

令和3年度

機械設計技術者試験

1級 試験問題Ⅱ

第2時限 12：40～14：40（120分）

4. 実 技 課 題

〔4－1〕〔4－2〕〔4－3〕〔4－4〕〔4－5〕

- ・ 5問中3問を選択して解答すること。
- ・ 解答用紙の1ページ目には、選択した問題を必ずマークすること（マークのない解答は採点されません）。
- ・ 実用機械についての重点を絞った出題

令和3年11月21日実施

主催：一般社団法人 日本機械設計工業会

〔４．実技課題〕

〔４－１〕 下図は曲げダイにクランプされたワーク端子を押し曲げる装置である。

モータとボールねじ駆動にて曲げパンチを下降させて、ワーク端子を曲げる機構である。

各設問に示された【使用条件】、《参考計算式》および【添付資料】等を参考にして、下記の設問（１），（２）に答えよ。

解答は、解答用紙の解答欄に計算過程を含めて記述せよ。

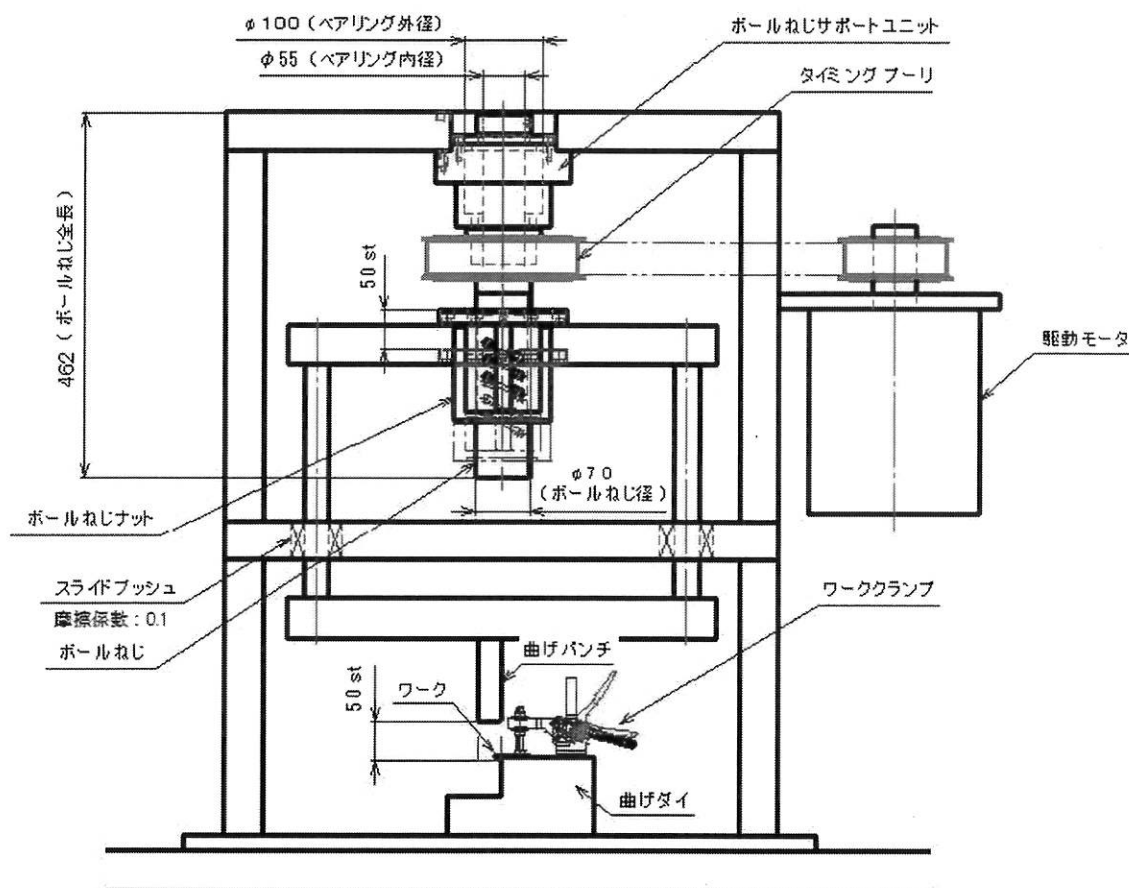


図１ 構想図

設問：

（１） 下記使用条件で、選定ボールねじの寿命時間 L_{h1} [h] を求めよ。

ただし、荷重は、衝撃がないものとする。

【使用条件】

ワーク曲げ荷重	26460 N
無負荷時の抵抗（スライドブッシュ摩擦係数を含む）	196 N
速度（V）	50 mm/s
ストローク	50 mm
荷重係数（ f_w ）	1.2

【選定ボールねじ仕様】

ねじ外径	70 mm
リード	10 mm
基本動定格荷重「ボールねじナット」（ C_a ）	94900 N

《ボールねじの寿命時間の参考計算式》

$$L_h = \frac{10^6}{60n} \times \left(\frac{C_a}{f_w \times F_a} \right)^3$$

〈記号の説明〉

L_h : 寿命時間 h

n : 毎分回転速度 min^{-1}

C_a : 基本動定格荷重 N

F_a : 軸方向荷重 N

f_w : 荷重係数

設問：

