

6 近代化計画実施上の留意点

- (1) 本近代化計画は、事前調査、本格調査時に中国側から提供された資料、現地での運転状況の調査、実測、中国側との協議、日本での試料の分析の結果に基づいて作成したものであるが、工源セメント工場の実情を完全に把握したとはいえないので、近代化に対する考え方、改造の内容について、近代化の主体である中国側関係者に於て十分に再検討し、最終計画立案の後、実施に移されるべきである。
- (2) 使用原燃料のうち、受入時の品質変動の大きい鉄粉、炉灰の品質安定が望ましい。購入先との交渉、代替品の転換等により品質の安定に努めるべきである。又、1985年中に転換が予定されている石炭については、本調査ではふれていないが、最も品質の安定が望まれるものであり、吹込炭の発熱量の変動の標準偏差が100kcal/kg程度で運転されることが望ましい。大きな品質の変動が予想されるならば、設備として石炭混合設備を設置すべきであろう。
- (3) 今回調査範囲外の、石灰石鉱山、石炭設備、出荷設備、付帯設備については、本近代化計画に関連して生産能力の増加、設備内容の充実が必要であり、中国側で計画を立案し、最終計画に盛り込まれるべきである。
- (4) 近代化計画の検討、最終計画の立案、計画の実施を通じて、工場内または外部の十分に高度な知識と経験のある技術者集団による特別の実行組織を作って、近代化計画を実施すべきである。中国側に於けるセメント設計院又は外国のコンサルタントの起用も検討すべきであろう。
- (5) 計画の実施スケジュール、所要資金計画については日本で本計画を実施した場合を想定して作成しており、工源工場の実情に合わせて再編成されるべきである。

第VI章 添付資料

第VI章 添付資料

1. 品質管理に関する資料

1.1 メスフラスコ, ピペット, ビュレットの校正方法

容量分析の基本操作の一つは溶液の容積を正確に測定することである。このためには使用に便利な体積計を目的に応じて選択し正しく使用しなければならない。またこれらの体積計の目盛や標線は正しくつけられていなければならない。体積計は温度変化によって膨脹または収縮するので、ある一定温度のときだけ表示体積になる。この温度を標準温度といい、日本をはじめ多くの国で20℃を採用している。したがって標準温度からはずれている場合は体積の補正が必要である。また体積の単位としてはℓまたはmlが用いられており、現在ℓ = dm³, ml = cm³と国際的に定義されている。

容量分析でよく用いられる体積計にはメスフラスコ, ピペット, ビュレットなどがあり、これらをまとめてガラス製化学用体積計とよび、計量法に基づいて検定されたマーク入りのものが市販されている。これを取り扱うに際して共通して注意すべき点は、1)加熱しないこと、50℃以上の加熱は望ましくないので電熱乾燥器に入れない。普通は使用前にはかり取る溶液を少量用いて3回ぐらい洗浄すれば乾燥しないで済むことが多い。2)ガラスをおかす物質を入れたままにしておかないこと、アルカリ溶液, フッ化水素酸溶液, エチレンジアミン四酢酸 (EDTA) 溶液などはガラスをおかす。これらの溶液に触れた器具は用が済んだらすぐに水道水で洗浄しておく。特によく見られることであるが、メスフラスコ類を保存容器として使用することはやめるべきである。またアルカリ溶液を長時間保存したままにしておくと、すり合わせのせんがとれなくなることも多い。3)市販の体積計の検定の際の公差、すなわち体積の許容差は0.1%前後に定められているので、そのまま使用しても大きな誤差は起らないが、ガラス製なので検定後年月がたつにつれ体積に変化が生じてくる。したがって正確な分析が必要な場合は自分で校正しなければならない。

1.1.1 メスフラスコ

図 1.1 に示すような首の細長いフラスコですり合わせのせんがついている。これは標準溶液の調製や試料溶液を一定容積に希釈するときに用いるものである。

これをEと記してあるものはいわゆる“受用”で、標線まで入れた液量が標準温度のとき所定の表示体積を有するものである。他方Aと記してあるものはいわゆる“出用”で標線まで入れた液を外部に出したとき標準温度で所定の体積になるものである。2本の標識に記してある出受兼用のメスフラスコもある。常用されているメスフラスコには10~1000mlのものが多種類ある。

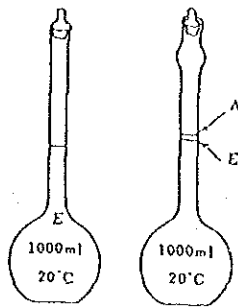


図1. 1 メスフラスコ

メスフラスコの校正は次のようにして行う。清浄な乾燥したフラスコの重量を化学天秤を用いてひょう量する。つぎに標線まで純水を満たし再びひょう量する。このときの重量差、すなわち水の重さ W mg を求める。表 1. 1 に示した空気の影響による補正值表を用いて式 (1. 1) によって校正すると標準状態 (20°C, 760mmHg) における標識までの V_s ml が求まる。

$$V_s = \frac{W \times 1000}{1000000 - (P + P')} \quad (1.1)$$

ここに P は表 1. 1 に示されている標準状態における補正值 (mg) であり、また P' は補正時の室温及び気圧が標準状態をはずれていることによる補正值であって、20°C から $\pm 1^\circ\text{C}$ につき、 ∓ 4.0 mg、760mmHg から ± 1 mmHg につき ± 1.3 mg である。

このフラスコの表示容量に相当する正確な標線を新しくつけたいときは容器に記してある標線を中央にして 1mm 目の方眼紙を長さ 40mm ほど (フラスコの容積に

応じてもっと短くしてもよい) はりつける。空重量を測定したあと方眼紙の下部 B まで純水を入れてそのときの重量増加 WB mg を求める。つぎに方眼紙の上端近くの A まで水を追加して再び重量を測定しこのときの空容器との重量差 WA mg を求める。別に水温と気圧を測定して式 (1. 2) によって正しい標線の位置を求める。ただし S は方眼紙下部 B からの目盛数である。

$$S = \frac{\frac{V (1000000 - (P + P')) - WB}{1000}}{(WA - WB) / 40} \quad (1. 2)$$

ここに V は当該容器の表示容量であり、P と P' は式 (1. 1) の通りである。目盛り S を記録したあとこの新しい標線を用いる。方眼紙の上から無色透明のビニルテープを巻いて保護すると長持ちする。

表 1. 1 水 1 l についての浮力による補正值表, P (mg) (気温 20°C, 気圧 760mmHg)

温度	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9
5	1435	1435	1435	1435	1435	1435	1435	1435	1435	1435
6	1435	1436	1437	1439	1440	1441	1442	1444	1445	1447
7	1448	1451	1454	1457	1459	1462	1465	1468	1470	1473
8	1476	1480	1484	1488	1492	1496	1501	1506	1510	1515
9	1520	1525	1530	1535	1541	1547	1553	1559	1565	1571
10	1577	1583	1589	1596	1603	1610	1617	1624	1631	1638
11	1645	1652	1660	1668	1676	1684	1692	1700	1708	1716
12	1725	1734	1743	1752	1761	1771	1781	1791	1801	1812
13	1823	1834	1846	1858	1870	1882	1894	1902	1914	1922
14	1934	1946	1958	1970	1982	1994	2006	2018	2030	2042
15	2054	2066	2078	2091	2104	2117	2130	2143	2156	2169
16	2183	2197	2211	2225	2239	2253	2267	2282	2297	2312
17	2327	2342	2357	2372	2387	2402	2417	2432	2448	2464
18	2480	2497	2513	2530	2546	2563	2579	2595	2612	2628
19	2645	2663	2681	2699	2717	2735	2753	2771	2789	2807
20	2825	2843	2861	2879	2897	2916	2935	2954	2973	2992
21	3011	3030	3049	3069	3089	3109	3129	3149	3169	3189
22	3209	3229	3249	3269	3290	3311	3332	3353	3374	3395
23	3406	3427	3448	3470	3492	3514	3536	3558	3580	3602
24	3625	3648	3671	3694	3717	3740	3763	3786	3809	3833
25	3857	3881	3905	3929	3953	3977	4001	4025	4049	4073
26	4097	4121	4145	4169	4194	4219	4244	4269	4294	4319
27	4344	4369	4394	4419	4444	4469	4494	4519	4544	4569
28	4595	4621	4647	4673	4699	4725	4751	4777	4804	4831
29	4858	4885	4912	4939	4966	4993	5020	5048	5076	5104
30	5132	5160	5188	5216	5244	5272	5300	5328	5356	5384
31	5412	5441	5470	5499	5528	5557	5586	5615	5644	5673
32	5703									
33	6000									
34	6330									
35	6720									

1. 1. 2 ピペット

多量の溶液から一定量を分ち取るのに用いる出用専用の体積計である。

常用されるピペットには図 1. 2 に示すような全量ピペット(a) , メスピペット(b) および駒込ピペット(c) の3種がある。このうち全量ピペットは一定の容量を採取するとき用い、もっとも精度が高い。メスピペットは 0.1~ 0.01 ml 間隔に目盛を刻印してあり、比較的少量の任意量を採取するとき用いる。常用されるピペットの容量としては 1~ 100ml のものが多い。駒込ピペットは採取する液量があらましの量でよいとき用いると便利である。その最大容量は通常 2ml である。溶液を流出するとピペットの先端には必ず多少の液が残る。この残液の処理法にはいろいろあるが、残り具合は処理法によって異なるから補正時に用いた手法を使用時にも一貫して用いるべきである。通常は吸口をふさいだ状態で中央の拡大部を手のひらで握り空気の膨脹を利用して押し出すと共に出端部を受器内壁に軽くつけて排液を完了する。

ピペットの校正はつぎのようにして行う。標線まで吸い上げた水をあらかじめ重量を測定している三角フラスコに移し、水による重量増加 W mg を測定する。別に水温と気圧を測定して標準状態における溶液を式 (1. 1) によって計算する。正確な標線をつけたいときはメスフラスコの場合と同様にまず標線を中央にして 1mm 目の方眼紙を長さ 4cm 巻きつける。下部 B まで水を吸い上げたときの水の重量 W_B mg と、上部 A までの水の重量 W_A mg を求め式 (1. 2) によって正しい標線を S の位置に記録する。

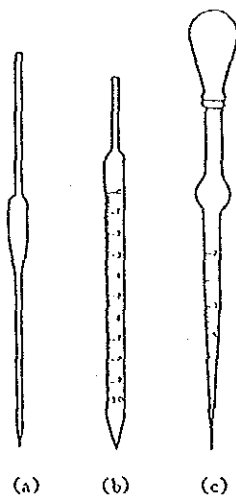


図 1.2 各種ピペット

1. 1. 3 ビュレット

標準液を入れて滴定して、目的物との反応完了までに要した標準液量を測定するのに用いる出用体積計である。全容量としては通常25および50mlのものが使用されている。これらは図 1. 3 に示すように内径の均一なガラス管に 0.1ml単位で目盛っている。ビュレットの出液量を読み取る時は必ず目の高さで水平にした状態で液面の低い所（メニスカス）を読み取る。着色溶液でメニスカスが見えない場合は液面の先端を読む。また液面の位置は流出速度によって変化するので器壁に付着した液がすっかり流れ落ちてから（通常1～2分経過後）目盛を読む。

微量滴定用として呼び容量 1～ 5mlのマイクロビュレット、セミマイクロビュレットがある。このほか零目盛が自動的に定まる自動ビュレット、質量を測定して液の使用量を定める質量ビュレットなどがある。特に図1. 3 (c) に示すような標準溶液の容器と一体になった自動ビュレットでは、これにソーダ石灰をつめた二酸化炭素吸収管を組合わせて用いると、二酸化炭素にまったくふれることなく標準溶液をビュレットに移すことができるので、アルカリ標準溶液を用いるときに便利である。

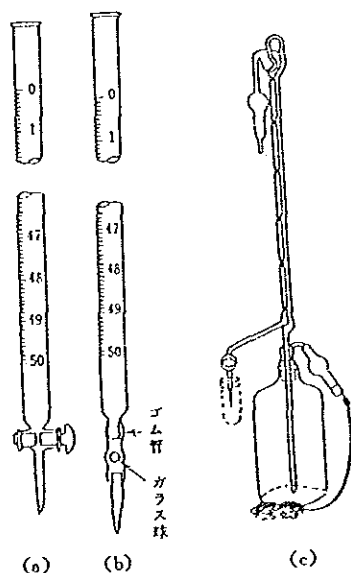


図 1.3 各種ビュレット

ビュレットの校正は次のようにして行う。水を 0ml の位置まで入れる。このときコック下部の空気をあらかじめ除いて水とすっかり置換しておく必要がある。あらかじめ重さを測定してある共せんつき三角フラスコに 0～5ml 移し取ってその重量を測定する。ついで再び 0ml までビュレットに水を追加して今度は 0～10ml 取ってその重量を測定する。このようにして最後に 0～50ml について測定する。各分画の水の重さを W_1 mg とする。別に水温と気圧を測定して式 (1.3) によって校正值 C_1 を求める。

$$C_1 = \frac{1000W_1}{1000000 - (P + P')} - V_1 \quad (1.3)$$

ここに V_1 は各分画の表示容量 ml であり、 P と P' は式 (1.1) と同じである。このようにして図 1.4 のように校正曲線を作っておくと容易に使用液量の補正ができる。

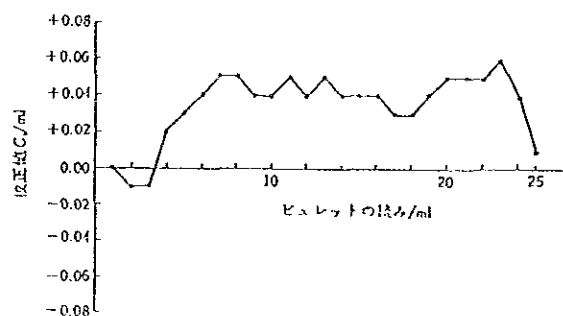


図 1.4 ビュレットの校正曲線の一例

以上 3 種の化学用体積計を検定し、検定容積と表示容積との差 (公差) を求め表 1.2 の検定公差と比較し、その値が公差をこえている場合は他の検定合格品と取替える。但し、メスフラスコ、ピペットに新しく標線を刻印すれば使用してもよい。

表 1. 2 メスフラスコ, ピペット, ビュレットの公差 (20°C) (単位: cm)

メスフラスコ*	全容量	10以下	25以下	50以下	100以下	250以下	500以下	1000以下
	公差	0.04	0.06	0.1	0.12	0.15	0.3	0.6
ピペット**	全容量	0.5以下	2以下	10以下	25以下	50以下	100以下	200以下
	公差	0.005	0.01	0.02	0.03	0.05	0.1	0.15
ビュレット	全容量	2以下	10以下	25以下	50以下	100以下	200以下	200以上
	全容量1/2 未満での公差	0.005	0.01	0.02	0.025	0.05	0.1	0.15
	全容量1/2 以上での公差	0.01	0.02	0.04	0.05	0.1	0.2	0.3

* 受用の値, 出用では公差は2倍となる。

** 全量 (ホール) ピペットの値。

1. 2 相関分析について

クリンカーのHMと強度の関係や、セメントの比表面積と強度の関係のように任意に変化する二つの変量があり、一方の変量の変化と他方の変量の変化がお互いに関連し合っているとき、両者の変量の間に関係があるという。一変量が大きくなったとき、もう一方の変量も大きくなる時、これを正相関といい、逆の現象が出る場合は逆相関あるいは負相関と言う。

セメント工場におけるデータはいずれもばらつきが多く、二変量間に相関関係があるかないか判らない点が多いので、相関分析が特に重要である。

相関関係の強さは相関係数により表現し、これが確率論的な考え方より有意であるかないか判定したり、また相関係数が有意である場合には相関係数同志比較してどちらが相関関係が強いかなど判断をすることができるものである。

二変量間の相関係数を単相関係数と呼んでおり、多変量間の相関係数には重相関係数および偏相関係数がある。

1. 2. 1 単相関係数

二変量のデータを x_i 及び y_i とし、データの数 n とすると単相関係数 r は次式で表わされる。

$$r = \frac{1}{n} \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})(y_i - \bar{Y})}{\sigma_x \cdot \sigma_y} \quad (2.1)$$

但し \bar{X} , \bar{Y} は平均値、 σ_x , σ_y は標準偏差値である。実際には (2.1) 式を変型した次式を用いるとよい。

$$r = \frac{\overline{xy} - \bar{X} \cdot \bar{Y}}{\sqrt{\bar{X}^2 - \bar{X}^2} \cdot \sqrt{\bar{Y}^2 - \bar{Y}^2}} \quad (2.2)$$

