

資料-4 ショットブラスト資料

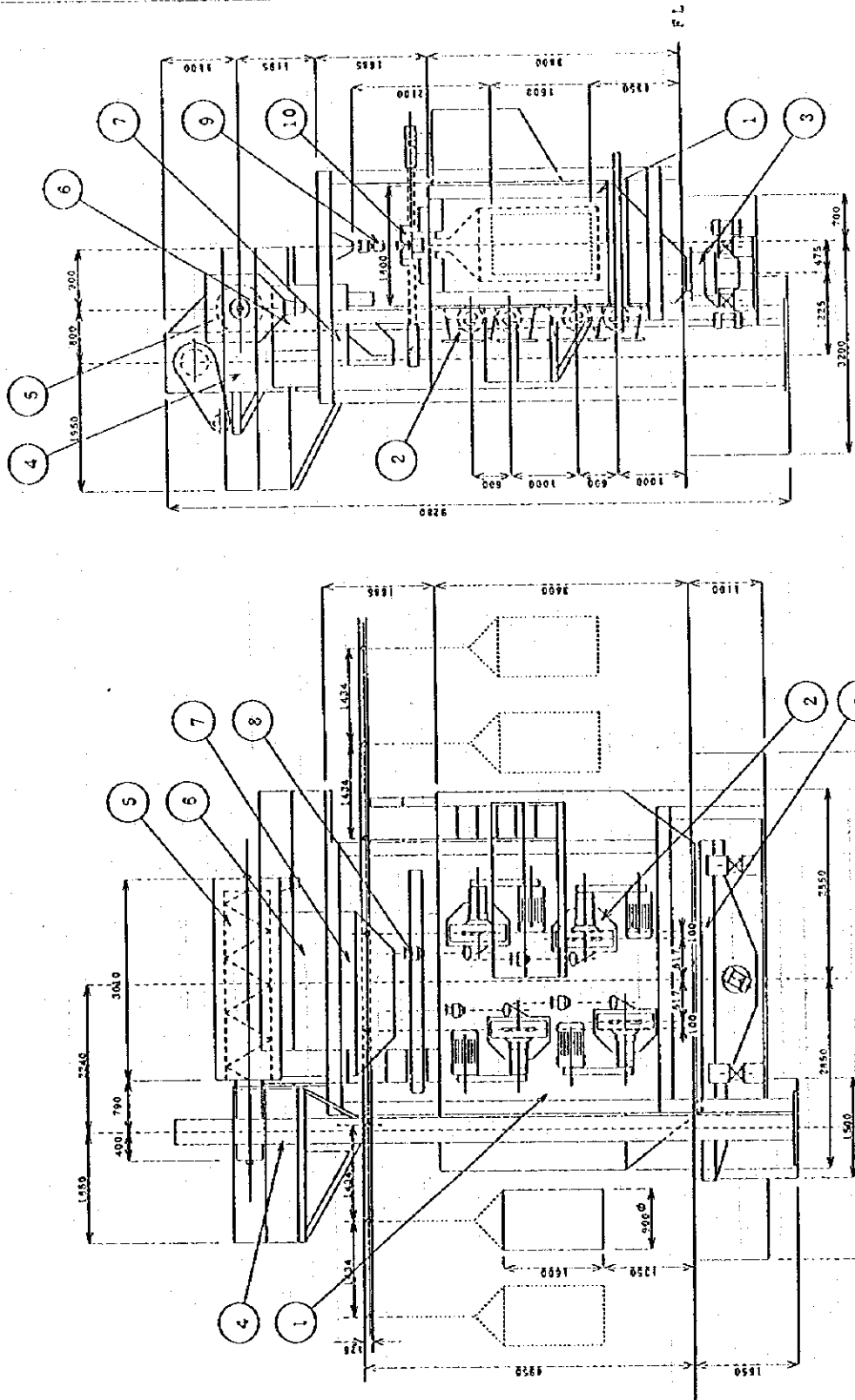
(1) 基本仕様

項目	仕様
ワーク MAX 寸法	900 φ × 1500L
ワーク搬送ピッチ	1434L (全長 20 m 147ツク)
ワーク搬送スピード	低速 0.24~0.72m/min 高速 8m/min
ワーク荷重 MAX	200 kg/ツク
投射量	403 kg/min × 4 基(96.7t/hr)
必要風量	300m ³ /min、250 mm Aq

(2) 装置仕様内容

品番	機械名	台数	kw	能力	仕様内容
1	キャビネット	1			1800 × 5700 × 3800 直射部 27CrFC 乱射部 S55C 及び耐摩ゴムラインが エアシリンダ-式二重ドア方式
2	ショットブラストユニット	1	22 × 4	96.7t/h	投射量 403 kg/min × 4 基(96.7t/h) 集中給油装置
3	オイルディングコンバ-ヤ-	1	3 × 2	100t/h	650 × 5100L ホンチンダ-プレート付
4	ハ-ケットエレベ-ター	1	5.5	100t/h	915 × 382 × 9280H 逆転防止付
5	スクリュ-付スクリ-ポンダ-ドラム	1	3.7	100t/h	ドラム 700 φ × 1300L スクリュ- 400 φ × 1200L
6	ショットセパレータ-	1		100t/h	760 × 1300 × 690 × 2 エアシリンダ-方式
7	ショットホッパ-及びデ-ッキ	1		3.6t	ホッパ-容量 3600 kg デ-ッキ 10m ²
8	ショットコントロ-ル	4			エアシリンダ-開閉方式
9	ハンカ-コンバ-ヤ-	1	2.2 0.75	200 kg 20m	ハンカ-コンバ-ヤ-全長 22944L ピ-ッチ 1434 × 167ツク ツク荷重 200 kg スピ-ド 投射時低速 0.24~0.72m/min 搬送時高速 8m/min
10	自動装置	1	0.4		ツク吊荷重 200 kg 回転数 10.5rpm
11	操作配電盤	1			鋼板製自立防塵型 380V/60Hz

坂巻川



製	工	天	日	計	算	書	号	二	番	号	： 00000
製	日	計	通	用	年	月	日	製	作		
製	品	名	ハンガーブラスト計画図								
製	尺	寸	S. S 1/60								
製	図	号	T-PCB-0090								
製	年	月	平成 5 年 7 月 29 日								
OMCO 大洋興業株式会社											

資料-5 切削条件表

切削条件表

機城名称: HN-63C		工程: 1 工程		加工品名: 抜動箱体		図番: 25-37-176-1		材質: HT20-40 (JIS FC200相当)								
工 程	加 工 箇 所	工 具 (刃 具)		切 削 条 件		切 削 位 置 決 め ・ そ の 他										
		工 具 名 称	径 数	切 削 速 度 v_m (m/min)	切 込 深 度 a_p (mm)	切 削 時 間 (min)	切 削 位 置 決 め (min)	切 削 位 置 決 め (min)	切 削 位 置 決 め (min)							
1	1 面粗加工 C面 $\phi 78 \times 204$ 面	0 F-3 正歯フライス	80.0	478	120	0.15	287	2.50	1530	5.34	1	0.14	0.10			
	1 面粗加工 D面 $\phi 129 \times 114$ 面	180 F-3 正歯フライス	80.0	478	120	0.15	287	2.50	250	0.87	1	0.14	0.11			
	1 面粗加工 E面 $\phi 155 \times 35$ 面	180 F-3 正歯フライス	80.0	478	120	0.15	287	2.50	135	0.47	1	0.14				
	1 面粗加工 F面 $\phi 140 \times 20$ 面	180 F-3 正歯フライス	80.0	478	120	0.15	287	3.00	135	0.47	1	0.14				
2	2 面粗加工 G面 $\phi 172$ かつ 穴	180 D-1 正歯フライス	19.0	1006	60	0.10	101		9	0.09	7	0.32	0.10			
	2 面粗加工 H面 $\phi 21/4$ かつ 穴	180 D-1 正歯フライス	19.0	1006	60	0.10	101		18	0.18						
	2 面粗加工 I面 $\phi 18$ かつ 穴	180 D-1 正歯フライス	19.0	1006	60	0.10	101		26	0.26						
	2 面粗加工 J面 $\phi 9$ かつ 穴	0 D-1 正歯フライス	19.0	1006	60	0.10	101		63	0.63	22	0.77	0.11			
	2 面粗加工 K面 $\phi 18$ かつ 穴	0 D-1 正歯フライス	19.0	1006	60	0.10	101		39	0.39						
	2 面粗加工 L面 $\phi 9 + 0.1/0$ 穴	0 D-1 正歯フライス	19.0	1006	60	0.10	101		26	0.26						
	2 面粗加工 M面 $\phi 6$ 穴	0 D-1 正歯フライス	19.0	1006	60	0.10	101		7	0.07						
	2 面粗加工 N面 $2 - \phi 16 + 0.019/0$ 穴	0 D-1 正歯フライス	19.0	1006	60	0.10	101		15	0.15						
3	3 穴明け, 面取り C面 $2 - \phi 16 + 0.019/0$ 穴	0 D-7 段付きドリル	15.0	1274	60	0.21	268		66	0.25	0.01	2	0.17	0.10		
4	4 穴明け C面 $\phi 6$ 穴	0 D-17 ドリル	6.0	3185	60	0.11	350		17	0.05	1	0.24	0.10			
5	5 穴明け C面 $\phi 9 + 0.1/0$ 穴	0 D-14 ドリル	9.0	2123	60	0.16	340		212	0.62	4	0.23	0.10			
6	6 穴明け C面 $\phi 10$ 下穴	0 D-15 ドリル	8.5	2248	60	0.16	360		252	0.70	9	0.38	0.10			
7	7 穴立ち E面 $\phi 9 - \phi 10 \times P1.5$	0 T-3 ショット	10.0	637	20	1.50	955		468	0.49	9	0.38	0.10			
8	8 穴明け C面 $\phi 18$ 下穴	0 D-16 ドリル	6.8	2810	60	0.12	337		123	0.36	6	0.29	0.10			
	穴明け D面 $\phi 18$ 下穴	180 D-16 ドリル	6.8	2810	60	0.12	337		94	0.28	4	0.23	0.11			
9	9 穴明け D面 $2 - \phi 1/4$ 下穴	180 D-11 ドリル	11.5	1662	60	0.19	316		53	0.17	2	0.17	0.10			
										小 計	12.09	0.01	3.72	0.33	0.90	0.45

本加工検討書は、概要見取であり実施の際には加工仕様・切削条件・ツーリング及び加工時間に
変更を生じる事が有ります。加工時間の許容は±7%とします。

切 削 条 件 表

機械名称: HN63C 工程: 1工程 加工品名: 振動箱体 図番: 25-37-176-1 材質: HT20-40 (JIS FC200相当)

工 程 名	加 工 箇 所	工 具 (刃 具)	切 削 条 件		切 削 位置決め・その他
			切 削 速度	切 削 時間	
工 具 名 称	工 具 名 称	径	切 削 速度	切 削 時間	位置決め
工 具 名 称	工 具 名 称	径	切 削 速度	切 削 時間	位置決め
10 ねじ立て	D面 2-Z1/4×P1.3368	180 T-7 ヴァツ	15 1.34 484	100 0.21	2 0.17
11 穴明け, 面取り	D面 Z1/2 下穴	180 D-4 段付きドリル	30 0.28 141	28 0.20 0.01	1 0.14
12 ねじ立て	D面 Z1/2×P1.8143	180 T-6 ヴァツ	15 1.81 413	54 0.13	1 0.14
13 ねじ立て	D面 4-M8×P1.25	180 T-4 ヴァツ	20 1.25 995	178 0.18	4 0.23
14 穴繰り仕上げ	D面 2-φ16 +0.019/0 穴	0 E-6 スチンカントドリル	20 1.25 995	232 0.23	6 0.29 0.11
15 穴繰り仕上げ	D面 2-φ16 +0.019/0 穴	0 F-5 K-リッタリ-7	60 0.20 487	57 0.12	2 0.17
16 面削り仕上げ	C面 578×204 面	0 F-4 正歯77㏩	40 0.25 199	57 0.29	2 0.17
面削り仕上げ	D面 29×114 面	180 F-4 正歯77㏩	160 0.10 255	1660 6.52	1 0.14
面削り仕上げ	D面 155×35 面	180 F-4 正歯77㏩	160 0.10 255	320 1.26	2 0.17 0.11
		0		215 0.84	1 0.14
					0.11
小 計				9.97 0.01	1.74 0.33 0.70 0.65
加工時間合計				31.30 min	
				加工時間 30.90 min	
				A.P.C時間 0.40 min	

本加工検討書は、概要見積であり実施の際には加工提案・切削条件・ツリーング及び加工時間に変更を生じる事があります。加工時間の許容は±7%とします。

切 削 条 件 表

機軸名称: HN 63 C		工程: 2 工程		加工品名: 旋動箱体		図番: 25-37-176-1		材質: HT20-40 (JIS FC200相当)							
工 程	加 工 箇 所	工 具 (刃 具)		切 削 条 件		切 削 位置決め・その他									
		工 具 名 称	径 数	切 削 速 度 mm/min	切 込 深 度 mm	切 削 長 時間 min	トウ出 min	移動 min	動 作 出 力 min	其 他 min					
1	面取り粗加工 A面 317×204 面	0 F-1 正面774A	200.0 10 C	191	120 0.15	287	2.50	570	1.99	1	0.14	0.10			
	面取り粗加工 B面 265×204 面	180 F-1 正面774A	200.0 10 C	191	120 0.15	287	2.50	520	1.81	1	0.14	0.11			
	面取り粗加工 C面 1φ252 面	90 F-3 正面774A	80.0 4 C	478	120 0.15	287	2.50	600	2.09	5	0.29	0.08			
2	面取り仕上げ A面 12-φ30, R31-R49 面	90 F-3 正面774A	80.0 4 C	478	120 0.15	287	3.00	180	0.63						
	面取り仕上げ B面 15-φ25 面	90 F-3 正面774A	80.0 4 C	478	120 0.15	287	3.00	120	0.42						
	面取り粗加工 D面 2φ252 面	270 F-3 正面774A	80.0 4 C	478	120 0.15	287	2.50	600	2.09	5	0.26	0.11			
3	面取り仕上げ E面 2φ30, R31-R49 面	270 F-3 正面774A	80.0 4 C	478	120 0.15	287	3.00	90	0.31						
	面取り仕上げ F面 23-φ25 面	270 F-3 正面774A	80.0 4 C	478	120 0.15	287	3.00	120	0.42						
	面取り仕上げ G面 2φ17 深さ3	270 E-5 深さ3	17.0 2 C	1124	60 0.05	112	17.00	8	0.07	0.01	1	0.14			
4	面取り H面 1φ17 深さ3	90 D-1 深さ3	17.0 2 C	1124	60 0.05	112	17.00	8	0.07	0.01	1	0.14			
	面取り I面 12-φ20 +0.045/0 穴	90 D-1 12-φ20	19.0 1 C	1006	60 0.10	101		18	0.18	24	0.83	0.10			
	面取り J面 1φ15, φ20 穴	90 D-1 1φ15	19.0 1 C	1006	60 0.10	101		9	0.09						
5	面取り K面 12-M14 タップ穴	90 D-1 12-M14	19.0 1 C	1006	60 0.10	101		95	0.95						
	面取り L面 12-M10 タップ穴	90 D-1 12-M10	19.0 1 C	1006	60 0.10	101		14	0.14						
	面取り M面 14-M8 タップ穴	90 D-1 14-M8	19.0 1 C	1006	60 0.10	101		25	0.26						
6	面取り N面 12-M8 タップ穴	90 D-1 12-M8	19.0 1 C	1006	60 0.10	101		18	0.18						
	面取り O面 32 +0.027/0 穴	180 D-1 32	19.0 1 C	1006	60 0.10	101		9	0.09	22	0.77	0.08			
	面取り P面 4-φ15 -0.035/0 穴	180 D-1 4-φ15	19.0 1 C	1006	60 0.10	101		34	0.34						
7	面取り Q面 2-φ12 -0.035/0 穴	180 D-1 2-φ12	19.0 1 C	1006	60 0.10	101		16	0.16						
	面取り R面 7-M14 タップ穴	180 D-1 7-M14	19.0 1 C	1006	60 0.10	101		55	0.55						
	面取り S面 7-M14 タップ穴	180 D-1 7-M14	19.0 1 C	1006	60 0.10	101		55	0.55						
小 計										12.85	0.02	2.70	0.49	0.40	0.00

本加工後の番は、概要見積であり実際の際には加工法要・切削条件・ツリーング及び加工時間に
変更を注する事が有ります。加工時間の許容は±7%とします。

切 削 条 件 表

機軸名称: 3N63C		工程: 2工程		加工品名: 移動筒体		図番: 25-37-176-1		材質: HT20-40 (JIS FC200相当)																	
工程	加工箇所	工具(刃具)	切削条件	切削	位置決め	その他																			
No	名称	面	名	称	材	種	切	送	速	切	入	深	度	切	削	長	時	間	分	秒	分	秒	分	秒	
		HSS: N15+コチヤク		C: 超硬+コチヤク		mm/min		mm		min		min		min		min		min		min		min		min	
	センター	面	180 D-1	センター	19.0	C	1006	60	0.10	101	56	0.55													
	センター	面	270 D-1	センター	19.0	C	1006	60	0.10	101	27	0.27	22	0.77	0.08										
	センター	面	270 D-1	センター	19.0	C	1006	60	0.10	101	96	0.95													
	センター	面	270 D-1	センター	19.0	C	1006	60	0.10	101	14	0.14													
	センター	面	270 D-1	センター	19.0	C	1006	60	0.10	101	13	0.13													
	センター	面	270 D-1	センター	19.0	C	1006	60	0.10	101	18	0.18													
	センター	面	0 D-1	センター	19.0	C	1006	60	0.10	101	24	0.24	11	0.44	0.08										
	センター	面	0 D-1	センター	19.0	C	1006	60	0.10	101	30	0.30													
	センター	面	0 D-1	センター	19.0	C	1006	60	0.10	101	26	0.26													
	5穴明け	A面	0 D-1	130°リブ	10.2	C	1873	60	0.17	318	102	0.32	4	0.23	0.10										
	6穴立ち	A面	0 F-2	シンクダツ?	12.0	HSS	531	20	1.75	929	194	0.21	4	0.23	0.10	0.20									
	7穴明け	A面	0 D-1	100°リブ	12.5	C	1529	60	0.20	306	96	0.31	3	0.20	0.10										
	穴明け	B面	270 D-1	100°リブ	12.5	C	1529	60	0.20	306	426	1.39	12	0.47	0.08										
	穴明け	B面	180 D-1	100°リブ	12.5	C	1529	50	0.20	306	224	0.72	7	0.32	0.08										
	穴明け	B面	90 D-1	100°リブ	12.5	C	1529	60	0.20	306	426	1.39	12	0.47	0.08										
	8段付き穴明け	B面	90 D-3	段付きトリブ	19.6	HSS	487	30	0.28	136	44	0.32	0.01	1	0.14	0.10									
	9穴立ち	B面	90 F-1	シンクダツ?	14.0	HSS	455	20	1.50	682	756	1.11	12	0.47	0.10	0.50									
	穴立ち	B面	180 F-1	シンクダツ?	14.0	HSS	455	20	1.50	682	385	0.56	7	0.32	0.08	0.35									
	穴立ち	B面	270 F-1	シンクダツ?	14.0	HSS	455	20	1.50	682	756	1.11	12	0.47	0.08	0.60									
	穴立ち	A面	0 F-1	シンクダツ?	14.0	HSS	455	20	1.50	682	171	0.25	3	0.20	0.08	0.15									
小計											10.74	0.01	4.71	0.64	0.50	1.90									

加工後討荷は、概要見積であり実施の際には加工公差・切削条件・ツールینگ及び加工時間に
変更を生じる事が有ります。加工時間の許容は±7%とします。

切 削 条 件 表

機城名称: HN63C		工程: 2工程		加工品名: 振動筒体		図番: 25.37-176-1		材質: ST20-40 (JIS FC200相当)		
工 程	加 工 箇 所	工 具 (刃 具)		切 削 条 件	切 削 速 度 送 り 速 度 切 込 み 切 削 長 時 間	切 削 位 置 決 め	其 他			
		工 具 名 称	径 数 材 種				min	min	min	min
工 程 名 称	工 具 名 称	径 数	材 種	min	min	min	min	min		
10 穴明け	A面 4-φ8 下穴	0 D-16 ⁺ ドリル	6.8 1 C 2810	60 0.12	337	82	0.24	4 0.23	0.10	
穴明け	B面 22-φ8 下穴	270 D-16 ⁺ ドリル	6.8 1 C 2810	60 0.12	337	43	0.13	2 0.17	0.08	
穴明け	B面 14-φ8 下穴	90 D-16 ⁺ ドリル	6.8 1 C 2810	60 0.12	337	86	0.26	4 0.23	0.11	
11 ネジ立て	B面 14-φ8×P1.25	90 T-4 シンクロドリル	8.0 1 HSS 796	20 1.25	995	154	0.15	4 0.23	0.10 0.20	
ネジ立て	B面 22-φ8×P1.25	270 T-4 シンクロドリル	8.0 1 HSS 796	20 1.25	995	77	0.08	2 0.17	0.11	
ネジ立て	A面 4-φ8×P1.25	0 T-4 シンクロドリル	8.0 1 HSS 796	20 1.25	995	154	0.15	4 0.23	0.08 0.20	
12 穴明け	B面 12-φ10 下穴	90 D-16 ⁺ ドリル	8.5 1 C 2248	60 0.16	360	47	0.13	2 0.17	0.08 0.10	
穴明け	B面 8-φ10 下穴	180 D-16 ⁺ ドリル	8.5 1 C 2248	60 0.16	360	192	0.53	2 0.35	0.08	
穴明け	B面 22-φ10 下穴	270 D-16 ⁺ ドリル	8.5 1 C 2248	60 0.16	360	47	0.13	2 0.17	0.08	
13 ネジ立て	B面 22-φ10×P1.5	270 T-3 シンクロドリル	10.0 1 HSS 637	20 1.50	955	89	0.09	2 0.17	0.10 0.10	
ネジ立て	B面 8-φ10×P1.5	180 T-3 シンクロドリル	10.0 1 HSS 637	20 1.50	955	356	0.37	2 0.35	0.08 0.40	
ネジ立て	B面 12-φ10×P1.5	90 T-3 シンクロドリル	10.0 1 HSS 637	20 1.50	955	89	0.09	2 0.17	0.08 0.10	
14 穴明け	B面 13-φ6 下穴	90 D-18 ⁺ ドリル	5.0 1 C 3822	60 0.10	382	58	0.15	3 0.20	0.10	
穴明け	B面 23-φ6 下穴	270 D-18 ⁺ ドリル	5.0 1 C 3822	60 0.10	382	58	0.15	3 0.20	0.11	
15 ネジ立て	B面 23-φ6×P1.0	270 T-5 シンクロドリル	6.0 1 HSS 796	15 1.00	796	114	0.14	3 0.20	0.10 0.15	
ネジ立て	B面 13-φ6×P1.0	90 T-5 シンクロドリル	6.0 1 HSS 796	15 1.00	796	114	0.14	3 0.20	0.11 0.16	
16 穴明け, 面取り	B面 12-φ20 +0.045/0 穴	90 D-4 段付きドリル	19.0 1 HSS 503	30 0.28	141	86	0.61	0.01	2 0.17	0.10
穴明け, 面取り	B面 23-φ20 +0.045/0 穴	270 D-4 段付きドリル	19.0 1 HSS 503	30 0.28	141	129	0.92	0.02	3 0.20	0.11
17 穴明け, 面取り	B面 16φ32 +0.027/0 穴	180 D-2 段付きドリル	31.0 1 HSS 308	30 0.30	92	32	0.35	0.01	1 0.14	0.08 0.10
18 穴明け	B面 4-φ15 +0.035/0 穴 (表)	180 D-9 ドリル	14.0 1 C 1365	60 0.21	287	234	0.82	4 0.23	0.10	
小 計						5.65	0.04	4.15	0.19	0.90 0.40

本加工検討書は、概要見積であり実際の際には加工提案・切削条件・ツーリング及び加工時間に変異を生じる事があります。加工時間の許容は±7%とします。

切 削 条 件 表

機名: HNS63C 工程: 2工程 加工品名: 技術箱体 図番: 25-37-176-1 材質: HT20-40 (JIS FC200相当)

工 程	加 工 箇 所	工 具 (刃 具)	切 削 条 件	切	別	位 置 決 め ・ そ の 他	切 削 速 度 送 り 速 度		切 込 み 切 削 長 時 間		切 削 出 入 TCS 変 遷					
							mm/min	fmm/rev	mm	min	min	min				
19	穴明け	β面 φ15 +0.035/0穴(奥)	HSS: MS-J-リソグ	14.0	1	HSS	569	25	1.80	1024	250	0.24	4	0.23	0.10	
20	穴明け	β面 φ15 +0.035/0穴(奥)	C: 超硬+3-リソグ	14.0	1	HSS	569	25	0.20	114	202	1.78				
21	中繰り粗加工	β面 φ12 +0.035/0 穴		11.0	1	C	1737	60	0.18	313	50	0.15	2	0.17	0.10	
22	中繰り粗加工	β面 φ90 +0.035/0		89.6	1	C	462	130	0.20	92	87	0.94	2	0.17	0.10	
23	中繰り粗加工	β面 φ80 +0.02/-0.01		79.6	1	C	520	130	0.20	104	47	0.45	2	0.17	0.10	
24	中繰り粗加工	β面 φ72 +0.02/-0.01		71.6	1	C	578	130	0.20	116	21	0.18	1	0.14	0.10	
25	中繰り粗加工	β面 φ62 +0.02/+0.01		61.6	1	C	672	130	0.20	134	25	0.19	1	0.14	0.10	
26	溝加工	β面 φ52 +0.02/-0.01, C1		51.6	2	C	802	130	0.20	221	58	0.18	2	0.17	0.10	
27	面取り	β面 φ55+0.4/0×2.2±0.12		45.0	90	HSS	177	25	0.03	478	185	0.39	1	0.14	0.10	
28	面取り	β面 φ62 口元C1		64.0	1	C	647	130	0.20	129	6	0.05	1	0.23	0.10	
29	面取り	β面 φ80 口元C1		82.0	1	C	505	130	0.20	101	6	0.05	1	0.14	0.10	
30	中繰り粗加工	β面 φ194 +0.073/0, C1		82.0	1	C	505	130	0.20	101	12	0.12	2	0.17	0.11	
31	中繰り粗加工	β面 φ194 +0.073/0, C1		92.0	1	C	450	130	0.20	90	12	0.13	2	0.17	0.10	
32	中繰り粗加工	β面 φ105 +0.035/0, C1		193.6	2	C	214	130	0.20	86	23	0.27	0.01	1	0.14	0.08
33	中繰り粗加工	β面 φ105 +0.035/0, C1		193.6	2	C	214	130	0.20	86	23	0.27	0.01	1	0.14	0.11
34	中繰り粗加工	β面 φ105 +0.035/0, C1		104.6	2	C	396	130	0.20	158	30	0.19	0.01	1	0.14	0.10
35	中繰り粗加工	β面 φ105 +0.035/0, C1		104.6	2	C	396	130	0.20	158	30	0.19	0.01	1	0.14	0.11
36	中繰り粗加工	β面 φ20 +0.045/0 穴		19.7	2	C	970	60	0.20	388	104	0.27	3	0.20	0.10	
37	中繰り粗加工	β面 φ20 +0.045/0 穴		19.7	2	C	970	60	0.20	388	76	0.20	2	0.17	0.11	
小 計											6.40	0.09	3.08	0.63	1.40	0.00

本加工検討書は、概算見積であり実施の際には加工法・切削条件・ツーリング及び加工時間に
 変更を要する事が有ります。加工時間の許容は±7%とします。

切 削 条 件 整

御寄様名：山東北洋機械株式会社
機械名称：HN63C

工程：2工程 加工品名：抜動機体 図番：25-37-176-1 材質：HT20-40 (JIS FC200相当)

工 程	加 工 箇 所	工 具 (刃 具)	切 削 条 件										切 削 位 置 決 め ・ そ の 他					
			工 具 名 称	径	材 種	in	mm	mm	mm	mm	mm	mm		mm	mm	mm	mm	mm
		HSS: M2-J-リソグ	90 E-3 段付きS27*ミル	19.7	2	C	970	60	0.20	388	0.35	36	0.09	1	0.20			0.10
33	中繰り仕上げ 径面1φ15, φ20 穴	C: 超硬J-リソグ	90 R-2 段付きB7-7	20.0	1	C	637	40	0.25	159	0.15	36	0.23	1	0.14			0.10
34	中繰り仕上げ 径面1φ15, φ20 穴		90 R-3 溝-リソグ*リ-7	20.0	1	C	637	40	0.25	159	0.15	76	0.48	2	0.17			0.10
35	中繰り仕上げ 径面12-φ20 +0.045/0 穴		270 R-3 溝-リソグ*リ-7	20.0	1	C	637	40	0.25	159	0.15	104	0.65	3	0.20	0.11		
36	中繰り仕上げ 径面2φ194 +0.073/0		270 B-1 溝-リソグ*リ-7	194.0	1	C	279	170	0.10	28	0.20	23	0.82	1	0.14			0.10
	中繰り仕上げ 径面1φ194 +0.073/0		90 B-1 溝-リソグ*リ-7	194.0	1	C	279	170	0.10	28	0.20	23	0.82	1	0.14	0.11		
37	中繰り仕上げ 径面1φ105 +0.035/0		90 B-3 溝-リソグ*リ-7	105.0	1	C	516	170	0.10	52	0.20	30	0.58	1	0.14			0.10
	中繰り仕上げ 径面2φ105 +0.035/0		270 B-3 溝-リソグ*リ-7	105.0	1	C	516	170	0.10	52	0.20	30	0.58	1	0.14	0.11		
38	中繰り短加工 径面φ32 +0.027/0 穴		180 E-1 溝リソグ*ミル	31.5	2	C	607	60	0.25	303	0.25	24	0.08	2	0.17	0.08		0.10
	径面φ31.5		180 E-1 溝リソグ*ミル	31.5	2	C	607	60	0.15	182	0.15	7	0.04	0.01				
39	リソグ		180 D-1 リソグ*リ-7	19.0	1	C	1006	60	0.10	101	0.35	9	0.09	1	0.20			0.10
40	穴明け 径面φ19 +0.023/0 穴		180 D-6 リソグ	18.0	1	HSS	531	30	0.27	143		34	0.24	1	0.14			0.10
41	中繰り仕上げ 径面φ19 +0.023/0 穴		180 E-4 溝リソグ*ミル	18.7	2	C	1022	60	0.20	409	0.35	28	0.07	2	0.22			0.10
42	中繰り仕上げ 径面φ19 +0.023/0 穴		180 R-4 溝-リソグ*リ-7	19.0	1	C	670	40	0.25	168	0.15	28	0.17	2	0.17			0.10
43	中繰り仕上げ 径面φ32 +0.027/0 穴		180 R-1 溝-リソグ*リ-7	32.0	1	C	398	40	0.28	111	0.15	24	0.22	1	0.14			0.10
44	中繰り仕上げ 径面φ15 +0.035/0 穴		180 E-7 溝リソグ*ミル	14.7	2	C	1300	60	0.20	520	0.35	400	0.77	8	0.35			0.10
45	中繰り仕上げ 径面φ15 +0.035/0 穴		180 R-6 溝リソグ*リ-7	15.0	1	C	849	40	0.25	212	0.15	400	1.88	8	0.35			0.10
46	中繰り仕上げ 径面φ12 +0.035/0 穴		180 E-8 溝リソグ*ミル	11.7	2	C	1633	60	0.20	553	0.35	37	0.06	2	0.23			0.10
47	中繰り仕上げ 径面φ12 +0.035/0 穴		180 R-7 溝-リソグ*リ-7	12.0	1	C	1062	40	0.25	255	0.15	37	0.14	2	0.17			0.10
48	中繰り仕上げ 径面φ90 +0.035/0		180 B-5 溝-リソグ*リ-7	90.0	1	C	602	170	0.10	60	0.20	87	1.45	2	0.17			0.10
小 計													9.45	0.01	3.56	0.41	1.60	0.00