- (2) 下記使用条件において、上昇・下降時にアンギュラ軸受に作用する動等価荷重を求め、添付資料を参照の上、サポートユニットの稼働時間寿命が1.5年以上となるようにアンギュラ玉軸受の列数および配列を決定し、寿命時間 L_{h2} [h] を求めよ。

ただし、(i) 荷重は、衝撃のないものとする。

(ii) 下記【使用条件】以外の荷重条件は、設問(1)に準ずる。

(iii) アンギュラ玉軸受の列数および配列は、添付資料〔図3〕の軸受の配列①～⑦より選択のこと。

【使用条件】

ラジアル荷重 (F_r) 400 N

ラジアル荷重係数 (X) 0.92

アキシアル荷重係数 (Y) 1

接触シール型を使用

装置可動時間..... 400 h/月

《参考計算式》

(メーカーのカタログより抜粋)

転がり疲れ寿命

転がり軸受の基本定格荷重、軸受荷重と基本定格寿命の間には、次のような関係がある。

$$L_h = \frac{10^6}{60n} \left(\frac{C_a}{P} \right)^3$$

ここで： L_h ：基本定格寿命 h

C_a ：基本動定格荷重 N

P ：動等価荷重 N

n ：回転速度 min^{-1}

なお、各組合せでの動等価荷重は右表により求められます。

表1 動等価荷重 $P = X \cdot F_r + Y \cdot F_a$

組合せ列数 組合せ記号 アキシアル荷重を受ける列数	2列		3列			4列		
	DF	DT	DFD	DTD	DFT	DFF	DFT	
$e = 2.17$	1列	2列	1列	2列	3列	1列	2列	3列
$F_a/F_r \leq e$								
X	1.9	—	1.43	2.33	—	1.17	1.9	2.53
Y	0.55	—	0.77	0.35	—	0.89	0.55	0.26
$F_a/F_r > e$								
X	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Y	1	1	1	1	1	1	1	1

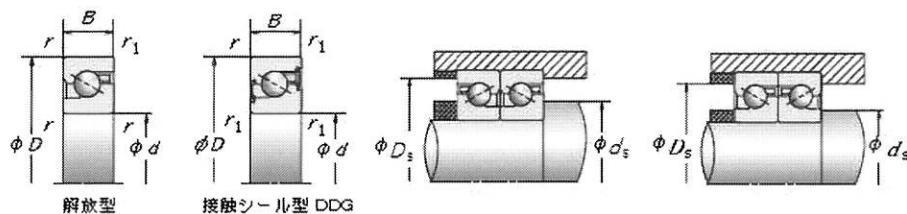


図2 軸受の仕様、寸法

※この「図2 軸受の仕様、寸法」の数値は、表2を参照

表2 (接触シール型)