但し $\overline{xy} = \sum_{i=1}^n x_i y_i / n$ で求める。

相関係数 r は $-1 \sim +1$ の間に存在し、 $+1$ のときが完全な正相関、 -1 のときが完全に負相関を示し、 0 のときは全く相関性がないことを意味する。なお、相関係数が有意であるかどうかの判定は表-1 に示す数値と比較し、表の数値より大きければ有意であるとする。例えば、データの数 $n = 25$ 、相関係数 $r = 0.455$ ならば表-1 より、危険率5%で有意であると判定できる。

表-1 相関係数の有意基準

危険率		0.05	0.01	危険率		0.05	0.01
データの数 n				データの数 n			
12		0.576	0.708	35		0.334	0.439
13		0.553	0.684	40		0.311	0.402
14		0.532	0.661	45		0.293	0.380
15		0.514	0.641	50		0.278	0.360
16		0.497	0.623	60		0.254	0.330
17		0.482	0.606	70		0.236	0.306
18		0.468	0.590	80		0.220	0.286
19		0.456	0.575	90		0.207	0.270
20		0.444	0.561	100		0.197	0.256
25		0.395	0.505	近似式		$\frac{1.960}{\sqrt{n-1}}$	$\frac{2.576}{\sqrt{n+1}}$
30		0.361	0.462				

1. 2. 2 重相関係数及び偏相関係数

種々の要因が複雑に絡み合って、単に 1. の単相関分析のみでは解明できない場合、重相関係数または偏相関係数を求めるとよい。いま一つの変数を x_1 、それに対する変数を $x_2, x_3 \dots x_k$ とすると重相関係数 $r_{1.234\dots k}$ は次の式で定義される。

$$r_{1.234\dots k} = \sqrt{1 - \frac{R}{R_{11}}} \quad (2.3)$$

ここで R は次式で示される。

$$R = \begin{vmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1k} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2k} \\ \vdots & & & \\ r_{k1} & r_{k2} & \cdots & r_{kk} \end{vmatrix} \quad \text{-----} (2.4)$$

また R_{11} は (2.4) 式の行列式の 1 行目と 1 列目を除いた行列式すなわち次式で示される。

$$R_{11} = \begin{vmatrix} r_{22} & r_{23} & \cdots & r_{2k} \\ r_{32} & r_{33} & \cdots & r_{3k} \\ \vdots & \vdots & & \\ r_{k2} & r_{k3} & \cdots & r_{kk} \end{vmatrix} \quad \text{-----} (2.5)$$

重相関係数は例えば、セメント強さと HM, SM, IM, f.CaO などのいくつかの因子を総合させたものと相関性をチェックしたい場合、個々の因子とセメント強さの間の単相関性が低いものであっても、それらの因子を総合させたものとの重相関性は高くなることが考えられるからである。適当な因子を k 個選び出し、これらの因子とセメント強さはそれらの因子によって決定されることができる。

偏相関係数はいくつかの変量があり、それらがお互いに影響し合っているが、ある特定の二つの変量のみ注目し、他の変量の影響を排除し、純粋に二変量間の相関性をチェックしたい場合に求めるものである。

いまその二つの変量を x_1, x_2 , 影響を排除する変数を x_3, x_4, \dots, x_k とした場合の偏相関係数 $r_{12.34 \dots k}$ は次式で定義される。

$$r_{12.34 \dots k} = \frac{-R_{12}}{\sqrt{R_{11}R_{22}}} \quad \text{-----} (2.6)$$

ここで R_{12}, R_{22} は次式で示される。

$$R_{12} = \begin{vmatrix} r_{21} & r_{23} & \cdots & r_{2k} \\ r_{31} & r_{33} & \cdots & r_{3k} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ r_{k1} & r_{k3} & \cdots & r_{kk} \end{vmatrix} \quad \text{-----} (2.7)$$

$$R_{22} = \begin{vmatrix} r_{11} & r_{13} & \cdots & r_{1k} \\ r_{31} & r_{33} & \cdots & r_{3k} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ r_{k1} & r_{k3} & \cdots & r_{kk} \end{vmatrix} \quad \text{-----} (2.8)$$

R₁₂は(2.4)式のr₁₂を含む行と列を除いた行列式であり、
R₂₂は同様に(2.4)式のr₂₂を含む行と列を除いた行列式である。

変数の数が多くなってくると重相関係数または偏相関係数の計算は(2.3)～(2.8)式にみられるようになりかなり手数がかかるので、プログラム入力可能で統計解析、行列演算が可能なパソコンを購入し、調合制御に使用しながらこれらの計算もやれるようにしておくといよい。

1. 2. 3 その他の相関係数

その他の相関係数としては次のようなものが挙げられる。

- (1) 遅差相関係数
- (2) 自己相関係数

上記の相関係数は品質管理する上で重要な手法であるが、ここでは説明が長くなるので省略する。

一般に相関分析は過去の多数のデータから品質、生産効率に及ぼす因子を見つけるのに適した方法であるが、積極的に的を絞ってこれらの相関性を早く調べる実験を行う方法があり、そのための手法として「実験計画法」がある。この方法は現在の現状を短期間で主要因、交互作用など複雑に絡んだ因子間の関係を明らかにするものである。その手法の詳細は専門書を参照されたい。

1.3 管理図法について

測定データ、実験データの関係を経験的手法で明らかにするには、「相関分析について」説明した通りに実施すればよいが、毎日のキルンや粉砕機の運転管理状態や、品質管理状態を見るには管理図をつくってこれを毎日管理する方法が適当である。

管理図には統計量が計量値である場合は \bar{x} -R 管理図, \bar{x} - σ 管理図, \bar{x} -管理図などがある。

(a) 管理図の作図法

セメント工場で測定されるデータは大部分計量値であるので \bar{x} - σ 管理図, \bar{x} -管理図が最も良く使用される。

まず、過去半年間のデータから母集団の平均値 u , 分散 σ^2 を計算で求めて次のような管理図をつくる。

	\bar{x} -管理図	σ -管理図
中心線	u	$C 2^* \sigma$
管理上限線	$u + A \sigma$	$B 2^* \sigma$
管理下限線	$u - A \sigma$	$B 1^* \sigma$

この場合の A , $B 1^*$, $B 2^*$, $C 2^*$ は表-1より求める。

表-1 管理図用係数

X - σ 管理図の係数				
n	A	C ₂ *	B ₁ *	B ₂ *
2	2.121	0.7979	-	2.606
3	1.732	0.8862	-	2.276
4	1.500	0.9213	-	2.088
5	1.342	0.9400	-	1.964
6	1.225	0.9515	0.029	1.874
7	1.134	0.9594	0.113	1.806
8	1.061	0.9650	0.179	1.751
9	1.000	0.9693	0.232	1.707
10	0.949	0.9727	0.276	1.669
11	0.905	0.9754	0.313	1.637
12	0.866	0.9776	0.346	1.610
13	0.832	0.9794	0.374	1.585
14	0.802	0.9810	0.399	1.563
15	0.775	0.9823	0.421	1.544
20	0.671	0.9869	0.504	1.470
30	0.548	0.9914	0.599	1.384
40	0.474	0.9936	0.655	1.332
50	0.424	0.9949	0.693	1.397
100	0.300	0.9975	0.785	1.210

以上のようにして管理図を作成すればよいが、選定すべき因子は原料工程、焼成工程、仕上工程、出荷工程それぞれについて分けて取り出されなければならない。そこで具体的な例として図 3-1~ 3-4に日本での実例を示した。これらの管理図のつくり方は、それぞれの因子の平均値を中心線とし、上下の枠は $\pm 2\sigma$ にとって毎日の平均値を点綴する。

〔管理図の見方〕

工程管理として管理図を用いるとき、工程異常とみなす判定基準は、点が管理限界線をとび出すことであるが、点が管理限界線内にあっても、次の場合は工程異常であると判断しなければならない。

- (a) 中心線の片側に連続7点異常に現れる場合。
- (b) 連続11点中少なくとも10点、連続14点中少なくとも12点、連続17点中に少なくとも14点、連続20点中少なくとも16点、中心線の片側にある場合。
- (c) 点が連続7点上昇又は下降する場合

また、ある期間全体として工程が管理状態か否かは次の基準にあれば、その工程は一応管理状態であるとみなす。

- (a) 連続25点中限界外の点がない。
- (b) 連続35点中限界外の点が1点以内。
- (c) 連続100点中限界外の点が2点以内。

図 3-1 調合原料品質推移

日付		10月		11月		12月		1月		2月		3月		4月		5月	
		10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20
石灰石比率 (%)	X	85.0															
		30.0															
		75.0															
粘土比率 (%)	X	15.0															
		10.0															
		5.0															
珪石比率 (%)	X	6.0															
		4.0															
		2.0															
鉄源比率 (%)	X	1.0															
		0.5															
タスト比率 (%)	X	10.0															
		8.0															
		6.0															
原料原単位 (t/tcl')	X	1.75															
		1.70															
		1.65															
石灰石 CaO (%)	X	52.0															
		50.0															
		48.0															
(%)	σ	1.5															
		1.0															
		0.5															
H H (-)	X	2.20															
		2.10															
		0.20															
σ	σ	0.10															
		2.60															
		2.50															
S H (-)	X	2.40															
		0.30															
		0.20															
σ	σ	0.10															
		1.80															
		1.70															
I H (-)	X	1.60															
		0.15															
		0.10															
σ	σ	0.05															
		20.0															
		18.0															
原料粉末度 88μ残分 (%)	X	18.0															
		18.0															
		16.0															
送込粉末度 88μ残分 (%)	X	20.0															
		18.0															
		16.0															
日付	付	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20
		10月		11月		12月		1月		2月		3月		4月		5月	
備	考																

図 3-2 クリンカー品質推移

日 付		10月		11月		12月		1月		2月		3月		4月		5月	
		10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20
H H	2.30																
	2.25																
	2.20																
	2.15																
(-)	2.10																
	2.05																
	2.60																
S H	2.50																
	2.40																
(-)	1.75																
	1.70																
I H	1.65																
	1.80																
HgO	1.60																
	1.40																
(X)	1.10																
	1.00																
SO ₃	0.90																
	0.80																
	0.70																
	0.80																
R ₂ O	0.80																
	0.70																
(X)	0.80																
	0.60																
f. Cao	0.40																
	0.20																
吹込炭 発熱量 (kcal/kg)	6800																
	6600																
頁岩 発熱量 (kcal/kg)	6400																
	1400																
	1300																
	1200																
灰焼度 (%)	1100																
	85.0																
(%)	80.0																
	1.40																
容重 (kg/l)	1.30																
	1.20																
クリンカ 粒度 5mm 以下(%)	30.0																
	20.0																
燃料 原単位 (kcal/kgcll)	740																
	720																
	700																
圧縮 強さ (kg./cm ²)	3 日																
	160																
	150																
	140																
	7 日																
	260																
240	220																
	400																
	380																
	360																
日 付																	
		10月		11月		12月		1月		2月		3月		4月		5月	
備 考																	

図 3-3 普通セメント品質推移

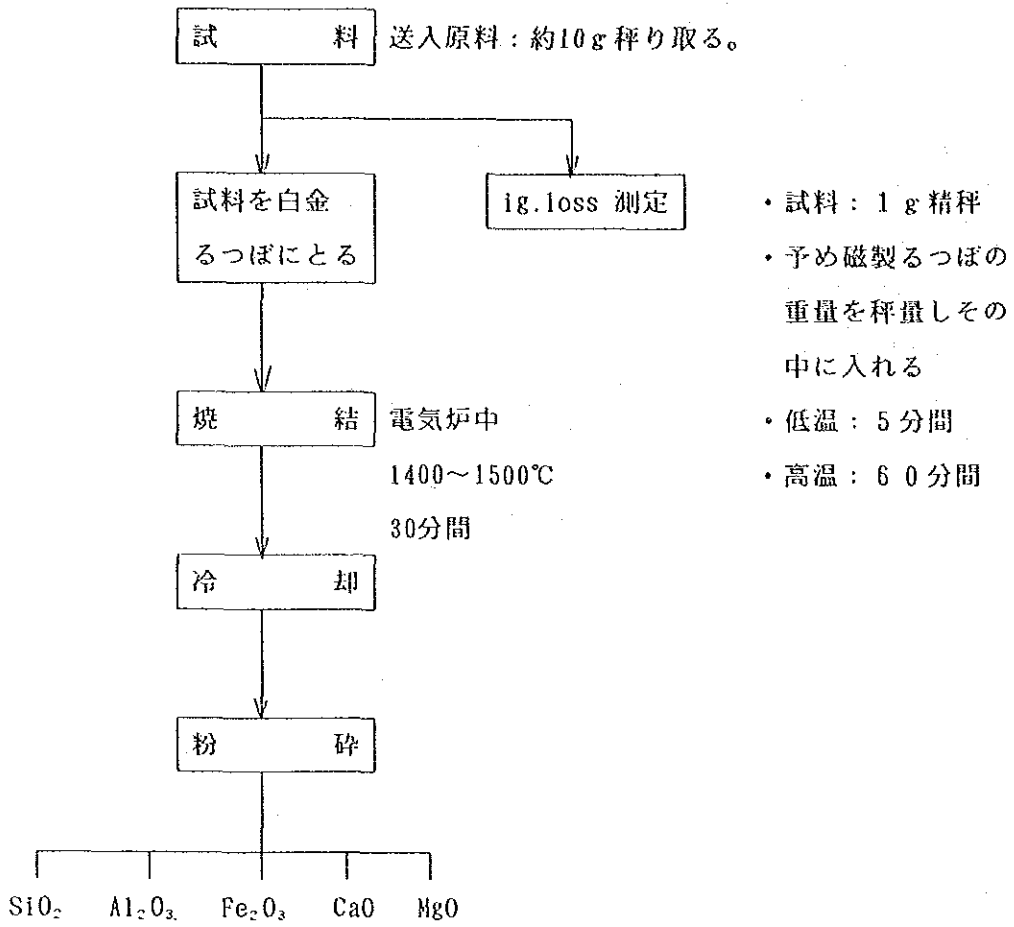
日 付		10月		11月		12月		1月		2月		3月		4月		5月		
		10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	
クリンカー 温度 (°C)	120																	
	100																	
	80																	
セメント 温度 (°C)	125																	
	120																	
	115																	
注水量 (l/t.cl)	20.0																	
	10.0																	
混合材 添加率 (%)	6.0																	
	5.0																	
	4.0																	
	3.0																	
SO ₃ (%)	2.00																	
	1.80																	
	1.60																	
R ₂ O (%)	1.00																	
	0.90																	
	0.80																	
ig. loss (%)	0.80																	
	0.60																	
	0.40																	
f. CaO (%)	0.80																	
	0.60																	
	0.40																	
	0.20																	
比表面積 (cm ² /g)	3200																	
	3100																	
	3000																	
88μ残分 (%)	0.6																	
	0.4																	
	0.2																	
44μ残分 (%)	6.0																	
	4.0																	
	2.0																	
圧縮 の強さ (kg. f/cm ²)	3 日	160																
		150																
		140																
	7 日	270																
		260																
		250																
28 日	240																	
	420																	
	400																	
クリンカー 圧縮強さ (kg. f/cm ²)	28 日	380																
		360																
		350																
日 付		10月		11月		12月		1月		2月		3月		4月		5月		
備 考																		

図 3-4 混合セメント品質推移

日付		10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月
		10	10	10	10	10	10	10	10
		20	20	20	20	20	20	20	20
比表面積 (cm ² /g)	3800								
	3700								
	3600								
ig. loss (%)	1.00								
	0.80								
	0.60								
	0.40								
	0.20								
SO ₃ (%)	2.00								
	1.80								
	1.60								
88μ残分 (%)	0.70								
	0.50								
	0.30								
44μ残分 (%)	5.0								
	4.0								
	3.0								
混入率 (%)	46.0								
	44.0								
	42.0								
圧縮 の 強 さ (kg./cm ²)	3								
	日								
	140								
	120								
	100								
	7								
	日								
220									
200									
180									
28									
日									
420									
400									
380									
比表面積 (cm ² /g)	3700								
	3600								
	3500								
	3500								
ig. loss (%)	0.70								
	0.60								
	0.50								
	0.40								
SO ₃ (%)	1.90								
	1.80								
	1.70								
	1.60								
44μ残分 (%)	8.0								
	6.0								
	4.0								
混入率 (%)	52.0								
	50.0								
	48.0								
圧縮 の 強 さ (kg./cm ²)	3								
	日								
	120								
	110								
	90								
	7								
	日								
150									
130									
180									
170									
28									
日									
420									
400									
380									
日付		10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月
備考									