本加工検討書は、概要見積であり実際の際には加工法案・切削条件・ツリーング及び加工時間に
変更を生じる事が有ります。加工時間の許容は±7%とします。

切 削 条 件 表

機軸名称: HN63C 工程: 2 工程 加工品名: 旋動機軸 図番: 25.37.176-1 材質: HT20-40 (JIS FC200相当)

工 程 名	加 工 箇 所	工 具 (刃 具)		切 削 条 件	切 削 長	切 削 速 度	送 り 速 度	切 込 み 深 度	切 削 時 間	動 作 時 間	位 置 決 め	其 他			
		HSS: N15-D-Fing C: 超硬+D-Fing	工 具 名 称												
49	中繰り仕上げ 2-φ80 +0.02/-0.01	180 B-8	1 C	677	170	0.10	68	0.20	47	0.69	0.01	2	0.17	0.10	
	中繰り仕上げ 1φ80 +0.06/0	0 B-8	1 C	677	170	0.10	68	0.20	16	0.24	0.01	1	0.14	0.11	
50	中繰り仕上げ 1φ72 +0.02/-0.01	0 B-10	1 C	752	170	0.10	75	0.20	21	0.28		1	0.14	0.10	
51	中繰り仕上げ 1φ62 +0.02/+0.01	0 B-13	1 C	873	170	0.10	87	0.20	25	0.29		1	0.14	0.10	
52	中繰り仕上げ 1φ52 +0.02/-0.01	0 B-15	1 C	1041	170	0.10	104	0.20	58	0.56		2	0.17	0.10	
53	面削り仕上げ 1φ217×204 面	0 F-2	10 C	318	200	0.10	318	0.50	740	2.32		1	0.14	0.10	
	面削り仕上げ 1φ265×204 面	180 F-2	10 C	318	200	0.10	318	0.50	690	2.17		1	0.14	0.11	
54	面削り仕上げ 1φ252 面	90 F-4	4 C	796	200	0.10	318	0.50	710	2.23		1	0.14	0.08	0.10
	面削り仕上げ 1φ252 面	270 F-4	4 C	796	200	0.10	318	0.50	710	2.23		1	0.14	0.11	
		0												0.08	
小 計										11.00	0.02	1.31	0.49	0.60	0.00

加工時間合計 88.73 min
A.P.C時間 0.40 min

本加工換計算は、減算見積であり実施の際には加工法変・切削条件・ツーリング及び加工時間に
変更を生じる事があります。加工時間の許容は±7%とします。

加工条件表

加工品名		ステアリングギヤケース		工程		HSS : M2 + コーティング C : 超硬 + コーティング		切削条件		切削条件		切削条件		切削条件		切削条件		切削条件		切削条件			
No	名称	加工	面	加工径	加工深	TNO	工具	径	数	材質	切削速度	送り速度	送り量	送り量	送り量	送り量	送り量	送り量	送り量	送り量	送り量		
											mm/min	mm/rev	mm/min	mm/min	mm/min	mm/min	mm/min	mm/min	mm/min	mm/min	mm/min		
1	工程	面削り	A	125.100			77A	140	6	C	455	200	0.15	409	2.50	250	0.61	1	0.08	1	0.03	0.72	
		面削り	A	125.100			77A	140	6	C	546	240	0.10	328	0.50	250	0.76	1	0.08	1	0.03	0.87	
		穴削り	A	11	0		77A	19	1	C	1173	70	0.15	176		8	0.045	0.27	6	0.15	0.03	0.49	
		穴削り	A	8	0		77A	11	1	C	1824	63	0.15	274		10	0.03	0.145	4	0.12	0.03	0.296	
		穴削り	A	8	0		77A	8	1	C	2508	63	0.15	376		10	0.027	0.093	2	0.09	0.03	0.176	
		穴削り	A	8	0		77A	8	1	C	1433	36	0.15	215		10	0.047	0.093	2	0.09	0.02	0.215	
		面削り	C1	70	70		77A	80	4	C	796	200	0.15	478	2.50	160	0.335	0.335	1	0.08	0.06	0.03	0.505
		面削り	C1	70	70		77A	19	1	C	1173	70	0.15	176		8	0.045	0.182	4	0.12	0.03	0.302	
		穴削り	C1	6	7	0	77A	5.7	1	C	2,995	63	0.10	299		12.5	0.042	0.167	4	0.12	0.03	0.317	
		穴削り	C1	8	M		77A	8	1	HSS	1,433	36	1.25	179		20	0.011	0.045	4	0.12	0.06	0.03	0.255
		面削り	C1	57.5	0		77A	57.5	1	C	753	136	0.20	151	2.75	16	0.106	0.106	1	0.08	0.03	0.216	
		面削り	C1	57.5	0		77A	57.5	1	C	1108	200	0.20	222	0.25	3	0.014	0.014	1	0.08	0.03	0.124	
		面削り	C1	40	0		77A	40	2	C	430	54	0.20	172	0.35	24	0.140	0.140	1	0.08	0.03	0.250	
		面削り	C1	48.8	0		77A	50	1	C	1146	180	0.20	229	2.75	10	0.044	0.044	1	0.08	0.03	0.154	
		面削り	C1	58	0		77A	58	1	C	879	160	0.10	88	0.25	16	0.182	0.182	1	0.08	0.03	0.292	
		面削り	C1	49	0		77A	49	1	C	1040	160	0.10	104	0.25	10	0.095	0.095	1	0.08	0.03	0.206	
		面削り	C1	70	70		77A	80	4	C	955	240	0.10	382	0.50	160	0.419	0.419	1	0.08	0.06	0.03	0.589
		面削り	C2				77A	19	1	C	1173	70	0.15	176		50	0.284	0.284	1	0.08	0.03	0.394	
		面削り	C2	37	0		77A	37	1	C	1171	136	0.20	234	2.75	40	0.171	0.171	1	0.08	0.03	0.281	
		面削り	C2	25.5	0		77A	25.5	1	C	794	63	0.25	196		30	0.153	0.153	1	0.08	0.03	0.263	
		面削り	C2	23.5	0		77A	23.5	1	C	1842	136	0.20	369	0.25	31	0.008	0.008	1	0.08	0.03	0.118	
		面削り	C2	47	0		77A	50	4	C	1062	200	0.15	637	2.50	110	0.173	0.173	1	0.08	0.03	0.282	
		面削り	C2	26	0		77A	26	1	C	441	36	0.10	44	0.20	40	0.907	0.907	1	0.08	0.03	1.017	
		面削り	C2	36	0		77A	36	1	C	1203	136	0.10	120	0.25	20	0.249	0.249	1	0.08	0.03	0.359	
		面削り	C2	47	0		77A	47	1	C	1084	160	0.20	217	0.75	31	0.014	0.014	1	0.08	0.03	0.124	
		面削り	C2	47	0		77A	47	1	C						5.625	0	2.25	0.18	0.72	0	8.780	

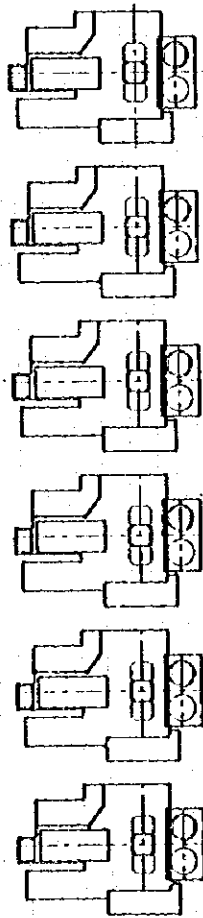
加工条件表

加工品名		ステアリングギヤケース		工程：二工程		機種名称：PN40A		材質：FCD450		位置決め・その他		加工時間					
工 No	機 種	加工 面	加工 箇所	HSS : ハイスコーティング C : 超硬コーティング	工 具	径	数	材 質	切 削 条 件		切 削 副 削		加工時間				
									送り速度 mm/min	送り速度 mm/rev	送り速度 mm/min	送り速度 mm/rev		送り速度 mm/min	送り速度 mm/rev		
2	面加工	B 2	80 φ	77A	100	4	C	637	200	0.15	382	2.50	200	0.523	0.523	0.03	0.633
	面加工	B 2	80 φ	77A	100	4	C	764	240	0.19	306	0.50	201	0.657	0.657	0.03	0.767
	中継り	B 2	65 φ	K-17A	64.5	1	C	672	136	0.20	134	2.75	10	0.074	0.074	0.03	0.184
	中継り	B 2	65 φ	K-17A	65	1	C	784	160	0.10	78	0.25	10	0.128	0.128	0.03	0.238
	面取り	B 2	65 φ	K-17A	65	1	C	666	136	0.20	133	0.25	3	0.023	0.023	0.03	0.133
	穴明け	B 2	6.7 φ	K-17A	19	1	C	1,173	70	0.15	176		8	0.045	0.182	0.03	0.392
	穴明け	B 2	8.1 φ	K-17A	6.7	1	C	2,995	63	0.10	299		12.5	0.042	0.167	0.03	0.317
	穴明け	B 1		K-17A	8	1	HSS	1,433	36	1.25	1,791		20	0.011	0.045	0.03	0.195
	穴明け	B 1	36 φ	K-17A	35.6	1	C	564	63	0.15	85		52	0.295	0.295	0.03	0.435
	穴明け	B 1	36 φ	K-17A	36	1	C	354	40	0.20	71	0.10	44	0.622	0.622	0.03	0.650
	穴明け	B 1	44 φ	K-17A	42	1	C	1,031	136	0.25	258	3.00	10	0.039	0.039	0.03	0.732
	穴明け	B 1	44 φ	K-17A	43.5	1	C	996	136	0.25	249	0.75	10	0.040	0.040	0.03	0.149
	穴明け	B 1	44 φ	K-17A	44	1	C	984	136	0.20	197	0.25	2	0.010	0.010	0.03	0.120
	穴明け	B 1	50 φ	K-17A	50	1	C	866	136	0.25	217		3	0.014	0.014	0.03	0.124
	穴明け	B 1	36 φ	K-17A	36	1	C	1,203	136	0.20	241	0.25	3	0.012	0.012	0.03	0.122
2工程合計												1.553	0.54	0.06	0.27	2.523	

加工時間 11.303 min/ヶ
 APC時間 0.13 min/ヶ
 加工時間合計 11.43 min/ヶ

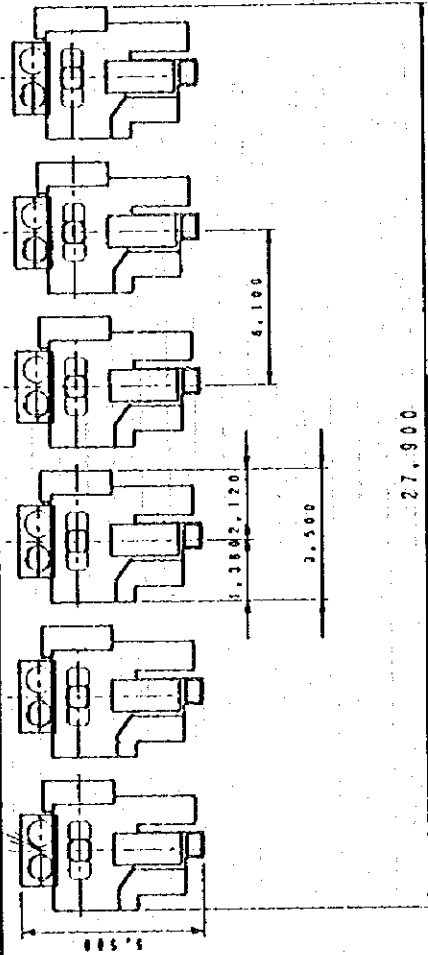
トランスミッションケース・アクセルハウジング混合加工ライン (第3段階)

<レベル1>



マシンニングセンター (HN63C) 製品系材搬入コンベアー

加工完了品搬出コンベアー



ライン構成:

マシンニングセンター 12台

加工プログラムは2パレット方式

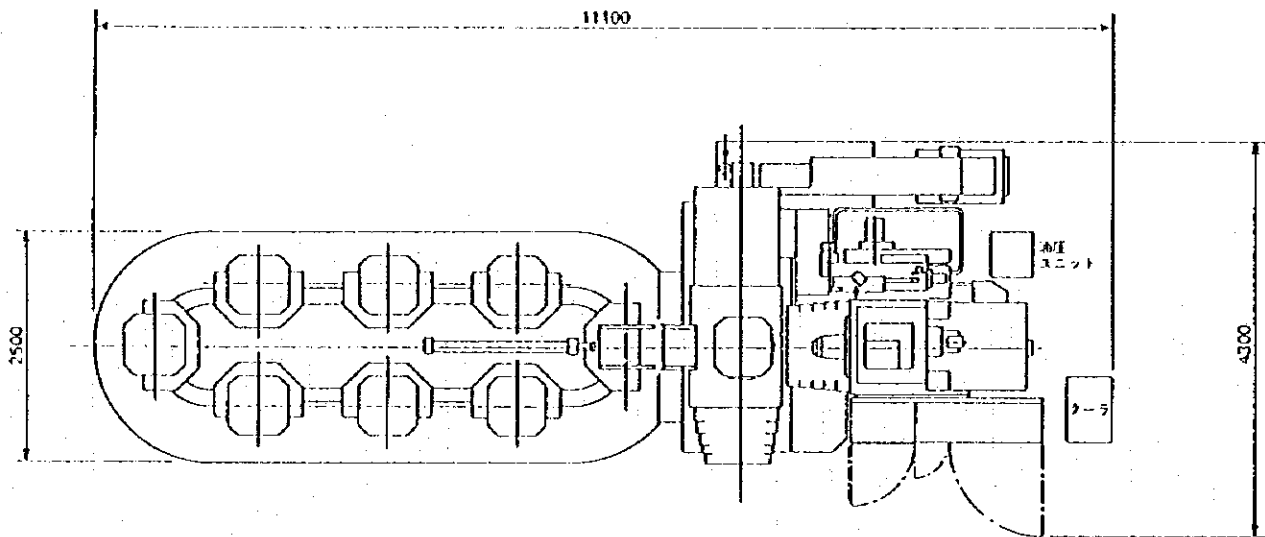
ATC 60本

搬送装置は手動ローラコンベアー

加工機への搬入・搬出・取付は手動

システム <レベル2>

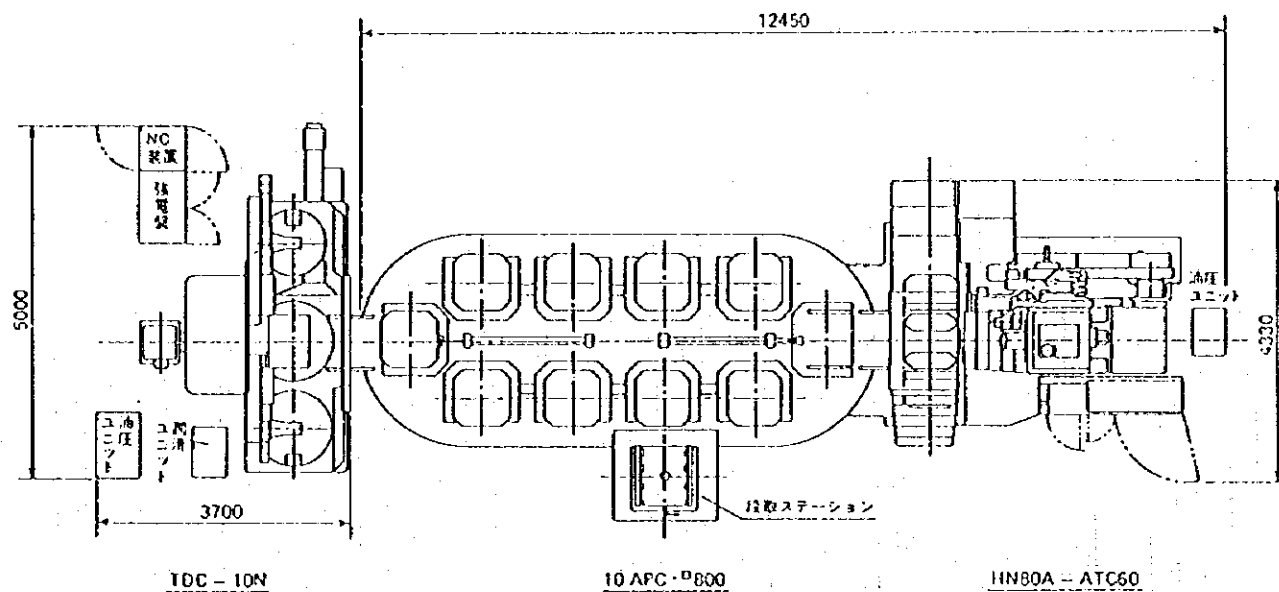
ユーザー名：建設機械
加工物名称/材質：ミッション関係/FCD



ソフトウェア機能	加工監視装置	ハードウェア構成	最大寸法	600L×300W×240H, 120kg
	<ul style="list-style-type: none"> 自働芯出し モニタリング1 (CM, TL, TD) 	<ul style="list-style-type: none"> 精彫マシニングセンタ HN63A×1台 多面APC 8APC×1式 	加工物	種類/生産量
				31種/1110個
				ロットサイズ
				30~50個
				平均加工タイム
				108分/ヶ
			特性事項	工具の種類
				300種以上
				稼働時間
				24時間(1又は2直)
				作業人員
				1人3~4時間1名
				資料No.

システム <レベル2>

ユーザー名：鋳物業材
加工物名称/材質：プレス部品/鋳鋼

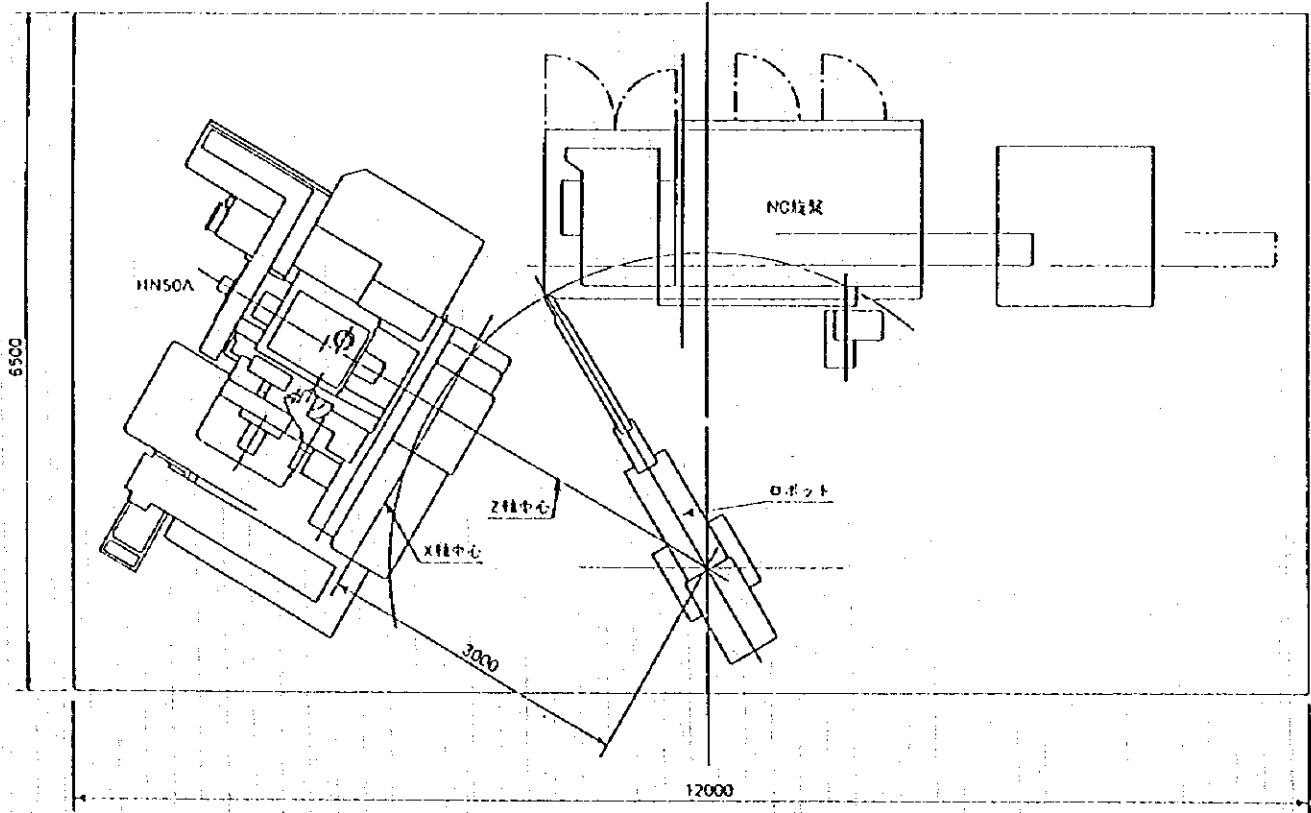


ソフトウェア機能	加工監視装置	ハードウェア構成	加工物	最大寸法	840L×600W×300H、200kg
		<ul style="list-style-type: none"> • 複形マシニングセンター HN80A×1台 • 多面APC(2頭)(ST付) 10APC×1式 • 立放盤 TDC-10N×1台 	種類/生産量		3シリーズ×3種/
			ロットサイズ		3~5個
			平均加工タイム		30分/個
			特性事項	工具の種類	30本
				稼働時間	8時間
				作業人員	1名
			資料No		

システム<レベル3>

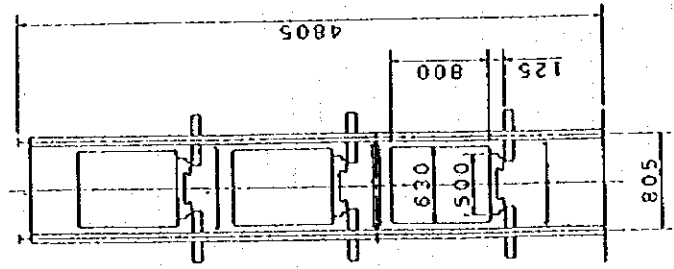
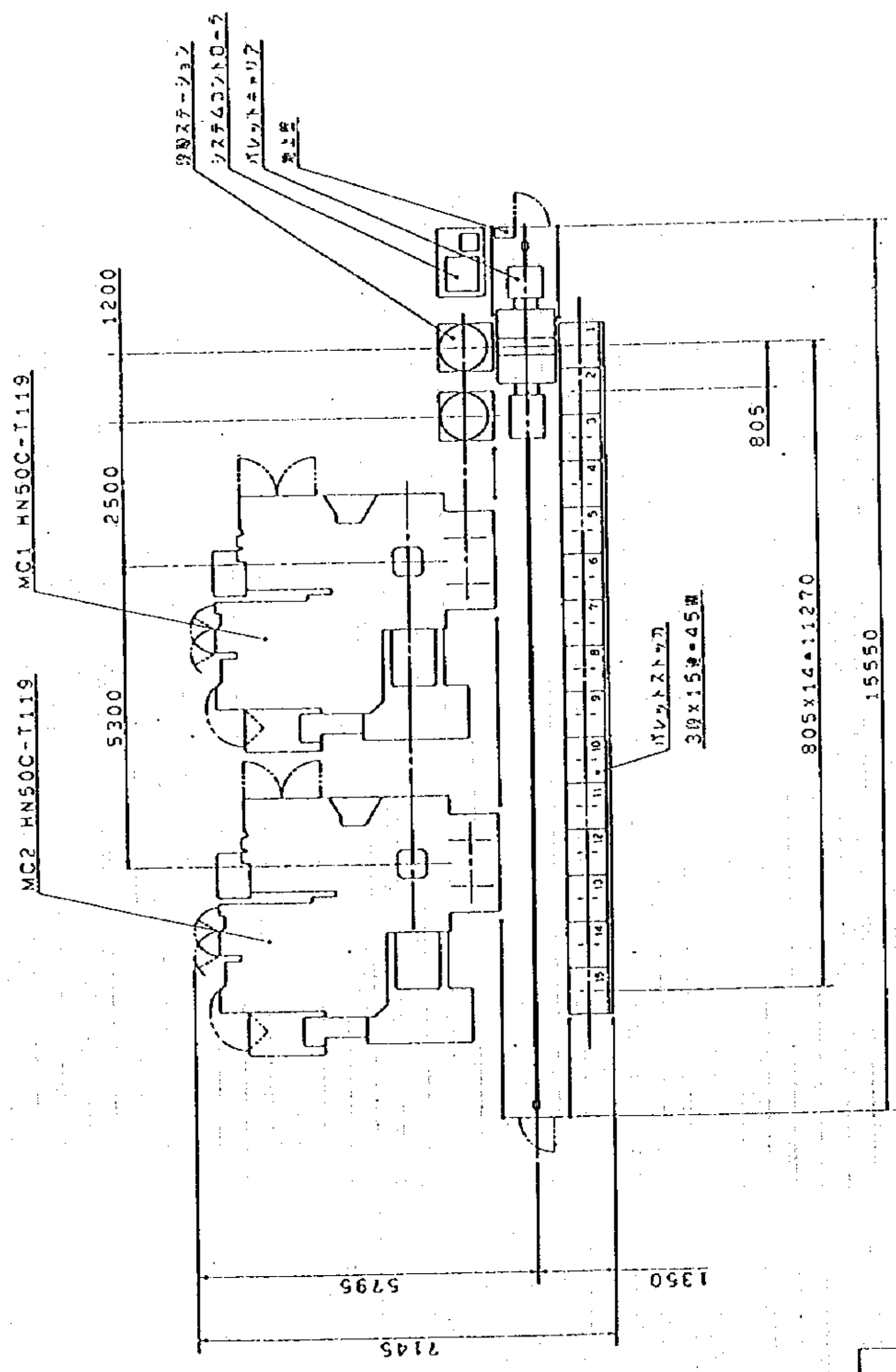
ユーザー名：車両

加工物名称/材質：ボディ/鋁鉄、シャフト/鋼



ソフトウェア機能	加工監視装置	ハードウェア構成	加工物	最大寸法
	<ul style="list-style-type: none"> • 工具折損検出 • 工具寿命監視 • 予備工具交換機能 • 適応制御機能 	<ul style="list-style-type: none"> • 機群マシニングセンター HN50A × 1台 • NC旋盤 A X 250 × 1台 • ロボット SRB-300 × 1台 	種類/生産数 ロットサイズ 平均加工タイム	130φ×455ℓ, 56kg ボディ5種, シャフト5種 30~50個 75MIN
			工具の種類 稼働時間 作業人員	65種 (M/C) 24時間 0.5人
			資料 No.	

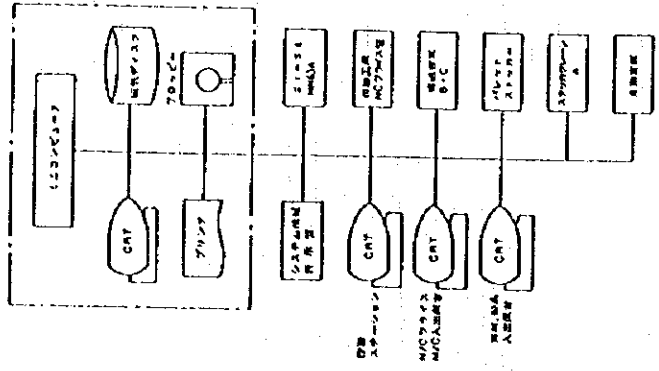
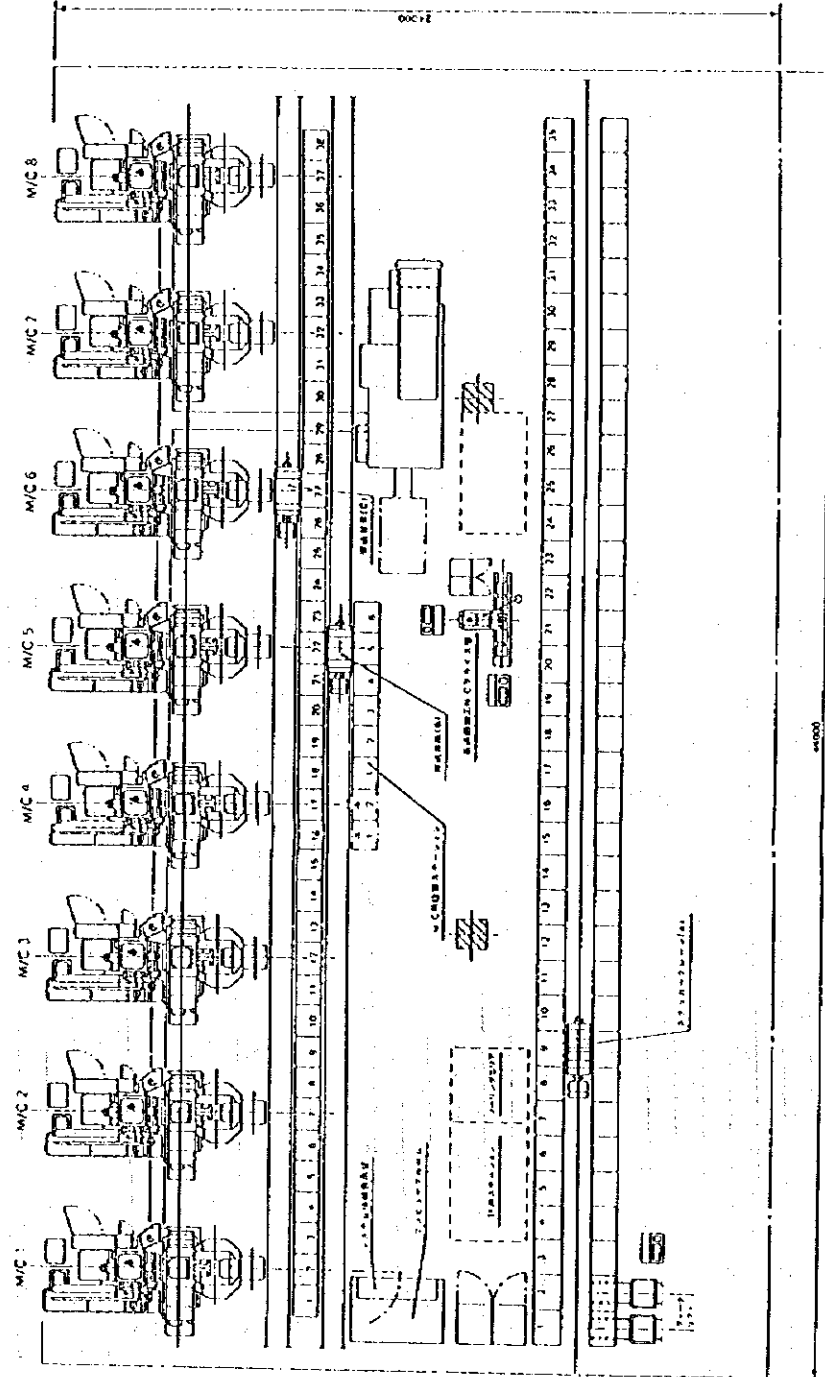
FMS基本レイアウト 2 (パレットサイズ500) <レベル3>



MC台数	2
段取ST	2
棚数	45

システム <レベル3>

ユーザー名：長岡製作
加工機名：M/C 1～8



ソフトウエア機能	ハードウエア機能	最大寸法	1310×100×155mm
加工機名	加工機名	機械/生産量	20機/月計16,000個
加工機名	加工機名	ロットサイズ	100-1,900個
加工機名	加工機名	平均加工時間	13.4分/個
加工機名	加工機名	工具の寿命	35機
加工機名	加工機名	設置場所	24機
加工機名	加工機名	作業員人数	1名
加工機名	加工機名	投資額	2.2億円
加工機名	加工機名	資料 No.	