呼び番号	主要寸法 [mm]					取付関係寸法 [mm]				接触角 [度]	許容回転数 [min ⁻¹]	質量 [kg] (参考)
	d	D	B	r 最小	r ₁ 最小	D _s 最大	d _s 最小	D _s 最大	d _s 最小		グリース潤滑	
45TAC100CDDG	45	100	20	1	0.6	93	54	92	54	60	3000	0.842
50TAC100CDDG	50	100	20	1	0.6	92	59	91	59	60	3000	0.778
55TAC100CDDG	55	100	20	1	0.6	92	63	91	63	60	3000	0.714

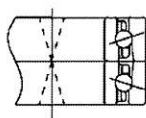
表2 (接触シール型) 続き

呼び番号	基本動定格荷重 C _a (F _a 負荷列数区分による)			限界アキシャル荷重 (F _a 負荷列数区分による)		
	1列 [kN]	2列 [kN]	3列 [kN]	1列 [kN]	2列 [kN]	3列 [kN]
45TAC100CDDG	64.5	105	140	99.0	198	299
50TAC100CDDG	66.0	107	142	104	208	310
55TAC100CDDG	66.0	107	142	104	208	310

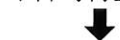
下降時荷重方向



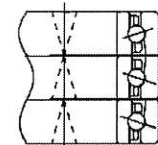
① 2列 (1対1)



下降時荷重方向



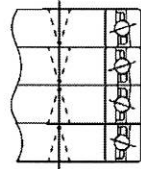
③ 3列 (2対1)



下降時荷重方向



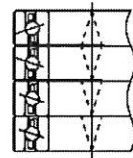
⑤ 4列 (2対2)



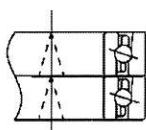
下降時荷重方向



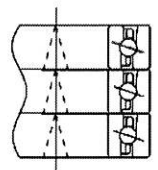
⑦ 4列 (1対3)



② 2列 (2対0)



④ 3列 (3対0)



⑥ 4列 (3対1)

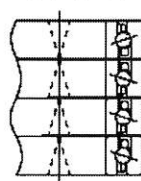
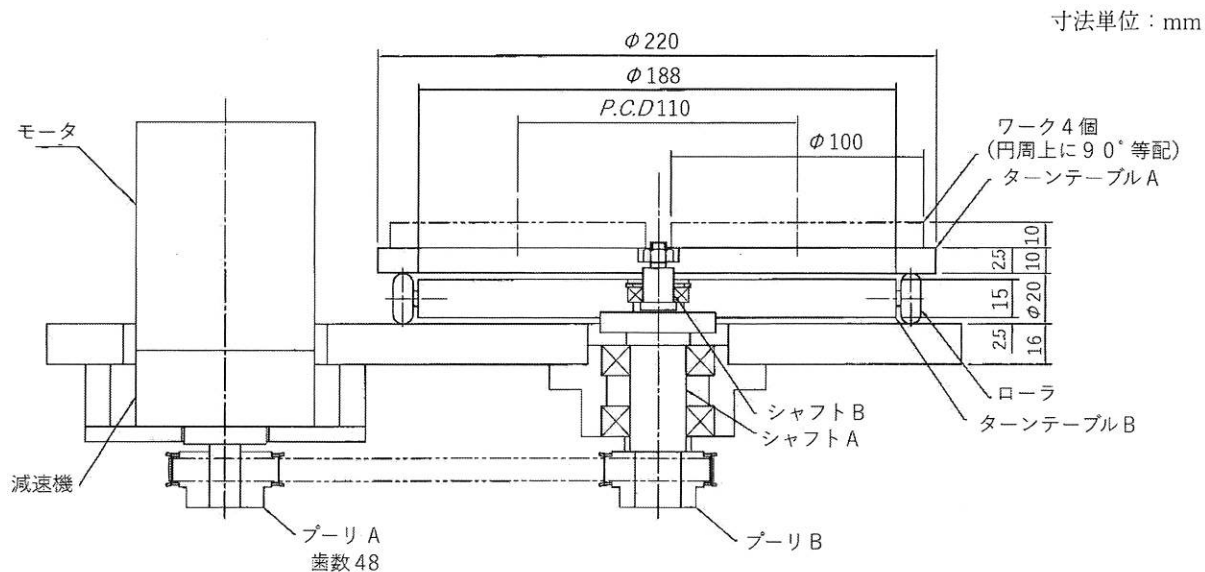


