微増の傾向を示しているが、特に昨年10月の登録者は2,014名もの増加となっている。有資格者の割合はおおよそレベル1が2割、レベル2が7割、レベル3が1割であり、従来と大きな変化はない。また、JIS Z 2305 による資格者数は全体の約38%であり、ほぼ順調に増加している。

表1 非破壊試験技術者有資格者数

単位:人

NDT方法	略称	NDIS 0601			JIS Z 2305			総合計			
		1種	2種	3種	レベル1	レベル2	レベル3	1種 レベル1	2種 レベル2	3種 レベル3	計
放射線透過試験	RT	264	3,526	1,121	112	1,756	617	376	5,282	1,738	7,396
超音波探傷試験	UT	3,834	6,525	1,845	2,323	4,739	931	6,157	11,264	2,776	20,197
超音波厚さ測定	UM	774			756			1,530			1,530
磁粉探傷試験	MT		5,227	225	79	2,868	201	79	8,095	426	8,600
極間法磁粉探傷検査	MY	752	120		367	125		1,119	245		1,364
通電法磁粉探傷検査	ME	162			40			202			202
コイル法磁粉探傷検査	MC	100			48			148			148
浸透探傷試験	PT		9,137	367	255	5,476	265	255	14,613	632	15,500
溶剤除去性浸透探傷検査	PD	2,421	452		1,102	604		3,523	1056		4,579
水洗性浸透探傷検査	PW	186			34			220			220
渦流探傷試験	ET	86	1,932	242	44	1,035	134	130	2,967	376	3,473
ひずみ測定	SM	162	664	135	94	368	88	256	1,032	223	1,511
合計		8,741	27,583	3,935	5,254	16,971	2,236	13,995	44,554	6,171	64,720

- : 該当資格者なし

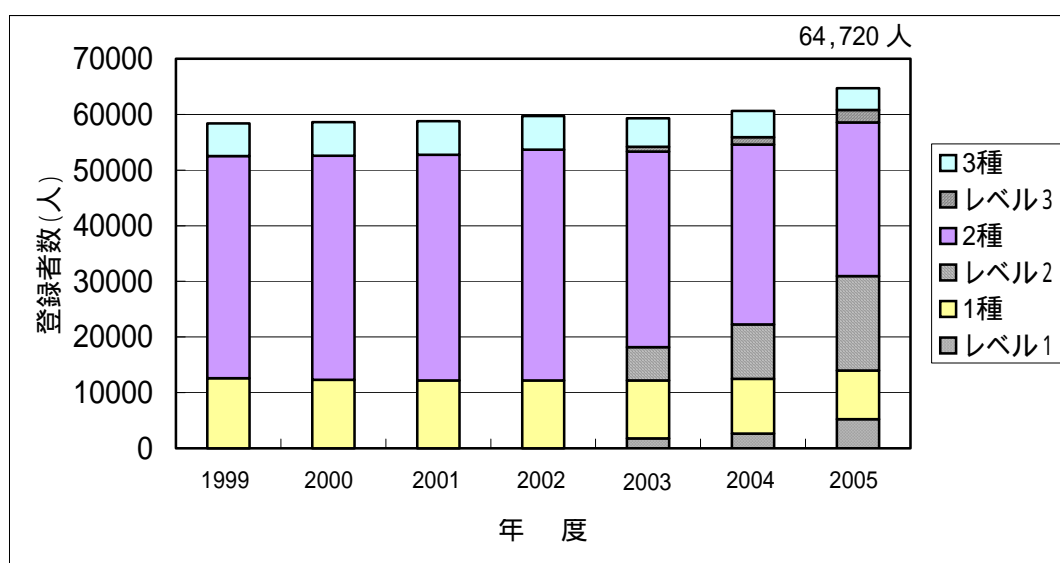


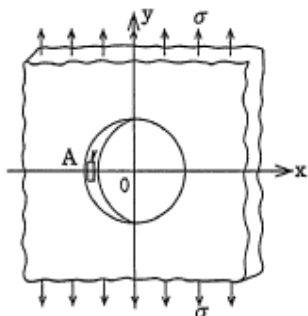
図1 非破壊試験有資格者数推移

SMレベル2 一次試験一般問題のポイント

非破壊検査誌 Vol.54, No.4 の本欄では JIS Z 2305 によるひずみ測定 (SM) レベル2 技術者の一次試験における一般試験及び専門試験の概要といくつかの類似問題例により全般的な問題の傾向を紹介し、解答にあたっての簡単な解説をした。今回は一般試験問題のうちで SM レベル2 の技術者にとって必須な知識に関わっているとされる類似の問題例を取り上げ、解答に当たってのより詳細な解説をすることにした。