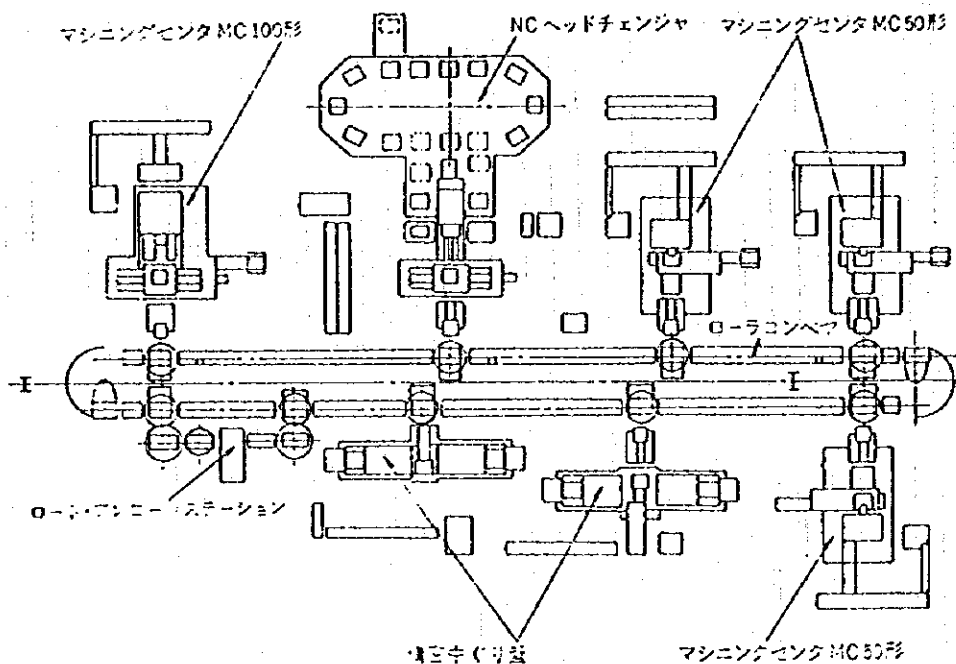
資料-7 FMSについて

FMSは、複数以上のNC工作機、加工ワークの自動着脱装置、工程間の自動搬送装置、加工ワークを一時貯蔵するストッカー、または自動倉庫とこれらを総合的に管理するコンピュータ・運用ソフトより構成されている。FMSの位置づけは、下図で示す様に加工対象ワークの種類の数・ロットサイズの大きさにより採算性は左右され、加工対象ワークの状況（形状、重量、ロット数、種類、要求する生産性等）によりシステムの大きさ、複雑さ、構成ハードの種類、ソフト等多種多様であるが、FMSに関する基本的な考え方を説明する。

FMCは自動化された工作機械、内部搬送装置とそれらの制御機能を持ち、単独稼働が可能な小規模のFMSで、外部搬送システムとの連結すればFMSの基本モジュールに成り得る。

NCトランスファーマシンは、専用トランスファーマシンの高生産性とNC機能及びフレキシビリティを持ち、少種多量生産向きであるが、FMSに比較しフレキシビリティは劣る。

図1 自動車部品加工用FMSの例

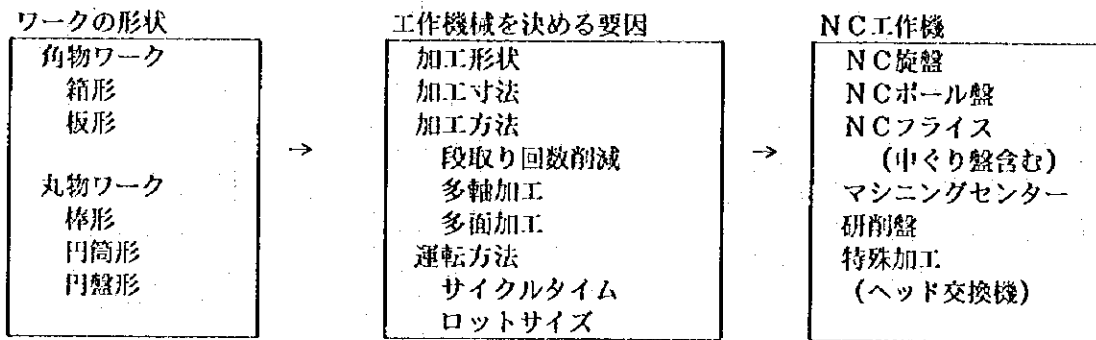


(1) NC工作機

FMSにおけるNC工作機は、システムとしての主役であり、NC工作機は数多くの種類がある。その選択及び適用には、加工ワークとの関連性・システムとしての構成・運転方法を考慮し選定する。

①ワークの加工方法による選定

ワークの加工方法に最も適したNC工作機の選定方法は、構成されるシステムの大きさ、投資金額の影響も受けるが下記に示す。



②加工精度確保機能

検出目的	検出対象	センサー
切削異常検出 (工具磨耗検出を含む)	振動 切削負荷トルク 切削推力	振動加速度センサー 主軸モータ 送りモータ
工具折損検出	音 工具長 加工開始時期	AEセンサー リミットスイッチ・エアーマイクロ等 電気接点、主軸モータ等
工具寿命監視	工具使用累積時間	NC内部タイマー
AC切削	振動 切削負荷トルク 切削推力 主軸変位	振動加速度センサー 主軸モータ 送りモータ 歪みゲージ
熱変位補正	主軸熱変位	温度センサー
機械原点補正	基準穴の中心座標	タッチセンサー
工作物検出	被測定物の座標	タッチセンサー
自動芯だし	工作物の基準座標	タッチセンサー
工具長自動補正	工具長	タッチセンサー

③ ツーリングシステム

- ・ FMSでは数多くのツールが使用され、ツーリングシステムは運営、システムの効率的運用から非常に重要である。
- ・ ツールの自動交換
- ・ ツールの自動搬送
- ・ 加工能率向上のためのツーリングシステム
- ・ 工具寿命と折損監視
- ・ 自動計測
- ・ 多機能工具

(2) ローディング・アンローディング装置

NC工作機に加工ワークの取付け取り外しを行う装置で、次項で述べる自動搬送装置と共にワークの流れの自動化を行う装置である。ワークの形状・寸法により適用される装置は異なる。

ローディング・アンローディング装置の選定は、ワークの加工方法による選定を示したが、NC工作機械の種類、自動搬送装置との関連、システムの運転方法・融通性及び保守、ワークの段取りとの関連性を考慮し選定する。

ローディング・アンローディング装置		角物ワーク	丸物ワーク
NCパレット	APC	○	○
MHロボット	円筒座標ロボット	○	○
	直角座標ロボット	○	○
	多関節ロボット	○	○
オートローダ			○
オートクレーン		○	○

(3) 自動搬送装置

FMSで用いられる自動搬送装置は、コンベヤー系、無人搬送車系が利用されている。丸物ワークのNC旋盤加工が主体の場合、オートローダがローディング・アンローディング装置を兼ね、採用される事が多い。

自動搬送装置は多くの種類・機構があるが、形式選定には下記の要素を考慮する。

搬送装置のフレキシビリティ性、連続搬送方式又はランダムアクセス方式の採用、搬送システムのタイプ（ライン型、ループ型、ネット型）等検討が必要である。

また搬送装置の故障はFMSシステムの稼働率の低下になるため、下記の注意事項が必要である。

- ・ 信頼性の高い（MTBFの長い）装置の選定

- ・位置決め制御の確実な搬送装置
- ・安全性の高い搬送装置
- ・自動倉庫との関連性を重視する
- ・搬送のサイクルタイム

①コンベヤー

ローラコンベヤー、チェーンコンベヤー、ベルトコンベヤー等がある。分岐・合流・ストレージ機能を有するものもある。連続的に運ぶことができるので搬送能力は大きい。固定装置であるため、レイアウトの自由度は少ない。

②有軌道型無人搬送車

モノレール、スタッカークレーン、電動式搬送車等外部から電源供給し動く。専用の軌道を走行する為高速運転が可能である。

③無軌道型無人搬送車

無人搬送車と無人フォークリフトが利用されている。地上に固定設備が必要なくなり、分岐、合流や回転ができるため、レイアウトの自由度が高い。また必要に応じ台車の数を増減でき、工程管理に合致した運転も可能である。

(4)自動倉庫

保管重量・保管個数により下記の装置が利用されている。

- 立体自動倉庫
- 水平型回転ラック
- 垂直型回転ラック
- 流動ラック

自動倉庫の選定に際し下記の検討が必要である。

- ①自動倉庫におけるワークの保管方法
- ②自動倉庫への入出庫に伴う自動化
- ③自動倉庫と外部機能との関連
 - ・ワークの段取り装置
 - ・ワークの選別装置

(5) FMS制御システムとソフトウェア

FMSの制御システム対象は、NC工作機、ローディング・アンローディング装置、自動搬送装置、自動倉庫等を制御する機能と、生産計画に基づく製造管理機能を併せ持つ事が必要条件である。

【FMSのソフトウェア】

FMS生産のフレキシビリティは、生産計画から製造管理に至る一連の管理情報に関連し、FMSラインの加工ワークの流れに対応した情報の流れとして位置づけられ、オンラインソフトとオフラインソフトに区分される。

①オフラインソフト

一般的にオフラインソフトを下記に示す。

製造管理に関するソフト	加工スケジューリング
NC加工用ソフト	加工実績管理ソフト
治工具管理ソフト	NCプログラム作成用ソフト
倉庫管理ソフト	NCプログラム編集機能
ショップ把握ソフト	工具管理ソフト
	治具管理ソフト
	ワーク入出庫管理ソフト
	治工具入出庫管理ソフト
	NC履歴管理ソフト
	現状把握ソフト

②オンラインソフト

オンラインリアルタイムで処理されるソフトを下記に示す。

DNC制御(機械装置制御)	データ電装制御ソフト
自動搬送制御	インターフェースに関するソフト
自動倉庫	
自動運転監視ソフト	加工状況監視ソフト
	加工物制御ソフト
自動計測ソフト	自動計測ソフト
	自動検査ソフト

③自動運転に対応した周辺技術

FMSラインにおいて構成する各装置が完全に自動化ラインとし無人化運転が行われるのが理想である。システムとして障害要因を早めに検知し、対応する必要がある。装置の故障、異常診断機能について下記に示す。

(自動運転監視機能)

加工状況監視機能	<ul style="list-style-type: none">・工具磨耗検出装置・工具破損検出装置・適応制御装置・加工監視装置
インプロセス計測機能	<ul style="list-style-type: none">・寸法精度監視機能
加工物制御機能	<ul style="list-style-type: none">・加工物認識装置・加工物姿勢制御・加工物精度補償装置
故障診断機能	<ul style="list-style-type: none">・CNC装置・シーケンスコントロール・駆動モータ等

資料-8 統計的品質管理の7つ道具

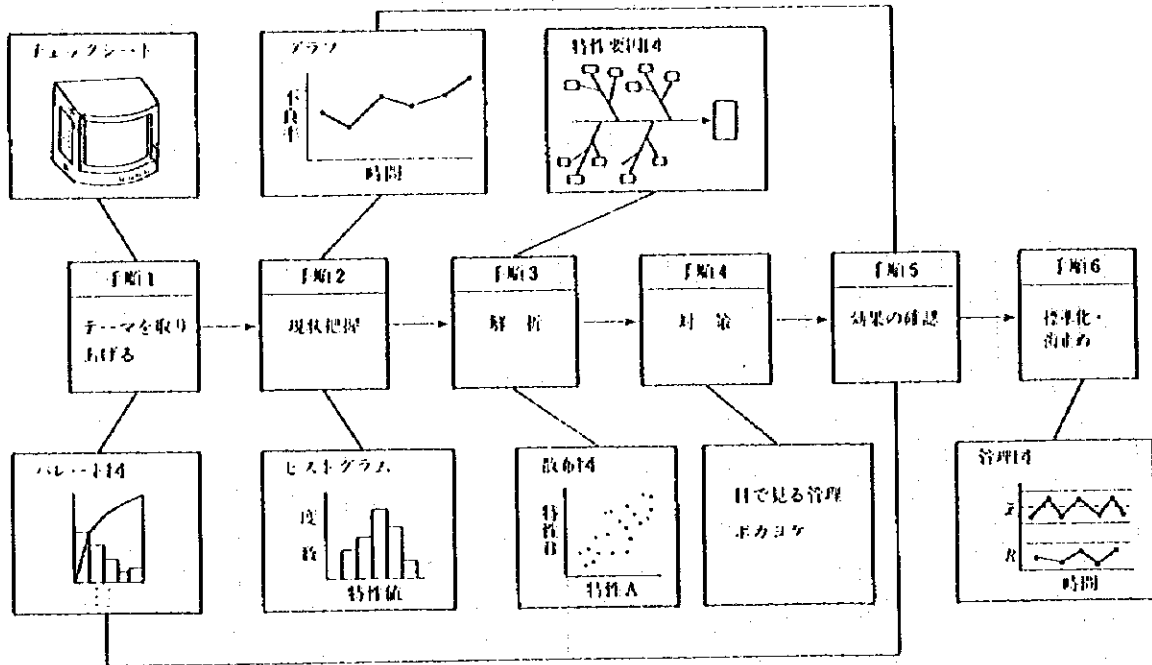


図1

1) パレート図

不具合項目を具体的に細分化して、多いもの順に並べた図である。どの部分から着手すれば不具合の絶滅がもっとも効率よくいくかを知ることができる。例えば図1の1位及び2位の項目を合わせると、全体の70%を占めているので、他の項目の対策をとるよりも効果は大きい。

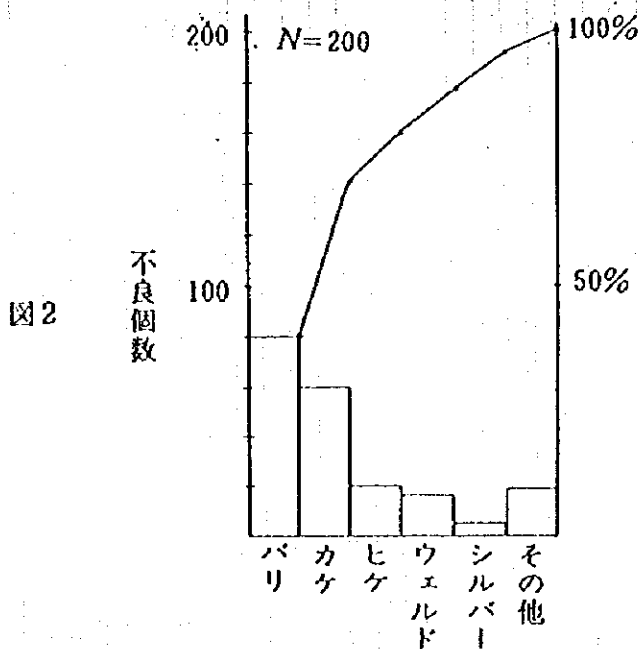


図2

[2] ヒストグラム

データを大別すると連続した値として測定できる計量値と、1つ2つと個数で数える計数値とがある。データがどのようにばらついているのかを捉えるには、計数値データの場合には度数分布図で、計量値データの場合にはヒストグラムが用いられる。これによってデータのばらつき姿がわかる。

図3

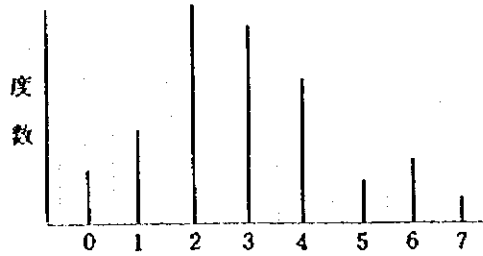
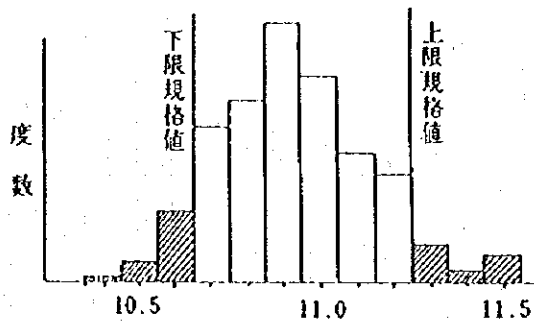


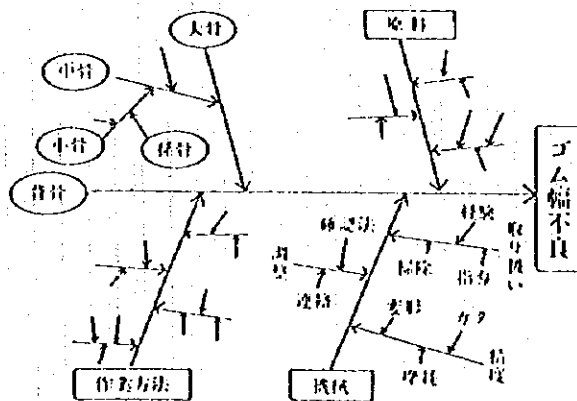
図4



[3] 特性要因図

問題点についての解析を行う際に最も多く利用される。これは不具合や問題点という特性にどのような原因（要因）が関わりを持ち、影響しているかを描き表した図である。グループで討議をする時に効果的多くの要因を出すことができる。

図5



[4] チェックシート

データの個数を項目別に集計整理し易くした記録用紙である。

図6

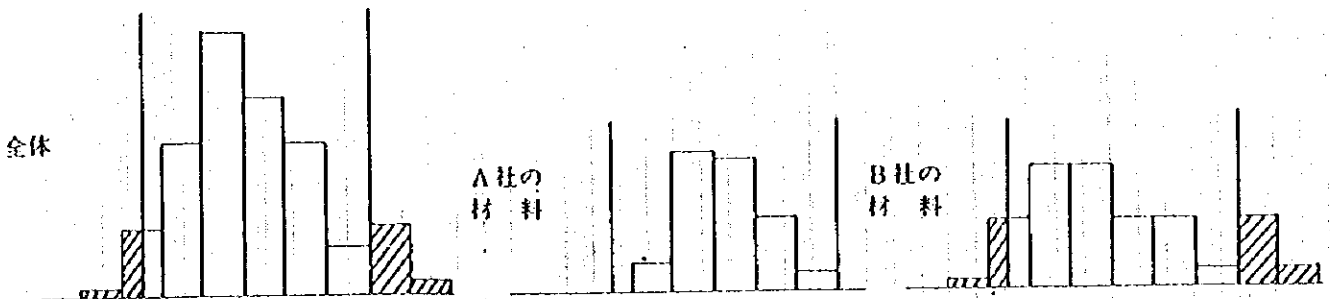
試 験 材 料 / 材 料	A	B	C
1 号	////	////	///
2 号	///	///	////
3 号	///		///
4 号	///	/	/

[5] 層 別

収集されたデータを採られた条件に従って分類する方法で、最も簡単であるが原因を捉えるには効果のある方法である。

ある特性のばらつきが大きく、規格を外れる割合が大きい原因のひとつとして使用する材料があげられた。そこでA、B両社の材料によって作られた製品の特性を別々にしてヒストグラムを描いたところ、図のようになった。A社ではあまり問題ないが、B社の材料を用いるとばらつきが大きくなることが判明した。

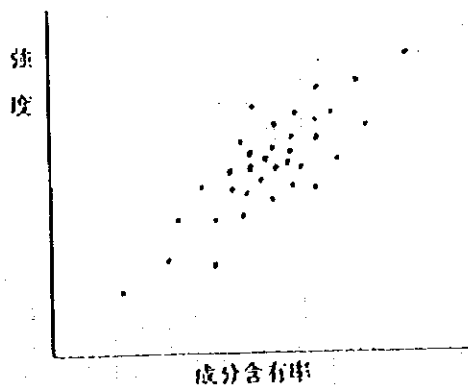
図7



[6] 散布図

データ同士を対にして特性間の関係をつかむ方法で、両特性が正規分布をしており、特性間に直線関係がある場合に相関関係があるという。

図8



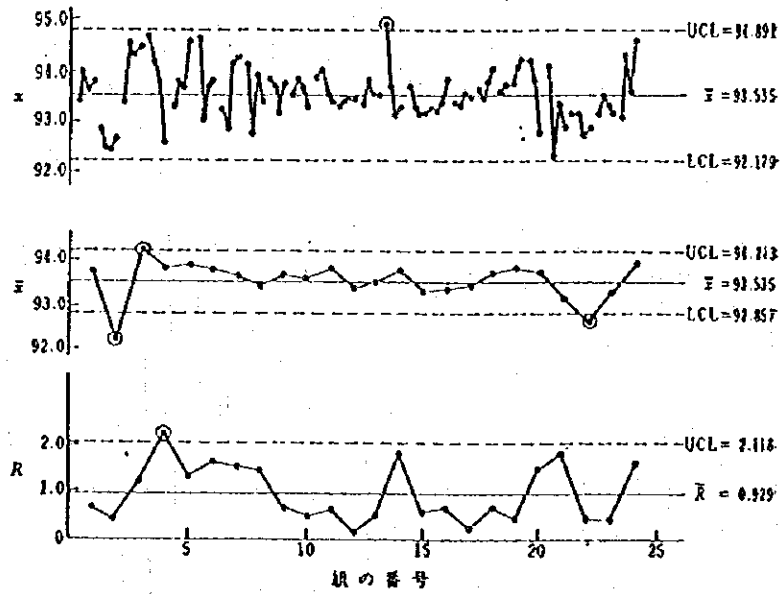
[7] グラフ、管理図

当工場では採られたデータを表にしてまとめてあるが、グラフ化はあまり行わないようである。しかし二人以上が集まって問題を討議、検討するような場合は、データをグラフ化することによって内容を分かりやすくし、共通の認識ができ、説得力を得ることもできる。

棒グラフ、折れ線グラフ、円グラフ、帯グラフなど用途に応じて上手に使いこなすべきである。

また横軸に時間の経過をとり縦軸に特性をプロットした折れ線グラフに管理線を記入したグラフを管理図という。これによって母集団が安定しているか、何か異常があったかどうかを知ることができる。

図9



資料-9 鑄造工場における品質管理・改善の進め方

1. 管理のステップ

製造現場の重要な仕事は、現場の管理と改善である。管理の仕事とは、作業が決められた基準どおり、指示した方法で正しく行われているかを調べて、決められたこと、指示したことから外れていればこれを修正し、取り決めどおり行われるように処置することである。改善は現状打破である。また管理は、新しく、高い水準において元に戻らないようにする歯止めといえる。これら両者の働きは車輪のように両々相まって職場をよくしていくものである。そこで品質管理に当たっては、QCストーリーに沿って行うことが重要である。QCストーリーは、次のステップで進められる。

【第1ステップ：計画（PLAN）】

作業の目的を決める。

(1) どんな目安（管理項目）で管理するかを決める。職場の重要管理項目としては、品質・量コスト・納期（時間）・安全・モラルなどがある。

(2) 目的を達成する方法を決める。

- ①設備・機械・器具・治工具を決める。
- ②作業のやり方・作業条件・手順を決める。
- ③原料・材料・部品などを決める。
- ④計測方法、検査方法、試験方法、工程中・製品のチェック方法を決める。
- ⑤どんな特性（データ）で作業していくかを決める。

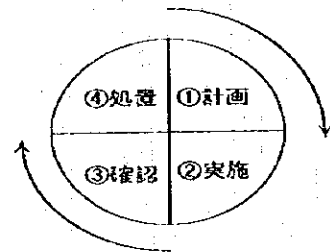


図1 QCストーリーのサイクル

【第2ステップ：実施（DO）】

基準どおりの作業を実施するステップ。

- ①作業のやり方（作業標準）を教育・訓練する。
- ②作業を実施する。
- ③決められたやり方で作業の結果のデータを採る。

【第3ステップ：結果確認（CHECK）】

作業状況および結果を調べて評価し、確認するステップ。

- ①基準どおりの作業が行われているかどうかを調べる。
- ②工程・製品に関する測定値や試験の結果が基準と合っているかどうかを調べる。
- ③管理項目（作業の目的とした特性値）が狙いの値となっているかを調べる。

【第4ステップ：処置（ACTION）】

第3ステップで調べた結果に基づいて処置を取る。

- ①作業基準から外れておれば、基準どおりになるように修正を処置を取る。

- ②異常な結果が認められれば、その原因を調べて、その原因を取り除く。
- ③各ステップの進め方・全体の管理のやり方を良くするアクションを取る。

このような形で標準化された製造工程の管理基準をまとめたものがQC工程表である。鋳造工程について、当社の作業内容によって整理したものを表1に示す。

管理項目は品質特性と製造管理特性に分けて示してあるが、これらの管理項目および特性値については、日本の例を示しているので、工場の実態に合わせる必要がある。管理を行う上で必要な帳票類については、管理資料として整備する必要がある。

またこの表には、異常処置欄を設けなかったが、各工程について異常が発生した場合の処置方法を記載する必要がある。

2. 標準の作り方・守らせ方

この様な形でQC工程表が完成すれば、これらの内容を守るために作業標準を作成する。作業を安定させ一定の水準を保つためには色々な標準が必要である。職場においては、特に作業標準が大切である。作業標準では、作業のやり方及び設備、機械、原材料、部品、計測、検査、安全などを取り決める。また標準を守らせるための要件としては、次の点があげられる。

- ①標準・取り決めに尊重し、それを守る意欲のあること。
- ②標準をみんなに良く判らせること。納得させること。
- ③わかりやすい標準とすること。
- ④守りやすい標準とすること。
- ⑤標準を取り決める際、作業者にも参加してもらい、アイデアを取り入れること。
- ⑥標準外の作業が未然に防止されるような工夫をしておくこと。＝フルブルー成型作業標準の例を資料10(1)・(2)に示す。

3. アクションの取り方

作業の結果について異常や不具合が見つかったら、それを直すアクションが必要である。即ち、当面の修正アクションである。更に、今後そのような異常や不具合が再び発生しないようにするアクションを忘れてはならない。これが歯止めのアクションである。また、作業で何か改善を行った時も、改善された高い水準を保持するために歯止めが必要となる。

総合的にこれらの管理を定着させる要件としては、次の点が上げられる。

- ①標準（取決め）が確実に実行されている。
- ②標準が確実に行われるための手が充分に打たれている。
- ③異常や不具合が発生しないように予防の手が打たれている。即ち、異常や不具合の原因を取り除くような標準であり、解析が行われている。

表1 QC工程表

工工程 種別 番号	工工程 名	工工程 内容	品質管理特性			管理方式 全 数 取 り	検査 方法	検査 時期	検査 場所	検査 項目	検査 基準	検査 結果	検査 担当者	検査 日	検査 場所	検査 結果	検査 担当者	検査 日	検査 場所	
			品質管理特性	管理方式	検査方法															検査時期
12	部品検査	部品検査	不良率	0.1%	0	目視	作業現場	作業員	部品検査	不良率	0.1%	作業員	作業日	作業日	作業日	作業日	作業日	作業日	作業日	作業日
13	組立検査	組立検査	不良率	0.1%	0	目視	作業現場	作業員	組立検査	不良率	0.1%	作業員	作業日	作業日	作業日	作業日	作業日	作業日	作業日	作業日
14	包装検査	包装検査	不良率	0.1%	0	目視	作業現場	作業員	包装検査	不良率	0.1%	作業員	作業日	作業日	作業日	作業日	作業日	作業日	作業日	作業日
15	出荷検査	出荷検査	不良率	0.1%	0	目視	作業現場	作業員	出荷検査	不良率	0.1%	作業員	作業日	作業日	作業日	作業日	作業日	作業日	作業日	作業日

○:合格, △:再検査, □:不良, ○:作業者, □:検査員, ○:検査員, △:検査員

工工程 種別 番号	工工程 名	工工程 内容	品質管理特性			管理方式 全 数 取 り	検査 方法	検査 時期	検査 場所	検査 項目	検査 基準	検査 結果	検査 担当者	検査 日	検査 場所	検査 結果	検査 担当者	検査 日	検査 場所	
			品質管理特性	管理方式	検査方法															検査時期
16	部品検査	部品検査	不良率	0.1%	0	目視	作業現場	作業員	部品検査	不良率	0.1%	作業員	作業日	作業日	作業日	作業日	作業日	作業日	作業日	作業日
17	組立検査	組立検査	不良率	0.1%	0	目視	作業現場	作業員	組立検査	不良率	0.1%	作業員	作業日	作業日	作業日	作業日	作業日	作業日	作業日	作業日
18	包装検査	包装検査	不良率	0.1%	0	目視	作業現場	作業員	包装検査	不良率	0.1%	作業員	作業日	作業日	作業日	作業日	作業日	作業日	作業日	作業日
19	出荷検査	出荷検査	不良率	0.1%	0	目視	作業現場	作業員	出荷検査	不良率	0.1%	作業員	作業日	作業日	作業日	作業日	作業日	作業日	作業日	作業日