1. 4 調合原料の化学分析方法フローシート (I)

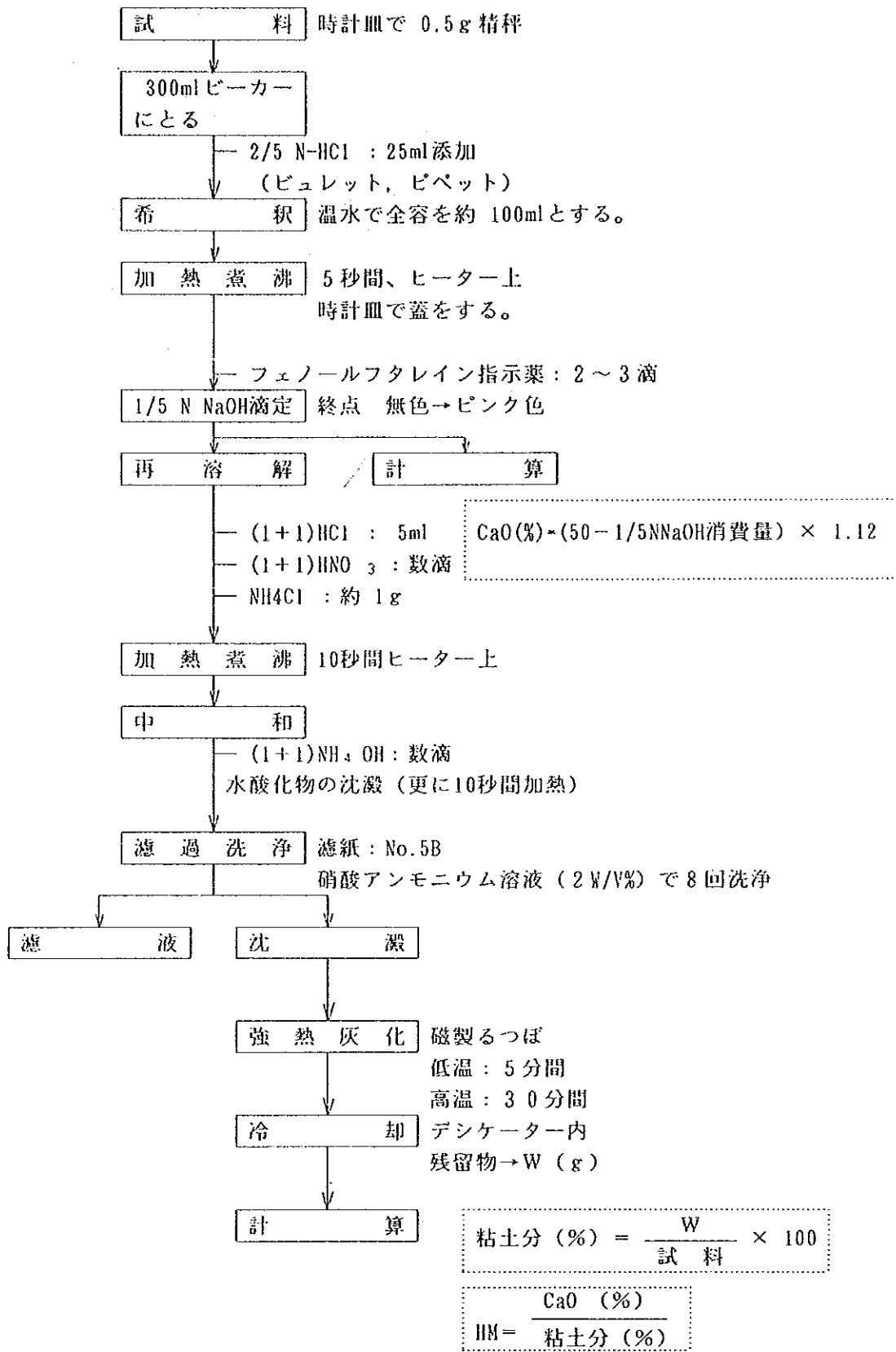
(1) 焼結後、湿式分析する方法



- 試料: 1 g 精秤
- 予め磁製るつぼの重量を秤量しその中に入れる
- 低温: 5 分間
- 高温: 60 分間

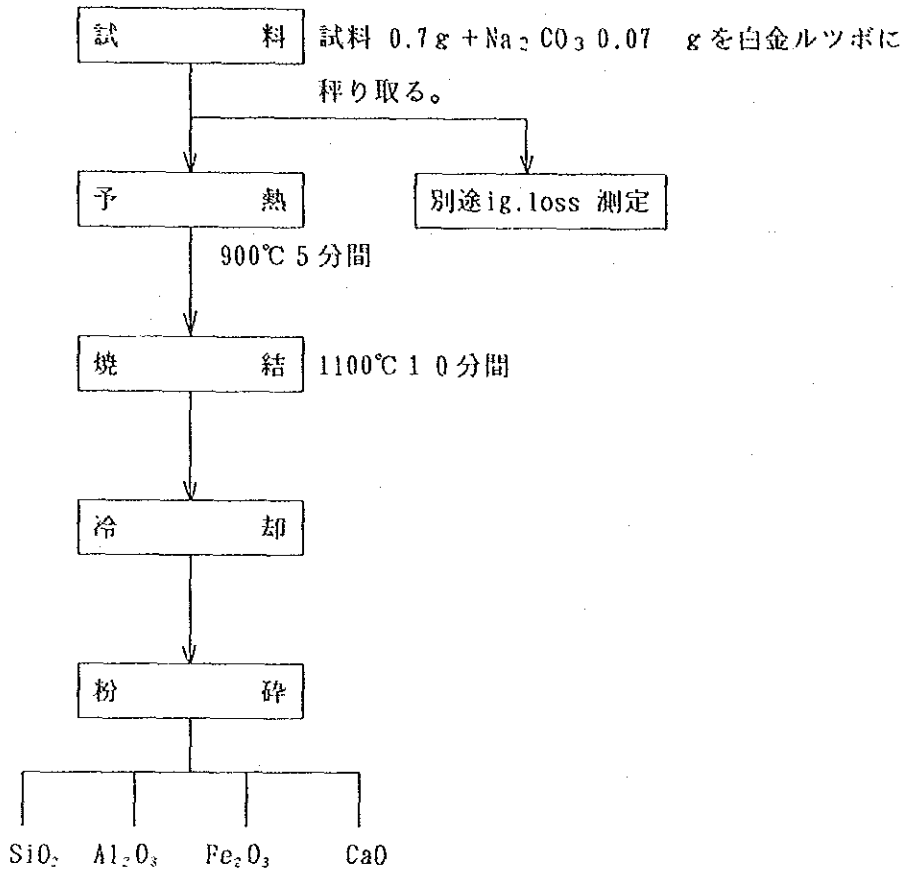
クリンカー、セメントと同様に分析する。

(2) 酸、塩基滴定による簡易分析する方法



1. 5 調合原料の化学分析方法フローシート (II)

焼結時間を短くした改良法



クリンカー、セメントと同様に分析する。

2. 設備保全に関する資料

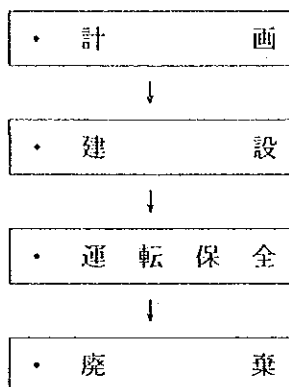
日本に於ける設備保全の一般的な考え方と、日本で現在採用しはじめつつある予備保全の設備診断技術について下記に紹介する。

2.1 設備保全の一般的考え方

(1) 設備保全の方法と組織

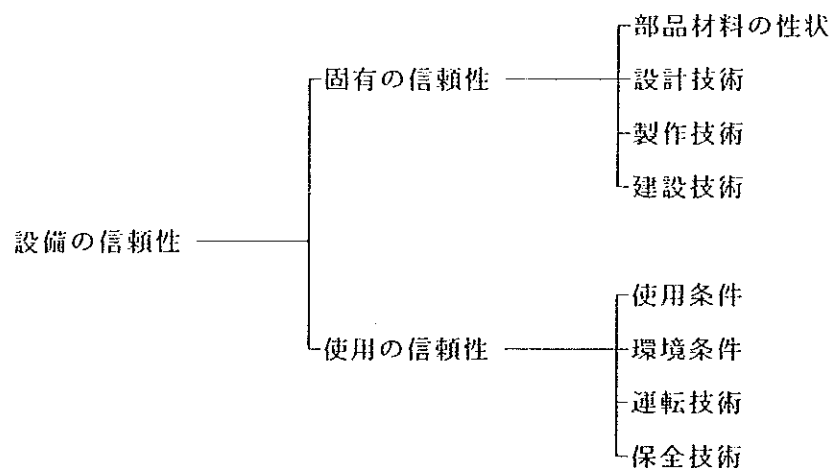
(a) 設備保全の方法

設備の一生は計画の段階から始まり、下図に示す段階を経て廃棄されその一生を終る。



設備を建設し、運転していく場合、設備の劣化と旧式化に対処するため、信頼性、保全性、経済性の向上が要求される。これらに対して保全予防、予防保全、改良保全等の設備の管理が行われるべきである。

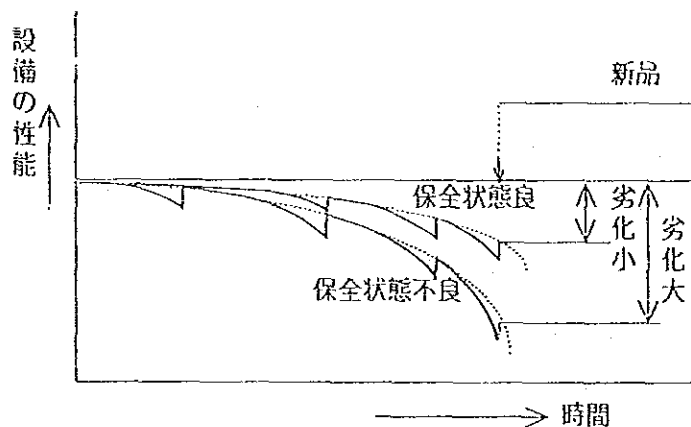
設備の信頼性には次に示すように二つある。



一つは固有の信頼性であり、もう一つは使用の信頼性である。固有の信頼性は設計製作時に作り込まれるのであり、この中で特に重要なものは設計技術である。設備の信頼性の30~40%はこの設計技術にかかっている。

使用の信頼性は設備の使用状態によって左右されるもので、使用方法や保全方法、運転員や保全作業員の技術、技能等の人的要素によって影響を受ける。どんなに優秀な設計者達によって建設された設備も時間の経過と共にその性能が下っていく。この性能劣化の曲線は図-1に示すように保全の良否によって変化する。劣化した性能は修理することにより、ある程度回復させることは可能であるが、完全に新品同様に回復させることは困難であり、修理を繰り返していくに従って、次第にその性能が低下していくのは避けられない。これが老朽化である。

図-1 設備の性能と保全



設備の試運転が開始されると、3つの異なった故障率のタイプが現れ、図-2の示すような故障率の曲線が得られる。

これはおおよそ次の三つの期間に分けられる。

- 1) 初期故障期
- 2) 偶発故障期
- 3) 摩耗故障期

初期故障期は故障率が高く、第二期の偶発故障期は安定して故障率がほぼ一定である。第三期の摩耗故障期は劣化により、故障率が上昇する。実際の場合には保全作業により部品の交換が行われるため、故障の発生状況は偶発故障と同様な傾向になってくる。以上のことから設備が運転開始された後の設備の保全は期間の経過とともに対応の仕方を変えなければならないことになる。

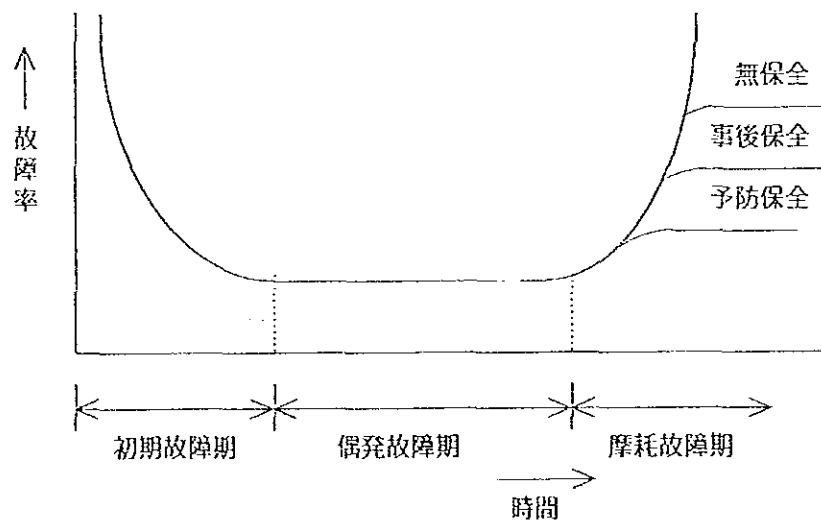


図-2 故障率曲線

稼働初期には比較的多数の保全技術員と保全員を配し、早期に故障の発見に努め、不良箇所を改善することが必要である。この改善により故障は急激に減ってくる。

この時期が過ぎると故障は偶発的に発生するので、どうしても事後保全となりやすく、優秀な修理作業員が必要である。第3期に於いては保全作業員は部品の摩耗や、劣化傾向を検査して、取替限界に達したら、事前に部品を交換し、摩耗故障を未然に防止するのが主要任務となってくる。

従って取替時期の決定、選定、予備品の手配、取替工事の準備等といった計画業務が主体となってくる。保全技術員は改善設計や故障率を下げるための調査研究やその対策実施が主要な任務となり、同時に品質向上や生産量の増大といった業務にも協力することになる。故障の状態とその対策について図-3に示す。

図-3 故障の状態とその対策

	特 性	保全との関係	保 全 対 応 策	
初期故障期 (故障率) (減少)	初期に故障率が高く、欠陥をもったものが故障を起すが、時間とともに減少し、残りのものほど故障しにくくなり、比較的高信頼性のものだけが残っていく。	予防保全は行わない。時間とともに良くなるから、不良のものだけ交換していけばよい。使い初めばかりでなく途中で修理改造などを行うとしばしば過渡的にこれに似た現象が表れる。	1)稼動初期における保全体制を適切なものとする。 2)運転作業員の技能の向上を速やかに行う。 3)故障原因を速やかに解析して、その対策をたてる。	保全管理者 運転作業員 保全技術員
偶発故障期 (故障率) (一定)	時間当りの故障の起る割合は一定であるが、いつでも、故障が起るかはまったく偶発的であって予測できない。	予防保全はあまり有効ではない。稼働率を良くするためには故障休止時間を減少させなければならない。 故障検知時間、実修理時間、部品の補給待ち時間を短くする必要がある。	1)保全作業員の故障検知能力を向上させる。 2)修理作業員の実修理能力を向上させる。 3)予備品を完備させる。 4)改善設計により故障率を下げる。	保全作業員 修理作業員 保全作業員 保全技術員
摩耗故障期 (故障率) (増加)	部品の摩耗現象で、いわゆる物の寿命がくるといっているのはこの型を意味する。故障は摩耗や老化によりある時点で集中的に発生する特徴をもっている。	故障が集中的に起る前に予防保全で取替えると有効である。このため劣化傾向をつかむための定期点検が必要である。	1)保全作業員の点検能力を向上させる。 2)修理作業員の修理技能を向上させる。 3)予備品の信頼度、納期管理を向上させる。 4)部品の劣化速度をおそくするため清掃、給油、調整を行う。 5)部品の改善設計を行う。	保全作業員 修理作業員 保全技術員 運転作業員 保全作業員 保全技術員

(b) 保全の組織

(i) 保全作業員

責任と権限を明確にすること及び業務処理方式の確立は組織の根本である。保安全管理は人的要素に大きく左右され、各階層の人間にどのような責任と権限を与えるかによって組織の考え方は大きく変わってくる。例えば、保全計画の立案、修理予算の編成、執行をどの階層で行うかによって保全作業員に要求される技術水準、技能水準は変化する。作業員は命令された通りに動けばよいという組織のもとでは、作業員の責任に比し、権限が不十分であり、意識も高くない。これを改善するためには、出来る限り責任と権限の下部委譲を行うことが望ましい。保全計画、修理計画等は作業長単位に行うようにし、設備台帳、予備品管理台帳も現場に移すのがよい。これにより点検結果が直ちに修理計画に反映させることができ、管理密度も高くなり、作業員の意識向上、学習意欲の向上にも著しく貢献できる。