図3 軸受の配列

〔4－2〕 下図は、モータ駆動によりターンテーブル B を回転させ、ターンテーブル B に取り付けられたローラを介して、ターンテーブル A を倍速で回転させる装置である。ターンテーブル A には、4 個のワークが円周上に 90° の間隔で等分に配置されている。

この装置における下記の設問（1），（2）に答えよ。

解答は、解答用紙の解答欄に計算過程を含めて記述せよ。



慣性モーメントの算出方法

● 回転体

単位：kg・m²

	$J = \frac{1}{8} WD^2$		$J = \frac{1}{4} W \left(\frac{1}{2} D^2 + 4Re^2 \right)$
	$J = \frac{1}{12} W(a^2 + b^2)$		$J = \frac{1}{4} W \left\{ \frac{1}{3} (a^2 + b^2) + 4Re^2 \right\}$

仕様 1. ターンテーブル A：直径 220 mm、質量：3.0 kg

2. ターンテーブル B：直径 188 mm、質量：3.3 kg

3. ワーク 4 個：直径 100 mm、質量：0.2 kg/個

4. モータ定格回転速度：20 sec⁻¹、減速比：1/30

ローターの慣性モーメント： $J_m = 40 \times 10^{-7}$ kg・m²

減速機の慣性モーメント： $J_G = 20 \times 10^{-7}$ kg・m² とする。

5. プーリ A の歯数：48 枚

設問

- (1) ターンテーブル A を 1 sec^{-1} で回転させるには、プーリ B の歯数をいくらにすればよいか。その歯数を求めよ。

ただし、テーブルとローラとの間の滑りは無いものとする。

- (2) ターンテーブル A を停止状態から 0.1 秒で 1 sec^{-1} にするのに必要なモータトルク $T [\text{N}\cdot\text{m}]$ を求めよ。

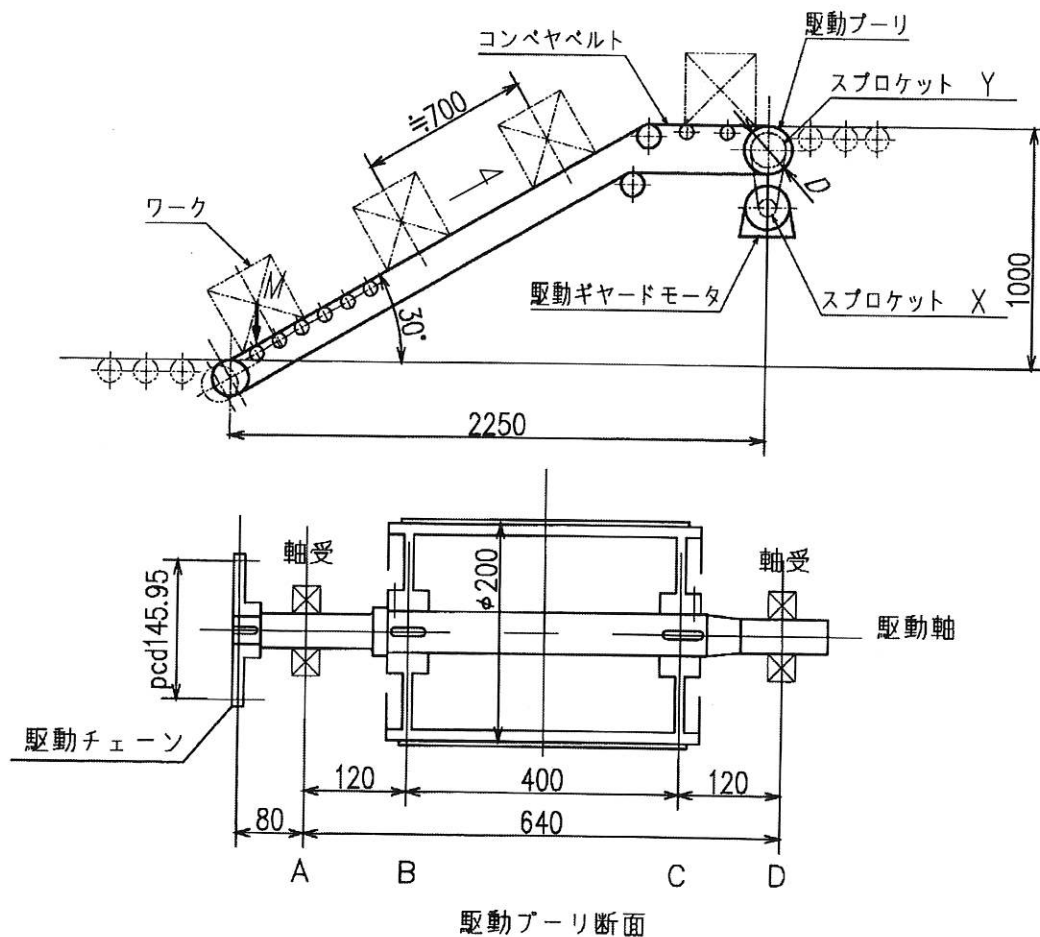
ただし、シャフト A/B、プーリ A/B、ベルト、ローラ、ベアリングの慣性モーメントは無視する。