- ④異常や不具合が起こりそうな気配がある時、異常を防止する手がすぐに打てる。
 - (a)異常や不具合に先行するデータを取っておいて、データに変化が見えたら直ちに異常を押さえるアクションが取れるようになっていること。
 - (b)先行データにはどんな物が適切か、良く調べておくこと。
- ⑤不注意等による誤り、ミスが起こりそうになった時、それが未然に防止される。
 - (a)フルブルーフの工夫・色分け・置き方・作業手順・配置・仕事の分担・環境・計測器・治工具や補助の道具などの配慮が成されていること。
- ⑥作業の状況がどう変わっているかデータが採られて、十分に伝達されている。作業は次々変化しているので①～⑤に役立つデータが採られ、現場に徹底されていること。
- ⑦改善の手掛かりとなる情報・作業の安定を乱す原因等が職場で正しくつかまえられて関係者に伝えられ、解析され、対策がすぐに打たれるようになっていること。

4. 改善の進め方

改善に当たっても先に述べたQCストーリーのサークルを廻して進めるのが効果的である。その進め方を以下に示す。

- ①計画では、目的を決め、それを達成する方法を検討する為に必要な情報（データ）を集め分析を行う。

どんなデータを集めたらよいかを検討する時に、特性要因図を使うと有効である。

実際にデータを取る時には、チェックシートを使うと要領よくデータが取れる。

データの分析では、決められた目的に対して問題点を絞り込むための方法として、データの特徴を検討するためにバレート図を描いてみる。

例えば、当社における不良の実態はどこに問題があるのかを検討するために見たのが先に述べた本文の図4.8の廃品の不良原因別バレート図である。この図を見るとブローホールが全体の1/3と群を抜いて多いことが判る。このブローホールを無くす対策を立てて改善することである。また、2位・3位も砂噛みなど鋳物砂に関する欠陥が上位を占めている。

問題点がはっきりしたら、その問題点が現状でどんな状態になっているかをデータで確認する必要がある。現状を把握するために、現在取られているデータの申から、鋳物砂試験結果のデータを図にしたものが本文・図6.9である。この図から、現在使われている鋳物砂は、水分が多く、通気度が悪いことが指摘される。

問題点が明確になったら特性が明らかになるので、原因を探すために図2に示すような特性要因図を作成する。特性要因図から重要と思われる要因（原因）を選び出す。次に選びだした要因についてデータを取り、事実関係を確認することになる。このような点については、今後、十分な検討が必要である。

5. QCサークルによる改善の着眼点

(1) 問題意識を持つこと

職場にはたくさんの問題がある。今までの作業がよくても、明日はそのまま良いとは限らない。即ち、今現在が良くても、それは問題がないことにはならない。

全員が問題意識（どこかに問題はないか？何が問題かを追求する態度）を持つこと。

自分の工程ばかりでなく、前工程や関連のある工程との関係にも配慮する。

品質に問題がなければ、より早く、より楽に、より安全に、より少ない工数で出来ないか？

もっと量が出来ないか？もっと仕掛かりが減らないか？など広く取り上げる。

(2) 職場に密着した問題を取り上げる

職場の身近なところに問題の手掛かりがたくさんある。職場で日常の作業をしながら良く観察し、注意していること。

(3) 管理項目＝目の付け所を明確に

職場での問題点の発見に役立つチェックリストの例を表3に示す。

表2 職場改善の進め方手順

ステップ	ポイント	進め方
(1)問題点発見	問題意識・目的の明確化 現場に密着して進める 管理項目：目の付け所の明確化 現状の観察と把握 データの収集・データの評価	サークルで衆知を集める 他のサークルの知恵を借りる 層別したデータ・特性要因図・ ヒストグラム・グラフ・管理図 の活用
(2)事実を集め、 目標を決める	チェックリストの活用・5W1H・4M (Man, Machine, Material, Method)・3ム(ムリ・ムラ・ムダ)	チェックリスト・バレット図・ 層別データ・グラフ観察 ブレインストーミング
(3)事実を解析し、 改善方法を検討 する	みんなで改善意見を出す要因解析 固有技術との結合	特性要因図・ヒストグラム・ バレット図・チェックリスト・ グラフ・管理図・フローチャー ト・実験計画・相関分析・IE 手法・KJ法
(4)改善計画を作る	みんなの意見をまとめる 計画の整理・上司の承認 分担・進捗の管理、協力体制	アローダイヤグラム 日程表 QC工程図
(5)改善の実施	分担を決める・日程計画を立てる データをしっかり採る 新しいやり方(標準)の作成と実施 治工具・計測器の工夫をする 他への影響を注意する 見込んだ結果と比べる	
(6)効果のチェック と標準化	改善の前後の比較・効果を確かめる 標準の改定・周知徹底・納得 新標準に慣れる・訓練 他への影響を広範囲に調べる	管理図 治工具・その他の工夫 作業標準
(7)管理の定着	歯止めの方策を立てる フールプルーフ的配慮 プロセスのチェック方法を確立する	管理方式の決定

(4) 現状の観察と把握

職場では異常・不具合・管理項目などに付いてよく観察し、実情を把握すること。現象の解析を徹底的に行ってから原因の追求に入ること。

「何処で・何時・どんな条件で・どんなふうに見えるか？」と言うデータを採る。

(5) 衆知を集めること

QCサークル活動のよい点の一つは、皆で考え、知恵を出し合い、分担し合って問題に取り組んでいくところにある。問題解決も一人でなく、大勢で衆知を集めること。現状観察すにも、一人で全部見るのではなく、分担してみんなで見る必要がある。ただ考える・分担するだけでなく、その気でやる（目的意識・問題意識を持って取り組む）かどうかにより結果は変わる。

職場のどんな所に問題があるかをはっきりさせることは、改善の第一歩として大切である。場には色々多くの問題があるが、その中から重要なものを比較して絞っていく時にはチェックリストが有効である。各項目につき現状はよいか悪いか？、問題がいくつかある場合はどちらが重要か？、どちらを先に潰すべきか？、自分の所だけの問題か？、よそとも関連があるか？等を調べる。

QC 7つ道具やIE手法など、改善を進めていくための手法と、固有技術（電気・機械・化学・物理・冶金など）、さらに、応用的な製造技術や経験を結び付けて初めて効果が現れる。

表3 職場の問題点発見のやり方（チェックリスト）

①品質

- ・品質の水準は望ましいか？平均はよいか？バラツキはよいか？
- ・品質の測り方はよいか？はっきりしているか？
- ・品質のデータは採られているか？層別されているか？
- ・品質は安定しているか（管理状態にあるか）？異常の起こり方はどうか？
- ・品質についての苦情はどうか？また、次工程・お客さんの声はどうか？
- ・手直しは多すぎないか？手直しは適切に行われているか？
- ・不良品の処置はよいか？
- ・品質の標準は明確か？正しく伝達されているか？
- ・判定基準はよいか？次工程（お客さん）の意見が正しく入っているか？
- ・品質データは適切に判っているか？個人差や判定誤差・不確かなデータはないか？

②コスト

- ・コストははっきり採られているか？コストは高すぎないか？
- ・コストは層別されているか？細かく分けてあるか？
- ・他の部署の責任によって修正されているか？

- ・コストに効いている要因は何か？
- ・工数や時間に無駄がないか？材料・部品はどんな影響があるか？
- ・原単位はコストにどう効いているか？購入品の価格はどう効いているか？

③設 備

- ・稼働状況はよいか？休止・故障・稼働率・能率はよいか？
- ・自動化はよいか？機械化はよいか？人間との関連はよくとれているか？
- ・保全・修理はよいか？手間が掛かっているか？
- ・レイアウト、品物の流れ、取り組みはよいか？

④ミ ス

- ・作業ミスは多いか？
- ・ミスの原因は判っているか？ミスの対策は採られているか？
- ・フルブローフの工夫はよいか？個人による差はあるか？
- ・時間、位置などでミスの発生に差があるか？検査、情報などのミスはあるか？
- ・データ、品物は正しく層別されているか？間違ったり混ざったりしていないか？

⑤能 率

- ・生産性の目安は適切に採られているか？生産性はよいか？
- ・生産量はよいか？データはよいか？
- ・生産性のデータが良く層別されているか？
- ・生産性に何が効いているか？時間・量・人・材料についての解析はよいか？
- ・時間分析＝待ち時間・ムダ時間の解析、連合作業などの時間研究、各動作の標準時間など適切に採られ、うまく解析されているか？ムダな作業はないか？
- ・作業のタイミングはよいか（特に連合作業の場合）？
- ・在庫仕掛かりはよいか？
- ・進捗管理、生産管理のやり方はよいか？

⑥管 理

- ・目標、目的ははっきりしているか？標準は正しいか？大丈夫か？
- ・正しく伝達されているか？徹底されているか？
- ・遵守されているか？守られない原因は判っているか？
- ・標準化は充分か？足りないところは何か？標準化できない原因は何か？
- ・作業上のアクションと取り方はよいか？
- ・アクションの結果がデータでチェックされているか？
- ・先手を打つアクションになっているか？管理点はよく決められているか？
- ・不良や故障など異常に対する再発防止の手はよいか？それが現在も守られているか？
- ・歯止めはよいか？

⑦ 人

- ・みんなやる気を持っているか？不満だけを持っている人はいないか？
- ・ざっくばらんに話が出来るか？人の言うことを聞く耳を持っているか？
- ・人間関係に問題はないか？
- ・教育訓練はよいか？モラルはよいか？
- ・チームワーク、QCサークル活動はよいか？
- ・勉強、自己啓発、相互啓発は適切に行われているか？
- ・出勤率は充分か？サークル会合の出席率は？
- ・楽しそうにQCサークル活動をやっているか？
- ・情報などの伝達はよいか？

⑧ 安全

- ・安全対策はよいか？
- ・人間の注意力だけに頼っている安全対策ではないか？不注意でも大丈夫か？
- ・安全教育はよいか？
- ・整理・整頓などについての環境はよいか？
- ・疲労、不注意など人間工学的な配慮はよいか？

⑨ 環境

- ・環境はもっと良くなるか？
- ・環境が品質、能率、ミスなどに影響を与えていないか？
- ・人間工学的な配慮はよいか？
- ・姿勢、適性、配置などはよいか？

⑩ 職場のレベルアップ

- ・QCサークル活動の活発化の手はよいか？
- ・職制との関係、職場への密着、自主性（自己啓発、相互啓発）などQCサークル活動の基本は正しく行われているか？
- ・方針と対策はよいか？
- ・勉強は充分に行われているか？

【問題点発見のやり方（チェックリスト）4Mによる追求】

① Man（作業者）

経験、技量、個人差、適性配置、健康関係、品質意識、標準遵守、作業態度、スキル、教育、訓練、姿勢、環境

② Machine（設備、機械）

生産能力・工程能力（工程品質能力）点検、故障、保全、材質、給油、寸法、数、方法、計測、治工具交換・破損、手直し、整頓、レイアウト、姿勢、物の流れ、標準時間、

自動化、機械化

③ Material (材料資材)

銘柄、等級、材質、数量、品質、異材混入、取扱、仕掛かり、ロット別管理、納入者、倉庫の保管、受払

④ Method (方法、やり方)

作業標準、順序、不具合、作業場、配置、作業難易度、重筋、運搬、調整、環境(温度、湿度、照明、通風、ガス、振動、騒音、臭い)整備、段取り、待ち、ムダ時間、標準時間、マン・マシン関係、連合作業、組作業

資料-10 (1) 溶解作業標準

製造作業標準		No		1																																																	
キューボラ溶解	溶解作業標準	管轄	铸造分級	8																																																	
<p>1. 適用範囲 : この標準は、キューボラによる溶解作業方法について定める。</p> <p>2. 作業の範囲 : 作業の範囲は、次のブロック図に示すとおりとする。</p> <div style="text-align: center;"> <pre> graph LR A((炉修)) --- B((装入)) B --- C((溶解)) C --- D((出湯)) D --- E((後作業)) </pre> <p>作業範囲ブロック図</p> </div> <p>3. 使用材料及び資材 : 表1に示すとおりとする。</p> <p style="text-align: center;">表1. 使用材料・資材一覧表</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>区分</th> <th>名称</th> <th>規格・仕様</th> <th>単位量・荷姿</th> <th>特性・内容</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">溶解地金</td> <td>鉄 鉄</td> <td># 1 8 # 2 2</td> <td></td> <td>材料規格による</td> </tr> <tr> <td>鋼屑 戻り屑 鉄合金</td> <td>炭素鋼 社内鋳物屑 Fe-Si, Fe-Mn</td> <td></td> <td>非合金鋼 材料規格による</td> </tr> <tr> <td>添加材料</td> <td>接種剤 球状化剤</td> <td>Fe-Si, Ca-Si R, E-Mg</td> <td></td> <td>材料規格による 材料規格による</td> </tr> <tr> <td>溶解材料</td> <td>コークス 石灰石</td> <td>C>90%, S<0.8, 灰分<9 CaCO₃>95%</td> <td></td> <td>良質鋳物用コークス 材料規格による</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">耐火物</td> <td>耐火煉瓦</td> <td></td> <td></td> <td>材料規格による</td> </tr> <tr> <td>耐火丸鋸</td> <td></td> <td></td> <td>材料規格による</td> </tr> </tbody> </table> <p>4. 使用設備・工具類 : 表2に示すとおりとする。</p> <p style="text-align: center;">表2. 使用設備一覧表</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>区分</th> <th>分類記号</th> <th>設備工具名称</th> <th>備 考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>溶解炉</td> <td></td> <td>キューボラ本体 前炉 送風設備</td> <td>7 t, 4.5 t, 4 t, 3 t</td> </tr> <tr> <td>装入設備</td> <td></td> <td>材料自動投入機 リフティングマグネット</td> <td></td> </tr> <tr> <td>出湯</td> <td></td> <td>取鍋</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>各設備・工具の点検は、当該取扱説明書・仕様書によるものとする。</p>					区分	名称	規格・仕様	単位量・荷姿	特性・内容	溶解地金	鉄 鉄	# 1 8 # 2 2		材料規格による	鋼屑 戻り屑 鉄合金	炭素鋼 社内鋳物屑 Fe-Si, Fe-Mn		非合金鋼 材料規格による	添加材料	接種剤 球状化剤	Fe-Si, Ca-Si R, E-Mg		材料規格による 材料規格による	溶解材料	コークス 石灰石	C>90%, S<0.8, 灰分<9 CaCO ₃ >95%		良質鋳物用コークス 材料規格による	耐火物	耐火煉瓦			材料規格による	耐火丸鋸			材料規格による	区分	分類記号	設備工具名称	備 考	溶解炉		キューボラ本体 前炉 送風設備	7 t, 4.5 t, 4 t, 3 t	装入設備		材料自動投入機 リフティングマグネット		出湯		取鍋	
区分	名称	規格・仕様	単位量・荷姿	特性・内容																																																	
溶解地金	鉄 鉄	# 1 8 # 2 2		材料規格による																																																	
	鋼屑 戻り屑 鉄合金	炭素鋼 社内鋳物屑 Fe-Si, Fe-Mn		非合金鋼 材料規格による																																																	
添加材料	接種剤 球状化剤	Fe-Si, Ca-Si R, E-Mg		材料規格による 材料規格による																																																	
溶解材料	コークス 石灰石	C>90%, S<0.8, 灰分<9 CaCO ₃ >95%		良質鋳物用コークス 材料規格による																																																	
耐火物	耐火煉瓦			材料規格による																																																	
	耐火丸鋸			材料規格による																																																	
区分	分類記号	設備工具名称	備 考																																																		
溶解炉		キューボラ本体 前炉 送風設備	7 t, 4.5 t, 4 t, 3 t																																																		
装入設備		材料自動投入機 リフティングマグネット																																																			
出湯		取鍋																																																			
配布先	改訂																																																				
	作成	承認	制定	年 月 日																																																	

製造作業標準		Na	2
キュボラ溶解	溶解作業標準	管轄	8

5. 製造条件：

(1) 材質別地金配合： 材質別の目標成分は、表3に示すものとする。

表3. 目標標準化学成分

材質	C	Si	Mn	P	S	Mg
HT200	3.2~3.5	1.8~2.2	0.6~0.9	≤0.18	≤0.125	-----
HT250	3.0~3.3	1.6~2.1	0.8~1.1	≤0.15	≤0.12	-----
QT450	3.6~3.9	2.4~2.8	0.3~0.6	≤0.10	≤0.03	0.03~0.05
QT600	3.6~3.9	2.1~2.6	0.5~0.8	≤0.10	≤0.03	0.03~0.05

(2) 材質別コークス比： 材質別のコークス比を表4に示す。

表4. 材質別コークス比

材質	コークス比%	鋼屑配合率%	出湯温度℃
HT200	10~13	15~30	1,460~1,490
HT250	12~15	30~50	1,480~1,510
QT450	14~18	50~60	1,510~1,550
QT600	14~18	50~60	1,510~1,550

(3) 材質別投入順序および投入間隔

- ① 操業初期は炭素当量の高い材料を溶解する。
- ② 材質別の操業順序としては、HT200→HT250→QT450のように低級から高級に移行させるものとする。
- ③ 投入間隔は、1時間あたり10回を標準とする。

(4) 床積みコークス高さ： 標準床積みコークス高さを表5に示す。

表5. 床積みコークス高さ

炉内径 mm	床積みコークス高さ mm	仕容容量例
600~750	1,100~1,200	3 t/h
800~1000	1,200~1,300	5 t/h
1050~1250	1,300~1,400	7 t/h

(5) 送風量： 送風量は実質コークス比・溶解速度を基にして次式から算定する。

$$\frac{V}{A} = \frac{4450}{60} (1 + Y_u) K \cdot \kappa \cdot \frac{S}{A}$$

V：送風量 (m³/分)、 A：羽口面の炉断面積 (m²)、

$Y_u = \frac{CO_2}{CO_2 + CO}$ {これはコークス比により支配されるもので経験的に次式を適用 $Y_u \times K \times \kappa = C$ (一定) = 0.045

K：実質コークス比、 κ ：コークス中の固定炭素比率

S：溶解速度 t/h

上式で求めたV/Aが、90~110 m³/分・m² の範囲に有ることを送風量の標準とする。

製造作業標準	溶 解 作 業 標 準	No		3
キュボラ溶解		管轄	铸造	8
<p>6. キュボラ補修方法：</p> <p>(1) 準備作業：伊修に先立ち工具、煉瓦、モルタル、パッチング材等準備する。 モルタル、パッチング材は、混練後1昼夜置いてから使用するのが望ましい。</p> <p>(2) 溶解帯から下部に付着している地金・コークス・スラグを完全に除去する。 著しく浸食された煉瓦は除去し、軽度の場合は地肌が現れるまで表面の付着物を除去する。</p> <p>(3) 煉瓦張り作業：煉瓦は3項に規定のものを使用する。 ・目地のモルタルは、5mm以下とする。 ・煉瓦の積み方は、上下の目地が合わないようにする。 ・羽口の形状・寸法は、所定の木型又は定規を用いて正確に形造る。</p> <p>(4) パッチング作業：パッチング材を塊状又は煉瓦状にして伊修する箇所の下部から順次上方へ積み上げる。張り付け後木槌又はニューマクラマ等でつき固める。</p> <p>(5) 出湯口補修作業：孔明き煉瓦又は煉瓦積みで出湯口を造る。 ・孔明き煉瓦の大きさは、35～40mmφとし、 ・煉瓦積みの場合、35mm×(35～60)mm程度とする。 ・煉瓦を積む場合には、目地を出してはならない。</p> <p>(6) 樋補修作業：耐火度の高い良質の煉瓦・パッチング材を使用する。</p> <p>(7) 前炉補修作業：樋から落ちる湯の当たる部分が特に浸食されるので、耐火度の高い良質煉瓦・パッチング材を用いて築造する。</p> <p>(8) 炉底の築造：炉底の扉を閉め、支えを用いて扉が外れないように装着する。 ・炉底の下側には敷砂を敷き、上側には床砂を敷く。 ・敷砂・床砂の厚みは溶解量に応じて調節する。</p> <p>7. キュボラ点火及び乾燥法</p> <p>(1) 準備作業： ・点火に必要な諸材料、コークス、薪、油布、木炭等を準備する。 ・羽口を開いておく。 ・出湯口・予備出湯口をコークス粉又は黒鉛を水で混練したもので閉鎖する。</p> <p>(2) 点火及び乾燥： ・炉内に薪を適当量、下から順次燃えやすいように装入する。 ・送風開始少なくとも3時間前に油布又は適当な方法で点火する。 ・薪に充分点火し、火焰が上がり始めたら床積みコークスの一部を火焰が見えなくなる程度に装入する。 ・再度火焰が上昇したら前回と同様コークスを装入し、これを数回繰り返して規定量装入する。</p>				

製造作業標準		No	4
キューボラ溶解	溶 解 作 業 標 準	管轄	8
<p>7. 溶解材料装入：</p> <p>(1) 準備作業：装入材料を準備する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・造型責任者、その他の関連作業部門と連絡し、装入開始時期を決める。 <p>(2) 材料は全て秤量して装入しなければならない。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・装入順序は、コークス、石灰石、合金鉄、地金の順とするのが望ましい。 ・地金は炭素量の低いものから装入するのが望ましい。 ・石灰石は、出来るだけ炉の中心に装入する。 ・装入物は、一方の側に偏ってはならない。 ・装入材料が一定のところまで低下したら、直ちに次の装入を行う。 <p>8. 出銑作業：</p> <p>(1) 準備作業：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・装入材料が有効高さまで装入されているかどうかを確認する。 ・送風装置、計測器を点検整備する。溶解用工具が整備されているか確認する。 ・炉前試験、記録用紙が整備されているか確認する。 <p>(2) 操業初期の出銑作業：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・羽口を覗き汚れていたら清掃する。 ・送風機を運転し、ダンパーを徐々に開いて炉内に送風する。 ・送風を開始後初滴の下りる時間を測定して操業条件の参考とする。 ・送風開始後15～20分後に出湯口を開ける。 <p>(3) 操業中期以後の出銑作業：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・溶解責任者は、出湯温度・風量・風圧・スラグ性状・溶解速度・炉頂ガス及び炉前試験の状況を監視し、炉況について常に注意。 ・炉況が順調でないと感じた時は、責任者は直ちに対策を取らねばならない。 ・羽口を監視してコークスが黒くなっていたら突いて移動させてやり、スラグが付着したら突き落とす。 ・造型その他の関連職場と連絡を取り、注湯作業調整のために風量の調整を行う場合には操業を中断する。 ・最後の装入が終了したら特に風量を一定に保つようにしなければならない。 <p>(4) 操業記録：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・出銑作業は、操業記録用紙にすべて記録しなければならない。 <p>9. 初湯の処理：</p> <p>(1) 初湯は、炭素・珪素含有量が高く、温度が低いので注湯する鋳型を限定する。</p> <p>(2) 注湯する鋳型に適当なものがない場合は、芯金、冷し金、金棒又はインゴットを造る。</p>			

製造作業標準	溶 解 作 業 標 準	No		5
		管轄	鑄造	8
<p>10. 炉前試験：</p> <p>(1) チル試験：炉前試験法としてチル試験は出来るだけ回数多く行い、その回数方法について決めておく。（強制チル試験法・楔試験法）</p> <p>(2) 化学成分：CEメーターによりC、Si及び炭素当量を確認する。</p> <p>(3) その他の試験：必要に応じて次の各試験を行うことが望ましい。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・引け試験 ・湯流れ試験 ・顕微鏡組織試験 				
<p>11. 接 種</p> <p>(1) 接種剤：接種剤としては、Fe-Si又はCa-Si等を使用する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・化学成分の明らかなもので、粒度が2～5mmとする。 <p>(2) 接種を行う場合は、溶湯温度が1450℃以上でなければならない。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・接種量は、接種剤、溶湯性状及び目的とする鉄の機械的性質によって最適量を定める。 ・接種後は接種効果のある内に注湯する。 				
<p>12. 配合切替え：配合割合の異なる地金を連続的に溶解する場合の作業方法。</p> <p>(1) 作業方法の種類：次のとおり区分する。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① コークスを余分に装入して溶湯を区切る方法。 ② そのまま連続的に操業して異種の溶湯を得る方法。 <p>(2) 準備作業：切り換えるべき配合に使用する地金を準備する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・①の方法による場合は、コークスを1～3山分準備する。 ・②の方法による場合は、溶解速度を把握して切り替わった時期における溶湯の混合に対処する。 ・炉前検査を充分に行えるように準備する。 <p>(3) 切替え作業：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・①の方法による場合、切替えに当たりコークスを1～3山分余分に装入し、引き続き切り換えた配合に基づいて地金を装入する。 ・②の方法による場合は、予め溶解速度を把握した後、切り換えた配合に基づいて地金を装入する。 ・数種類の異なる配合で溶解する場合、性質の近い配合を接近させて低級のものから高級のものという順序で溶解するのが望ましい。 ・切替え期前後の溶湯に対して特に十分に炉前試験を行い、切替え期を確認しなければならない。 				

製造作業標準		No		6
キューボラ溶解	溶解作業標準	管轄	铸造	8
<p>1 3. 操業終期及び後始末作業：</p> <p>(1) 準備作業：乾燥した砂を準備する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・消火用水、後始末に必要な用具を準備する。 <p>(2) 操業終期作業：地金の装入が終了したら羽口から炉内を監視し、地金が全て滴下したのを確認した上で送風を停止し、羽口を開く。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・樋又は湯溜まり部の溶湯を絞る。 ・溶解残留物が落下する場所には予め砂を敷き盛り上げて溶湯の飛散を防ぐ。この場合、危険防止のため下に水が溜まっていないことを確認すること。 ・炉底扉を支えている最後の金具又は支えだけを残して他は全て外す。 ・遠方から棒、鎖又は適当な方法で金具又は支えを外して炉底扉を開く。 <p>(3) 後始末作業：残留物に素早く水を掛けて消火する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・コークス、スラグ、地金及び炉底砂を選別する。 ・地金は、所定の位置へ戻し、整理する。 ・コークスは、乾燥用に使用するか、又は次回の溶解の最後に装入する。 ・残留した地金、及びコークスは、秤量して操業記録に記録する。 <p>1 4. 製造作業の注意事項：</p> <p>(1) 絶対禁止事項：</p> <p>① 炉本体、前炉、取鍋の乾燥不良</p> <ul style="list-style-type: none"> ・炉修後キューボラ炉壁の乾燥が不十分であると、操業初期に炉況が悪化し溶湯酸化の原因になるので、所定の条件に従って乾燥を充分に行うこと。 ・キューボラ炉底の乾燥が不十分だと初湯の温度低下、出湯口の詰まり、炉底からの湯漏れの原因となるので、所定の条件にしたがって乾燥を充分に行う。 ・前炉、取鍋の乾燥は、湯の温度低下を米さめように充分に行う。 <p>② 計量の誤り</p> <ul style="list-style-type: none"> ・計量の誤りは、計量関連の作業条件を全て不満足にさせるので、秤量器の精度を定期的に点検し、所定の精度が維持されているかどうかを確認する。 <p>③ 炉前管理の誤り</p> <ul style="list-style-type: none"> ・溶解作業中の炉況は刻々と変動するので、炉況が大きく変動し、注湯不良・鋳物不良に至る前に、操炉責任者は、目標とする湯が得られているかどうか炉前管理によって総合的な判断を下し、誤ることのないようにする。 <p>(2) 突発事項に対する注意事項：</p> <p>① 停電</p> <ul style="list-style-type: none"> ・停電により突然送風機の回転が停止した場合、投入を中止して送風機の主開閉器を切り、送風管バルブを閉じ、羽口覗き窓を開ける。 ・短時間停電の場合は樋部の湯が冷めないよう藁灰、木炭等で覆い保温する。 				

製造作業標準		No		7
キューボラ溶解	溶 解 作 業 標 準	管轄	鑄造	8
<p>・ 停電が長時間に渡り樋部の湯が凝固し始めたら絞り口を開けて湯を流し出す。更に長時間停電には羽口を密閉し、コークスの消耗を防ぐとともに予備口から湯とスラグを除き出湯口が閉鎖しないようにする。</p> <p>② 湯漏れ</p> <p>・ 炉底より湯漏れを生じた時は直ちに送風を停止し、絞り口、予備口から炉内の湯を速やかに抜取り、湯漏れ箇所耐火モルタルを詰め込む。湯漏れが止ったら周囲を水で冷却し、湯漏れ部分を耐火モルタルで厚盛りし操業を再開する。</p> <p>③ 炉及び機器の故障</p> <p>・ 炉壁の赤熱等の突発事項が発生した場合は、操炉責任者は冷静な判断で迅速適切な処置を施し、事故の拡大を防ぐと共に溶解作業が正常に戻るよう努める。</p> <p>・ 計器、付属機械類は運転中、音・臭気・熱・煙・振動等に注意し、変調を認めたら直ちに運転を中止し、担当部署に連絡、修理調整をしてもらう。修理中・故障中の計器類にはその旨計器盤上に表示しておく。</p> <p>(3) 安全上の注意事項：〔以下の内容詳細については省略する〕</p> <p>① 爆 発</p> <p>② 落下防止</p> <p>③ 溶湯の取扱</p> <p>15. 工程異常と処置の取り方：〔以下の内容詳細については省略する〕</p> <p>(1) 出湯温度の低下：出湯温度が低下し始めた時、次の順序で調査し処置する。</p> <p>① 溶解速度</p> <p>② 送風量</p> <p>③ 送風圧</p> <p>④ 炉頂ガス中の炭酸ガス%</p> <p>⑤ 投入地金・コークスの秤量</p> <p>⑥ 投入物のレベル</p> <p>⑦ チル試験・湯面模様・スラグの色・流動性</p> <p>(2) 羽口の閉塞：操業中に羽口の閉塞を認めたら次の順序で調査し処置する。</p> <p>① 羽口にスラグが絡みやすくなる。</p> <p>② 羽口が閉塞し、黒くなる。</p> <p>(3) 棚吊り：操業中に棚吊りが認められたら次の順序で調査し処置する。</p> <p>① 投入間隔の異常</p> <p>② 火焰の上昇</p> <p>③ 送風圧の低下</p> <p>(4) 出湯口からの噴出</p> <p>(5) 出湯口の詰まり</p>				

製造作業標準		№	8
キョボラ溶解	溶解作業標準	管轄	铸造

16. 管理項目と管理方法：

表6. 管理項目と管理方法

工程	管理項目		管理方法					
	条件・品質特性	担当	物/月	測定法	方式	処置		
炉修	炉径:0	Λ		}	ゲージ	溶解記録 記載	許容限界 破き造直し	
	出湯樋	Λ						
操業	風量	Λ	}	}	計器	標準設定		
	風圧	Λ						
業	溶解速度	Λ	チャージ毎	時計時刻測定	}	溶解 記録 記載 X-R 管理図	送風量 コク比 配合 等調整	
	出湯温度	Λ	15~30分毎	光高温計				
	チル深さ	Λ	出湯毎	計測				
	化学成分	Λ	}	}				試験室
	機械性質	Λ						
組織	Λ	1回以上	限度見本					