保全作業員に要求されるものは、とくに故障の場合の診断及び故障原因の分析能力、修理能力、設備に対する知識、修理計画能力等である。もし、作業員が要求水準に達していない時は、技術員がこれを補う必要があり、質が向上するまでは事務所にいる技術員によって修理計画、予算編成等を行わなければならない。

(ii) 修理作業員

設備が稼動に入ると、日常点検をいかに強化しても故障がなくなったり、設備の寿命が伸びたりするものではない。初期故障や、偶発故障の性質から判るように、ある程度の故障発生は避け得ないものである。故障発生の場合、修理時間をできるだけ短縮させることが要求され、場合によっては、とりあえず最小時間で応急的に処理して、運転続行をはかり、その後定期休転時間中に原因を調査し、完全に修理することも行われている。

保全の目的の一つは十分に訓練された熟練工によって確実な修理を行い、所定の期間中は一定の能力を維持し、故障の発生を低くすることにある。このためには十分訓練された修理技術員が必要となってくる。

設備の実動率は次のように示される。

$$\text{実動率} = \frac{\text{動作可能時間}}{\text{動作不能時間}}$$

設備に、ある一定の実動率が要求される場合には、これを達成するには、信頼性を上げて、動作可能時間を伸ばしてもよいし、保全性を改善して動作不能時間を短縮してもよい。信頼性が充分でなく、故障が発生しても修理を迅速に行って、短時間で正常状態に戻してやれば要求される実動率を満足させることができる。信頼性を改善する費用が高価であればあるほど、修理能力の向上をはかることによって実動率を上げるほうが経済的になる場合もある。

予防保全は故障が発生する前に、予防的に行う方式で、摩耗等によって故障率が増大する前に事前取替えを行って、故障率を低下させて、信頼性を向上させ、実動率を上昇させるものである。

実後保全は故障が発生してから最小時間で修理を行い、実動率を上昇させるものである。夫々の設備に対していかなる保全方式が最適であるか、十分に検討し、よくバランスのとれた、保全作業員の配置を考慮すべきである。

(iii) 保全技術員

設備費管理に於て最も利用されている管理手法は、故障原因分析、改良保全、予防保全、作業事務の標準化などである。

故障防止に最も効果のある手段は故障原因をみつけ、それを除去するための改善設計を行うことにあり、この改良保全を推進するのが、保全技術員の業務である。保全に必要な保全標準や、修理標準の作成等の仕事も技術員が全設備に渡って同じ水準で作成することが望ましい。以上の業務はスタッフ的業務であるが、ラインの保全作業員とスタッフは密接な関係を保つことが重要であり、責任と権限も明確にすべきである。

(iv) 運転部門と保全部門の業務分担

運転員が運転中に故障を発見する比率はきわめて高く保全作業員が点検の際発見する数字を上回ることがある。設備保全上、運転作業員の故障発見に対する役割は重視されなければならない。運転作業員を訓練する場合は、設備の知識を十分に与えて、故障発見もその職務に含まれることを十分に強調する必要がある。設備の劣化速度を遅くするための日常保全、即ち清掃、給

油、調整等はきわめて効果のある業務である。

これらの業務を運転部門でやるのか、保全部門でやるのかを明確にする必要がある。これらの業務分担の一例を表-1に示す。この例では運転部門が日常点検を分担し、保全部門の定期点検は性能維持を主体とした事前取替のための劣化測定に主眼が置かれている。このような業務分担は当然設備によって異なる。セメント工場に於ては日常保全は運転側が分担する方がよいと考えられる。

表-1 運転部門と保全部門の業務分担

項 目	生産部門（設備使用部門）	保 全 部 門
(1) 保 守	<ul style="list-style-type: none"> ① 運転上必要な日常外視 点検ならびに調整・給油 ② 運転上発見された異常 箇所の連絡 ③ 運転上必要な清掃 ④ 作業環境の整理・整頓 ⑤ その他生産作業に付随 して発生する保守業務 	
(2) 点検・検査	<ul style="list-style-type: none"> ① 付帯設備の点検 ② 所管工具・器具ならび に備品の点検 	<ul style="list-style-type: none"> ① 設備の日常および定期 見回り点検 ② 設備の精密検査、法定 検査
(3) 工 事	<ul style="list-style-type: none"> ① 生産計画に必要な工事 要望 ② (2)の①に示す設備の 修理連絡 ③ 運転上発見された異常 箇所の連絡 	<ul style="list-style-type: none"> ① 保全上必要な工事要望 (修理請求書の発行も含む) ② 工事の計画、施工およ び検収 ③ 工事の実績報告 ④ 故障報告
(4) 故 障	<ul style="list-style-type: none"> ① 故障発生時の関係部門 に対する連絡 ② 故障発生時の処置およ び復旧対策上の協力 ③ 故障調査に関する資料 の提出 	<ul style="list-style-type: none"> ① 突発事故の調査、把握 ② 故障原因ならびに対策 の検討 ③ 故障の修理、改善対策 の実施 ④ 故障報告
(5) 資 材	<ul style="list-style-type: none"> ① 所管の工具・器具およ び作業用備品の使用計画 の立案、要望、支出請求 ② 所管の用品その他作業 用材料の使用計画の立案 要望、払出請求 	<ul style="list-style-type: none"> ① 機械・器具・部品の使 用計画の立案、請求、 検査、支払、保管、支払 請求

(2) 予防保全

大型化、複雑化、高級化する設備を対象とする保全活動はいかにあるべきかを考えた場合、更に進んだ予知保全が行われはじめているが、予防保全の考え方は、その有効な手段の一つであるといえる。

予防保全の考え方は設備が故障休止あるいは有害な性能低下に陥る前に設備の劣化状態の推移を把握し、これに基づいて、劣化の初期段階において、その悪い状態を除去するような保全のやり方である。

即ち

事前に計画的に検査を行う



事前に計画的に故障改善部品を取替え
原因を除去すること

予防保全のねらいは

- ・性能劣化の進行をくい止める
- ・品質低下を含めた生産損失を減少させる

即ちこの両者の損失を最少にすることである。

(3) 設備の検査

(a) 検査の役割

保全業務体系の中での検査の役割は、設備劣化推移状況を把握して工事計画、資材計画、修繕費管理などの保全活動の計画をたてることにある。

検査作業を中心にみたときの保全の各サブ管理システムの関連を図-4に示す。

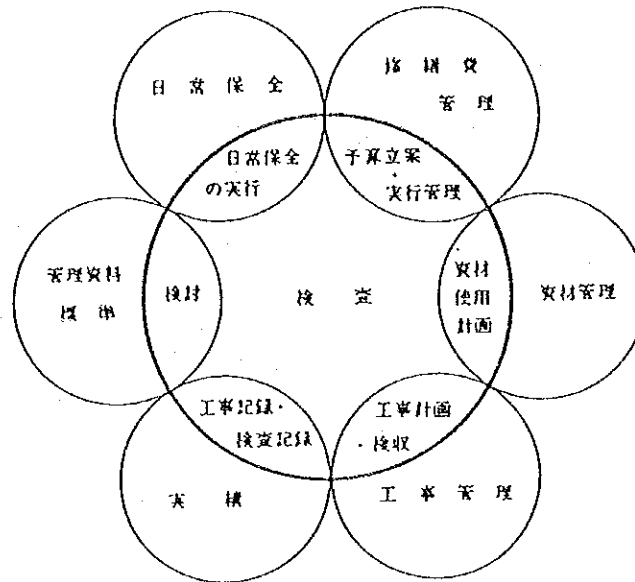


図-4 検査作業をめぐる業務の関連

この図でわかるように検査結果として、行われる業務は保全の重要な意志決定事項である。前にも述べたように、検査はそれ自身が目的でなく、工事、資材、予算などの計画をたてるために必要な設備の劣化状況把握手段であることを意味する。

検査作業の内容はその目的に合致するよう行わなければならない。

(b) 日常検査

日常検査は一般に運転中に行われるもので点検周期も比較的短く、休止中に行われる定期点検とは区別される。

日常点検は点検標準又はチェックシート等に基づいて行われる。この標準には検査部位（箇所），対象となる現象，点検周期，検査方法（目視，触手，計器）管理限界値等が記入されている。点検の周期，頻度は設備や部品の重要度によって定められるべきである。

(c) 定期検査

図-1で前に述べたように、摩耗故障期は設備を構成する部品の摩耗や劣化によって故障が増加してくる。前以って劣化状況を点検把握しておけば、どの時点で摩耗が限界に達するか予知できるので、最も近い定期休転に取替えることができる。これにより上昇してくる故障率を低下させることが可能となり、設備の故障率は大体偶発故障期と同じ程度に押えることができる。予防保全が効果を現すのはこの摩耗故障期に対するもので、定期点検もこの劣化状況を把握するために行われるものであり、主として、定期休転時に行われる。複雑な部品から構成されている設備では、保全を実施すれば、部品の取替時期が異なり、したがってその寿命が偶発的となる。個々の部品は使用時間の経過とともに劣化し、やがて摩耗故障が起るのであるが、使用時間が異なり、実際の故障発生は初期故障と偶発故障の混合した傾向になってくる。

保全の初期に於て行われる作業は点検を主体としたものになり、この点検活動を通して経済的修理周期が設定される。この周期により、計画的修理が可能となったら、点検の性格も変わってくる。定期点検（検査）は設備の休止期間を利用し、各種測定器具をもって行うもので、各部分ごとの摩耗傾向の測定や日常点検では検査できない部品の検査を行うもので、今後の保全計画の資料として有効に利用できるよう整理されなければならない。

(d) 点検周期の設定

点検周期の設定には次のような要素を配慮しなければならない。

- ① 設備の重要度
- ② 設備の使用条件と信頼性
- ③ 法規制その他

日本のセメント工場ではおおよそ半年間連続して運転されており、定期点検の周期は半年を単位として考えられている。一般の機械設備では、最初過去の実績やメーカーの定めた周期等を参考にして点検を行い、その後実績により順次最適値を求めていく試行錯誤による方法が一般的に採用されている。

2. 2 設備診断技術とは

(1) 設備診断技術の意義

従来のプラントにおける設備保全活動の実態を調査してみると保全計画のあり方、点検法、補修改造法、オーバーホール法、検査法、修理周期決定法等すべてに関しその精度や効率において問題が非常に多い。この問題の大部分が設備の状態すなわちストレス、故障および劣化、性能および強度を正確に定量的に把握し、その寿命や信頼性を予測する技術が確立していないことに起因している。

このような従来の保全活動の問題点に抜本的な解決を与えるのが設備診断技術であって次のように定義される。即ち

「設備診断技術とは設備を分解することなく(1) 設備にかかるストレス (2) 故障及び劣化 (3) 性能および強度 等を定量的に把握し寿命及び信頼性を予測すると共にその修正法を決定するための技術である」

ということが出来る。(図-1参照)

従って設備診断技術を単なる故障検出技術又はそれ用の装置もしくはシステムとして把握してはならない。

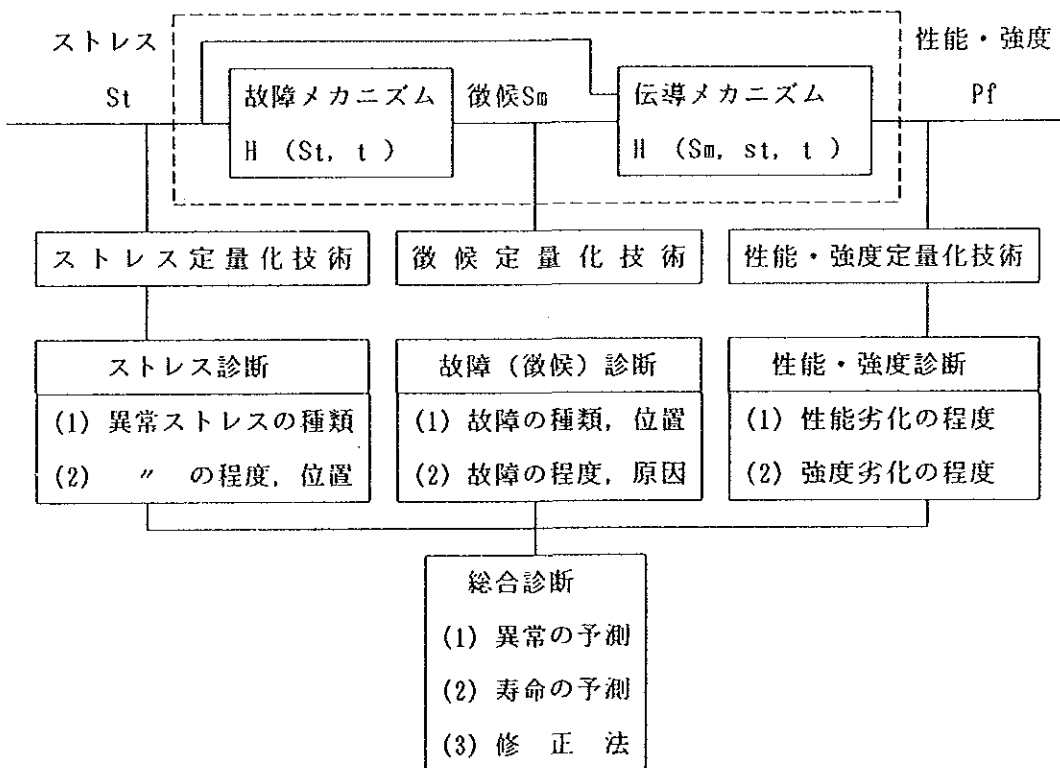


図-1 設備診断技術の構成

もちろん「故障しにくい設備又は故障してもすぐに直せる設備」を実現するための総合保全技術は設備診断技術のみでは不十分である。図-2で明らかなように設備の生涯の性能を最大に、又それにかかる費用を最低にするためには一般に次の技術が必要である。

- (1) その設備が所定の信頼性および保全性をもつか診断する設計診断技術
- (2) 以下に概説する設備診断技術
- (3) 故障したときに2度と故障しないよう又故障してもすぐ直せるよう修正する設備修正技術

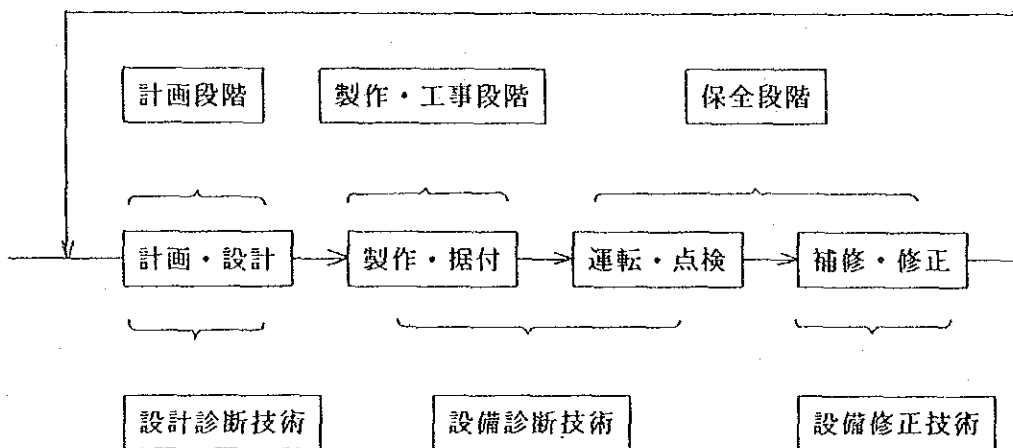


図-2 設備診断技術の位置づけ

(2) 設備診断技術の実用法

鉄鋼，化学，セメント等のプラントは種々雑多な設備群よりなる直列型プロセスであり、そのうちのどの設備が故障しても生産および品質に重大な影響を与える。従って診断すべき設備は非常に多数にのぼるのでこれを効果的かつ経済的に診断するためには設備の第1次健康診断たる簡易診断技術と精密診断技術を効率よく組合せて適用することのぞましい。

簡易診断技術は多数の機械の設備の異常の有無を迅速に概観するための技術であってこのための設備として常時設置型の設備監視装置と携帯型の点検装置が準備される。

精密診断技術はこれによって行動を決定するための技術であるがこれは現場において行う標準的診断と実験室において行う超精密診断にわかれる。

現場における精密診断用設備としては設備診断装置が準備されており、これにより主として標準回転機械および要素の診断を行う。

又診断頻度が少ないか又は未開発の設備項目に関しては診断用解析装置によりその都度技術掛において解析して結論を出す。

医学との対比で考えれば簡易診断技術は看護婦による健康診断であり、精密診断技術は現場における開業医の診断に、実験室における超精密診断は大学病院の診断に相当する。

(3) 設備診断技術の開発法

設備診断技術の開発は図-3の手順に従って行う。すなわち極めて多種多用の設備の診断技術をアトランダムに開発していたのでは効率的でないので設備の診断特性より考えて類似設備に分類（これをクラスター化という）してこのクラスター毎に開発を行う。