〔4－3〕 下図はコンベヤによる搬送装置である。

条件	ワーク質量	$M=60\text{ kg/個}$
	ワーク搬送ピッチ	$\approx 700\text{ mm}$
	駆動プーリ径	$D=200\text{ mm}$
	スプロケット	X=NO. 60、12 T (pcd 79.6)
		Y= 24 T (145.95)
	搬送速度	$v=21\text{ m/min}$
	電源、電動機	50 Hz AC220 V 4P
	全機械効率	$\eta=0.8$

下記の設問（１）～（５）に答えよ。

- （１） １分間のワークの搬送数を求めよ。
- （２） 図示のように、ワークが斜面上に３個、水平に１個がある状態で搬送するときのベルト張力及び駆動プーリ軸に加わる負荷トルクを求めよ。
ただし、搬送摩擦係数 $\mu=0.12$ とし、他は考慮しなくてよい。
- （３） チェーンに加わる張力を求めよ。
- （４） 軸受A、D点に加わる最大荷重を求めよ。
- （５） 軸B点に加わる合成モーメントの大きさを求めよ。



常用対数表 (1)

(表中の数値は小数を表す)

1.00 ~ 5.49

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.0	000	004	009	013	017	021	025	029	033	037
1.1	041	045	049	053	057	061	064	068	072	076
1.2	079	083	086	090	093	097	100	104	107	111
1.3	114	117	121	124	127	130	134	137	140	143
1.4	146	149	152	155	158	161	164	167	170	173
1.5	176	179	182	185	188	190	193	196	199	201
1.6	204	207	210	212	215	217	220	223	225	228
1.7	230	233	236	238	241	243	246	248	250	253
1.8	255	258	260	262	265	267	270	272	274	276
1.9	279	281	283	286	288	290	292	294	297	299
2.0	301	303	305	307	310	312	314	316	318	320
2.1	322	324	326	328	330	332	334	336	338	340
2.2	342	344	346	348	350	352	354	356	358	360
2.3	362	364	365	367	369	371	373	375	377	378
2.4	380	382	384	386	387	389	391	393	394	396
2.5	398	400	401	403	405	407	408	410	412	413
2.6	415	417	418	420	422	423	425	427	428	430
2.7	431	433	435	436	438	439	441	442	444	446
2.8	447	449	450	452	453	455	456	458	459	461
2.9	462	464	465	467	468	470	471	473	474	476
3.0	477	479	480	481	483	484	486	487	489	490
3.1	491	493	494	496	497	498	500	501	502	504
3.2	505	507	508	509	511	512	513	515	516	517
3.3	519	520	521	522	524	525	526	528	529	530
3.4	531	533	534	535	537	538	539	540	542	543
3.5	544	545	547	548	549	550	551	553	554	555
3.6	556	558	559	560	561	562	563	565	566	567
3.7	568	569	571	572	573	574	575	576	577	579
3.8	580	581	582	583	584	585	587	588	589	590
3.9	591	592	593	594	595	597	598	599	600	601
4.0	602	603	604	605	606	607	609	610	611	612
4.1	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622
4.2	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632
4.3	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642
4.4	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652
4.5	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662
4.6	663	664	665	666	667	667	668	669	670	671
4.7	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681
4.8	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690
4.9	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699
5.0	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709
5.1	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719
5.2	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729
5.3	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739
5.4	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749