16. 日常点検：（チェックシートの例を示す）

点検項目	点検箇所	点検要領	点検周期			
			1/日	1/週	1/月	1/半年
取鍋	ライニング	浸食されていないか 乾燥は充分か	○ ○			
	回転軸	作動は正常か 給油 キーに弛みはないか 分解掃除・磨耗の有無	○	○ ○	○	
材料	バケット用 サポート ロープ	取付けに弛みはないか 損傷はないか 伸びはないか	○ ○ ○			
	マグネット ブレーキ	異常音はないか 作動は正常か	○ ○			
装置	配電盤・ スイッチ	接点部の磨耗はないか 異常音はないか		○ ○		
	リミット スイッチ	作動は正常か 取付けに弛みはないか	○			
装置	巻き上げ ドラム	取付けに弛みはないか 異常音はないか		○ ○		
	減速機	給油 異常音はないか 取付けに弛みはないか			○ ○ ○	

資料-10(2) 中子作業標準

製造作業標準		No		1																												
シェル中子		中子作業標準		3																												
		管轄	铸造																													
<p>1. 適用範囲 : この標準は、シェル中子作成方法について定める。</p> <p>2. 作業の範囲 : 作業の範囲は、次のブロック図に示すとおりとする。</p>																																
<p style="text-align: center;">作業範囲ブロック図</p>																																
<p>3. 使用材料及び資材 : 表1に示すとおりとする。</p> <p style="text-align: center;">表1. 使用材料・資材一覧表</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>区分</th> <th>名称</th> <th>規格・仕様</th> <th>単用量・荷姿</th> <th>特性・内容</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>シェル中子砂</td> <td>コークス灰</td> <td>TPS101</td> <td></td> <td>材料規格による</td> </tr> <tr> <td>離型剤</td> <td>シリカ油</td> <td></td> <td></td> <td>材料規格による</td> </tr> <tr> <td>塗型剤</td> <td>シリコート</td> <td></td> <td></td> <td>材料規格による</td> </tr> <tr> <td>燃料</td> <td>L.P.G.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					区分	名称	規格・仕様	単用量・荷姿	特性・内容	シェル中子砂	コークス灰	TPS101		材料規格による	離型剤	シリカ油			材料規格による	塗型剤	シリコート			材料規格による	燃料	L.P.G.						
区分	名称	規格・仕様	単用量・荷姿	特性・内容																												
シェル中子砂	コークス灰	TPS101		材料規格による																												
離型剤	シリカ油			材料規格による																												
塗型剤	シリコート			材料規格による																												
燃料	L.P.G.																															
<p>4. 使用設備・工具類 : 表2に示すとおりとする。</p> <p style="text-align: center;">表2. 使用設備一覧表</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>区分</th> <th>分類記号</th> <th>設備工具名称</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">造型機</td> <td>2Z28640</td> <td>シェルホルダマシ</td> <td rowspan="3">水平割り垂直作動式 垂直割り転倒排砂式</td> </tr> <tr> <td>HTOP860</td> <td>シェルホルダマシ</td> </tr> <tr> <td>NVS440C</td> <td>シェルホルダマシ</td> </tr> <tr> <td>バーナー</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>スルーポン</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>爪抜き針</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>塗型装置</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">各設備・工具の点検は、当該取扱説明書・仕様書によるものとする。</p>					区分	分類記号	設備工具名称	備考	造型機	2Z28640	シェルホルダマシ	水平割り垂直作動式 垂直割り転倒排砂式	HTOP860	シェルホルダマシ	NVS440C	シェルホルダマシ	バーナー				スルーポン				爪抜き針				塗型装置			
区分	分類記号	設備工具名称	備考																													
造型機	2Z28640	シェルホルダマシ	水平割り垂直作動式 垂直割り転倒排砂式																													
	HTOP860	シェルホルダマシ																														
	NVS440C	シェルホルダマシ																														
バーナー																																
スルーポン																																
爪抜き針																																
塗型装置																																
配布先		改訂																														
	作成		承認	制定 年 月 日																												

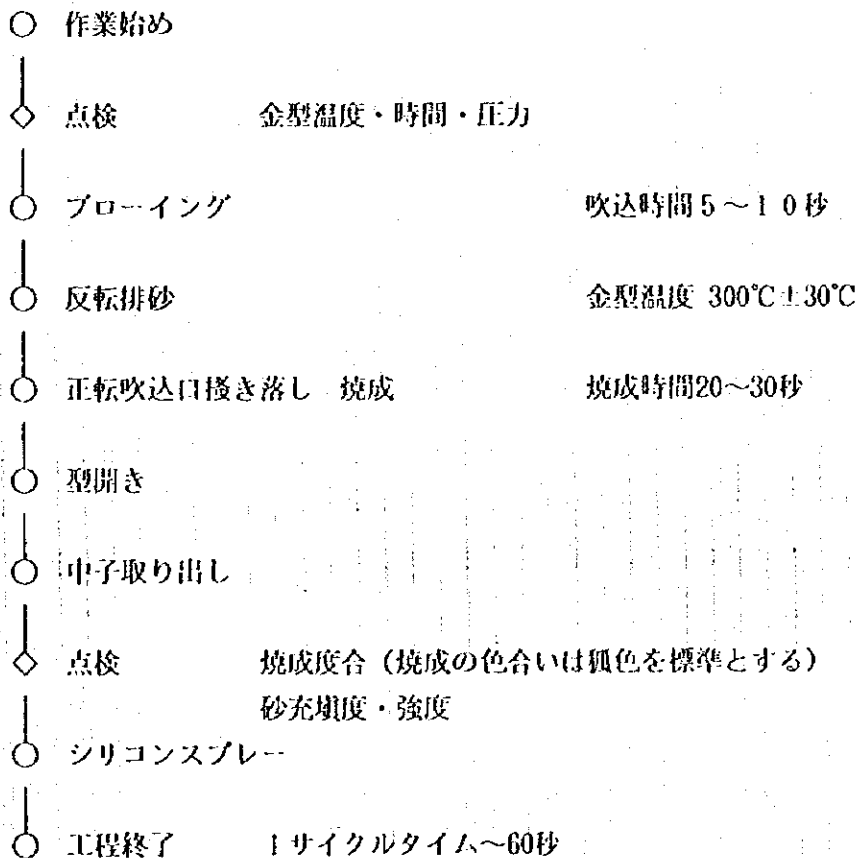
製造作業標準	中子作業標準	No	2
シェル中子		管轄	铸造

5. 中子成形作業：

- (1) 準備作業： 金型・材料・資材の準備及び成形機の点検を作業前に完了する。
 成形機の点検は、取扱説明書により行う。
 使用金型の名称は、作業伝票を照会する。

(2) 成形・焼成作業：

- (a) コーテッドサンドのサンドビン中の量を点検し、不足ならば補充・充填する。
 (b) 成形機の整備・備付け工具の点検、温度計の準備
 (c) 金型表面を点検し、成形機に装着する。ロックアウト機能等も点検する。
 (d) 金型の加熱は、製品毎の指示により行う。中子作業指示書は付図1に示す。
 (e) 作業方法： 次に示すブロック図に示すとおりとする。



6. 組立作業： 中子組立は、申木に沿って接着剤を塗布し、組立ゲージ等により正確に組み立てる。

- (1) 接着剤は容器入りのボンドを使用し、中子表面にはみ出さないように注意する
 (2) 組立後、微小な欠陥、バリ跡等の空隙部は、目塗り補修を行う。
 目塗り補修剤：〔ボンド+黒鉛〕又は〔フェノール樹脂+黒鉛〕
 (3) 特別な中子には、個別に作業指示書にて指示する。(作業指示書は付図1参照)

製造作業標準	中子作業標準	No.	3
シェル中子		管轄	铸造

7. 塗型作業： 組立済又は完成中子には、塗型を行う場合がある。
- (1) フェノール樹脂+黒鉛をメタノールに分散した塗型剤は、必ず使用前に濾過し使用中は、常に攪拌する。
- (2) 薄塗り、焼付けを原則とする。厚塗する必要がある場合は、数回の積層塗布を行うものとする。

8. 保管： 保管中は吸湿を避け、収容容器中には緩衝材を入れて破損を防ぐものとする。容器中には、品名及び製造年月日を明示した票を入れておく。

9. 管理項目：

管理項目	担当	頻 度	測定方法	記 録
金型温度	中子係	2回/日	表面温度計	チェックシート
焼成時間	中子係	金型交換都度	タイマー	チェックシート
焼成度合	中子係	毎 回	目 視	

10. 作業記録の整理・報告： 作業の記録は、定められた作業日報チェックシートに記入し、作業終了後整理して、翌朝9時迄に上司に報告するものとする。管理項目の測定値に異常のある時は遅滞なく上司に報告して処置を講ずる。

付図1. 中子作業指示書

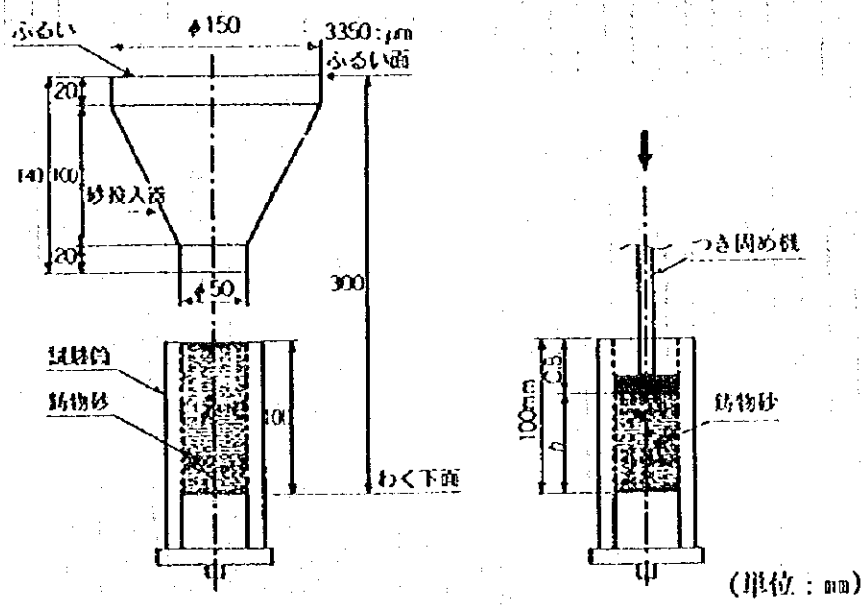
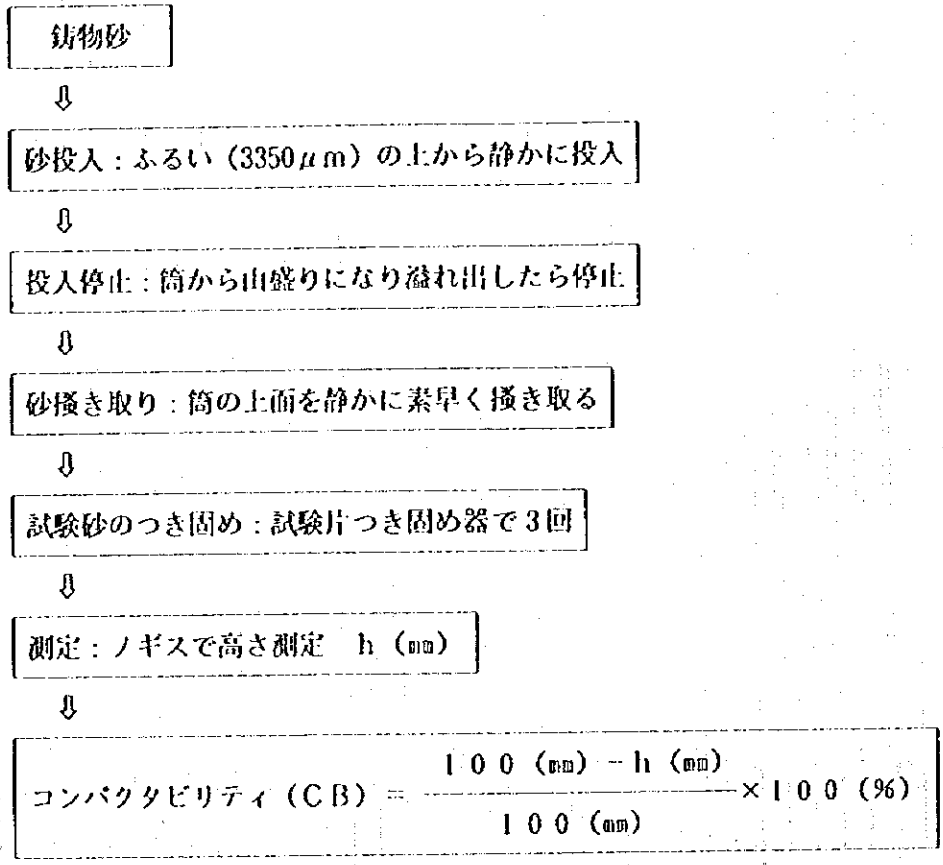
中子作業指示書				製作数	個	工事No.	
						年月日	・
品名	金型			使用機			
使用台	金型温度	焼成時間	吹込圧力	目数	除塵器		
(略図)				(作業上の注意)			
(記事)							

資料-11 砂試験法

コンパクタビリティ試験方法

コンパクタビリティは、一定条件で採取した生型砂を一定の圧力で圧縮した時の収縮率である。即ち、鋳物砂のつき固めに対するつまり具合から適正な水分量等を推定する。

* 使用器具：ふるい（3350 μ m）・砂投入器・試験筒・砂つき固め器

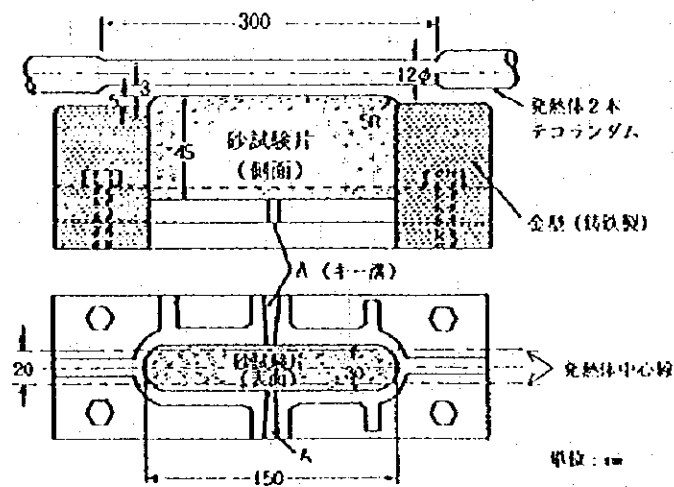
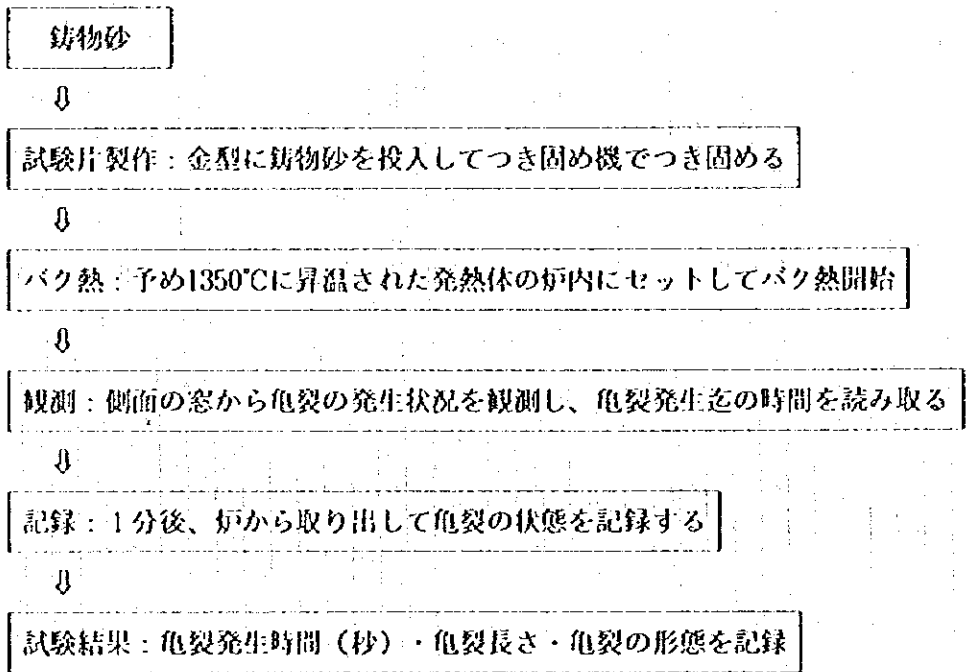


バク熱亀裂試験方法

鋳型表面は、鋳込みにより急激な熱負荷に曝される。この時の表面状態を人為的に再現して鋳型表面の亀裂発生状況を調査する。

*使用器具：バク熱試験機（バク熱炉・金型・つき固め器）・時計

*試験方法：試験片は、図に示すような金型を用いて、バク熱面が金型より5mm高くなるようにする。このときの鋳型硬度は、必要に応じて設定する。試験片との間隔が3mmになるように調整しておいた抵抗発熱体を予め1350℃に昇温しておき、試験片を炉内にセットすると同時にバク熱を開始し、バク熱直後から試験片側面に亀裂が発生するまでの時間（秒）を読みとる。1分後にバク熱を中止する。試験結果として亀裂発生時間・発生形態を記録する。



表面安定度試験方法

表面安定度は、鋳型表面のボロツキを判定する指標である。

*使用器具：3350 μ mのフルイ・振とう機・鋳物砂つき固め器・秤量器・時計

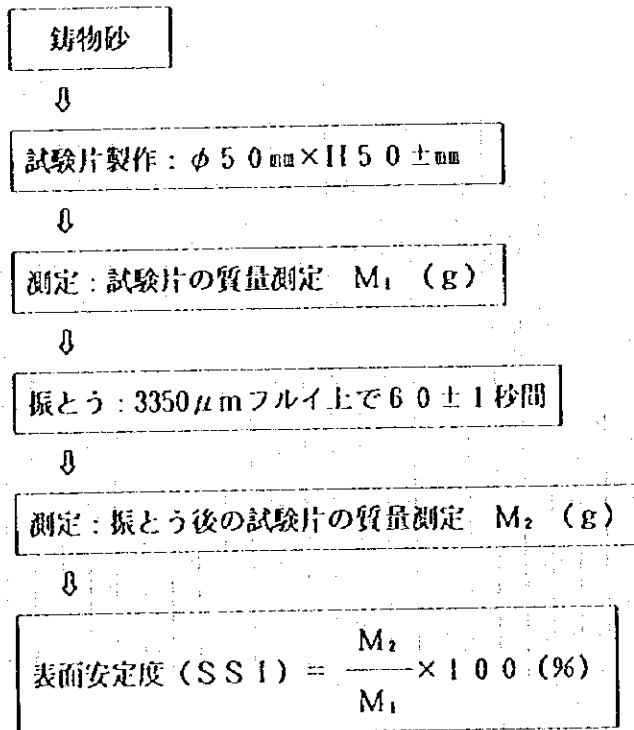
*試験方法：鋳物砂試験片（ ϕ 50mm \times H50 \pm mm）を3350 μ mのフルイ上で60秒間

振とうし、振とう前後の試験片質量の比を求める。

振とう機は、水平に取りつけられたフルイが、前後に45 \sim 50mm、左右に

18 \sim 22mmの振幅をもって前後左右同時に毎分290 \sim 350回振動する

機構を持つものを使用する。



資料-12 砂管理データ (X-R図管理用)

X-R管理図用データ計算表 (その1・水分) (1996.4.10.作成)

月 日	1	2	3	4	5	6	7	8	X	R
1/ 2	4.4	4.8	4.2	4	4.8	4.3	4.5	4.6	4.45	0.8
3-1	4.6	4.4	5	4.8	4.6	4.8	4.3	4.6	4.64	0.7
3-2	4.4	4.1	4	4	4.6	4.3	4.4	4.2	4.25	0.6
4-1	4.4	4.8	4.2	4.6	4.4	4.2	5	4.6	4.53	0.8
4-2	4.2	4.6	4.3	4.6	4.8	4.2	4.6	4.3	4.45	0.6
5-1	4.8	5.2	4.6	5	5.2	5	4.6	4.8	4.90	0.6
5-2	4.9	4.6	4.9	4.2	5	5.2	4.4	4.9	4.76	1.0
6-1	4.2	4.8	4	4.6	4	4.2	4.8	4.6	4.40	0.8
6-2	4.9	4.4	4.9	4.3	4.4	3.9	4.4	4.2	4.43	1.0
7-1	4.8	4.6	4.8	4	5	4.6	4.7	4.4	4.61	1.0
8-1	4.4	4.6	4.4	5	4.6	4.2	4.7	4.5	4.55	0.8
8-2	4.4	4.6	5.2	4.8	5.4	4.6	4.3	4.5	4.73	1.1
9-1	4.4	4.2	4.9	4.4	4.7	4.2	4.4	5	4.53	0.8
9-2	4.8	5	4.4	4.6	5.2	5	4.5	4.6	4.76	0.8
10-1	4.7	4.4	4.1	4.2	4.9	5.2	4.2	4.6	4.54	1.1
10-2	4.2	4	4.4	4.6	5	4.8	4.4	4.5	4.49	1.0
11-1	4.4	4.6	4.4	5	4.6	4.2	4.4	5	4.58	0.8
11-2	4.6	4.8	5	5.2	4.5	4.6	4.4	4.8	4.74	0.8
12	5.6	4.6	4.2	4.6	4.9	5.1	5	4.7	4.84	1.4
13-1	4.8	4.3	4.3	4.5	4.9	5.1	5.3	4.3	4.69	1.0
13-2	4.6	4.4	5.2	4.8	5	4.7	4.4	4.6	4.71	0.8
14-1	4.6	4.9	4.3	4.7	4.4	4.7	4.9	4.4	4.61	0.6
14-2	5.6	5.2	4.8	4.6	4.5	4.7	4.6	4.8	4.85	1.1
15-1	4.6	4.9	5.2	5	4.7	4.4	4.7	4.2	4.71	1.0
15-2	4.4	4.8	4.6	4.3	4	4.2	4.6	4.5	4.43	0.8
16	4.2	4.6	4.9	4.6	4.7	4.3	5.1	4.7	4.64	0.9
17-1	4.4	4.6	5	4.8	4.4	4.7	4.4	4.6	4.61	0.6
17-2	4.6	4.7	4.6	4.3	4.2	4.6	4.6	4.2	4.48	0.5
18-2	5	4.6	4	4.3	4.4	4.6	4.9	4.4	4.53	1.0
19-1	4.4	4.2	4.8	4.6	4.2	4.4	5	4.8	4.55	0.8
19-2	4.7	4.4	4.4	4.6	4.8	4.4	5	4.3	4.58	0.7
20-1	4.8	4.6	4.6	5	4.8	4.6	4.2	4.4	4.63	0.8
20-2	4.3	4.6	5	4.8	5	4.6	4.5	4.8	4.70	0.7
21-1	4.8	4.6	5	4.8	4.6	4.2	4.3	4.5	4.60	0.8
21-2	5	5.2	4.8	4.7	4.6	4.3	5	4.8	4.80	0.9
22-1	4.8	4.4	5	4.8	4.6	4.4	4.5	4.7	4.65	0.6
22-2	4.6	4.2	4.1	4.4	4.6	4.7	5	4.7	4.54	0.9
24-1	4.8	4.2	4.6	4.6	4.6	4.4	4.4	4.8	4.55	0.6
24-2	3.9	4	4.2	4.6	4.8	4.5	4.6	4.4	4.38	0.9
25-1	4.8	4.3	5.1	4.6	4.6	4.4	4.6	4.2	4.58	0.9
25-2	4	3.8	4.2	4.4	5	4.8	4.3	4.4	4.36	1.2
26-1	5.1	4.6	5.2	4.4	4.6	4.9	4.7	5	4.81	0.8
26-2	4.6	4.8	4.2	4.4	4.6	4.8	4.5	4.7	4.58	0.6
27-1	4.8	5.2	4.8	5.4	4.7	4.6	4.3	4.7	4.81	1.1
27-2	5	4.6	4.4	4.8	4.3	4.5	4.6	4.7	4.61	0.7
28-1	4.7	5.1	4.6	4.9	4.9	4.3	4.4	4.8	4.71	0.8
28-2	4	4.4	4.8	4.2	5	4.9	4.5	4.6	4.55	1.0
29-1	4.4	4.6	4.7	5	4.7	5.1	4.6	5	4.76	0.7
29-2	4.4	4.2	4.8	4.6	5	4.7	4.4	4.2	4.54	0.8
30	4.2	4.4	4.6	4.4	4.9	4	4.1	4.4	4.38	0.9
	中心線:CL								4.60	0.8
	上部管理限界線:UCL=4.60+0.373*0.8								4.90	1.49
	下部管理限界線:LCL=4.60-0.373*0.8								4.30	0.11

Ⅹ-R管理図用データ計算表(その2・通気度) (1996.4.10.作成)

月	日	1	2	3	4	5	6	7	8	X	R
1/	2	96	93	96	99	90	93	88	85	92.50	14.0
	3-1	90	96	85	88	96	93	99	93	92.50	14.0
	3-2	112	96	102	108	93	102	96	102	101.38	19.0
	4-1	80	75	82	77	88	83	80	82	80.88	13.0
	4-2	96	93	102	82	90	93	85	90	91.38	20.0
	5-1	75	73	82	75	80	85	88	82	80.00	15.0
	5-2	88	90	82	93	82	80	90	85	86.25	13.0
	6-1	90	83	93	88	102	96	80	85	89.63	22.0
	6-2	99	102	85	93	93	96	82	93	92.88	20.0
	7-1	90	93	90	96	85	90	102	96	92.75	17.0
	8-1	93	88	85	85	82	90	85	93	87.63	11.0
	8-2	102	96	90	93	88	90	96	90	93.13	14.0
	9-1	90	93	85	93	85	102	93	93	91.75	17.0
	9-2	102	90	105	93	80	85	96	93	93.00	25.0
	10-1	82	90	90	85	85	80	93	99	88.00	19.0
	10-2	96	102	93	90	88	93	96	90	93.50	14.0
	11-1	93	90	99	82	82	90	102	85	90.38	20.0
	11-2	96	93	90	85	99	93	96	90	92.75	14.0
	12	75	93	99	90	85	82	80	96	87.50	24.0
	13-1	75	80	85	82	73	73	75	90	79.13	17.0
	13-2	90	93	88	90	80	85	96	93	89.38	16.0
	14-1	82	80	90	93	93	82	82	90	86.50	13.0
	14-2	75	88	90	93	93	88	96	93	89.50	21.0
	15-1	102	90	82	93	90	93	85	102	92.13	20.0
	15-2	96	90	93	102	105	102	90	96	96.75	15.0
	16	93	88	82	99	80	93	80	82	87.13	19.0
	17-1	102	96	90	93	96	88	90	85	92.50	17.0
	17-2	112	90	99	102	102	93	93	105	99.50	22.0
	18-2	93	102	102	90	96	96	85	99	95.38	17.0
	19-1	90	96	80	82	96	93	82	85	88.00	16.0
	19-2	93	99	93	88	85	90	82	93	90.38	17.0
	20-1	96	102	102	80	85	90	102	93	93.75	22.0
	20-2	99	90	88	90	82	85	93	90	89.63	17.0
	21-1	90	96	85	93	90	96	102	96	93.50	17.0
	21-2	93	90	93	102	90	112	93	102	96.88	22.0
	22-1	90	96	88	93	80	85	90	88	88.75	16.0
	22-2	85	93	102	93	93	85	85	102	92.25	17.0
	24-1	93	102	90	99	85	93	93	82	92.13	20.0
	24-2	108	102	96	90	88	93	90	96	95.38	20.0
	25-1	93	102	85	90	82	93	90	102	92.13	20.0
	25-2	105	108	96	90	85	90	96	93	95.38	23.0
	26-1	88	93	82	112	85	82	90	80	89.00	32.0
	26-2	96	93	108	102	96	90	96	88	96.13	20.0
	27-1	96	93	96	85	99	85	93	90	92.13	14.0
	27-2	80	88	90	85	96	93	93	90	89.38	16.0
	28-1	96	90	90	85	93	102	108	99	95.38	23.0
	28-2	108	102	96	102	90	93	96	90	97.13	18.0
	29-1	108	102	102	96	96	85	93	85	95.88	23.0
	29-2	102	105	96	102	90	93	102	108	99.75	18.0
	30	112	108	115	102	93	102	108	102	105.25	22.0
中心線:CL										91.88	18.3
上部管理限界線:UCL=91.9+0.373*18.3										98.7	34.1
下部管理限界線:LCL=91.9-0.373*18.3										85.1	2.5

Ⅹ-R管理図用データ計算表(その3・強度) (1996.4.10.作成)