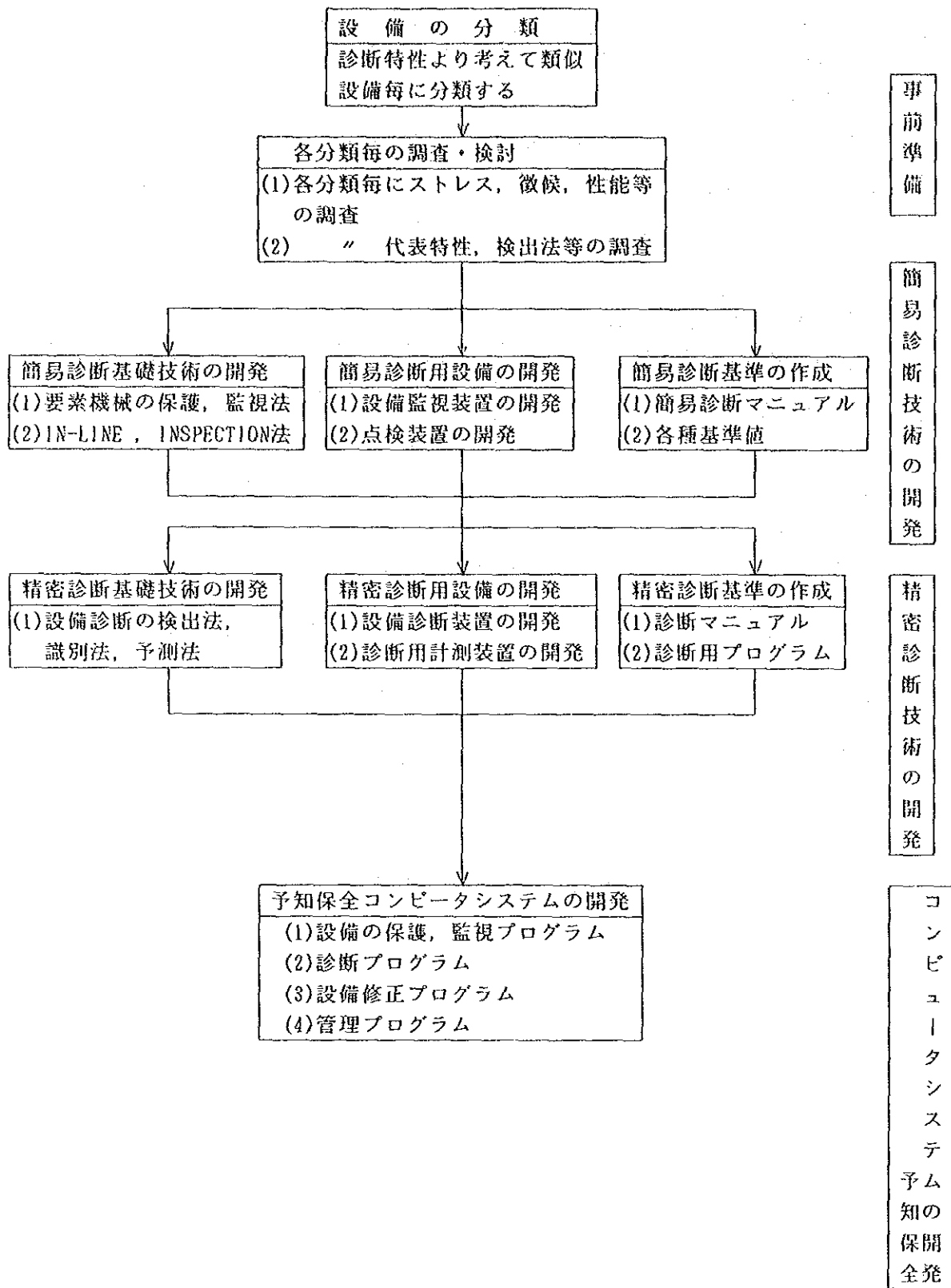


図-3 設備診断技術の開発法

<大分類> <中分類> <要素例> <診断技術例>

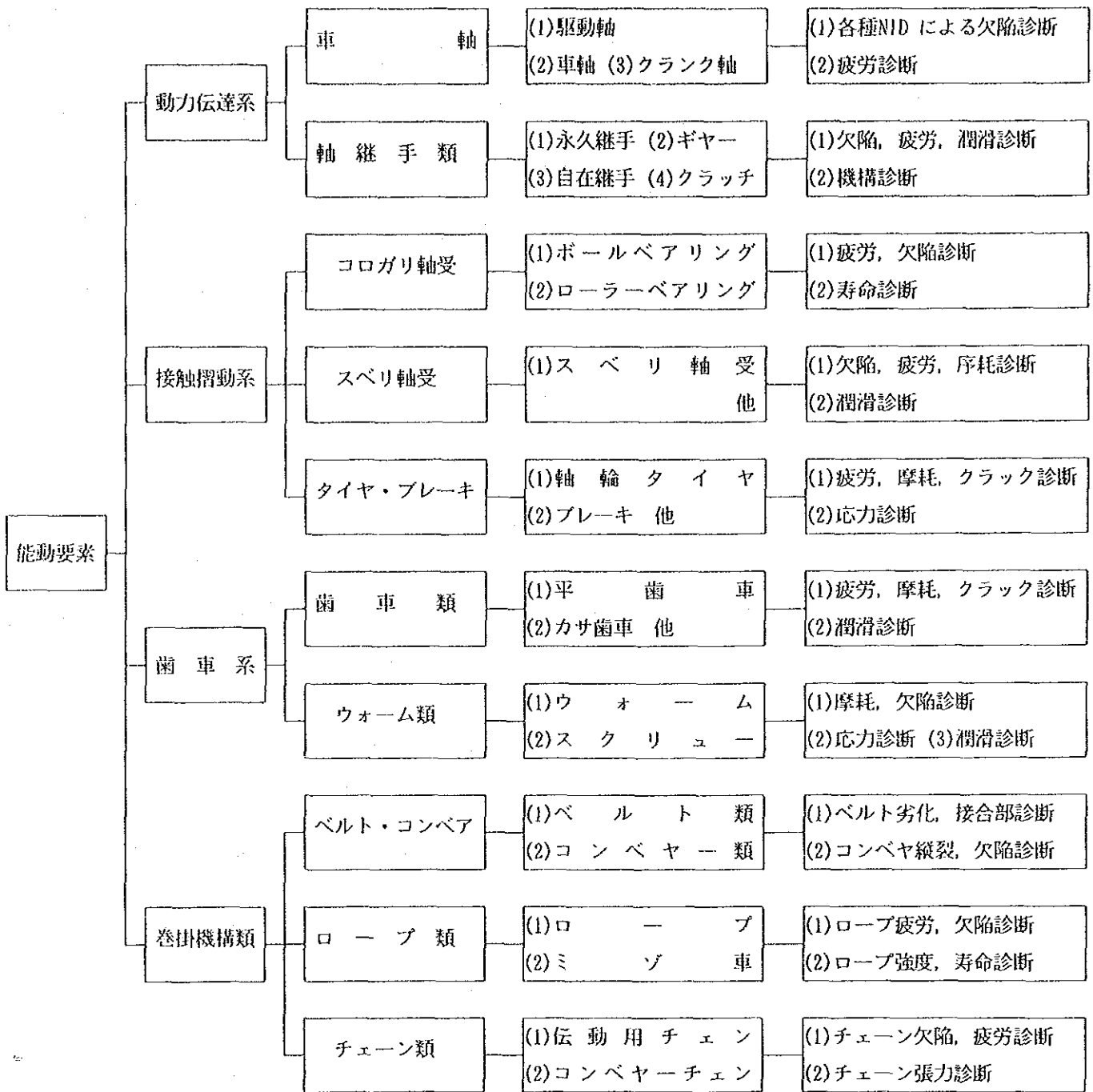


図-5 能動要素の分類

図-4 は能動機械の分類の例である。

〈大分類〉 〈中分類〉 〈機械類〉 〈診断技術例〉

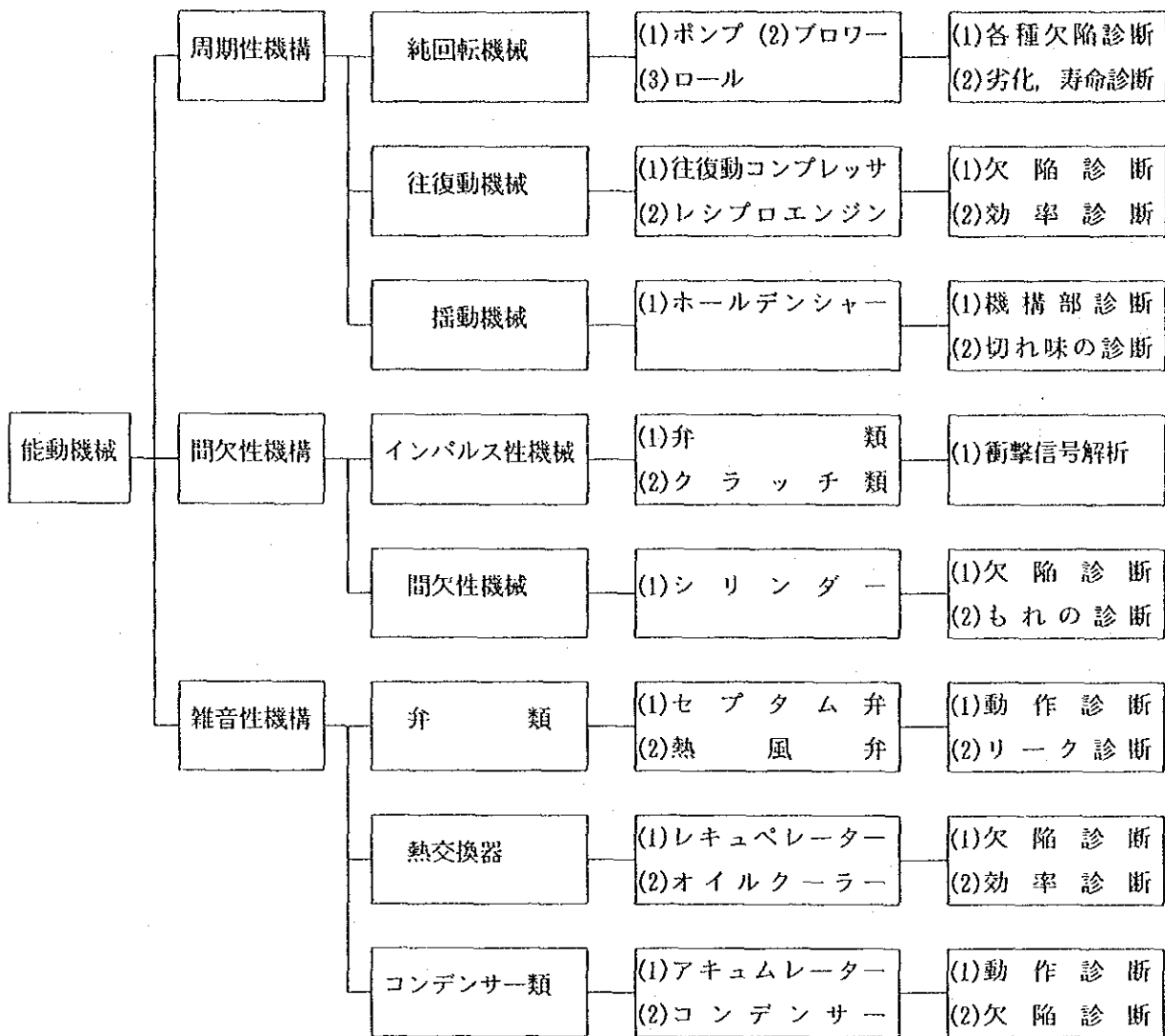


図-4 能動機械の分類例

能動機械とは振動, 音, 温度, 化学成分等の何らかの異常の備考を自ら発する設備でこれはその主要診断パラメーターにより図-4のように分類される。又図-5は機械要素の分類の一例である。図中には分類と共に必要な診断技術も例示されている。

さてこのように設備が分類されるとこの分類毎に、(1)異常の発生形態 (2)代表特性の選定 (3)検出診断法を順次検討し、これを簡易診断技術法を順次検討し、これを簡易診断技術、精密診断技術としてまとめる。

このようにして診断に関するノウハウがまとまると最終的にはコンピュータによる自動診断を核とした予知保全コンピュータシステムを開発する。

3. 職場風土活性化に関する資料

活性化した創造力のある職場風土を作り出すためには、人のものまねではなくその職場の環境に適した方法を自ら考えて実行すべきであるが、その手段としての小集団活動についてその内容を紹介する。

3.1 職場風土の活性化

(1) レーバーからワークへ

人の働きを垂直的に充実した仕事の形にしたところが興味ある異様な結果になった。これは水平的な状態で働かされている人びとの姿を人間の本性だ、と考えているからびっくりするのであって、人間の真の本性からすれば実に当り前の結果なのである。

いままでの労働のありかたが、いかに人間を押殺していたかを痛感しないではいられない。近代産業は、19世紀以降において、人間性という重要な資源をどんどん食いつぶすような、略奪農業的な方向に歩んできたといえる。現在の労働力不足と創造力不足の原因も、こういう根本的な意味においてとらえることが必要である。人間はいても、その人間に労働力と創造力がなくなってきたのである。

しかし、ここでは人間性を回復するといっても、お百姓や昔の職人のように、一人が一つのを終始一貫してつくって主人になるというかたちは、近代産業においてはありえない。どうしても、組織化、機械化と分業は避けられない。そこで19世紀以前の間が中心になっていた労働の状態を、新しいかたちにおいて回復する道がないものかということになる。このことがいまや、世界的規模において、必死に求められはじめてきたといっても過言ではない。

いまの多くの労働の状態は、命令によって、いわれたとおりに、定めたとおりに働くことである。これは、機械とまったく同じ働きかたであり、これをレーバー (labour) という。このことばは、語源的には奴隷的労働という意味をもっているそうである。いまの労使関係は人間こそ売買しないが、労働契約によって人間から労働力を切離し、これを売買する関係になっている。奴隷労働との違いは、この奴隷という字と労働という字の間に「的」の字がはいるかはいらぬかの違いだけである。日本の労働三法では、企業における人間の労働をこの意味のレーバーであると規定し、それ以外のありかたを否定している。つい最近までわれわれは、この規定を近代化のすすんだ法律だと考えてきた。いまもなおそう思って

いる人も多いであろう。しかし、人間を奴隷的労働から解放しようとする、これらの法律は、それを認めていないために妨害的な作用をすることになる。進歩的どころか、いまや反動的なものになっているのではないかと考えざるをえない。

労働力を売買すると考える場合のその労働力とは、たんなるエネルギーの一種にすぎない。人間の働きかたが、電力や機械力と同じようなものとしてとらえられている。その売買の単位は、通常時間であって、その単位はエネルギーの質によって異なってくる。それを取引する役割をもつものとして、(労働組合)が考えられている。使用者は、この労働力をできるだけ安く買いとろうとし、これを有効に使用するのがマネジメントと考えている。

しかし、人間と労働力を実際に切離すことは、実際にはできない。労働力を買うと、やっかいなことに人間がくっついてくる。あえてやっかいなことという意味は、いままでの管理層にとって、これがいつわらざる心境であったらうからである。労働力は機械力と同じに使うと、一緒にくるくっついてくる人間が必ず面倒を引起こす。そこで、この厄介な人間をあやしたり、反抗を緩和したりするための手法が数多く案出された。

齒に衣をきせずと書くと、いささかへきえきする人もあるかもしれない。しかし、事実がそのとおりであろう。機械化のかわりに人間を使うという実情が、現に存在していることを認めないわけにはいくまい。アメリカのある皮肉屋は、「労務管理の理想は人間をなくすことである。より多くの、よりよい仕事を得る道は労働者を除去することである。」といった。ところが逆にアメリカの直面している現在の事態は、労働者-特に明白なことは、人間的仕事をおこなうような労働者がますます多く必要になってきたことである。日本も同じようなことであろう。