常用対数表 (2)

(表中の数値は小数を表す)

5.50 ~ 9.99

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
5.5	740	741	742	743	744	744	745	746	747	747
5.6	748	749	750	751	751	752	753	754	754	755
5.7	756	757	757	758	759	760	760	761	762	763
5.8	763	764	765	766	766	767	768	769	769	770
5.9	771	772	772	773	774	775	775	776	777	777
6.0	778	779	780	780	781	782	782	783	784	785
6.1	785	786	787	787	788	789	790	790	791	792
6.2	792	793	794	794	795	796	797	797	798	799
6.3	799	800	801	801	802	803	803	804	805	806
6.4	806	807	808	808	809	810	810	811	812	812
6.5	813	814	814	815	816	816	817	818	818	819
6.6	820	820	821	822	822	823	823	824	825	825
6.7	826	827	827	828	829	829	830	831	831	832
6.8	833	833	834	834	835	836	836	837	838	838
6.9	839	839	840	841	841	842	843	843	844	844
7.0	845	846	846	847	848	848	849	849	850	851
7.1	851	852	852	853	854	854	855	856	856	857
7.2	857	858	859	859	860	860	861	862	862	863
7.3	863	864	865	865	866	866	867	867	868	869
7.4	869	870	870	871	872	872	873	873	874	874
7.5	875	876	876	877	877	878	878	879	880	880
7.6	881	881	882	883	883	884	884	885	885	886
7.7	886	887	888	888	889	889	890	890	891	892
7.8	892	893	893	894	894	895	895	896	897	897
7.9	898	898	899	899	900	900	901	901	902	903
8.0	903	904	904	905	905	906	906	907	907	908
8.1	908	909	910	910	911	911	912	912	913	913
8.2	914	914	915	915	916	916	917	918	918	919
8.3	919	920	920	921	921	922	922	923	923	924
8.4	924	925	925	926	926	927	927	928	928	929
8.5	929	930	930	931	931	932	932	933	933	934
8.6	934	935	936	936	937	937	938	938	939	939
8.7	940	940	941	941	942	942	943	943	944	944
8.8	944	945	945	946	946	947	947	948	948	949
8.9	949	950	950	951	951	952	952	953	953	954
9.0	954	955	955	956	956	957	957	958	958	959
9.1	959	960	960	961	961	962	962	963	963	963
9.2	964	964	965	965	966	966	967	967	968	968
9.3	968	969	969	970	970	971	971	972	972	973
9.4	973	974	974	975	975	976	976	977	977	977
9.5	978	978	979	979	980	980	980	981	981	982
9.6	982	983	983	984	984	985	985	985	986	986
9.7	987	987	988	988	989	989	989	990	990	991
9.8	991	992	992	993	993	993	994	994	995	995
9.9	996	996	997	997	997	998	998	999	999	1,000

〔4－5〕 下図のホッパ架台の強度検討項目について、下記の設問（１）、（２）に答えよ。（解答の単位はN, m）

条 件

内容物の質量 2800kg（比重：1.2）

ホッパの質量 600kg

短期水平地震係数 0.6

- （１） X面の架台に加わる静荷重（解答図左）および、短期水平荷重（解答図右）のそれぞれのモーメント図を描き、上部コーナーの曲げモーメント及び反力を求めよ。（静荷重と短期水平荷重の合成は不要）
- （２） Y面の架台に、静荷重及び短期水平荷重（矢印方向）が同時に加わる時、脚に加わる曲げモーメント（モーメント図描く）及び反力を求めよ。