月 日	1	2	3	4	5	6	7	8	X	R
1/ 2	0.98	1.02	0.93	1.08	1.17	1.05	1.22	1.18	1.08	0.3
" 3-1	1.27	1.16	1.31	1.08	1.17	1.11	1.03	1.15	1.16	0.3
" 3-2	1.19	1.07	1.26	1.13	1.17	1.29	1.17	1.23	1.19	0.2
" 4-1	1.27	1.34	1.21	1.31	1.15	1.08	1.32	1.18	1.23	0.3
" 4-2	1.09	1.16	1.19	1.27	1.06	1.3	1.26	1.29	1.20	0.2
" 5-1	1.03	1.11	1.08	1.15	1.18	1.05	1.16	1.21	1.12	0.2
" 5-2	1.09	1.16	1.19	1.04	1.21	1.16	1.19	1.03	1.13	0.2
" 6-1	0.86	1.01	0.97	0.88	1.21	1.13	1.32	1.15	1.07	0.5
" 6-2	1.07	1.04	1.19	1.01	1.21	1.06	1.09	1.01	1.09	0.2
" 7-1	1.18	1.22	1.31	1.11	1.18	1.24	1.03	1.12	1.17	0.3
" 8-1	1.32	1.28	1.19	1.24	1.09	1.17	1.19	1.04	1.19	0.3
" 8-2	1.22	1.34	1.43	1.37	1.29	1.18	1.25	1.16	1.28	0.3
" 9-1	1.09	1.17	1.04	1.2	1.16	1.19	1.07	1.14	1.13	0.2
" 9-2	0.96	1.08	1.02	1.13	1.32	1.27	1.03	1.12	1.12	0.4
" 10-1	1.26	1.19	1.24	1.09	1.07	1.13	1.21	1.24	1.18	0.2
" 10-2	1.18	1.09	1.35	1.28	1.31	1.22	1.25	1.19	1.23	0.3
" 11-1	1.06	1.19	1.17	1.24	1.29	1.19	1.14	1.23	1.19	0.2
" 11-2	1.33	1.28	1.38	1.32	1.08	1.12	1.31	1.24	1.26	0.3
" 12	1.04	1.39	1.41	1.39	1.32	1.19	1.3	1.25	1.29	0.4
" 13-1	1.09	1.04	1.16	1.09	1.3	1.34	1.17	1.29	1.19	0.3
" 13-2	1.11	1.06	1.15	0.96	1.32	1.27	1.08	1.15	1.14	0.4
" 14-1	1.2	1.39	1.27	1.29	1.31	1.34	1.34	1.21	1.29	0.2
" 14-2	1.34	1.28	1.18	1.06	1.12	1.23	1.18	1.24	1.20	0.3
" 15-1	1.16	1.24	1.07	1.23	1.16	1.23	1.27	1.24	1.20	0.2
" 15-2	1.18	1.21	1.32	1.28	1.04	1.15	1.25	1.29	1.22	0.3
" 16	1.26	1.3	1.27	1.21	1.24	1.29	1.21	1.26	1.26	0.1
" 17-1	1.27	1.13	1.34	1.22	1.26	1.18	1.05	1.17	1.20	0.3
" 17-2	1.16	1.24	1.17	1.23	1.16	1.29	1.24	1.27	1.22	0.1
" 18-2	1.21	1.17	1.29	1.34	1.36	1.21	1.39	1.27	1.28	0.2
" 19-1	1.19	1.17	1.1	1.21	1.08	1.15	1.33	1.25	1.19	0.3
" 19-2	1.27	1.21	1.17	1.26	1.19	1.04	1.19	1.11	1.18	0.2
" 20-1	1.03	1.08	1.27	0.96	0.88	1.22	1.18	1.06	1.09	0.4
" 20-2	1.39	1.42	1.08	1.23	0.99	0.96	1.06	1.01	1.14	0.5
" 21-1	1.21	1.19	1.31	1.06	1.18	1.02	1.13	1.24	1.17	0.3
" 21-2	1.22	1.34	1.17	1.08	1.12	1.34	1.02	1.17	1.18	0.3
" 22-1	1.08	1.12	1.27	1.16	1.26	1.32	1.05	1.12	1.17	0.3
" 22-2	1.19	1.17	1.22	1.26	1.17	1.26	1.21	1.29	1.22	0.1
" 24-1	1.26	1.17	1.32	1.34	1.17	1.29	1.31	1.36	1.28	0.2
" 24-2	1.12	1.18	1.28	1.31	1.08	1.15	1.24	1.21	1.20	0.2
" 25-1	1.17	1.23	1.27	1.19	1.24	1.26	1.17	1.29	1.23	0.1
" 25-2	1.06	1.02	1.28	1.31	1.22	1.15	1.09	1.12	1.16	0.3
" 26-1	1.34	1.32	0.87	1.01	1.21	1.24	1.29	1.33	1.20	0.5
" 26-2	1.32	1.43	1.21	1.13	1.24	1.28	1.09	1.16	1.23	0.3
" 27-1	1.14	1.16	1.14	1.34	1.26	1.29	1.17	1.33	1.23	0.2
" 27-2	1.24	1.16	1.12	1.27	1.08	1.15	1.21	1.17	1.18	0.2
" 28-1	1.32	1.46	1.26	1.22	1.31	1.27	1.22	1.19	1.28	0.3
" 28-2	1.28	1.37	1.35	1.22	1.31	1.27	1.08	1.23	1.26	0.3
" 29-1	1.34	1.26	1.29	1.24	1.14	1.09	1.21	1.24	1.23	0.3
" 29-2	1.04	1.18	1.28	1.06	1.15	1.24	1.08	1.12	1.14	0.2
" 30	1.27	1.31	1.01	1.21	1.27	1.34	1.16	1.21	1.22	0.3
	中心線:CL								1.19	0.3
	上部管理限界線:UCL=1.19+0.373*0.3								1.3	0.56
	下部管理限界線:LCL=1.19-0.373*0.3								1.08	0.04

The "Silica Program" — Measuring Performance of System Sands

by *H. W. Dietert, Board Chairman,
A. L. Graham, Technical Director, and
R. Praski, Senior Laboratory Technician,
Harry W. Dietert Co.,
Detroit, Michigan, and
F. Hofmann,
Head of Sand Research Laboratory,
George Fisher Limited,
Schaffhausen, Switzerland*

ABSTRACT

In the control of molding sand systems, one major problem has been the lack of information concerning the actual composition of the system sand. The sand engineer has been forced to make his decisions for corrective action on the basis of a few routine physical and mechanical tests. The growing acceptance of the methylene blue test for clay content has shown that foundrymen are aware of the need for more data and can make good use of such information.

New testing procedures, identified as the "Silica Program," have been developed to provide a means for determining the composition of system sands in terms of methylene blue total clay, carbonaceous material, inert fines, oolitics, metallics and silica (or base mineral). Detailed test procedures are described along with minimum equipment required.

Practical experience with these methods has included special applications where the use of the standard specific gravity method was inappropriate. This has led to the development of an alternative phosphoric acid method that can be employed for even the special cases. This method is also described in detail.

Over 500 U.S. and European foundry system sands have been checked for composition with these procedures and the author's observations have been summarized as a guide in selecting a composition for a particular application.

This paper also describes the use of the "Silica Program" in the evaluation of molding sand systems and how it can be employed to correct or optimize a system. Once the actual sand composition can be measured, it becomes possible to institute tight inventory and material balance controls. This can influence system design and change the basic approach in engineering sand systems.

Introduction

For many years the foundry industry has been aware of the need for a means of checking the composition of system sands. As part of the pioneer work in Europe on oolitic coatings,¹ two methods were used for measuring the amount of these coatings in system sands. One used hydrofluoric acid and the other was based on a green or moist specific gravity.

Both procedures demanded considerable technical skill and an effort was made in the U.S. to expand the analysis and yet reduce the procedures to a number of simple steps that could be carried out by relatively untrained personnel. The new method, which was essentially mechanical, was first presented as the "Silica Program" in a film, "Time Sharing Computers in Sand Control," prepared for the AFS Casting Congress and Exposition in April, 1970.

The lengthy calculations in this new method were originally handled through a computer program identified as SILICA, a name which reflected the emphasis on the percentage of base mineral in the system sand. Therefore, it seemed only natural to identify the complete grouping of test procedures themselves as the "Silica Program" test series.

These new test methods incorporated an improved methylene blue clay test and other procedures developed for computerized sand control.² The original methods and test data were presented in a company newsletter published in January, 1971.³

Well over 500 foundry sands have been analyzed in the U.S. and Europe and the techniques have been polished and improved to enhance the versatility and accuracy of the procedures.

Composition

In the "Silica Program" the sand composition is expressed in terms of five major components —

- total methylene blue clay content
- carbonaceous material
- metallics content
- fluxing material, which is further defined in terms of inert fines and oolitic material
- base mineral content (usually silica)

It is apparent that some of these components can be further subdivided into a number of discrete headings, but this format produces the necessary information for most system evaluations.

Cleanliness Factor

In addition to the above components, another concept was added to the analysis as the result of practical application of the system. Silica (or base mineral) content of a system sand is affected not only by the metallics content and fluxing material, which are a function of system design and indirect control, but also by the level of total methylene blue clay content and carbonaceous material, which can both be controlled directly.

A deliberate increase in selected control range of total methylene blue clay or carbonaceous material will result in a decrease in percentage of silica. However, cleanliness and refractoriness of the grains may not have changed, as would be the case if fluxing material or metallics had increased by an equal amount.

To distinguish between these two conditions, a cleanliness factor has been developed. The percentage of silica, fluxing material and metallics are added and the sum of these residuals is divided into the percentage of silica and multiplied by 100 to arrive at a cleanliness factor expressed in percent.

This factor has value as a reference in determining what action to take if there is a shift in silica or base mineral. A decrease in base mineral without an accompanying drop in cleanliness factor can be corrected by adjusting clay and/or carbons. If the cleanliness factor decreases, this can be a signal to increase the addition of new sand.

For most iron and nonferrous sands a cleanliness factor in the 83 to 93% range seems to be satisfactory, but for steel sands the cleanliness factor should be above 90%, particularly for large castings.

Methylene Blue Clay Testing

The "Silica Program" includes a methylene blue test to determine the amount of total live clay present in the system sand. Total live clay is the amount of clay available for bonding purposes in the mix. It does not include dead-burned clay and inert fines that may be present.

TABLE 1. — Boiling Raises Methylene Blue Requirement of Partially Heat-Damaged Bentonite

SAMPLE	ULTRASONIC SCRUBBING	BOILED
LAB MIXES:		
1 5% WESTERN BENTONITE	26 ML.	25 ML.
2 8% WESTERN BENTONITE	41.5	41
3 5% W. BENT. + 3% W. BENT. FIRED AT 1400°F (760°C)	26	25
4 6% SOUTHERN BENTONITE	29	29
5 3% S. BENT. + 3% S. BENT. FIRED AT 1400°F (760°C)	15	15
6 3% S. BENT. + 3% S. BENT. FIRED AT 400°F (204°C)	25	29
SYSTEM SANDS		
1 GRAY IRON JOBBING	39	43
2 GRAY IRON, HEAVY	49	56
3 AUTOMOTIVE GRAY IRON	34	36

To measure methylene blue total clay, a 5-g sample of dried system sand is placed in a stainless steel beaker with 50 ml of 2% tetrasodium pyrophosphate solution. The beaker containing the sample is then positioned in an ultrasonic cleaner for 5 min of ultrasonic scrubbing to break down fines clusters, clay balls, and heavy clay coatings, so that all clay is free to react with the methylene blue. During titration with methylene blue, the sample is subjected to mechanical stirring between 1 ml additions as the end point is approached.

Using tetrasodium pyrophosphate rather than sulfuric acid, this method produces comparable values with most western and southern bentonites, so that accurate results can be obtained even when working with blends of these materials.⁴

For a better understanding of the condition of the clay, the methylene blue total clay test can be accompanied by further tests that involve variations in the basic procedure. These can include --

- Omitting ultrasonic scrubbing. This will leave many of the clay lumps intact so that only readily dispersed clay is free to react. Clay value derived with this procedure is reported as dispersed clay.
- Boiling the sample instead of using ultrasonic scrubbing. This boiling action will reactivate some of the heat-damaged clay and produce a higher methylene blue requirement, Table 1.
- Allowing the sample to soak in tetrasodium pyrophosphate solution for 24 hr prior to ultrasonic scrubbing. With sands containing a high proportion of southern bentonite, methylene blue requirements will often be higher than those obtained using the regular methylene blue total clay test.

If either of the last two methods are used in addition to the recognized methylene blue total clay procedure (with ultrasonic scrubbing), the difference between the results can be used to indicate the amount of partially heat-damaged clay in the system sand. This difference is not a function of degree of oolitization; instead, it seems to vary with the proportion of southern bentonite, casting shape and size, etc.

As shown in Table 1, there is no difference in test values

between ultrasonic and boiling methods when testing mixes containing fresh bentonite or completely dead-burned bentonite. However, when the mix contains partially heat-damaged bentonite (sample 6 and the system sands) the boiling does affect results.

Carbonaceous Material

The combustible material test measures the loss on ignition (LOI) at 1800F (980C) of a dried 50-g sample in an open dish, usually quartz, 2.75 in. in diameter x 1 in. deep (70 mm x 25 mm). Many foundries now determine combustible material on a daily or weekly basis. Since the test is an essential step in the "Silica Program," the regular routine test can now serve a second purpose.

The test is used as a rough index to the amount of carbonaceous material in the system sand, but it must be recognized that it has some limitations. Part of the LOI will be due to loss of bound water in clays present and there can be some loss in weight from base sand, particularly if it contains feldspar or carbonates. In the "Silica Program," methylene blue total clay value is multiplied by predetermined bound water loss and the product is subtracted from the combustible material value. With most sands, the remainder is reported as carbonaceous material in percent. However, if the LOI of the base sand is significant, this value is also subtracted as part of the carbonaceous material calculation.

Metallics

One common method of checking contamination of iron system sands is to pass a magnet through a sample and note the amount of magnetic material that can be removed. Under the microscope it can be seen that a good portion of this material is not made up of iron particles or shot. Instead, the bulk of the material is often sand grains or groupings or grains coated with enough magnetic material to be responsive to the magnet.

While this method has some application in ferrous work, it is totally inadequate for use in brass or aluminum foundries. In the "Silica Program," amount of metallics is determined by boiling a washed and fired sand sample in 1:1 hydrochloric acid until there is no further change in color of the solution. This acid treatment dissolves shot and most oxides. Alloys that would normally be considered difficult to dissolve are usually partially oxidized by prior firing at 1800F (980C) so that they will be attacked quickly by relatively dilute acid.

Base sand may contain some acid soluble material and this must be considered in acid loss calculations for metallics. In practice this is handled by running a blank on samples of all sands entering the system.

In the "Silica Program," determination of metallics is a necessary step in determining percentage of silica or base mineral. Percentage of metallics in a sand system is influenced by the care exercised in pouring and in maintenance of the screens. In iron sands it is also a guide to efficiency of the magnetic separators.

Silica

Base mineral or aggregate in foundry system sands is usually quartz (silica) sand, but it could be some other mineral such as olivine, zircon, or even an aluminum silicate. In addition, some essentially quartz sands can contain grains of feldspar, mica, etc. However, unless the base mineral is known to be other than quartz, results in the "Silica Program" are reported as percentage of silica, while acknowledging that some grains may have a different mineralogical character.

Due to this variety of minerals that could make up the base aggregate, test procedure was originally developed as a mechanical method, not a chemical method. System sand was

washed and fired and oolitic coatings were then removed by mechanically scrubbing the sand in a high-speed rod mill.

This method proved to have some shortcomings. Coatings on larger grains could be removed without difficulty, but some sands were encountered in which much of the oolitic material was concentrated in the fines. These small grains were protected from the action of the rods by the larger grains and it became necessary to separate the sand into closely sized fractions and run them separately in the rod mill to achieve the necessary breakdown of oolitic grains. This made the test more time-consuming and increased chances of weighing and handling errors.

As part of this test work, sand was tested for specific gravity before and after mechanical scrubbing. A 20-micron sieve basket was used to collect residue after each run in the rod mill and material less than 20 microns was washed away. From loss in weight and loss in volume, specific gravity of the oolitics could be calculated for each fraction studied.

A number of sands were studied in this manner and some complicated factors had to be overcome. One problem involved husks that remained after firing the sample. Some sands contain large fragments of seacoal and their byproduct, grains of voluminous coke. When these grains have become coated with oolitic material, firing of the sample causes the carbons to burn away, leaving a thin-shelled hull or husk that is difficult to wet during the specific gravity test. These husks retain some air in the manner of a diving bell and apparent specific gravity can be very low.

To avoid errors in specific gravity measurement, these husks must be broken up. This can be done through a short treatment in the rod mill, or simply with a mortar and pestle.

A second complicating factor was the presence of fine chips of silica in the oolitic material, particularly in smaller grains. To improve effectiveness of the scrubbing in the rod mill, samples were divided into two or three screen fractions so that larger grains could not protect smaller ones. In every case, specific gravity of material removed from the larger grains was lower than specific gravity of material removed from the portion of the sample that would pass through a USA No. 140 sieve.

Small grains contained a high proportion of very fine silica chips that would be lost with crushed oolitics. Since the silica chips had a specific gravity close to 2.65, this raised the specific gravity of the material removed and the value obtained was dependent on the screen used to catch the residue. When a relatively coarse screen such as a 53-micron sieve was used, more silica chips were washed out with crushed coatings and specific gravity of the material removed was significantly higher.

Table 2 lists experimentally determined specific gravity values for oolitic material removed by mechanical scrubbing from 10 system sands. These values apply to material removed by the rod mill from the sample after it has been washed, fired and acid-washed, but not fractionated. Material removed is almost entirely from larger grains with a minimum of silica chips.

Average specific gravity was 2.05 with a range from 2.01 (highly oolitic sand) to 2.09. Using the average value, 2.05 as specific gravity of the oolitic material and measuring actual specific gravity of the base sand, it then becomes possible to determine the proportion of silica and oolitics in the washed, fired and acid-washed residue of a system sand, based on its specific gravity.

Since there can be a considerable variation in base sands and additives in a system sand, the nature of the oolitic coatings will vary; a range in specific gravity from 2.01 to 2.09 does not seem excessive. To measure the effect of this spread in values, the authors selected the American system sand with the highest level

TABLE 2. — Specific Gravity of Oolitic Coatings

SAND SAMPLE	SPECIFIC GRAVITY
1	2.01
2	2.04
3	2.05
4	2.06
5	2.07
6	2.05
7	2.09
8	2.02
9	2.06
10	2.05
AVERAGE	2.05

of oolitics encountered to date and calculated percentage of silica based on a specific gravity for oolitics at 2.05 and then based on specific gravities of 2.01 and 2.09. Values are shown in Table 3 as sand sample A.

For this worst practical condition, the spread in calculated silica is from 40.46% to 43.22%. Had the average specific gravity (2.05) been used, maximum error would be only 1.5% silica. The three values shown for sample B represent a more normal level of silica, in the 84% range. In this instance, variation in specific gravity for oolitic material produced a total spread of only 0.58% in calculated percentage of silica. Using 2.05 average value for the oolitics, the error would be less than 0.3% silica at either extreme.

Phosphoric Acid Method

The specific gravity method has now been applied for several years to determine both amount of silica (base mineral) and amount of oolitic material in system sands. It is much simpler than the original method which employed a mechanical scrubber. Results are comparable, if the mechanical method is run carefully with all necessary fractioning of the sample and care in handling.

The specific gravity method requires some knowledge of the base sands and the usual procedure is to secure samples of the base sands and core sands and subject them to the same treatment to be used on the system sand. This includes washing, firing and boiling in 1:1 hydrochloric acid prior to specific gravity measurement. Unfortunately, some sands to be analyzed contained unknown blends of different sands with wide variations in specific gravity. There have been cases in which no one in the foundry knew what aggregates had been used.

For this type of problem, a third technique has been

TABLE 3. — Effect of Oolitics Specific Gravity Value on Calculated Silica

SPECIFIC GRAVITY (OOLITICS)	CALCULATED % SILICA
SAND SAMPLE A	
2.01	43.22%
2.05 AVERAGE	41.96%
2.09	40.46%
SAND SAMPLE B	
2.01	84.78%
2.05 AVERAGE	84.51%
2.09	84.20%

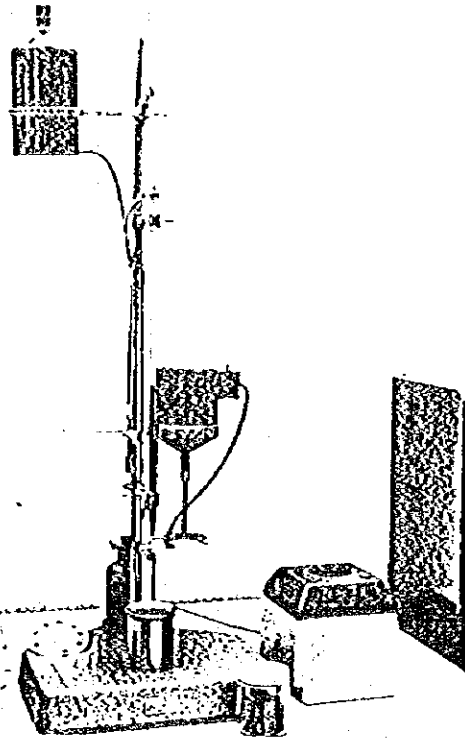


Fig 1. Methylene blue test apparatus with test dots on filter paper.

developed and this is now used as an alternate procedure to check the specific gravity method and to handle the problem sands. This method involves boiling a 10-g representative sample of residue from the acid wash in 200 ml of 85% phosphoric acid to dissolve oolitic material. Loss in weight can be used to calculate oolitics, and silica content can be determined from weight of the residue.

Phosphoric acid digestion has been used for a number of years in the industrial hygiene field as part of a complex procedure for determining free silica in 200-mesh dust samples.^{6,7} The phosphoric acid portion of the procedure can be adapted and incorporated in the "Silica Program" to meet special needs of the foundry sand laboratory.

When sand is heated in 85% phosphoric acid, the quartz dissolves much more slowly than the oolitic material and the coatings act as a partial barrier, protecting much of the silica fines from the acid until the oolitics have dissolved. Phosphoric acid becomes more concentrated on boiling and converts to pyrophosphoric acid by loss of water. This can dissolve some silica and if dehydration proceeds too far, dissolved silica will precipitate.

If the sand contains feldspar or other soluble grains, these two will dissolve, but this can be compensated for by running a blank on the base sand. Zircon, kyanite and staurolite are resistant to phosphoric acid while olivine is completely soluble and chromite is partially so.

Fluxing Material

In the "Silica Program," oolitic material and inert fines are reported separately and grouped together as the fluxing material.

Oolitic material consists of coatings of dead clay and ash on sand grains and on grains of coked seacoal (process grains). In addition, oolitics form conglomerate grains containing silica chips and silt. This oolitic material raises moisture requirements of sand and in excessive amounts can contribute to casting

roughness and metal penetration. If properly controlled, this material can be beneficial and can impart tolerance to sand.

Inert fines include loose fine material that is less than 53 microns (270-mesh) in size, but not including total clay as measured by the methylene blue test, or carbonaceous material that is burned off in the combustibles test. It is made up of silt, dead clay, fragments of ash and some fine particles that are indistinguishable from oolitic grains except for their size.

These materials are not as refractory as sand grains and will begin to glaze or sinter at temperatures as low as 2000F (1090C). Berndt⁸ has checked the coatings produced in 36 pouring cycles on a laboratory basis, and examining individual grains with a hot-stage microscope, found the first signs of melting at 1976F (1080C) and complete melting and separation of the coating at 2084F (1140C).

Test Procedure

Three separate samples of system sand are required in the "Silica Program" to provide necessary information for the calculations. A 5-g sample is used for the methylene blue total clay test, a 50-g sample is used for the LOI (combustible material) test and a second 50-g sample is used for the remaining tests. Samples of core and base sands will also be required to establish blank values for these materials.

Methylene Blue Total Clay

In the methylene blue total clay test, a 5-g sample of dried system sand is placed in a stainless steel beaker with 50 ml of 2% tetrasodium pyrophosphate solution. The beaker is then positioned in an ultrasonic cleaner and subjected to 5 min of ultrasonic scrubbing to break up lumps and disperse the clay.

Approximately 80 to 85% of estimated methylene blue requirement is added and the suspension is stirred mechanically for 2 min to ensure complete contact between methylene blue and live clay. A drop of the suspension is placed on a filter paper and the resulting spot is checked for a blue-green halo which would indicate the presence of methylene blue that has not been absorbed by clay, Fig. 1.

In the absence of a halo, additional methylene blue is added in 1 ml increments with 2 min of mechanical stirring until a halo appears that will persist through an extra 2 min of stirring. This is the end point. Methylene blue requirement in ml is divided by the previously determined calibration factor (ml of methylene blue required for each 1% clay) to calculate methylene blue total clay. Instrument manufacturer's instructions should be followed in detail as any deviation in method will affect test results.

As mentioned in an earlier section, other methylene blue procedures can be used in addition to the one above. A comparison of methylene blue total clay and results obtained with these other methods can supply further information on nature and condition of the clay. However, these other procedures are not required for the "Silica Program."

Carbonaceous Material

A 50-g sample of dried system sand is weighed in a fused quartz dish of known weight and placed in a muffle furnace at 1800F (980C) for 1.5 hr, or until combustible material is completely burned away (to constant weight). To promote oxidation of carbons, a flat dish 2.75 in. in diameter x 1 in. high (70 mm diameter x 25 mm) is recommended rather than a crucible.

After cooling, the dish containing the sample is reweighed and the loss in weight multiplied by 2 is recorded as LOI or combustible material. This value must then be corrected for loss of bound water in the clay and for loss in weight, if any, that would occur in base sands alone. For most dry bentonites,

amount of correction will be approximately 0.09% for each 1% bentonite as measured by the methylene blue total clay test. At a tested level of 6% methylene blue total clay, the correction would be 0.09×6.0 , or 0.54% bound water loss which should be subtracted from LOI. The corrected value is then reported as the carbonaceous material in percent.

The next stage in the test procedure is somewhat more complicated. The procedures are detailed in the following sections and are summarized in flow chart form as Fig. 2.

Wash

A second 50-g sample of dried system sand is weighed and placed in a tall-form 1000-ml beaker with 475 ml of distilled water and 25 ml of 1.5% solution of tetrasodium pyrophosphate (as used with AFS clay wash). A motor driven mixer is positioned on the beaker and the sample stirred for 5 min to scrub clay from the sand grains.

The mixer is raised and any sand adhering to immersed parts of the stirrer are washed into the beaker. A 53-micron sieve basket is then placed in an ultrasonic scrubber equipped with a side drain tube. This scrubber must be well grounded.

The suspension is then poured from the beaker into the sieve basket with the ultrasonic scrubber switched on. Using a controlled water jet, the remaining sample in the beaker can be washed into the sieve basket and the sample washed for 5 min to remove all the material less than 53 microns in diameter, Fig. 3. This operation is necessary to remove clay and loose fines prior to firing. Otherwise, live clay present would burn onto sand grains and form another layer of oolitic coatings.

Effluent from the drain tube should be checked for turbidity. If there is any evidence that washing is not complete, washing should be continued until the effluent is clear. When no further material is washed through the sieve, the sides are rinsed and the sieve basket containing the sample is removed from the ultrasonic unit and allowed to drain. It is then placed in a drying oven, or in an infrared drying unit such as that shown in Fig. 4, and dried to constant weight. The drying unit pictured was developed specifically for this application and will dry the sieve basket and sample within 10 min.

After cooling, the sample is reweighed and the weight recorded. Since a 50-g sample was used, the weight loss multiplied by 2 will give the percentage of the original sample that is less than 53 microns in diameter. Much of the carbonaceous material will be washed out with the clay, but that portion of the original carbons that is coarser than 53 microns

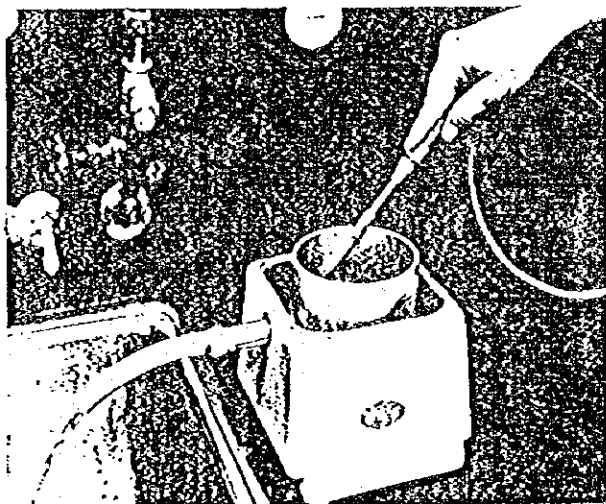


Fig. 3. Washing sample in ultrasonic scrubber with a jet of water.

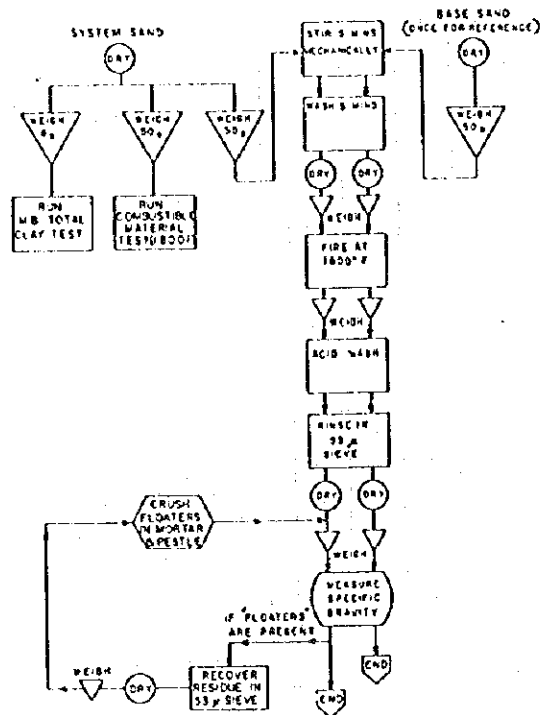


Fig. 2. Flow chart of the "Silica Program" using specific gravity procedure.

will remain and will be removed by firing at 1800F (980C).

Firing

Residue is transferred to a preweighed quartz dish and combined weight is recorded. The dish is then placed in a muffle furnace at 1800F (980C) for 1 to 1.5 hr or until the sample reaches constant weight. It should be a uniform color throughout. When the dish and sample have cooled, the sample is reweighed and weight and weight loss recorded.

Loss in weight during firing multiplied by 2 can be recorded as carbonaceous material that is larger than 53 microns. Since live clay was removed in the washing operation, the LOI does not have to be corrected for bound water in the clay.

Acid Wash

The washing operation using the 53-micron sieve basket will

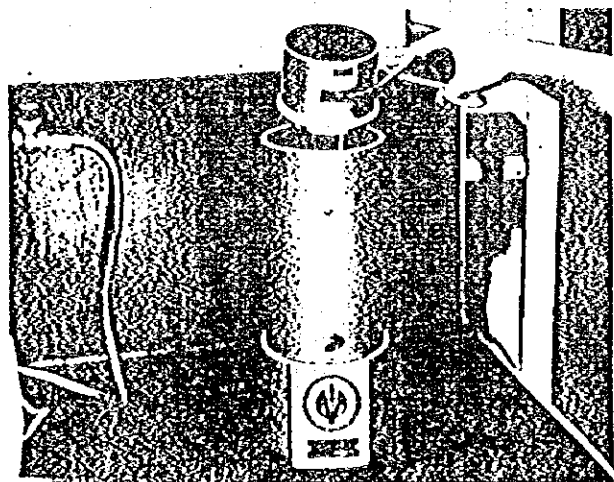


Fig. 4. Placing sieve containing wet residue in an Infrared drying unit.