(2) 自ら目標を掲げて

さて、レーバーとまったく別の働きかたがある。それをワーク (work) というそうだ。

それは、いったいどのような働きかたであろうか。ベートーベンが死を思いとどまって作曲を続けたような働きであり、子供が野原を駆け回り、母親が子供を育てるような働きだといってもよい。子供を檻のなかに入れて一步も外へださなければ、子供たちは死んでしまうであろう。ワークとは目標や旗を掲げ、やむにやまれぬ生命の要求として、自らそれに向っていくための行動を計画し実行し調整するという、責任ある挑戦的な働きかたである。A T & T社の垂直的に充実

した仕事はこれにあたるであろう。これが人間のほんとうの労働であり、人間の労働にこれ以外にはありえない。無理にレーバーをさせれば、人間は歴然として自滅する。

かつて黒沢明氏が監督した「生きる」という名画があった。そのテーマ音楽の「ゴンドラの歌、命短し恋せよ乙女……」とともに、忘れられぬ作品である。レーバーのなかに人間性を喪失していた下積み官僚の主人公が、死を目前にして、貧しい子供達の遊園地のために闘い、このワークの完成とともに、一人寂しく死んでいくとという物語りである。

このように、人間が生きるということはワークを完成することである。同じ労働でも、レーバーは悪だがワークは善である。レーバーの時間短縮することは善だが、ワークの時間を短縮することは必ずしも善とはいえない。映画「生きる」の主人公にとっては、きっとそうであったろう。我々はこの主人公が命短くして死ぬのを見て涙を流した。人間にとって、レーバーはいやでたまらないが、ワークはやらずにいられないものである。人間でなくても動物でもそうかもしれない。動物園にいる動物はみんなしょげているが、野原にいる動物は生き生きとしている。組織のなかにいる人間の、現状のレーバーのなかでは、動物園にいる動物と同じようなものである。

だから、人類や企業の当面する問題を本質的に解決するには労働をレーバーのままにしておいては絶対にだめだ。労働をワークにするほかないし、しかもそれができるとというのが、我々の経験であり、主張するところである。これは、社会主義とかの体制のいかんを問わない問題である。

(3) 労働観の180度転換

レーバー病にとりつかれている多くの人びとには、このことがなかなかわからないらしい。たとえば人間尊重というと、人間と仕事を対立物と考え、人間中心との調節をどうするかと聞かれる。うんざりせざるをえない。人間と仕事とは対立どころか、一体の離れることが出来ない関係である。人間中心とは仕事中心のことである。仕事中心でなければ人間尊重にはならないし、人間中心でなければ仕事は成立できない。現代のレーバー状態は一時の病状なのであるが、そのなかの生活しか知らない現代人には、こんなあたりまえのことがわからなくなっている。そして、仕事から解放されたところにのみ人間というものを考えている。いやいや働き、もらった給料を使って、レジャーを楽しむことに生きがいを求めようとしている。だが、そんなところに生きがいのあるはずがない。

ただ一つの鍵は、レーバーを征伐して、労働のなかにワークを再発見し、取戻すことである。これが根本であって、マネジメントの技法が根本なのではない。

いわゆる目標による管理やZD運動も、労働におけるワークの復活を意図するものであろう。しかしそれを忘れて、只効果だけをねらった技法のみ実施されたのでは、百害あって一利もないことになる。はじめのうちは、鐘や太鼓にはやされ、珍しさのため効果があるかもしれない。だが、やがて珍しくもなくなれば、たちまちにして効果は乏しくなる。そこであせればあせるほどその結果はレーバー性を強めることになり、かえって自滅現象を促進する結果になるのである。

逆にテーラーの科学的管理法は、いわば、レーバー体制を確立するための第一の技法であったが、その動作研究とか時間研究の技法そのものには、人類の資産というべき大切なものである。そしてこれらは、ワーク体制における労働の有効な武器として活用することができるし、またそうすべきものである。テーラー・システムの悪い点は、それらの技法を使って能率的なシステムを考えるのは、専門家でよいとして、作業員は、ただ決められたとおりに手足を動かさずべきだとするところにある。そうではなく、作業員自身が、動作研究や時間研究の技法を使って、自らの労働の能率化を考え、自ら実行するようにすれば、こんなすばらしいことはない。

そのようないきかたが、旧テイラー・システムよりずっとすばらしい効果をあげることがT I社で証明された。その「作業簡易化プロセス」が、同社におけるワーク化対策のもっとも成功的な第一歩であったと、マイヤーズ氏はいつている。この事実くらい、マネジメントの確信が技法にあるのではなくて、マネジャーの考えかたにあることを端的に示す例は少ない。労働者が自ら作業の能率化をはかろうなどと考えるはずがない、だいいちそんなことを考える能力もなかりとうい、いままでのマネジメントの見かたが180度転換しただけで、技法は同じでも、レーバーがワークにかわり、輝かしい変革が起こったのである。

(4) 垂直的に縦に充実した仕事の展開

分業には水平的な分業だけが存在しているのではない。従来の組織では上下の、つまり垂直的な分業が、これまた実に徹底的に行われている。テイラー・システムにおいては作業員は考えてはいけないのであって、いわれたとおりに手足を動かさなければならぬ。どう動かすか上の人を考えるというわけである。

A T & T社におけるマネジメントの中心は、「ベルシステム 80万人の一人一人に対して生きがいのある仕事—その人にとって、挑戦的で責任のある仕事を与えることである。」という。つまり、不退転の責任を負う意味においても、能力的により高いという意味においても、挑戦的な仕事を与えていくということである。この挑戦的で責任のある仕事とは垂直的に縦に充実した仕事とイコールかえることができる。

これは要するに、仕事をまかせることを指している。計画・実行・調節のうち、実行だけの仕事は充実した仕事ではない。ことこまかに指図されて、いわれたことをいわれたとおりに、ただ能率的にやるだけの状態は、垂直的ではなくて水平的な仕事である。垂直的などというのは自分の仕事について、ただ実行するだけではなく、ある程度の計画もする働きかたである。もちろん、組織であるから完全にまかされるわけにはいかないだろうが、できるだけ大きく計画に参加し、さらに、調節についてはもっと大きく参加することだ。そして、計画と実行と調節という人間の総合的活動をになうことになる。これが垂直に充実した仕事である。

ハーツバーグ氏の調査は、従来の管理法がいかに意味のないものであったかを教えてくれる。その調査の内容をここに紹介しよう。

まず、事務員、作業員、専門的職業、管理層などについて二回の調査をやった。その結果、これらの人に関する問題を知るにふさわして調査対象として数社の技術者、修理工、経理スタッフを200人を選び、この人たちに深層面接をした。心から楽しくなって、よしがんばろうと思ったこともあるだろうし、いやになって不平満々をになったこともあるだろう、それはどういうときであったか、ということを種々の方法で聞きだして分析した。

その結果わかったことを要約すると、つぎのようになる。

人が仕事において強い満足感をうるのは、主として仕事そのものからくるつぎのような満足要因（不満足原因としてよりも満足要因としてあげられたほうが多い要因を満足要因、逆のものを不満足要因として分けてある）によってである。

1. 仕事を達成すること
2. それを認められること
3. 仕事そのものの性質
4. いままでの実績に応じた職責の増加
5. 仕事の知識能力を進歩させる機会

とくに、3. 4. 5. の要因は、それによって得られた喜びが時間的に長く継続していく性質をもっている。

不満足感、つぎのような仕事の周辺の問題がからんで起きる傾向がある。

1. 会社の政策と管理のやりかた
2. 機械的な指導・監督
3. 賃金・福利厚生
4. 労務管理的な指導・監督
5. 各種の作業条件

この結果によると、賃金要因はそれによって満足感を高めることもあるが、その結果は短期間でなくなってしまう。むしろそれは不満足感や意欲喪失のたねとなることが多く、その場合の気持は比較的長く続くことがわかる。

ハーツバーツ氏の研究によると、従来の管理法が長年おこなってきた管理・監督とか賃金や福利厚生は、人間の不満足感の原因を減らすことになっても、仕事への満足感や意欲を高める効果はなかったことになる。私の経験からもそれは事実だといえるし、ハーツバーグ氏の他の研究や、他の人の研究によっても立証されている。

3.2 小集団的活動

(1) 仕事と働きがい

マズロウ (A.H.Maslow) の欲求段階説は、すでに随分と各所に紹介され、知れわたった人間の要求に関する主張である。

マズロウの要求段階説は周知のように、五つの段階に分けて人の欲求を説明している。すなわち、人の欲求の基本をなす生理的欲求といえば、飢え、喉の乾き、睡眠、排泄、性の充足などといった人間が存在するための基本的、本能的要求を指している。

次の次元に位置する安全の欲求とは、病気、怪我、災害などから自分の身を守りたいという身体的安全や、経済的な安全の確保を含む欲求である。

社会的欲求とは、生理的欲求と安全の欲求がある程度満たされると、人は自分の存在を他人に認められ、他人との関係を持ちたいという欲求を持つようになる。したがって、この要求は所属集団に対する関心を強く持つ欲求を指している。

自我の要求とは、自尊心を持ち、他人から尊敬されたいという要求である。

自己実現の要求とは、すでに述べた各次元の要求が満たされ、最も次元の

高い要求となるが、自分自身の持つ可能性を発揮し、目標（目的）となる理想的な水準に達したという要求だといえる。要するに自分自身の能力を発揮したいという要求を指すものだといえよう。

ところで、経済的にはある水準に達し、豊富な知識と、情報を持つわが国の産業人の多くは、自分自身の能力を最大限に発揮したい、そして将来は、是非こうなりたいといった目標にむけての欲求＝自己実現の欲求を強く抱いているのである。

現代の産業人は、自己の可能性に挑戦し、持てる能力を最大限に発揮することを考えながら仕事をしているのだと言ってもよいであろう。

こうした産業人の意識をふまえて、これからの職場を考えると、情緒的ではあるが、企業のシステムのなかで、個々人の人間性、個性、心情が尊重され、かつ仕事の場のなかにも、やはり人間の気持や、個性が尊重される仕組み、風土が確立されていることが大切になってくる。

いわゆる管理のシステムを設計する場合における合理性の追及と人間一人ひとりが持つ欲求、興味、関心などが尊重される仕組が設計されるならば、働く人たちの気持が反映される職場になるものと思われる。

言葉ではなかなか表現出来かねる心情も、気持も反映し、個々人の能力、特性を発揮できる職場の出現こそ、現代産業人の希う職場だと言える。

(2) 活動理念と目的の確認

小集団活動の導入およびその存在理由としては、働きがい、生きがいの発見、コミュニケーションの活発な、明るい職場づくり、何でも話し合える人間関係づくり、旺盛な自己啓発、相互啓発の風土づくり、職場運営、経営参加の機会づくり、そして活力のある強力な職場づくり、といった点があげられるにちがいない。

マズローがその著「自己実現の経営」(Eupsychain Management)において「仕事に対する理想的態度とはどのようなものかを知るには、最も好ましい環境のもとで仕事に自己を生かしている人間の態度をみればよい。高度に啓発された人間は、仕事を体得しているとともに、仕事を自己の一部、また自己表現の一つとしているものである。

仕事とは「人をして自己実現の欲望を満足させる一種の精神療法である」ともいえよう。合理的組織においては、人間と仕事との関係は循環関係にある。つまり、仕事によって人間が発展向上し、それが企業に繁栄をもたらし、企業の繁栄はまた、個人の向上につながっている。

正しい経営をすれば、人間は仕事に生きがいを感じ、その仕事にますます熱中することになる。このことは、個々の人間が向上するばかりではなく、大きくは社会全体への貢献を意味するでもある。このような経営技法を「ユートピア」すなわち「確信的経営」と呼ぶことができる」と主張している点は、小集団活動存在の理由としても示唆されるところが少なくない。

小集団の導入にあたっては、理念に基づき、活動の目的を明らかにし、それを確認することである。

目標とは、何を、いつまでに、どれだけやるか、といった「期待された成果」を目指すものである。

ここでの目標は、小集団活動に対する「わが社」の基本的理念、目的に基づいて、わが社では、何を實現させるかという、全体の方向をあきらかにすることである。しかし、「何を」はともかくとしても、「いつまでに」、「どれだけやるか」具体的な目標設定をこの段階で行う必要はなく、最終到達目標を明示することである。

(3) 事務局の設置とその役割

企業に新しい制度、手法を導入するという場合、当初は、それらに興味と関心を持つ者、あるいはトップの指示などにより窓口になる部署が生れるが、本格的に展開をはじめるという段階までには、正式に担当する部署ないし、担当者を決めておかなければならない。

小集団活動を本格的に展開するにあっても、担当部署、あるいは担当者が明確でないと組織的な展開は計れないものであり、活動の全般を統轄し、運営の責任を担う担当者が設けられていることが活動展開にあたっての必須条件になる。

それは、職場内の小集団活動は、主体的に、かつ自主的に展開される活動であるという本来の活動のあり方が、一般に理解されているものの、一方では企業のなかの活動であり、経営活動に対しての貢献、寄与に対する期待があるため、活動に対する統一した理解、方法、組織化が求められてくるからである。

この点は一見矛盾していると指摘されかねないところであるが、小集団活動が実際に展開される仕事の間では、目標の設定、実施、統制といった過程において、個々人及びグループ全員の主体性が尊重されるのが前提であり、一人一人は単に指示、命令されて働く労働者ではないというところに、労働の人間化の思想が反映しているのである。しかも、企業は適正な利潤をあげ、企業としての責任を果たすためには、企業目標に向けての組織としての統一した歩調も必要である。そこ

で職場における労働の人間化を促進しつつ、企業全体としての歩調合わせの何らかの手だてがでてくるものと理解しておきたいところである。

小集団活動の事務局は、そうした活動を円滑に展開させるための仕事を担当するのが使命であり、実際の仕事がスムーズに展開されるよう援助するのが基本的な役割となるのである。

そこで事務局の実際的な仕事は何かを整理すると次のようになる。

- ① 企業としての小集団活動計画を立案し推進する（企業によっては、委員会において計画の策定、推進を行っている）。
- ② 各職場単位で、任命された委員との会合を定期的で開催し、運営方法、活動状況などの報告・検討を行う。
- ③ 小集団の登録、活動報告などのとりまとめを行う。
- ④ 小集団活動の大会、交流会、勉強会、研究会などを主催する。運営は委員会のメンバーに積極的に参加してもらう。
- ⑤ 小集団活動の年度表彰など評価、賞賛を計画し推進する。
- ⑥ 自己啓発、相互啓発のための企画、推進を計る。
- ⑦ 小集団活動展開の現状、情報を全社的に知らせるための機関紙の編集と発行を行う。
- ⑧ 小集団活動のリーダー、メンバーに対しての必要な教育計画の策定と実施をする。

などがある。

(4) 活動展開のための組織

小集団活動を職域全体に、あるいは全社的に展開していくためには、関係者全員の指示が得られることが何よりも大切である。

職場全体の参加による活動であってこそ、はじめて全員参加の経営活動になるのであるが、そのためには、全員が発言し、意思、気持ちを反映させることができる組織づくりをしなければならない。

担当者や、事務局のスタッフだけが、企画し、運営する活動は、担当者と事務局のスタッフの人たちだけの意識と、気持ちで従業員が動かされる施策となる可能性が大きいのである。したがって、そこでは全員の参加の機会もなく、しかも発言の場がなく、単に小集団活動という施策を導入してしてきたといった程度に終わってしまうことになりかねないのである。

自発的に職場の全員が参加して盛りあがる活動が、小集団活動であるという基

本的な認識をベースにして組織化を考えると、先ず、最小単位としての小集団がある。

小集団には、それをとりまとめていくリーダー、世話人、幹事と呼ばれる人たちと、その人たちの連絡、調整のための会合が持たれる。

これらの小集団とリーダーの組織化を職場単位、工場単位、全社的にいき、全員の意思と気持ちを反映した活動にするための組織がなされていなければならない。

(5) 経営者の役割

教育訓練でも、あるいは諸々の管理手法でもそれを導入するにあたっては、トップがその概略ぐらいは知っていないとスムーズな展開ができないものである。

まして小集団活動のように、全社的な展開をおこなう活動を、職場に定着させるためには、トップの熱意と関心が根本的な要因になる。

小集団活動の一つであるQCサークル活動を取材した記者の座談会の記事のなかに、トップの熱意と関心を示す次のような事例が紹介されている。

〔デスク〕 日本のQCは全員参加であるところに大きな特色がある。TQCの活動はまずトップが熱意を持つことが必要だろう。

〔E〕 TQCで有名な「A社」の社長は「TQCの成功の秘訣は、社長がTQCの実施現場に行ってみてやることだ」という。いかにも家族主義的な日本企業らしいコメントだ。