一次試験の一般問題例と解説

問1 中央に下の図のような円孔があり幅 80 mm、厚さ 5 mm、縦弾性係数 210 GPa の鋼製帯板試験片の引張試験をした。この試験で、図の孔縁の点 A にひずみゲージを接着し、引張荷重が 10kN のときのひずみを測定したところ 381×10^{-6} であった。この点 A における応力集中係数を次のうちから選び、記号で答えよ。



- (a) 2.0 (b) 2.5 (c) 3.2 (d) 3.8

まず、一次試験一般問題の解答に当たってはひずみの測定で使用される変数の国際 (SI) 単位系及び接頭語を知っておく必要がある。この単位系では力あるいは荷重は N (ニュートン) で表わされる。また、構造や材料の強度は単位面積あたりの内力 (N/m^2) となる応力で評価されるが、これは Pa (パスカル) で表わされる。

しかし、荷重分布が断面に一樣な場合以外は直接応力を求めることができない。このため、一般には単位長さあたりの変位量であるひずみを測定し、材料が弾性領域であるとの仮定から、弾性係数を乗ずる形で応力が求められている。なお、ひずみは無次元量であるが、鋼材などの弾性領域では微小な値になるので 10^{-6} (マイクロストレイン) の桁で表される。

この問題では、円孔から遠方の断面で一樣に分布する

応力 σ を引張荷重 W と試験片の断面積 A から次のように求める。

$$\begin{aligned} &= W / A = 10 \times 10^3 \text{ N} / 80 \text{ mm} \times 5 \text{ mm} \\ &= 25 \text{ N} / \text{mm}^2 = 25 \text{ MPa} \end{aligned}$$

一方、縦弾性係数を E とすると、ひずみ ϵ が測定されている点 A における応力 σ_A は次のようになる。

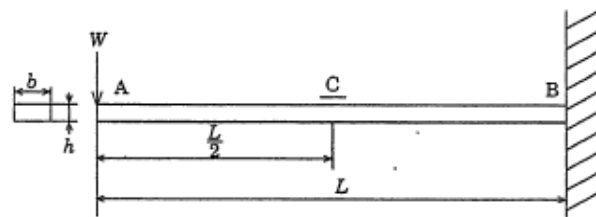
$$\begin{aligned} \sigma_A &= E \epsilon = 210 \times 10^9 \text{ Pa} \times 381 \times 10^{-6} \\ &= 80 \times 10^6 \text{ Pa} = 80 \text{ MPa} \end{aligned}$$

さらに、点 A における応力集中係数 K_t は次のようになり、

$$K_t = \sigma_A / \sigma = 80 \text{ MPa} / 25 \text{ MPa} = 3.2$$

したがって、(c) が正答になる。

問2 下の図のような、幅 b が 30mm、高さ h が 20mm の長方形断面で、長さ L が 40cm の片持はりが自由端 A のところで 1kN の垂直方向の荷重を受けている。このときの中央点 C の上面における曲げ応力を次のうちから選び、記号で答えよ。



- (a) - 400 MPa (b) + 250 MPa
(c) - 200 MPa (d) + 100 MPa

このような片持はりが垂直方向の荷重により曲げを受け、このときの曲げモーメントを M 、長方形断面のはりの断面係数を Z とすると、上下面における応力 σ は次の式で与えられる。

$$\sigma = \pm M / Z$$

とくに、はりが下方方向にたわむような曲げの場合は上面が引張応力 (+)、下面が圧縮応力 (-) になる。

また、自由端 A に荷重 W がかったとき、点 A から距離 x の点の曲げモーメントは $M = Wx$ になり、中央点 C では $x = L / 2 = 200 \text{ mm}$ である。したがって、この点 C における曲げモーメント M は

$$M = Wx = 1 \text{ kN} \times 200 \text{ mm} = 200 \times 10^3 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

になる。

一方、幅 b 、高さ h の長方形断面のはりの断面係数 Z は $bh^2 / 6$ で与えられ、この場合には

$$Z = 30 \text{ mm} \times (20 \text{ mm})^2 / 6 = 2000 \text{ mm}^3$$

になる。

さらに、点 C では引張応力になり、上述の式に M 及び Z の値を代入して、

$$\begin{aligned} &= +200 \times 10^3 \text{ N} \cdot \text{mm} / 2000 \text{ mm}^3 \\ &= +100 \text{ N} / \text{mm}^2 = +100 \text{ MPa} \end{aligned}$$

になる。したがって、(d) が正答になる。

なお、過去に出題された問題では長方形断面の断面係数 Z を表す式が設問で与えられていた。しかし、本問題例のように与えられていない場合もある。このため、参考書「ひずみ測定」などに示されている長方形や円形断面の Z に関する式は覚えておく必要がある。