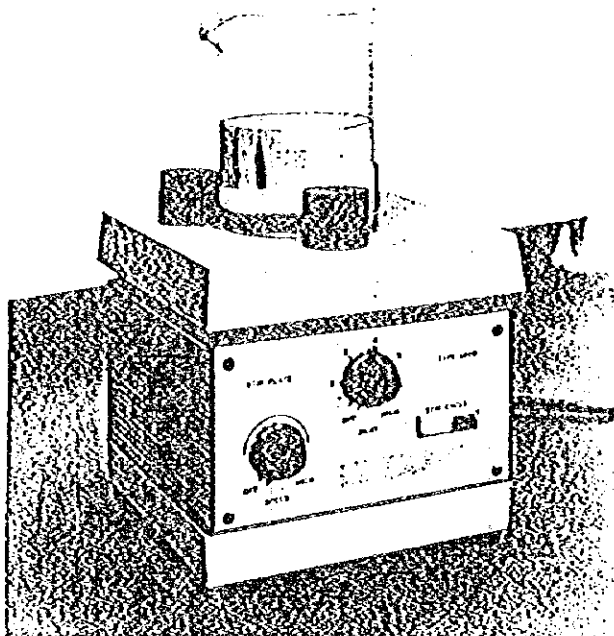


Fig. 5. Acid treatment on a hot plate equipped with a magnetic stirrer.

remove clay and silt, and firing at 1800F (980C) will remove carbonaceous material. Residue will then include metallics, oolitic material and base mineral. The next step will be removal of metallics which have been partially oxidized in the firing operation. This can be accomplished using acid treatment with a simple 1:1 hydrochloric acid-water solution.

Weighed residue from the firing is transferred to a 600 ml beaker and 100 ml of distilled water is added. With proper caution, 100 ml of concentrated hydrochloric acid is added to the water and sand in the beaker. Repeating the standard warning -- never add water to the acid; the acid must be added to the water. Cover the beaker with a watch glass.

Then, position the beaker on a hot plate inside a laboratory hood, or in some properly ventilated area, to avoid exposure to the fumes. With some sands, material in the beaker will tend to bump, so there should be some restraint to prevent the beaker from sliding off the hot plate. One way to accomplish this is by positioning three metal pieces around the beaker to keep it in place, Fig. 5.

With the hot plate set for a temperature just below the boiling point, the beaker is heated for at least 1.5 to 2 hr and checked periodically to ensure that there is no excessive bumping that could lead to loss of sample through spattering. A hot plate equipped with magnetic stirring is best for this operation.

The beaker is carefully removed from the hot plate using tongs and condensate on the bottom of the watch glass is rinsed into the beaker. Tap water is carefully added to the beaker to dilute the solution and the beaker is set aside to allow sand grains to settle out.

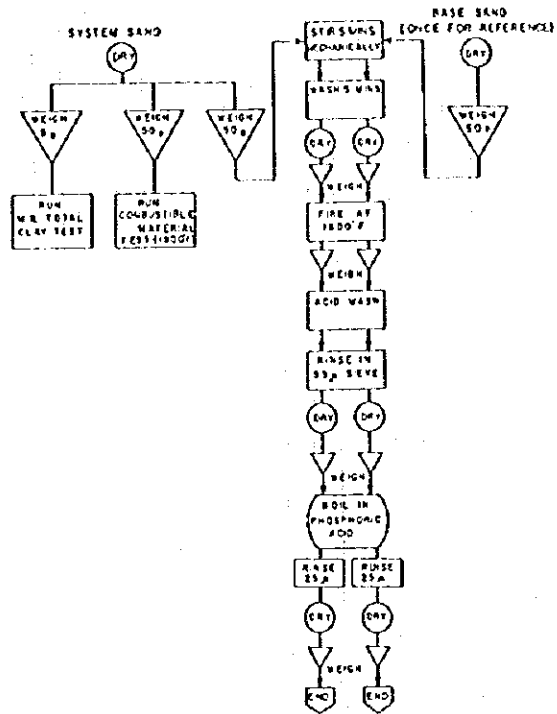
When the liquid is clear, it is decanted into a larger beaker half-filled with water to further dilute the acid. This also provides a means of catching any sand grains that may have escaped during the decanting operation. The beaker containing the sample is refilled and again allowed to stand until the sand has settled before decanting.

This is repeated at least 3 or 4 times to reduce the acidity of the sample so as not to damage the 53-micron sieve basket. The sample is then transferred to the sieve basket and thoroughly



Fig. 6. Specific gravity bottle in an enclosed water bath.

Fig. 7. Flow chart of the "Silica Program" using phosphoric acid.



washed to remove any acid traces. After drying to constant weight in an infrared dryer as shown in Fig. 1, the weight is recorded.

Difference between sample weight before and after acid wash is multiplied by 2 and recorded as percent loss due to acid treatment. This loss includes acid soluble materials in the sand as well as metallic contaminants.

Specific Gravity

As mentioned earlier, proportion of oolitics and base mineral can be determined on the basis of specific gravity of residue from the acid treatment. A special specific gravity bottle has been developed for this purpose, Fig. 6, with a capacity of 250 cc and graduations from 7 to 22 ml so that it can handle even the most exotic sands.

In the original work on the "Silica Program," kerosene was selected as the test liquid to take advantage of its ability to wet grains very effectively. However, kerosene changes in volume, more than one would like, with changes in temperature. In addition, kerosene has to be removed before sand can be further processed. For these reasons, kerosene was replaced with water containing a powerful wetting agent. The wetting agent produced some cloudiness and it was necessary to add a dye to the solution to make the meniscus easier to read.

The solution is less sensitive to temperature changes than kerosene would be, but for accurate work the specific gravity bottle should be immersed in a water bath and shielded from room air currents to avoid drift in temperature during the test. To begin a test, wetting agent (with dye) is added to the bottle and sufficient distilled water is added to bring the level to the zero mark (250 cc). The solution is allowed to stand long enough for the bubbles to subside ensuring a clearly defined meniscus.

When the meniscus is clear and volume has remained constant for at least 15 min, exact volume and bath temperature are recorded. The bottle is graduated in 0.1 cc increments near the zero mark so that the level need not be exactly at zero. However, variation from the zero line must be considered in final volume reading.

Cool, weighed residue from the acid wash is transferred to the bottle using a short stem glass funnel and the bottle is tipped and rotated carefully to help remove any air remaining on sand grains. The bottle can be placed in an ultrasonic scrubber for 10 or 15 sec to displace air, but the cycle must be short to avoid heating the solution.

When the meniscus is clear and the water surrounding the bottle has returned to its original temperature, final volume is read from the graduated stem, interpolating to the nearest 0.01 cc reading. After correcting for initial reading, the specific gravity can be calculated by dividing the weight of sand in the bottle by the change in volume.

$$\text{specific gravity} = \frac{\text{weight of sand}}{\text{volume of sand}}$$

Holding the 53-micron sieve basket over a sink or drain, contents of the specific gravity bottle are poured into the sieve basket to recover residue. The sieve basket is then placed in the ultrasonic scrubber and the water jet is used to wash any grains that remained in the bottle down into the sieve basket and to wash the residue thoroughly to remove all traces of wetting agent. Residue in the sieve basket can then be dried in an infrared dryer and reweighed to ensure that all the sample has been recovered.

If any floating grains were at the surface of the liquid during the specific gravity test, they could cause some error in the results due to their low apparent specific gravity and by obscuring the meniscus. If floaters are present, residue should be placed in a mechanical scrubber for not more than 5 min of treatment to break down hollow grains. This can also be handled by crushing these grains in a mortar and pestle. Residue should then be reweighed and again placed in the specific gravity bottle so the test can be repeated.

Phosphoric Acid Method

Specific gravity procedure can be checked, or even replaced, with a digestion of oolitic material in hot phosphoric acid. For those instances where sands entering a system have a significant difference in respective specific gravities, proportion between the sands must be known. Unless an accurate reference value of specific gravity for the base mineral can be assigned, there will be some chance for error using specific gravity procedure. In such a case, the authors recommend that residue from hydrochloric acid treatment be processed with the phosphoric acid method. Fig. 7.

In this procedure, washed and dried residue from hydrochloric acid treatment is carefully weighed and then quartered to obtain a representative 10.00-g sample. This sample is then transferred to a heavy-walled beaker and 200 ml of 85% phosphoric acid is added. The acid is boiled for at least 1 hr or until it no longer darkens in color. Some sands require several hours of boiling to dissolve all the oolitic material.

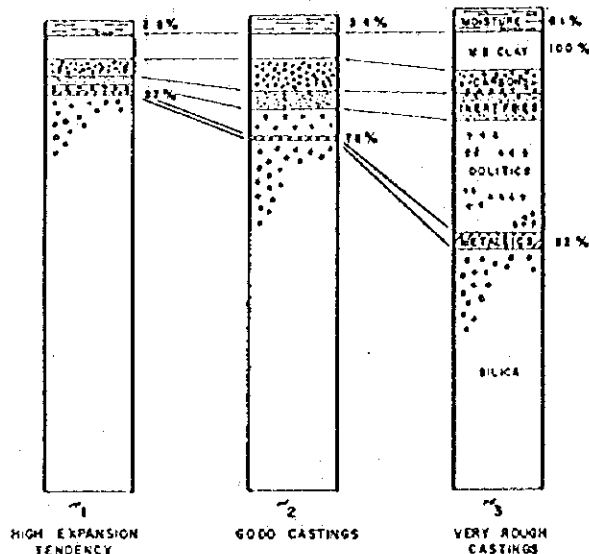


Fig. 8. Schematic diagram showing composition of three gray iron system sands.

A hot plate equipped with a magnetic stirrer will keep the sand in motion and reduce the time required to dissolve the coatings. It will also minimize the possibility of bumping and keep grains from sticking to the bottom of the beaker. Magnetic stirring is not absolutely necessary, but benefits seem to outweigh additional expense.

When the coatings have dissolved, the beaker is removed from the hot plate and allowed to cool for 10 or 15 min. The bulk of the acid is decanted very carefully to be sure that no grains are lost. Remaining acid with the sand is then cooled further and very carefully diluted with hot water.

During boiling, temperature of the acid will approach 430F (220C). After acid reaches 100% concentration, the temperature can rise even higher. Before adding water after decanting, remaining acid and sand should cool to approximately 140F (60C). The authors have encountered severe spattering on some samples and recommend caution, adding the water very slowly to the side of the beaker. Reaction may vary with degree of concentration and possible conversion to pyrophosphoric acid, but the technician should wear eye protection and observe safe laboratory procedure.

The acid is diluted with enough water to fill the beaker and after sand grains have settled, the liquid is decanted, or removed with a syphon. This is repeated to further dilute the acid and the sample is transferred into a sieve basket equipped with a stainless steel sieve having 25-micron openings. The sieve basket is positioned in an ultrasonic scrubber and the sample is washed free of acid using a jet of water. After drying, the sample is reweighed and the percentage of base mineral in the original sample is calculated on the basis of weight remaining --

$$\% \text{ silica} = \frac{A + R}{S}$$

-- where A is the weight in grams of residue after the HCl acid wash, and R is the weight in grams of residue for the 10.00-g sample after phosphoric acid treatment.

Since phosphoric acid treatment dissolves dead clay and ash in conglomerate grains and oolitic coatings, this frees a great number of silica chips. If a 53-micron sieve basket were used following phosphoric acid treatment, almost all these chips would be washed through and their loss would become part of

the reported oolitic material. To avoid this error, a sieve basket with 25-micron openings is used to retain larger chips as part of the silica or base mineral. Details of the calculations are given in the appendix.

Base Sands

If make-up or core sands contain calcium or magnesium carbonates, or acid soluble iron minerals, these components will affect acid wash results and introduce an error in metallics calculation. Carbonates can also influence I.OI.

To compensate for these materials and to secure a reliable specific gravity value for base sands, it is necessary to test a separate sample of each sand entering the system. These sands are treated in the same manner as outlined for system sand. Test values required are the percent losses during combustibles test and acid wash and specific gravity, which should be accurate to the third decimal place.

If phosphoric acid treatment is used, base sands will have to be checked using the same treatment to arrive at a blank for each sand.

Application

The "Silica Program" has two principal applications in sand control. First, it provides a means for measuring sand composition. By periodic determination of composition, one can detect changes in the basic nature of the system sand. Therefore, it can be used to check on the uniformity of sand preparation.

A second application is in deliberate selection of a composition for a particular casting line. In the past, the sand engineer could select a particular additive formulation on the basis of experience, but there was no guarantee that the composition would remain constant. Equipment malfunction, variation in amount of core sand entering the system, changes in effective sand-to-metal ratio, operator error, variations in shake-out and losses to the ventilation system can all have an effect on actual composition. With the "Silica Program" one can select a composition and check progress toward the objective.

These two applications can be summarized as having one general purpose -- measuring the performance of sand systems so that corrective action can be taken.

Selecting a Composition

While the "Silica Program" is a fairly recent development, decades of foundry experience can indirectly be drawn upon in the selection of an optimum composition. Hundreds of system sands have been tested with the "Silica Program." Many of these sands represent the end result of years of trial and error and of practical experience in producing a particular casting or grouping of castings. Experience of the past can thus be a guide or frame of reference in selecting a desired composition.

Figure 8 is a schematic diagram showing composition of three gray iron sands with green strengths in the 14.5 to 16.6 N/cm² range and similar compactability values. Sand No. 1 was a problem sand producing a prohibitive amount of defective castings with heavy scabbing and other expansion defects. This sand received an excessive amount of burned core sand from furan cores and silica content was almost 87.0%. Cleanliness factor was 95.5%, which appears to be inappropriate for medium-to-large gray iron work.

Sand No. 2 produced excellent gray iron castings and a similar system sand on another line produced very good malleable castings.

The third sand shown on the diagram was another problem sand, producing very rough castings with severe burn-in. It contained a high level of latent or undeveloped clay and over 24% oolitic material with 6% inert fines. Silica content was only 52%. Cleanliness factor was 60.4%.

Experience suggests that the best range for U.S. gray iron foundries lies between the compositions represented by sands 1 and 3.

On this figure the system sand is considered on the dry basis with the moisture content above the 100% line. It is recognized that moisture is a basic component of the mix, but this method of presentation was adopted to match testing procedures and calculations, which are all on the dry basis. It will be noted that moisture requirements at constant compactability reflect degree of oolitization of these sands, varying from 2.8% to 5.1%. Oolitic material and inert fines have moisture requirements of their own.

As part of a computerized system for analyzing daily test data, a method has been developed⁸ for analyzing water requirements of clay, carbons and dead clay in a system sand. That portion of the moisture content which cannot be explained on the basis of these easily measured components can be used as a guide to actual oolitics content of the sand. This method has been used very successfully for more than four years in the computer system, but it does require periodic use of a "Silica Program" test series as a check on accuracy of test data and calculations.

Though moisture testing is relatively simple, experience has shown that test data in many laboratories are inaccurate, even when the sample of sand is cool. When working with hot sand, the problem is compounded. To be sure that an apparent change in moisture requirement is due to a drift in amount of oolitic material and not operator error, the "Silica Program" is run every month or two.

Based on the large number of production sands tested during the past few years, some patterns in the data have been observed which may be useful in selecting a sand composition —

- 1) For silica-base steel sands, silica content should be at least 85% and most successful steel castings will have a silica content above 87%.
- 2) For steel sands, carbons level is usually below 2% and the silica content can be as high as 92% and still produce good castings.

3) High silica levels increase the tendency toward expansion defects in ferrous sands.

4) Replacing part of the silica with clay, sea coal, dead clay or oolitics will reduce the expansion defect tendency.

5) High levels of fresh sea coal can produce other defects such as porosity and pin holes. However if the sea coal is partially coked, it will reduce the expansion tendency without generating too high a level of volatiles in the sand.

6) Sands with high silica and low moisture are more likely to produce mold explosion defects.

7) For gray iron work, silica levels above 85% are usually associated with expansion defects.

8) Automotive castings are produced in sands with a total silica range from 80 to 85% in corporate foundries, but supplier foundries generally use sands with a silica level in the mid 70s.

9) Below 70% silica, gray iron sands are usually problem sands, but small fittings are being produced successfully with silica levels as low as 68% in the U.S.

10) Working with different clays and sea coals, European foundries make successful castings at lower silica levels; as low as 55% for ordinary gray iron and about 65% for malleable.

11) Coked sea coal, oolitic material and inert fines increase water requirement and sand becomes more endothermic.

Another factor that should be considered in selecting a composition is the relationship between silica (base mineral) and cost. A high level of base mineral is maintained by dilution of burned clay and carbons through a high rate of new sand addition and/or through the influx of burned core sand. Grains of new sand or core sand will require extra clay and carbons above that required to replace heat-damaged material. This also means that the mixer has to distribute this extra material and develop its properties.

In addition, the more new sand and core sand entering the system, the more sand to be discarded. From the standpoint of cost, silica level should be as low as possible without sacrificing casting quality.

System Performance

In the design of a new foundry or molding line, some consideration should be given to the actual sand composition desired. This is still a relatively new concept due to lack of tools for measuring the composition. However, if we want a system sand to reach a state of equilibrium at a silica content of 73%, with 8% bentonite and 5.5% carbons, this fact should enter the planning at an early stage. Once general composition has been selected, the system must be designed to attain this objective.

A number of basic design decisions are involved — production rate desired, molding method and equipment to be used, flask size, sand-to-metal ratio, mixing equipment, type of core system and whether sand additives will be handled in slurry or dry form, individually, or as a preblend. Provision must be made for handling sand, tempering, cooling, storage, shake-out, and even disposal. These considerations, along with ventilation and dust collection, establish constraints which may limit the actual range of composition available to the operator.

If the sand-to-metal ratio is down in the 3-to-1 range, more clay will be damaged per ton of sand mixed than if the ratio was

TABLE 4. — Effect of Core System on Silica Content of a System Sand

CORE SYSTEM	HOLLOW SHELL CORES AND SODIUM SILICATE CORES	COLD BOX CORES SOLID EASY SHAKE-OUT CORES
SYSTEM SAND DATA		
AFS. CLAY, %	13.9	12.3
LOSS ON IGNITION, %	8.5	6.4
"ADJUSTED CLAY," %	10.1	9.0
SILICA CONTENT, %	70	79

6-to-1. This is normally handled by making additions calculations on the basis of weight of metal poured. However, difference in sand-to-metal ratio will have an influence on apparent mixing efficiency, on amount of cooling required and if there are losses in the cooling equipment, this can influence final grain distribution and sand composition.

Another factor with a profound influence on sand composition is the type of core binder system selected. Table 4 shows the effect on silica content of a system sand following a change from the use of both hollow shell cores and sodium silicate cores to cold box cores. Originally, the amount of burned sand entering from hollow shell cores was small, and since sodium silicate cores had poor shake-out properties, most of these cores went out of the system as core butts at the screen. Thus, amount of core sand entering the system was low and silica content was stable at 70%.

When cores were switched to a cold box system, they broke down easily at shake-out and a much higher amount of regenerating silica sand was introduced to the system. This resulted in silica content increasing to 79%, while the AFS clay and combustibles decreased.

In other cases observed, change to shell cores had a significant effect on required level of volatiles at 900F (480C). Before burned shell sand entered the system volatiles test results had to be kept above 0.90% to maintain a good finish on the castings. With carbonized coating on the grains from the shell cores, volatiles could be as low as 0.6% without losing good finish and there were fewer problems with porosity.

Table 5 deals with a practical application of the "Silica Program" in evaluating a new system. In this example, the old system produced satisfactory gray iron castings and the design objective was to build a similar line with modern equipment to increase production rate. No major process changes were contemplated and only fully-proven components were to be used. Sand from the old system was selected as the model, to take advantage of many years of experience in using this sand.

TABLE 5. — Reproducing an Older System

SAMPLE	MB CLAY	CARBONACEOUS MATERIAL	SILICA	CASTING QUALITY
OLD SYSTEM	56%	52%	84%	SATISFACTORY
NEW SYSTEM				
3 MONTHS OLD	46	45	90.4	SEVERE EXPANSION DEFECTS
7 MONTHS OLD	57	41	87	BORDERLINE CONDITION
2 YEARS OLD	50	47	84.5	SATISFACTORY

After a few months of operation, the new system was producing large quantities of defective castings. The control program made use of only a few basic sand tests and test values did not indicate any major differences when compared to values obtained on sand from the older system. Actually there were some differences, but they were not enough to alert people to the need for corrective action.

A "Silica Program" test series brought the problem into sharp relief. It demonstrated that molding sand in the new system was almost entirely fresh sand, clay and carbons with only 0.5% inert fines, oolitics and metallics. The system sand had all the limitations of a simple laboratory mix plus the shortcomings of inadequate mulling. Silica level was over 90%, making the sand susceptible to expansion defects and to mold explosion defects.

Investigation revealed that a great deal more core sand was entering the new system than had been expected. A seemingly minor change in type of core binder contributed to this difference and some of it was due to method of handling prior to shake-out. The result was an increase in the influx of burned core sand which required large additions of clay and carbons and which through dilution prevented accumulation of any significant amount of oolitic material.

There was also some indication that the new and very effective ventilation system and sand cooling system were removing fines as fast as they were formed.

Even with an understanding of the problem, operating personnel had few practical options open to them. The quickest remedy was to supplement their existing additive system with massive manual additions of clay and carbons to lower the silica level and gain some cushioning effect. This reduced the scrap level but still left the sand in a borderline condition.

An effort was made to reduce velocity of the air in portions of the ventilation system and in the cooling system. This helped, but adjustments and natural attrition in the equipment also played a part in bringing silica to a safer level. The system has finally approached the desired condition, but there would undoubtedly be a significant reduction in operating costs if burned core sand influx were reduced.

This illustrates one major application of the "Silica Program," its use as a means of determining effect of a given rate of new sand addition and core influx. If the amount of new sand and core sand entering the system are too low, silica level can drop to a range at which the castings will become rough and difficult to clean. On the other hand, if the amount is too high, silica can increase to a range at which sand is susceptible to expansion defects.

Most systems are maintained between these extremes and this is accepted as sufficient control. However, with the "Silica Program" progress can be monitored and it is possible to fine-tune the system to improve castings and reduce costs.

As an example, consider a hypothetical system operating at a clay level of 6.0% bentonite with 5% carbonaceous material. Every ton of new sand and burned core sand entering the mixer will require approximately 120 lb of bentonite and 100 lb of carbons to coat the grains and bring this sand to control levels. If good castings can be produced with a silica level of 75%, then it would be wasteful to maintain silica content at 85% deliberately, when it will require much more sand, clay and carbons to hold this level. Any dilution rate above that which is absolutely necessary means additional costs in purchasing, handling, storage and disposal.

Using the "Silica Program" surprising variation in silica content of system sands used for similar castings has been found. Part of this difference may be explained by some difference in sand requirements of molding equipment, but the suspicion remains that in many instances the foundryman seems to be locked in by design of the system and the core binder selected.

However, it is possible in many cases to re-examine the shake-out line and take advantage of opportunities at this portion of the system to exercise some measure of control. A longer or more violent shake-out can result in the return of more heat-damaged material to the system sand. This will raise oolitic and lower silica content.

In addition, many of us have observed systems in which it would be a simple matter to remove most of the burned out internal and cope cores with the casting to reduce excessive amounts of this material entering the system. Loose core sand separated with the castings could then be isolated and reclaimed for a further savings in operating costs.

Measuring composition with the "Silica Program," we can institute controls using inventory data and materials balance studies to augment our present testing procedures. Also, we are in a better position to evaluate system design so that we can move in the direction of a more closed system, thereby reducing both consumption and disposal of material.

Appendix

Calculations

The "Silica Program" requires the following test values --

	System Sand	Base Sand
Methylene blue requirement in ml	(B)	(b)
LOI in %	(C)	(c)
On separate 50-g samples --		
The weight remaining --		
1) After washing the sand and collecting the residue on a 53-micron sieve	(W)	(w)
2) After washing and then firing at 1800F (980C)	(N)	(n)
3) After washing, firing and HCl acid treatment	(A)	(a)
Then, if the specific gravity method is used -- Volume occupied by residue from the acid wash	(V)	(v)
Or, if phosphoric acid treatment is to be used, a 10.00-g representative sample is taken from the residues (A) and (a) and the sample is treated with hot phosphoric acid. Required test value will then be the weight remaining after phosphoric acid treatment	(R)	(r)

Methylene Blue Total Clay

To calculate the methylene blue total clay in percent (E), the methylene blue requirement in ml is divided by the predetermined calibration factor (K) for the clays. For many U.S. bentonites this factor has been found to be 4.83 ml of methylene blue solution for each percent clay (on the as-received basis).

Then,

$$\text{Methylene blue total clay, \%} = (E) = \frac{B}{K}$$

Carbonaceous Material

Carbonaceous material is determined by correcting LOI value for bound water that will be given up by the clay and for the LOI (c) if any, of the base sand.

$$\text{Carbonaceous Material, \%} = D = C - (0.009E + c)$$

Metallics

Metallics are calculated on the basis of loss in weight of the system sand during acid wash, corrected for loss in weight, if any, of base sand during the same treatment.

$$\text{Metallics, \%} = M = 2 \{ (N-A) - (n-a) \}$$

Inert Fines

Residue from the HCl acid treatment will contain only base mineral and oolitic material. This residue will consist of material that does not pass through a 53-micron sieve. Carbonaceous material and metallics have been removed as well as all loose clay and other particles less than 53 microns in diameter.

By subtracting the methylene blue total clay, metallics and carbonaceous material from loss in weight, the amount of inert fines can be determined.

$$\text{Inert Fines, \%} = I = (100-2A) - (E+D+M)$$

Oolitic Material (Specific Gravity Method)

Specific gravity of the system sand (G) and of the base sand (g) are calculated using weight and volume of the residues remaining after washing, firing and HCl acid treatment.

$$\text{Specific gravity (system sand)} = G = \frac{A}{V}$$

$$\text{Specific gravity (base sand)} = g = \frac{a}{v}$$

Then --

$$\text{Oolitic Material, \%} = P = 2A(g \cdot G)/(g \cdot 2.05)$$

Oolitic Material (Phosphoric Acid Method)

In this procedure, 10.00-g representative samples are taken from residues (A) and (a) and treated with hot phosphoric acid to dissolve the oolitic material. If there is no loss in weight in the base sand, oolitic material can be calculated as --

$$\text{Oolitic Material, \%} = P = \frac{2A \cdot R}{10} = \frac{A \cdot R}{5}$$

However, if residue (r) from the base sand is less than 10.00 g, then this will require a correction as incorporated in the following equation --

$$\text{Oolitic Material, \%} = P = 2A \frac{(1-R)}{r}$$

Fluxing Material

Fluxing material is then by definition equal to the sum of inert fines and oolitic material.

$$\text{Fluxing Material, } C\% = F = I + P$$

Silica (Base Mineral)

When the specific gravity method is employed, silica or base mineral content can be calculated using the expressions --

$$\text{Silica, } C\% = S = 2A - P$$

-- or --

$$\text{Silica, } \% = S = 2A \left[\frac{1 - (g - G)}{(g - 2.05)} \right]$$

If the phosphoric acid method is used, the silica or base mineral can be calculated as --

$$\text{Silica, } \% = S = 2A - P$$

Cleanliness Factor

Cleanliness factor is an expression of the proportion between silica sand and combined silica, metallics and fluxing material.

$$Q = \frac{100 \cdot S}{S + M + F}$$

References

1. E. Hofmann, "Der Einfluss des Sandumlaufs auf Zustand und Eigenschaften betrieblicher Giessereisande," *Giesserei*, Vol. 53, No. 24, p. 818-827 (1966).
2. W. D. Huskoken, "Computer Program Systematizes Sand Control," *Foundry*, p. 140-144 (March 1970).
3. Harry W. Dietert Co., *Foundryman's News Letter*, "Silica Program Improves System Sands," Vol. 4, No. 5 (January 1971).
4. H. W. Dietert, A. L. Graham, J. S. Schumacher, "A New Methylene Blue Procedure for Determination of Clay in System Sands," *AFS Transactions*, Vol. 78, p. 208-212 (1970).
5. *Molding Methods and Materials*, (1st Ed.), American Foundrymen's Society, p. 67-71 (1962).
6. N. A. Talvite, "Determination of Quartz in Presence of Silicates Using Phosphoric Acid," *Analytical Chemistry*, Vol. 23, No. 4, p. 623-626 (April 1951).
7. N. A. Talvite, "Determination of Free Silica: Gravimetric and Spectrophotometric Procedures Applicable to Air-Borne and Settled Dust," *American Industrial Hygiene Association Journal*, Vol. 25, p. 169-176 (March-April 1964).
8. H. Berndt, "Die Ueberwachung von Verschleisserscheinungen an einem Sandumlaufsystem," *Giesserei*, Vol. 55, No. 15, p. 441-453 (1968).
9. H. W. Dietert, A. L. Graham, and J. S. Schumacher, "A Sand Control Program That Saves Castings," *AFS Transactions*, Vol. 82 (1974).