〔A〕 企業というファミリー（家族）のリーダーである社長が陣頭に立ったり陰で支えてやるのがTQCを推進する。号令をかけるだけではダメだ。

〔H〕 B社は世界で初めてQC経営を取りいれている。今年6月（昭和5～6年から社長以下全員がB社の学園に毎月一回土曜日に午前9時から午後5時半まで全員がカン詰めになる。

報告者は、担当取締役か支配人。出席者は、毎回90人にのぼる。社員の本音を聞きだそうと社長は5時半にTQC会議を終ったあとその日の報告者と一席設ける。

一杯飲みながら、幹部社員や若手取締役に“TQC精神”を植えつけようとしている。

TQC（全社的品質管理）を定着させてきたA社（株）の言動、そしてTQC思想の定着に努力しているB社の社長の行動は恐らくそれを社内に定着させる最も強い要因になっているにちがいない。

卒先垂範の言葉通り、トップが自らの姿勢を明確にし、小集団活動の本質を理解し、それを定めるために熱意を示すことが、小集団活動定着へのカギになってくる。したがって、トップは、小集団活動が展開し、定着して成果をあげ得る環境づくりをする。そして活動に対しての方針を明らかにして、活動の成果は正しく評価することである。

これらが適切に行われていることが、トップがその使命、役割を果たしているということになる。

とにかく、トップが活動の先頭に立って、しかも卒先垂範して行動していることが重要であるが、長年QC活動を行ってきた某大学教授は、TQC成功の三つのポイントを上げてここでもトップが活動に対して全面的に参画すべきことを指摘している。すなわち

- ① 工場も営業も総務部も、とにかく会社の全部門で品質管理を行う
- ② 社長から末端のセールスマンまで全員参加で行う
- ③ 原価管理、生産管理、販売管理、在庫管理を含めて総合的に行う

(6) 管理・監督者の役割

小集団活動に対して、職制としての権利と権限をもって、指示、命令し、あるいは活動に口出しすることによって、活動の性格があいまいになり、遂には活動自体が休眠状態になってしまったというケースも少なくない。

こういったケースは、職制が、小集団活動に対しての正しい理解をしていない場合に生じる混乱の一つである。

管理・監督者が小集団活動の本質、理念、目標、目的といった基本的な枠組みを正しく理解していないことが明らかになったならば、この点の徹底的な教育が必要になる。現時点においては、これまた小集団活動の活動タイプによって差異を生じるが、管理・監督者を対象にした教育は、QC技法、小集団活動の知識技法、問題解決技法といった内容のプログラムが比較的多く、将来においてもその傾向は大きく変わらないようである。

組織開発、職場開発、小集団活動の何をとっても共通していることであるが、これらの活動が成功し、定着している企業は、管理・監督者教育が計画的に、かつ着実に行われている企業が多いものである。

それゆえに職制が、職制としての役割、職責を正しく理解し、その責務を果たしているならば、小集団活動に係わる教育は、小集団活動の知識、技法、チーム活動援助・激励の方法、チーム活動の評価、チーム活動が活性化した状態に維持

できるような環境づくり、といった点を主として教育プログラムが展開されるべきであろう。

課長、係長といった管理者クラスには、担当職場の問題点を常に探る努力、姿勢が求められておりチーム活動に対しては、それらを念頭においた具体的で、かつ的確な方針を示せること、前述したようなチーム活動への適切な援助、激励、チーム活動の評価、他部門のチームとの調整（必要に応じて）ができることが小集団活動に係わる管理者の役割である。

職長、組長、班長といった監督者クラスは、ときにチーム活動のリーダーを兼ねるケースもあるが、監督者として小集団活動に接するにあたっては、管理者との間の適切な調整を行い、チーム活動が円滑に展開できるような状況づくり、リーダーの指導、活動テーマ選定にあたっての助言など、担当部署内のチームが主体的に、積極的な活動が展開できるような助言と指導ができることが監督者の役割である。

管理、監督者が小集団活動の展開にあたって、その役割を果たすことができるためには、職制としての知識、技能、態度を備え、かつ小集団活動に対しての正しい理解がなされていることが何よりも大事な点であることを強調しておきたい。

(7) 支援者の役割

小集団活動の展開は、その立場によって、果さなければならない役割も異なり、それぞれの職場によっても課せられる役割が異なるものである。

活動を支援するという行為は、トップマネジメント、管理・監督者のすべてが、役割を担うものであるが、特に、小集団活動を全社的に展開するにあたっては、活動を全社的な見地から指導し、活動を援助する役割を担うのが、支援者、あるいは推進者（課長クラス）として任命される人たちののである。

その役割を要約すると次のようである。

- ① 上部の支援者（委員会）に対して、チームができるだけ社外の研究大会、交流会にへ参加できるように働きかける。
- ② チームをかかえる部署の職制（課長、係長、職長、班長など）に対して、チームがスムーズに活動できるような環境づくりをしてもらえるように働きかける。また、停滞しているチームを活性化しているチームが調整、指導、助言ができるように働きかけ、定期的にチームと話し合う場をもってもらうように働きかける。
- ③ 活動に必要な技法の指導をする。したがって、支援者は、必要な技法を習得していること。

- ④ サークル活動の時間、場所の調整、情報、知識の提供を行う。
- ⑤ サークル活動が円滑に展開できるように部門間の調整を行う。
- ⑥ 社内外の大会参加、発表方法、報告書作成などについての指導を行う。

以上が支援者（推進者）の主な役割であるが、ここでも必要なことは、小集団活動の本質、理念、目的地、目標といった基本的な点の理解と確認が求められ、又チーム活動が円滑に展開できるためのアドバイザーとして、必要とされる知識、技法を体得し、情報を身につけていることは、支援者の必須条件となる。

(8) メンバーの役割

メンバーは小集団活動の主役であり、メンバーの活動に対する理解と情熱は、活動を活性化させる主要な要因になる。

そこでメンバーの主たる役割を整理すると次のようになる。

- ① 小集団活動を正しく理解し、メンバーとは、共に考え、共に行動する、協調精神を発揮する。
- ② チームの活動には必ず出席し、自分の考えを積極的に発言し、活動に参画していく。
- ③ 会合の議事録、データの収集、分析、報告書の作成など活動上の役割を分担して、チームのスムーズな活動に参画してする。
- ④ チーム活動を通じて、自己の人間的な成長、能力開発を行う。
- ⑤ 一人ひとりが主役であり、共に喜ぶことができる人間関係をつくる努力をする。

以上がメンバー一人ひとりの役割であるが、これらの点を行動として現せることが、チーム活性化のポイントであり、ここでも、小集団活動の本質、理念、目的、目標の正しい理解、必要な技法の理解と活用ができるということが重要な条件となってくる。

4. 日本のセメント製造技術の現状

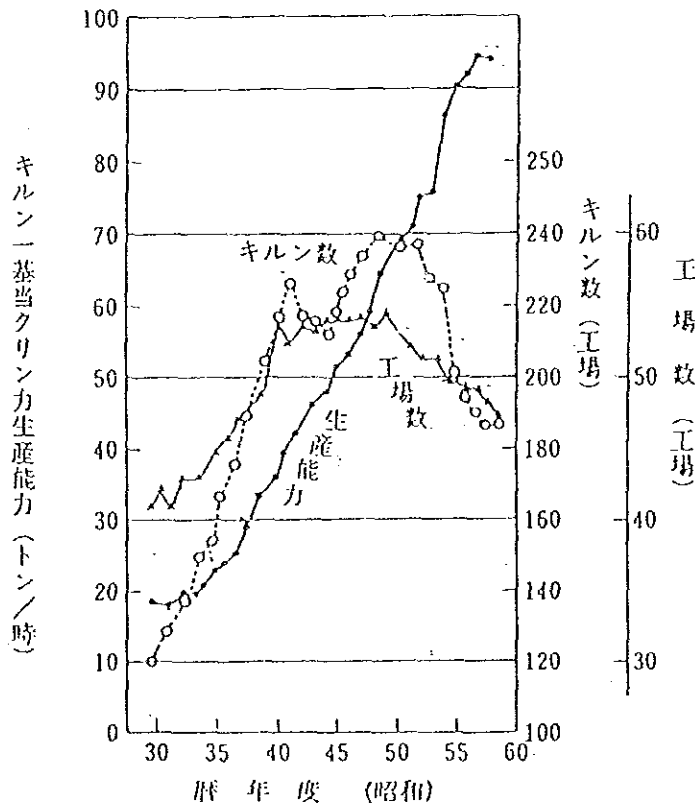
4.1 概要

セメント産業が原価低減の柱として常に改善に注力してきたのは労働生産性の向上とエネルギーの低減とあってよいであろう。一方、品質管理、要求品質の多様化、環境対策にも多くの努力を払ってきている。また最近海外への技術援助も積極的に行われている。

(1) 生産性の向上

セメント業界では常に新鋭の大型設備を新設し、陳腐化し非効率となった古い設備を休止する方策をとってきた。昭和50年代に入ると採算性の良い工場で生産するいわゆる集中生産方式が定着した。その結果、採算性の悪い工場の閉鎖やキルンの廃棄が相次いで行われた。図-1をみると昭和49年をピークに工場数およびキルン数が減少しているが、このことを如実に物語っている。

図-1 工場数、キルン数、キルン能力の推移



さらに、キルン一基当たりの平均生産能力の推移をみると、昭和48年で60屯/時であったものが、昭和58年には94屯/時と1.6倍になっている。これはSPキルンの出現により設備の大型化が容易になったこと、さらにNSPキルンの開発により大型化が一段と進められたことによる。しかし昭和50年頃を一つの節目にして、大型化の方向に歯止めがかけられた。表1にあるように、昭和48年から50年にかけて300屯/時クラスのキルンが4基建設されたが、その後は需要の停滞を反映して200屯/時前後のものが新設あるいは改造窯の主流になっている。しかし、昭和30年頃の新設窯の能力が30屯/時程度であったことを考えると格段の進歩である。

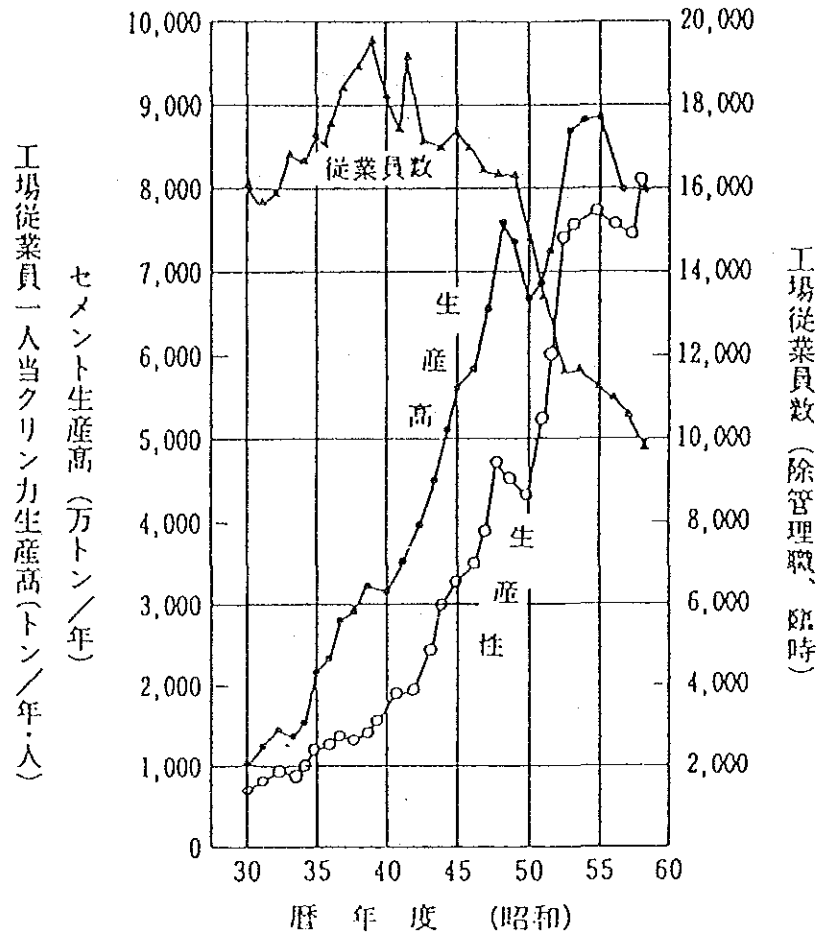
表-1 大型キルンの生産能力（新設時）

設置・改造 (昭和)	会社名	工事名	キルン No.	自産能力 (t/h)
48	秩父	熊谷	乾2	320
50	宇部	伊佐	2	377
50	日本	香春	7	300
51	住友	赤穂II	1	308

大型化を推進した原動力の一つに、労働生産性向上への指向が大きく作用している。しかしこの大型化を可能にした背景には、設備設計技術、機械部材の材質、製造・運転技術などの技術水準の向上、さらには、NSPキルンに代表される新しい技術の開発がある。こうした技術の改善、開発なくして大型化は不可能であったといえる。

一方で制御装置やコンピュータの進歩と長年にわたる現場の経験とが結びつき、効果的な省力化が進められてきた。設備の大型化と省力化、この二つが有機的に働き、労働生産性は大幅な伸びを示している。図-2に工場従業員数、工場従業員の一人当たりのクリンカー生産高の推移を示したが、生産性は最近10年間で1.8倍の伸びを示している。

図-2 生産性等の推移



(2) エネルギー費

エネルギー費がセメント製造原価を占める割合は、オイルショック以前35%程度であったものが、燃料の石炭転換の努力にもかかわらず、現在では、45%という高い割合を占めるに至った。セメント製造技術の歴史はエネルギー原単位低減の歴史であったといっても過言ではなく、今後とも取り組んでいかなければならない重点課題の一つである。

(イ) 燃料費の低減

セメント1トンを製造するのに必要な熱量(熱量原単位)の推移を図-3に示した。昭和38年当時104万キロカロリーであったものが、昭和58年には

77.4万キロカロリーに低減した。この大幅な熱効率の改善には①製造様式の転換と②運転技術および効率改善の二種類の改善効果があげられる。

昭和52、3年頃迄は製造様式の転換、すなわち、SPキルン、NSPキルンへの転換による熱効率の改善が大きく貢献した時期であった。SP・NSP化が

ほぼ完了した昭和52年頃からは、運転技術の改善、設備機械の改善にセメント各社は非常な努力を重ね、熱量原単位の低減を推進してきている。

一方、オイルショックによる重油価格の高騰に対処するため石炭転換も急速度で進められた。昭和53年頃から始まった石炭への転換はわずか3年後の昭和56年に完了している。

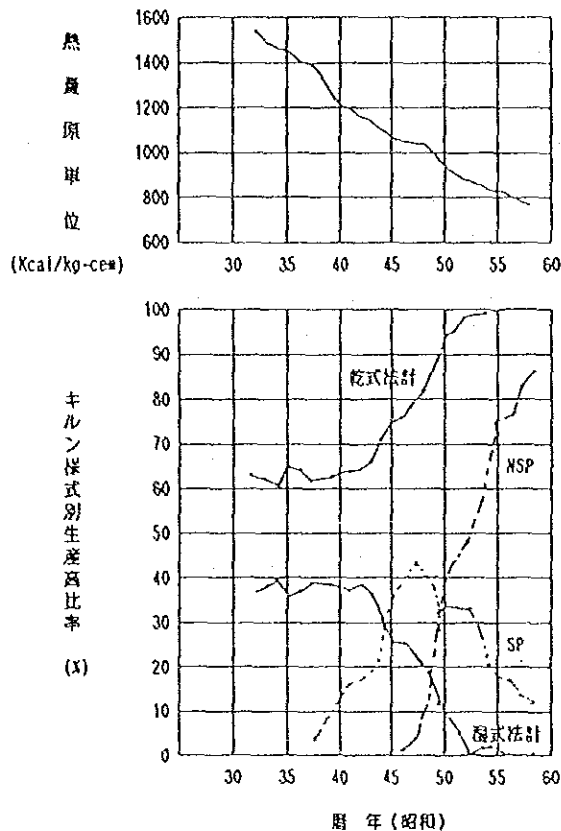


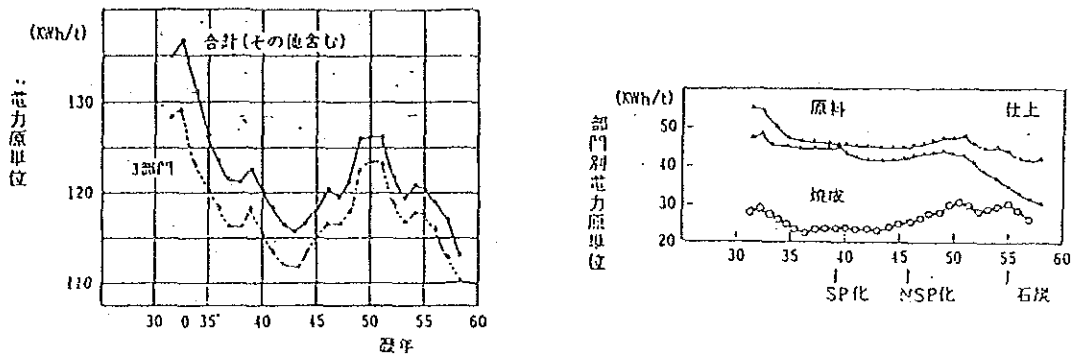
図-3 キルン様式と熱量原単位の推移

(ロ) 電力費の低減

セメント1トン製造するのに要する電力（電力原単位）の推移に図4に示した。順調に低減されてきた電力原単位が昭和43年から昭和50年にかけて増加している。これは焼成様式がSP・NSPキルンへと転換したことに起因して焼成部門の電力原単位が増加したためである。焼成部門の電力原単位はSP・NSP化により、約9キロワット時/トン増加したが、この電力数の増加は燃料費の低減で十二分にカバーされた。ついで、昭和54にもピークがあるが、これは燃料の石炭転換に伴う石炭粉碎動力の増加による。