問3 平面応力状態のアルミニウム合金平板部材表面で直交した x, y 方向の垂直ひずみ ϵ_x, ϵ_y を測定したところ下に示した値が得られた。

$$\epsilon_x = 700 \times 10^{-6}, \quad \epsilon_y = 400 \times 10^{-6}$$

この合金部材の縦弾性係数 E は 72 GPa、ポアソン比は 0.3 であった。このときの応力についての次の記述から正しいものを選び、記号で答えよ。

- (a) x 方向の応力 σ_x は 64.9 MPa である。
- (b) x 方向の応力 σ_x は 48.3 MPa である。
- (c) y 方向の応力 σ_y は 50.4 MPa である。
- (d) y 方向の応力 σ_y は 28.8 MPa である。

部材が均質等方性材料の弾性領域であるとすると、平面応力状態のときの垂直応力と垂直ひずみの関係は次の式で与えられる。

$$\begin{aligned} \sigma_x &= E (\epsilon_x + \nu \epsilon_y) / (1 - \nu^2) \\ \sigma_y &= E (\epsilon_y + \nu \epsilon_x) / (1 - \nu^2) \end{aligned}$$

これらの式に設問で示された値を代入すると、

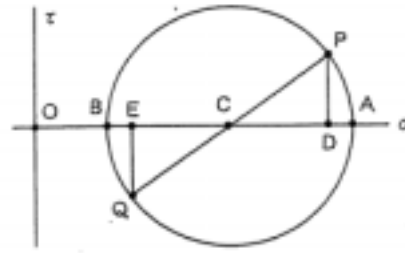
$$\begin{aligned} \sigma_x &= 72 \times 10^9 \times (700 + 0.3 \times 400) \times 10^{-6} / (1 - 0.3^2) \\ &= 64.9 \times 10^6 \text{ Pa} = 64.9 \text{ MPa} \\ \sigma_y &= 72 \times 10^9 \times (400 + 0.3 \times 700) \times 10^{-6} / (1 - 0.3^2) \\ &= 48.3 \times 10^6 \text{ Pa} = 48.3 \text{ MPa} \end{aligned}$$

になり、(a) が正答である。

なお、平面応力状態における直交座標系 x, y の垂直応力と垂直ひずみの関係式は参考書「ひずみ測定」などに示されている。ここでの例のようにこれらの式が与えられていない問題も出題されることがあるので、覚えておく必要がある。

問4 下の図は横軸を垂直応力 σ 、縦軸をせん断応力 τ にとったモールの応力円である。この応力円は平面応力状態の垂直応力 σ_x, σ_y とせん断応力 τ_{xy} から主応力を求

める図式方法である。次のこの図の主応力についての記述から正しいものを選び、記号で答えよ。



- (a) 図の O E と O D が主応力を示している。
- (b) 図の O A と O B が主応力を示している。
- (c) 図の B A と C A が主応力を示している。
- (d) 図の A B と D E が主応力を示している。

本問題のモールの応力円は O D, O E を σ_x, σ_y 、D P を τ_{xy} とし、D E の中点 C を中心にした半径 C P の円である。この円の半径 C P = C A = C B を r とすると $r^2 = C D^2 + D P^2 = \{ (\sigma_x + \sigma_y) / 2 \}^2 + \tau_{xy}^2$ になる。また、円の中心までの距離は、

$$O C = (O D + O E) / 2 = (\sigma_x + \sigma_y) / 2$$

になる。さらに、

$$\begin{aligned} O A &= O C + C A = (\sigma_x + \sigma_y) / 2 + r \\ O B &= O C - C B = (\sigma_x + \sigma_y) / 2 - r \end{aligned}$$

となり、この O A と O B が主応力を示している。したがって、(b) が正答である。

なお、参考書「ひずみ測定」などにも主応力の式が示されているので、上述の O A 及び O B がこれに対応していることを確認してもらいたい。また、主方向ではせん断応力 τ_{xy} が零になる。

一方、ひずみに関してもモールのひずみ円として同じような表示をすることができ、これを利用して主ひずみが求められる。このことから、モールのひずみ円についての問題も出題されている。

ここで取り上げた類似問題は S M レベル 2 の技術者として必須な知識を問う問題の例であり、資格試験の一次試験一般問題ではこれと同様な内容の問題が出題されると思われる。しかし、今回の問題例には計算を伴うものもある。このような問題では解答を得る手法は同じであっても与えられた数値がその都度異なってくる。このため、参考書「ひずみ測定」などで関連した式を勉強しておくと共に、計算に当っては S I 単位系の桁や接頭語を間違えないようにすることも大切である。