資料-14 工場管理の相互診断表データ

工場管理の現状確認相互診断表

製造者 丸鋼造工業 担当者 菅野 隆
実施時期: 1989年3月15日

◇ 全般によく実施している	10点
◇ 実施している、一部が実施していない	8点
◇ まま実施している、一部が実施していない	6点
◇ 一部で実施している	4点
◇ 実施している気配はあるが充分でない	2点

項目	評価点					手段・方式
	10	8	6	4	2	
1. 現場と作業場、仕切り品置き場が明確になっているか	10	8	6	4	2	0 (10点) 内容表示 ・ 質疑応答 ・ 覚めのルール ・ 覚めの作業 ・ 覚めの指示 ・ 覚めの表示 ・ 覚めの表示
2. 部品庫に整理整頓されているか	10	8	6	4	2	0 (10点) ルール遵守 ・ 覚めのルール ・ 覚めの作業 ・ 覚めの指示 ・ 覚めの表示 ・ 覚めの表示
3. 作業場に無関係な部品、工具がないか	10	8	6	4	2	0 (10点) 覚めの作業 ・ 覚めの指示 ・ 覚めの表示 ・ 覚めの表示
4. 作業場に部品、ゴミが落ちていないか	10	8	6	4	2	0 (10点) 始業前準備 ・ 覚めの作業 ・ 覚めの指示 ・ 覚めの表示 ・ 覚めの表示
5. パレット置き位置、二つの種類の積り	10	8	6	4	2	0 (10点) 区分内設置 ・ 覚めの作業 ・ 覚めの指示 ・ 覚めの表示 ・ 覚めの表示
6. 積板、作業台、備品の整理	10	8	6	4	2	0 (10点) ゴミ分別清掃 ・ 5分・10分清掃
7. 箱、備品の整理整頓	10	8	6	4	2	0 (10点) 細分化表示 ・ 項目、物量、納期 ・ 表示明記
8. 材料、部品、仕切り品等すべてに表示があるか	10	8	6	4	2	0 (10点) 表示明記 ・ 項目、物量、納期 ・ 表示明記
9. 材料、部品、仕切り品等すべてに表示があるか	10	8	6	4	2	0 (10点) 表示明記 ・ 項目、物量、納期 ・ 表示明記
10. 材料、部品、仕切り品等すべてに表示があるか	10	8	6	4	2	0 (10点) 表示明記 ・ 項目、物量、納期 ・ 表示明記
11. 材料、部品、仕切り品等すべてに表示があるか	10	8	6	4	2	0 (10点) 表示明記 ・ 項目、物量、納期 ・ 表示明記
12. 材料、部品、仕切り品等すべてに表示があるか	10	8	6	4	2	0 (10点) 表示明記 ・ 項目、物量、納期 ・ 表示明記
13. 材料、部品、仕切り品等すべてに表示があるか	10	8	6	4	2	0 (10点) 表示明記 ・ 項目、物量、納期 ・ 表示明記
14. 材料、部品、仕切り品等すべてに表示があるか	10	8	6	4	2	0 (10点) 表示明記 ・ 項目、物量、納期 ・ 表示明記
15. 材料、部品、仕切り品等すべてに表示があるか	10	8	6	4	2	0 (10点) 表示明記 ・ 項目、物量、納期 ・ 表示明記
16. 材料、部品、仕切り品等すべてに表示があるか	10	8	6	4	2	0 (10点) 表示明記 ・ 項目、物量、納期 ・ 表示明記
17. 材料、部品、仕切り品等すべてに表示があるか	10	8	6	4	2	0 (10点) 表示明記 ・ 項目、物量、納期 ・ 表示明記
18. 材料、部品、仕切り品等すべてに表示があるか	10	8	6	4	2	0 (10点) 表示明記 ・ 項目、物量、納期 ・ 表示明記
19. 材料、部品、仕切り品等すべてに表示があるか	10	8	6	4	2	0 (10点) 表示明記 ・ 項目、物量、納期 ・ 表示明記
20. 材料、部品、仕切り品等すべてに表示があるか	10	8	6	4	2	0 (10点) 表示明記 ・ 項目、物量、納期 ・ 表示明記

(注) P. O. S. A : Plan. Do. Sec. Action (計画し、実行して、確認して、実行する)

項目	評価点					手段・方式
	10	8	6	4	2	
1. 製品の保証品(無償品)件数出庫が50%以上か	10	8	6	4	2	0 (10点) 表示-7P- ・ 保証書 ・ ファイル管理
2. 保証品の保証が分かるようになっているか(安全で保証書、サイン保証)	10	8	6	4	2	0 (10点) サイン別紙表示 ・ ファイル管理 ・ 保証書 ・ 保証書
3. 保証品の保証が分かるようになっているか(保証書が貼られているか)	10	8	6	4	2	0 (10点) 保証書の貼付 ・ 保証書 ・ 保証書
4. 保証書の保証が分かるようになっているか(保証書が貼られているか)	10	8	6	4	2	0 (10点) 保証書の貼付 ・ 保証書 ・ 保証書
5. 保証書の保証が分かるようになっているか(保証書が貼られているか)	10	8	6	4	2	0 (10点) 保証書の貼付 ・ 保証書 ・ 保証書
6. 保証書の保証が分かるようになっているか(保証書が貼られているか)	10	8	6	4	2	0 (10点) 保証書の貼付 ・ 保証書 ・ 保証書
7. 保証書の保証が分かるようになっているか(保証書が貼られているか)	10	8	6	4	2	0 (10点) 保証書の貼付 ・ 保証書 ・ 保証書
8. 保証書の保証が分かるようになっているか(保証書が貼られているか)	10	8	6	4	2	0 (10点) 保証書の貼付 ・ 保証書 ・ 保証書
9. 保証書の保証が分かるようになっているか(保証書が貼られているか)	10	8	6	4	2	0 (10点) 保証書の貼付 ・ 保証書 ・ 保証書
10. 保証書の保証が分かるようになっているか(保証書が貼られているか)	10	8	6	4	2	0 (10点) 保証書の貼付 ・ 保証書 ・ 保証書
11. 保証書の保証が分かるようになっているか(保証書が貼られているか)	10	8	6	4	2	0 (10点) 保証書の貼付 ・ 保証書 ・ 保証書
12. 保証書の保証が分かるようになっているか(保証書が貼られているか)	10	8	6	4	2	0 (10点) 保証書の貼付 ・ 保証書 ・ 保証書
13. 保証書の保証が分かるようになっているか(保証書が貼られているか)	10	8	6	4	2	0 (10点) 保証書の貼付 ・ 保証書 ・ 保証書
14. 保証書の保証が分かるようになっているか(保証書が貼られているか)	10	8	6	4	2	0 (10点) 保証書の貼付 ・ 保証書 ・ 保証書
15. 保証書の保証が分かるようになっているか(保証書が貼られているか)	10	8	6	4	2	0 (10点) 保証書の貼付 ・ 保証書 ・ 保証書
16. 保証書の保証が分かるようになっているか(保証書が貼られているか)	10	8	6	4	2	0 (10点) 保証書の貼付 ・ 保証書 ・ 保証書
17. 保証書の保証が分かるようになっているか(保証書が貼られているか)	10	8	6	4	2	0 (10点) 保証書の貼付 ・ 保証書 ・ 保証書
18. 保証書の保証が分かるようになっているか(保証書が貼られているか)	10	8	6	4	2	0 (10点) 保証書の貼付 ・ 保証書 ・ 保証書
19. 保証書の保証が分かるようになっているか(保証書が貼られているか)	10	8	6	4	2	0 (10点) 保証書の貼付 ・ 保証書 ・ 保証書
20. 保証書の保証が分かるようになっているか(保証書が貼られているか)	10	8	6	4	2	0 (10点) 保証書の貼付 ・ 保証書 ・ 保証書

工場管理の現状確認相互診断表

現場名: カネミチ工業
 実施日時: 10月20日(土) 担当者: 田中

◎ 全社によく実施している	10点
○ 実施している	8点
◇ まあまあ実施している	5点
◇ 一部で実施している	4点
○ 実施していない	2点

チェック項目	評価点		評価基準	手段・方式
	10	8		
1. 製造工程等、仕掛り品置き場が明確になっているか	1	1	明確表示	看板区分
2. 部品箱は整理整頓されているか	1	1	ルール遵守	作業のルール設定
3. 作業面は新分な部品、工具がないか	1	1	作業の作業	作業場所の明示(影絵・表示)
4. 作業開始前、ゴミが落ちていないか	1	1	作業開始時	清掃作業
5. パレット置き場、二行の在庫の明記	1	1	区分明確	看板区分
6. 廃材、作業音、廃品の廃棄	1	1	ゴミ分別処理	5分・10分 清掃
7. 部、廃品の整理整頓	1	1	目分化表示	項目・対象、時期
1. 部品、部品、仕掛り品すべてに番号があるか	1	1	表示明記	項目・対象、時期
2. 部品、部品の仕掛り品、部品の番号がどこどこに記されているか	1	1	番号・メーカの表示	部品の整理・取扱い
3. スリッパ、ゴミ箱、ゴミ箱の番号がどこどこに記されているか	1	1	番号・品名	取扱い
4. 廃材の整理整頓がなされているか	1	1	内容明記	番号
5. 作業指示書、作業指示書がどこどこに記されているか	1	1	記入から2日以内	番号
6. 廃材管理がなされているか	1	1	並べ方管理	番号
1. 準備時間×生産量で日配量しているか	1	1	前日に配量	人数・生産量(台/日)
2. 日々の配量、部品が配量できているか	1	1	配量表示	生産実績
3. 不良発生時の配量(回復力)が強いのか	1	1	配量前回復	配量不足の対策
4. ラインバランスが吸収できるラインになっているか	1	1	多能化人員の配置	多能化作業
5. 異物が落ちているか(スリッパの多能化)	1	1	目新比例	多能化作業
6. 自動車のオペレーターはインスペクターと決まっているか	1	1	作業指示	作業指示(多能化)
7. QCマニュアル活動の時間と計画的に実施しているか	1	1	1日/月	1-月間計画
8. QCマニュアルの発行・生産現場が明確になっているか	1	1	ライン別表示	
9. 取扱い手順が管理されているか	1	1	マシンの個人別	

(注) P. D. S. A. Plan. 00. Sec. Action. (計画し、試して、確認して、実行する)

品名	評価点		評価基準	手段・方式
	10	8		
1. 部品の保証品(無材部品)件数が出ているか	1	1	表示マナー	保証書
2. 昨日の不良状況が分かるようになっているか(型入れ検査、サイン検査)	1	1	サイン別表示	ファイル設置
3. 昨日までの不良状況が分かるようになっているか	1	1	作業の表示	不良発生時
4. UN-0 (0.001mm) 対策が進んでいるか	1	1	改善	UN-0 対策
5. 工程力(CQ)をつかっているか(管理)	1	1	対策の表示	管理
6. 計測の自動化はできているか	1	1	自動NC検査	自動計測装置
1. 取り回しの遅延が明確になっているか	1	1	表示	表示
2. 計画に遅延する部品、部品がリアルタイムでわかるようになっているか	1	1		生産グラフ
3. 加工部数が正確になっているか	1	1		生産計画表
4. 明日の計画が前日の夕方分かるようになっているか	1	1		生産計画表
5. 作業指示書が正確になっているか	1	1		作業指示書の更新
6. リードタイムが把握できているか	1	1		作業指示書の更新
1. 時期に遅延しているかどうか分かるか	1	1	ファイル	遅延に対する対策
2. 不良発生品がいつ発生したのか、どの工程で発生したのか、どの人が発生させたのか、どの部品が発生したのか	1	1	記入と	ファイル設置
3. 品質と納期の目標、要求が関係するすべて	1	1	不良発生と	表示
1. 改善はいつ、何を改善したのか	1	1	改善履歴	改善履歴
2. 改善履歴が分かるようになっているか	1	1	改善履歴	改善履歴
3. 自動車の総合部数が把握されているか	1	1	改善履歴	改善履歴
4. 安全対策(よるアルファ)が明確になっているか	1	1	改善履歴	改善履歴
5. 改善履歴がなされているか	1	1	改善履歴	改善履歴
1. 改善履歴が管理のサークルが回っているか	1	1	改善履歴	改善履歴

工場管理の現状確認調査新表

実施日: 1999年11月16日
担当者: 須藤 隆

- ◇ 全体によく実施している 10点
- ◇ 実施している 8点
- ◇ まあまあ実施している 6点
- ◇ 一部で実施している 4点
- ◇ 実施している気配はあるが充分でない 2点

チェック項目	評価点					手段・方式
	10	8	6	4	2	
1. 原料と作業場、仕切り品置き場が明確になっているか	1	1	1	1	1	内倉表示 ・ 区域区分
2. 部品箱は総量規制しているか	1	1	1	1	1	ルール厳守 ・ 停止メーカ ・ 廃止の作業 ・ 廃棄品箱の明示 ・ 廃止品箱の明示 ・ 廃止品箱の明示 (看板+表示)
3. 作業台に食分な部品、工具がないか	1	1	1	1	1	始業前時点 ・ 区域区分 ・ 実態区分
4. 作業場に部品、ゴミが落ちていないか	1	1	1	1	1	ゴミの分別清掃 ・ 5分・10分清掃
5. パレット置き位置、平行の基準の明記	1	1	1	1	1	細分化表示 ・ 表示明記
6. 機械、作業台、備品の清掃	1	1	1	1	1	指示/シートの実施 ・ 部品の礼儀 ・ 不潔処理
7. 機、備品台の整理要領	1	1	1	1	1	赤点不用品 ・ 廃止品箱 ・ 備品内倉 ・ 置き場
8. 作業場をきれいに保たない材料、ワーク(板加工品)が投入されていないか	1	1	1	1	1	投入から2日以内 ・ 5分・10分清掃
9. 換気装置がはさまれているか	1	1	1	1	1	前日に把握 ・ 人員巡回計画 ・ 点検要領
10. 5ヶ所の配器、配管が把握できているか	1	1	1	1	1	把握要領 ・ 点検要領
11. 不良発生時の復元力(回復力)が高いか	1	1	1	1	1	確立前回復 ・ 点検要領 ・ 点検要領
12. ラインバランスが吸収できるラインになっているか	1	1	1	1	1	多能化作業員 ・ 多能化作業員 ・ (多能化)
13. 作業が出たらラインがストップできるようなっているか(異常の顕在化)	1	1	1	1	1	自動検出 ・ (多能化)
14. 自動検出のオペレーターはインスペクターとされているか	1	1	1	1	1	設置要領 ・ 設置要領
15. QCサークル活動の時間を計画的に与えているか	1	1	1	1	1	1日/月 ・ 月間計画
16. 廃止ラインの配管・在庫管理が明確になっているか	1	1	1	1	1	ライン別表示 ・ マシン個人別
17. 発取り時間が管理されているか(ワーク別)	1	1	1	1	1	マシンの個人別

注) P. D. S. A : Plan. Do. See. Action (計画し、実行して、確認して、実行する)

チェック項目	評価点					評価基準	手段・方式
	10	8	6	4	2		
1. 部品の要領品(異検品)件数出庫が50%以上か	1	1	1	1	1	表示+70-	・ 保証要領
2. 昨日の不良状況が分かるようになっているか(空入れ検査、ライン検査)	1	1	1	1	1	ライン別表示 ・ 異常別表示	・ ファイル設置
3. 前日までの不良状況が分かるようになっているか(不良状況が把握されているか)	1	1	1	1	1	不良状況表示 ・ 不良状況表示	・ 不良状況表示 ・ パネル設置
4. UM-0 (Quality) 対策が進んでいるか	1	1	1	1	1	改善要領	・ UM-0 化策
5. 工程能力(Cp)をつかんでいるか(管理)	1	1	1	1	1	対策の実施	・ 管理要領
6. 自動の自動化はできているか	1	1	1	1	1	自動NC検査 ・ 異常別表示	・ 自動計測器設置 ・ 表示
7. 取り過ぎの部品が照査になっているか(取り過ぎの部品が確認できているか)	1	1	1	1	1	自動NC検査 ・ 異常別表示	・ 表示
8. 製造現場が分かるようになっているか	1	1	1	1	1	自動NC検査 ・ 異常別表示	・ 表示
9. 明日の仕様が前日のタワタワ分分かるようになっているか	1	1	1	1	1	自動NC検査 ・ 異常別表示	・ 表示
10. 作業要領が分かっていて、材料の確認がとれているか	1	1	1	1	1	自動NC検査 ・ 異常別表示	・ 表示
11. リードタイムが把握できているか	1	1	1	1	1	自動NC検査 ・ 異常別表示	・ 表示
12. 時期に対して遅れているかどうか分かるようになっているか	1	1	1	1	1	自動NC検査 ・ 異常別表示	・ 表示
13. 不良品がいつ発生したのかどこどこの異常なのか分かるようになっているか	1	1	1	1	1	自動NC検査 ・ 異常別表示	・ 表示
14. 品質と納期の日数、要領が関係するかどうか分かるか	1	1	1	1	1	自動NC検査 ・ 異常別表示	・ 表示
15. 治具、工具、測定器の保全状態が分かるようになっているか	1	1	1	1	1	自動NC検査 ・ 異常別表示	・ 表示
16. 設備保全状態がわかるようになっているか(点検要領、点検要領)	1	1	1	1	1	自動NC検査 ・ 異常別表示	・ 表示
17. 自動機の設定が変更されているか	1	1	1	1	1	自動NC検査 ・ 異常別表示	・ 表示
18. 保全要領(トランプル時)に気がつくようになっているか	1	1	1	1	1	自動NC検査 ・ 異常別表示	・ 表示
19. 目録が更新されているか	1	1	1	1	1	自動NC検査 ・ 異常別表示	・ 表示
20. すべての部品は管理のワークルが回っているか(P. D. S. A)	1	1	1	1	1	自動NC検査 ・ 異常別表示	・ 表示

工場管理の現状確認相互診断表

工場名: 新産産園

実施時期: 1996年3月16日

担当者: 三

10点	○ 全社に広く実施している
8点	○ 実施している、大半が実施している
6点	○ 大半が実施している
4点	○ 一部で実施している
2点	○ 実施しているが対応はあてがっていない

項目	評価点	10	8	6	4	2	0	評価基準	手段・方式
1. 運送と作業場、仕切り品置き場が明確とされているか	1	1	1	1	1	1	1	内容表示	・異状区分
2. 部品荷は総量減額しているか	1	1	1	1	1	1	1	ルール厳守	・要めルールの設定
3. 作業中に所定な部品、工具がないか	1	1	1	1	1	1	1	現在の内容	・作業場所の明示 (影絵表示)
4. 作業場に部品、ゴミが落ちていないか	1	1	1	1	1	1	1	始末前時点	・掃除基準
5. パレット置き場、通行の邪魔の明記	1	1	1	1	1	1	1	区分内設置	・異状区分
6. 搬送、作業台、商品の積積	1	1	1	1	1	1	1	ゴミ切替積積	・5分・10分清掃
7. 部、備品の整理整頓	1	1	1	1	1	1	1	細分化表示	・項目、物置、納期
1. 材料、部品、仕切り品すべてに表示があるか	1	1	1	1	1	1	1	表示明記	・項目、物置、納期
2. 材料、部品、仕切り品、部品がどこにどれがあるか分かるように表示されているか (LINEでわかるように表示されているか)	1	1	1	1	1	1	1	表示、メンテ	・部品の引落 ・不良処理
3. スクリュー、ビス、ワッシャーがどこにあるか	1	1	1	1	1	1	1	赤丸不良品	・不良品置場
4. 異常品の取扱いがなされているか	1	1	1	1	1	1	1	内容表示	・異常内容 ・置き場
5. 作業指示書がない材料、ワーク (追加品) が投入されていないか	1	1	1	1	1	1	1	投入から2日以内	
6. 異状管理がなされているか	1	1	1	1	1	1	1	立寄り管理	
1. 換気時間×生産量で日々把握しているか	1	1	1	1	1	1	1	前日に把握	・人員稼働計画 ・生産量(8/1)
2. 日々の生産、効率が把握できているか	1	1	1	1	1	1	1	把握表示	・生産実績
3. 不良発生時の復元力(回復力)が強いのか	1	1	1	1	1	1	1	起立前回復	・工程内不良対策 ・改善メソッド
4. ラインバランスが吸収できるラインになっているか	1	1	1	1	1	1	1	多能化人員の配置	・多能化作業 ・多能化作業
5. 異常が出たらラインがストップできるようなになっているか (異常の発生)	1	1	1	1	1	1	1	自動計測 (DNC)	・多能化ライン (多能化作業)
6. 自動計測の不備はインスペクターと検出しているか	1	1	1	1	1	1	1	管理記入 異常管理	・不良統計(多能化ラインの活用)
7. QCCワーク活動の時間を計測的に与えているか	1	1	1	1	1	1	1	1日/月	・月間計画
8. 加工ラインの能力・生産実績が明確に把握されているか	1	1	1	1	1	1	1	ライン別表示	
9. 稼働時間が管理されているか (ワーク別)	1	1	1	1	1	1	1	マシン個人別	

(注) P. D. S. A. Plan. Do. Sec. Action (計画し、実行し、確認して、実行する)

項目	評価点	10	8	6	4	2	0	評価基準	手段・方式
1. 部品の保証品 (無保証品) 件数出庫が50%以上か	1	1	1	1	1	1	1	表示+710-	・保証品表
2. 昨日の保証品が分かるようになっているか (要入れ保証、ライン保証)	1	1	1	1	1	1	1	ライン別表示 異常別表示	・ファイル設置
3. 昨日までの不良保証品が分かるようになっているか (不良保証品が認められているか)	1	1	1	1	1	1	1	保証品の表示 不良保証品	・不良保証品グラフ ・パレット
4. UN-0 (サクリップ) 保証品が選んでいるか	1	1	1	1	1	1	1	管理	・UN-0化
5. 工程能力(CP)をつかんでいるか (管理)	1	1	1	1	1	1	1	対策の実施	・管理図
6. 計測の自動化はできているか	1	1	1	1	1	1	1	自動計測	・自動計測器設置
1. 走り過ぎの基準が明確にならなくて、走り過ぎの基準が明確にできているか	1	1	1	1	1	1	1	既定値表示	・表示
2. 明日の計画と進捗がリアルタイムで確認できるか	1	1	1	1	1	1	1		・速度グラフ
3. 加工前処理が完了しているか	1	1	1	1	1	1	1		・生産計画表
4. 明日の計画が前日の夕方分かるようになっているか	1	1	1	1	1	1	1		・生産計画表
5. 作業指示に対して前工程、材料の確認がなされているか	1	1	1	1	1	1	1		・表示および作業等の認識
6. リードタイムが把握できているか	1	1	1	1	1	1	1		・作業等の認識
1. 納期に対して遅れているかどうか分かる	1	1	1	1	1	1	1	ファイル 確認	・遅れに対する対応
2. 不良品がいつ発生したのか、どこに発生したのか、出入りする人によって分かるようになるか	1	1	1	1	1	1	1	記入と 作業	・ファイル設置
3. 品質と納期の目標、実績が把握できるか	1	1	1	1	1	1	1	不良月報と 対策	・表示
1. 工具、器具、調整器の保全状態が分かる	1	1	1	1	1	1	1	保全記録 (対象分類)	・作業記録 ・作業色区分
2. 設備保全状態が分かるようになるか (当り検査等で整備・調整)	1	1	1	1	1	1	1	点検 チェック の表示	・チェック表 ・チェック表 ・チェック表
3. 自動機の総合効率が把握できているか	1	1	1	1	1	1	1	把握・管理	・総合効率 ・グラフ
4. 保全対策 (トラブル対応) に対して対策がなされているか	1	1	1	1	1	1	1	定期表示	・不良処理
5. 日当点検がなされているか	1	1	1	1	1	1	1	点検記録表	
1. すべての保証品に管理のサークルが回っているか (P. D. S. A.)	1	1	1	1	1	1	1		・保証品表

総合評価点

品名: 大牛車間
 工場別
 実施時間: 1995年5月 日 担当:

工場管理の現状確認相互診断表

全体によく実施している 10点
 実施している 8点
 まあまあ実施している 6点
 一部で実施している 4点
 実施している気配はあるが充分でない 2点

チェック項目	評価点	評価基準 (10点)	手段・方式
1. 機器と作業場、仕切り品置き場が明確とされているか	T F	内容表示	・貨区分
2. 前品は受取検閲しているか	T F	ルール順守	・警報のルール ・受取検閲
3. 作業着に付いた前品、工具がないか	T F	前品の作業場	・前品検出の表示 ・警報 (表示)
4. 作業場は前品、ゴミが落ちていないか	T F	始業前時点	・前品検出
5. パレット置き場、平仕の基準の明記	T F	区分作業場	・貨区分
6. 機械、作業台、備品の清掃	T F	ゴミの分別清掃	・5分・10分 清掃
7. 前品、備品の整理整頓	T F	細分化表示	・項目、初品、納品
1. 初品、前品、仕切り品すべてに表示があるか	T F	表示明記	・前品の引き ・不良処理
2. 材料、前品、仕切り品、製品がどこどこに置かれているか	T F	誘導サイン	・前品の引き ・不良処理
3. スリーピングストロウがファストストックが保たれているか	T F	前品の表示	・前品の引き ・不良処理
4. 前品の前品管理が保たれているか	T F	内容表示	・前品の引き ・不良処理
5. 作業指示書が保たれているか	T F	前品から2日以内	・前品の引き ・不良処理
6. 前品管理が保たれているか	T F	前日に前品	・前品の引き ・不良処理
1. 前品管理が保たれているか	T F	前日に前品	・前品の引き ・不良処理
2. 品々の前品、初品が保たれているか	T F	前品表示	・前品の引き ・不良処理
3. 不良発生時の後元力 (回復力) が強いのか	T F	前品回復	・前品の引き ・不良処理
4. ラインバランスが吸収できるラインになっているか	T F	前品回復	・前品の引き ・不良処理
5. 前品が出たラインがストロップで止まるようになっていないか (異常の顕在化)	T F	前品回復	・前品の引き ・不良処理
6. 自動検出のセンサーはインスペクターとつながっているか	T F	前品回復	・前品の引き ・不良処理
7. QCサークル活動の時間を計画的に与えているか	T F	前品回復	・前品の引き ・不良処理
8. 加二ライン別の能力・生産実績が明確になっているか	T F	前品回復	・前品の引き ・不良処理
9. 前品管理が保たれているか	T F	前品回復	・前品の引き ・不良処理

(注) P. O. S. A : Plan, Do, Sec. Action (計画・実行・確認・改善)

品名	チェック項目	評価点				評価基準 (10点)	手段・方式
		10	8	5	4		
1. 前品の前品 (無前品) 仕切り品が50%以上か						表示・710-	・保証書
2. 前品の前品が分かるようになっているか (受入れ前品、サイン前品)						サイン別表示 ・前品別表示	・フタイル設置
3. 前品の前品が分かるようになっているか						前品の表示 ・前品別表示	・不良発生アラーム
4. U-M-O (仕切り品) 前品が通んでいるか						前品表示	・U-M-O化
5. 前品の前品 (U-M-O) をつかんでいるか (前品)						前品の表示	・前品別表示
6. 前品の自動化はできているか						自動前品検出	・自動前品検出
1. 前品の前品が明確になっているか						前品表示	・表示
2. 前品の前品が分かるようになっているか							・前品別表示
3. 前品の前品が分かるようになっているか							・前品別表示
4. 前品の前品が分かるようになっているか							・前品別表示
5. 前品の前品が分かるようになっているか							・前品別表示
6. リードタイムが把握できているか						リードタイム	・作業場の整理
1. 前品の前品が分かるようになっているか							・前品別表示
2. 前品の前品が分かるようになっているか							・前品別表示
3. 前品の前品が分かるようになっているか							・前品別表示
1. 前品の前品が分かるようになっているか							・前品別表示
2. 前品の前品が分かるようになっているか							・前品別表示
3. 前品の前品が分かるようになっているか							・前品別表示
1. 前品の前品が分かるようになっているか							・前品別表示
2. 前品の前品が分かるようになっているか							・前品別表示
3. 前品の前品が分かるようになっているか							・前品別表示
1. 前品の前品が分かるようになっているか							・前品別表示
2. 前品の前品が分かるようになっているか							・前品別表示
3. 前品の前品が分かるようになっているか							・前品別表示
1. 前品の前品が分かるようになっているか							・前品別表示
2. 前品の前品が分かるようになっているか							・前品別表示
3. 前品の前品が分かるようになっているか							・前品別表示
1. 前品の前品が分かるようになっているか							・前品別表示
2. 前品の前品が分かるようになっているか							・前品別表示
3. 前品の前品が分かるようになっているか							・前品別表示

工場管理の現状確認相互診断表

工場名: 新産園 工場別
 実施時期: 1996年10月6日 担当: 菅野

◎ 実施によく実施している	10点
○ 実施している	8点
◇ 実施が半端な状態	6点
◇ 一部で実施している	4点
◇ 実施していない	2点

チェック項目	評価点			手続・方式
	10	8	6	
1. 原料・作業品、仕掛り品残量が明確になっているか	10	8	6	内容表示 ・数量区分
2. 商品種別は明確にされているか	10	8	6	ルール順行 ・受入ルールの設定
3. 作業中に発生する部品、工具がないか	10	8	6	規定の作業 ・発生場所の明示 (形・色・表示)
4. 作業場は部品、ゴミが落ちていないか	10	8	6	作業場所 ・清掃基準
5. パレット置き道、ゴミの積置の明記	10	8	6	区分設置 ・数量区分
6. 機械、作業台、庫品の清掃	10	8	6	ゴミ・切削屑清掃 ・5分・10分 清掃
7. 部、原品の整理	10	8	6	品分化表示
8. 作業時間、仕掛り品すべてに明示があるか	10	8	6	表示明記 ・項目、数量、新降
9. 材料、部品、仕掛り品、部品がどこにどこにあるか (10gでわかるようにしているか)	10	8	6	掲示・ラベル ・数量区分 ・不良処理
10. スリッパを履くか、作業服を着ているか	10	8	6	作業用品 ・作業服 ・作業帽
11. 作業場の整理がなされているか	10	8	6	内容対策 ・整理
12. 作業時間、仕掛り品、部品がどこにどこにあるか (10gでわかるようにしているか)	10	8	6	表示から2号 ・表示
13. 数量管理がなされているか	10	8	6	並べ方管理
14. 日々の生産、作業が標準でできているか	10	8	6	前日に標準 ・人数管理 ・生産管理
15. 不良品発生時の優先力(回復力)が強い	10	8	6	標準表示 ・生産管理
16. ラインバランスが吸収できるラインになっているか	10	8	6	確立回復 ・改善 ・多能化 ・多能化 ・多能化
17. 発生したラインがストップできるか (発生時の対応)	10	8	6	自動検出 (ONC) ・多能化 ・多能化
18. 作業のオペレーターにインスペクター	10	8	6	管理職 ・管理職 ・管理職
19. QCチェックの頻度を定期的に与えているか	10	8	6	5日/月 ・月間計画
20. 加工ライン別の発生・生産実績が明確になっているか	10	8	6	ライン別表示
21. 稼働率管理がなされているか	10	8	6	マシン個人別

注) P. D. S. A : Plan, Do, See, Action (計画、実行、確認、改善)

品名	評価点			手続・方式
	10	8	6	
1. 製品の不良品(無作業品)件数が出ているか (全入検査)	10	8	6	検査 ・検査 ・検査
2. 製品の不良品発生状況が分かるようになっているか (全入検査)	10	8	6	ライン別表示 ・検査
3. 前日までの不良品発生状況が分かるようになっているか (全入検査)	10	8	6	不良品発生 ・不良品発生
4. UV-0 (7-9)の不良品発生状況が分かるようになっているか (全入検査)	10	8	6	不良品発生 ・不良品発生
5. 不良品発生状況を把握しているか (全入検査)	10	8	6	不良品発生 ・不良品発生
6. 不良品発生状況を把握しているか (全入検査)	10	8	6	不良品発生 ・不良品発生
7. 不良品発生状況を把握しているか (全入検査)	10	8	6	不良品発生 ・不良品発生
8. 不良品発生状況を把握しているか (全入検査)	10	8	6	不良品発生 ・不良品発生
9. 不良品発生状況を把握しているか (全入検査)	10	8	6	不良品発生 ・不良品発生
10. 不良品発生状況を把握しているか (全入検査)	10	8	6	不良品発生 ・不良品発生
11. 不良品発生状況を把握しているか (全入検査)	10	8	6	不良品発生 ・不良品発生
12. 不良品発生状況を把握しているか (全入検査)	10	8	6	不良品発生 ・不良品発生
13. 不良品発生状況を把握しているか (全入検査)	10	8	6	不良品発生 ・不良品発生
14. 不良品発生状況を把握しているか (全入検査)	10	8	6	不良品発生 ・不良品発生
15. 不良品発生状況を把握しているか (全入検査)	10	8	6	不良品発生 ・不良品発生
16. 不良品発生状況を把握しているか (全入検査)	10	8	6	不良品発生 ・不良品発生
17. 不良品発生状況を把握しているか (全入検査)	10	8	6	不良品発生 ・不良品発生
18. 不良品発生状況を把握しているか (全入検査)	10	8	6	不良品発生 ・不良品発生
19. 不良品発生状況を把握しているか (全入検査)	10	8	6	不良品発生 ・不良品発生
20. 不良品発生状況を把握しているか (全入検査)	10	8	6	不良品発生 ・不良品発生