しかし、昭和50年代の電力原単位の推移は石炭粉砕による一時的な上昇がみられるものの全体として着実に改善されている。原料粉砕に堅型ミルの導入、仕上粉砕における分級ライナの仕様、媒体の小径化、粉砕助剤の普及などの効果が大きい。同時に既設設備の改造や運転操作の改善など日常の省エネ努力が身を結んでいることを示している。

図4 電力原単位の推移（セメント協電力調査表）



(3) 品質管理

戦後間もない昭和24年にアメリカから導入されたQCやその後のIE, ORなどの経営管理技術や手法はセメント産業にも逐次導入され、国有技術と融和し、工場の生産管理に役立ってきた。とりわけ、QCの思想と技法は、工場の工程管理や工程解析に多角的に取り入れられ、品質の維持向上に極めて大きな効果を上げている。

一方で、蛍光X線分析装置の分析精度の向上、コンピュータの発達によるオンラインの制御化の進展などにより製品の品質は一段と安定したものになっている。

(4) 公害防止

昭和45年に公害対策の基本法が強化され、ばい煙、粉じん、水質、騒音、振動等に対し、厳しい規制が実施されるようになった。この結果、環境容量に余裕を残している地域のセメント工場にも一律に規則が及ぶこととなった。また、地方自治体が条例や公害防止対策協定により、国の規制に上乗せした規制を企業に遵守させたり、地域住民の公害防止対策に対する欲求が強くなるなど、環境問題は極めて厳しいものとなった。

昭和50年頃までは、降灰、騒音問題が中心であった。これに対応するため、セメント各社ともそれぞれに防止技術の改善、開発に取り組むとともに、電気集塵器、その他の集塵器の改善、増設や騒音防止対策などを実施した。

昭和50年頃になると降灰防止対策が一段落し、公害問題の主体が騒音、NOX対策などに移行した。昭和50年12月に新設セメントキルンに対するNOXの排出基準が設定された。さらに昭和52年6月には既設セメントキルンのNOX排出基準が設定され、昭和56年4月から適応されることとなった。

この新しいNOX問題に対し、セメント各社とも独自に技術の改善、開発にあたるとともに、セメント業界が一体となって防止技術の研究開発に取り組んだ。低NOXバーナの開発や脱硝材によるNOX低減技術の開発、仮焼炉における脱硝材の開発などである。その他、各企業レベルで二段燃焼や排ガス再循環などの開発試験も行われた。

そして燃料の石炭転換によりNOX排出量の若干の増加があったものの、キルンのNSP化を中心とした技術開発でNOX問題を切り抜けることができた。

(5) 海外技術援助

戦後、欧米からの技術導入によって成長してきたわが国のセメント産業は、生産性、品質、操業技術で欧米に追いつき、追い越すようになってきた。そして、昭和40年以降、欧米から輸入すべき技術が次第に少なくなり、独自の技術開発が望まれるようになった。日本独自の技術の代表的なものとしてNSPキルンが上げられる。プラントメーカーとセメントメーカーが共同開発したものであり、世界に誇りうる技術である。

このような背景のもとに、昭和40年ころから、海外援助が行われるようになった。現在では、多くのセメント会社がエンジニアリング部門を持ち、海外での技術援助活動を行うようになってきている。

4.2 各 論

(1) 原料工程

①原料粉砕

昭和40年代に入り、製造プロセスの乾式化が進んでくると、乾燥プロセスと粉砕プロセスを同時に行うシステムが主流になってきた。ミルに熱風を通すダブルローテータミルや堅型ミルが導入され、また、一部には原料ミルのセパレータに熱風を通して行う方法も行われた。ダブルローテータミルはミル内通風量が多く、いわゆるエアスエプト効果があるなどのため粉砕効率が高く、かなり普及した。しかし昭和45年頃から堅型ミルによる原料粉砕の比率が急速に伸びてきている。わが国の堅型ミルによる原料粉砕能力は合計で、昭和46年に700屯/時であったのが昭和56年には4,600屯/時と6.6倍の伸びを示している。

堅型ミルは従来、石炭の乾燥粉砕用に使用されていたが、ドイツのロッシェ社がセメント原料粉砕機として利用する方法を開発した。このロッシェミルは昭和29年にわが国に初めて輸入され、昭和33年には宇部興産が宇部ロッシェミルとして国産化するようになった。

堅型ミルは大型化が可能になったことや電力原単位が低いことから、特にオイルショック後見直され、各社が相次いで採用した。また、最近になって堅型ミルで粗粒を外部循環させ風車動力を低減させて省エネを図るいわゆる外部循環方式が開発され、普及されつつある。

③原料調合

ベッドブレンディング方式による受入原料の均整化、オンライン型蛍光X線分析計の進歩とコンピュータコントロールの導入による原料調合システムの高度化、エアブレンディングタンクや多槽式調整槽による粉末原料の均整化などハード、ソフト両面の進歩により、乾式工程でも湿式工程並みあるいはそれ以上の原料調合が可能になった。

スタッカリクレーマによるベッドブレンディング方式は昭和40年頃から採用されていたが、広大な敷地を要する欠点がある。そこで、敷地効率を高めたベッドブレンディングシステムとして各サイロの上部に設置されたトリップベルトコンベヤで積付け、下部からプラウフィーダで払出す方式が採用されるようになった。現在、原料の受入れ、払出し工程はコンピュータによる無人操作が定着してきており、省力化が進んでいる。

一方、原料調合システムは、検出端のロードセル化や制御回路のIC化などにより計量器の信頼性が高まったこと、蛍光X線分析装置の進歩により、一段と安定したものとなってきている。また、蛍光X線分析装置とコンピュータを結合した原料調合計算機制御システムが一般化した。

蛍光X線分析計は昭和35年に第一号が導入されて以来、分析計およびサンプル処理装置の進歩は目覚ましく、分析精度や迅速性の面で大幅に改善され、オンライン制御に用いられるようになった。

また、今日では融解法による前処理装置の開発により、短時間で化学分析と選色のない信頼性のある分析値をだせるようになったことから、工程管理用の化学分析はほとんど蛍光X線分析に置き換えられている。

(2) 焼成工程

① 焼成様式

昭和38年第一セメント・川崎工場にフンボルト式SPキルンが開発され、わが国はSPキルンの時代を迎えた。熱消費が少ないこと、大型化に適していることが評価され、キルンのSP化は急速に進んだ。図-3に示す通り、昭和47年には40%以上のクリンカーがSPキルンで焼成されるまでになった。

一方、サスペンションプレヒータで燃料を焼成させ、熱を多量に消費する石灰石の脱炭酸反応を効率よく行おうとする発想が生まれた。

この新しい技術の流れをニューSP（NSP）キルン方式と呼ぶことになったが、わが国セメント製造技術の外国依存から脱却を意味する画期的なものといえよう。

第一次オイルショックと時を同じくしたこと、NOX規則の制度化によって、セメント各社は一斉にNSP化を指向した。また、NSP技術の開発、発展により、日本が世界のセメント製造技術をにリードするところとなった。

一方、仮焼炉での燃焼温度が低いこと、仮焼炉内の原料が脱硝媒体として作用することなどのため、NSPキルンはNOX発生量が低い。このため、昭和56年に適用されたNOX規制に対し、セメント業界はNSPキルンの採用で比較的容易に対応することができた。

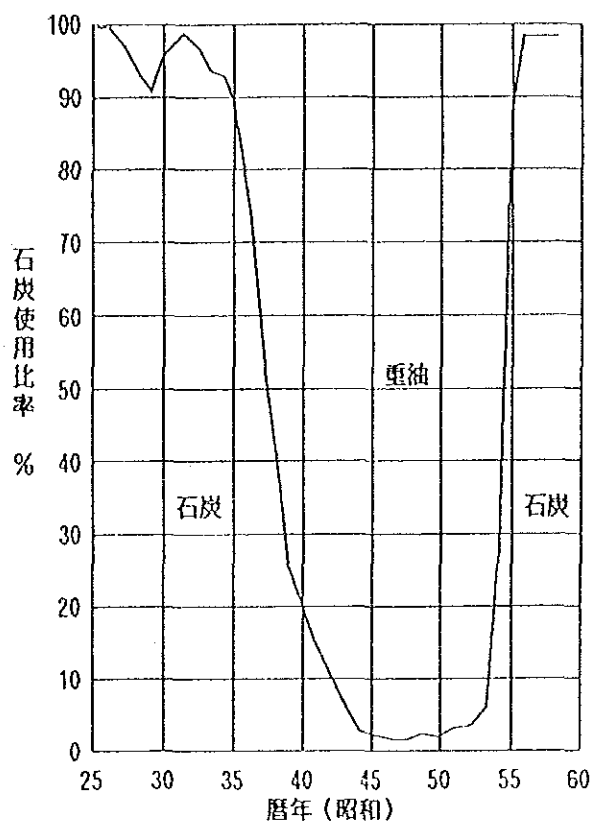
② 燃料

(イ) 石炭転換

昭和32年以降、重油の消費規制緩和策がとられたことにより、安くて使い易い重油へとセメント焼成用燃料の転換が進んだ。図-4に示すように、昭和44

年には一部を除いて重油の転換が完了した。しかし、この重油時代は短命であった。

図-5 石炭と重油の使用割合の推移



昭和48年の第一次オイルショックに続き、昭和53年12月のOPEC総会での産油国の大幅値上決定に始まる重油価格の異常な高騰は、第二次オイルショックとして世界経済に深刻な打撃を与えた。とりわけ、典型的なエネルギー多消費型産業であるセメント産業への影響は大きかった。

かくして、セメント産業は再び石炭の転換を余儀なくされた。技術的には石炭燃焼技術があったこと、SP・NSPキルンは燃焼用空気温度が高く石炭の燃焼性が良いことなど有利な条件もあって、石炭転換は急速に進んだ。昭和53年に始まった転換工事は54年に本格化し、56年に完了している。このスピーディーな変換は、エネルギー転換の優等生として賞賛されたが、業界全体で1,300億円もの巨額を投じている。

石炭粉砕設備としては、乾燥機と粉砕を同時に行い、電力原単位の低い堅型ミルが主流となった。石炭燃焼用バーナは昭和30年代までのものと異なり、燃焼性向上の工夫がなされ、一次空気比は以前の約半分にまで減じている。その構造

が複雑になったことが、省エネ効果の大きいバーナとなっている。

(ロ) その他の代替燃料

石炭転換以降、安い燃料を求めて、コークス、オイルコークス、無煙炭、低品位炭、ボタなど燃焼性の悪い、あるいは発熱量の低い固体燃料も使用されるようになった。

また、廃タイヤ、木皮、廃油、廃白土といった産業廃棄物あるいはこれに類する可燃物を使用する努力も行われている。

③その他の技術

(イ) プレヒータ

熱回収率を上げるため、プレヒータサイクロンの五段化や集じん効率向上のためのサイクロン形状等の改善も行われてきた。

プレヒータの五段化は昭和54年に日立セメントが初めて導入して以来、14のNSPキルンで採用されている。一方で、電力原単位低減を目的に、プレヒータでの圧力損失低減の努力も行われている。横型サイクロン、軸流サイクロンなど特殊サイクロンの採用、既設サイクロンにサイクロンを追加併設、ダクトやサイクロンの構造改善などである。サイクロンの追加併設は主に最上段サイクロンに採用され、効果をあげている。

(ロ) キルン

キルンの大型化、高能率化は内張り耐火れんがの進歩に支えられたところが大きい。昭和28年にマグネシアクロム系塩基性れんがが採用され、焼成帯で高アルミナ煉瓦の二倍の耐用実績をあげたのに端を発し、塩基性れんががセメントキルンの高熱負荷帯に全面的に使用されるようになった。

さらにキルンの大型化、焼成帯熱負荷増大に対応するため、昭和38年にマグネシアクロムダイレクトボンドれんがが登場し、10年後の昭和48年にはマグネシアクロム超ダイレクトボンドが開発され、使用され始めた。昭和51年にはスピネルれんがが開発され、コーチング脱着ゾーンに高成績を示した。このようにして、高熱負荷、長期運転に耐えられるれんがの実用化がセメント焼成の安全運転、省エネにもたらした功績は大きい。

また、窯尻温度の低下やキルン操業の安定化を目標に、昭和58年頃からリフターれんがが見直され、使用されはじめた。

(ハ) クーラ

クーラでの熱回収率を上げるために、クリンカ層圧を高め、クーラ下室の空気

圧、空気量を最適化することが広く採用されてきた。この結果、熱原単位が低減するとともに、二次空気温度上昇による燃料の燃焼性向上がもたらされた。

また、大型グレートクーラでは、クーラ中間にクラッシャを設け、大塊クリンカを破砕し、冷却を効果的に行う方式も採用している。

クーラ排気をクーラ上段に戻し、燃焼用熱源として回収するクーラ排ガス循環方式を採用している工場もある。

(3) 仕上工程

①大型化

仕上ミルは昭和38年頃から大型化の時代に入り、中央制御システムと相俟って、労働生産性向上に貢献した。現在、日本最大のもは直径5.3メートル、モータ容量6,000キロワットのもので、昭和51年に秩父セメントが熊谷工場に採用している。その後は、セメント需要の動向を反映して、大型化指向は抑制され、主として、直径4メートルクラスのみルが建設されている。

②分級ライナと小径媒体

わが国では、昭和30年代に分級ライナが採用され始めたが、実効はあがらなかった。その後ベルギーのフォンドリーマゴト社がミル通風強化と分級ライナおよび小径硬質媒体を組み合わせた粉碎技術を日本に持ち込み普及に力を入れ、効果があがったことが認められた。硬質媒体の摩耗量は従来のスチールボールに比べ約八分の一と少なく、画期的なものであった。このマゴト方式は仕上粉碎に非常に大きな効果をもたらし、各社で採用するようになった。

マゴト社の分級ライナは、その後改良を重ね、さらに性能の良いものになったが、一方で国内のメーカーも独自の分級ライナを開発し、実用化している。

③堅型ミルの応用

堅型ミルの仕上粉碎への応用研究も進められ、実用段階を迎えようとしている。昭和55年西ドイツのトイトニア・ツェメントヴェルグ社で65屯/時のミルが設置された。コンクリートの品質に好ましい粒度分布が得られないことや裏板、ローラの摩耗などに問題があったものの、新しい粉碎システムとして注目された。その後わが国で研究開発が進められ、神戸製鋼所と小野田セメント、宇部興産、石川島播磨重工と住友セメント、F・L・スミス（日本）などがほとんど時を同じくしてセメント粉碎用堅型ミルを発表している。堅型ミルは、ボールミルに比べて大幅な電力原単位低減が可能であり、現在最も注目されている技術の一つである。

5. 工源セメントのクリンカー、セメント品質に関する資料

資料	5-1-1	工源セメント工場クリンカー化学分析表	1984年11月分
	5-1-2	工源セメント工場クリンカー化学分析表	1984年12月分
	5-1-3	工源セメント工場クリンカー化学分析表	1985年 1月分
	5-2-1	HMとクリンカー強度	
	5-2-2	K S Kとクリンカー強度	
	5-2-3	C 3 Sとクリンカー強度	
	5-2-4	F - C a Oとクリンカー強度	
	5-3-1	工源セメント工場 コンクリート物理試験表	1984年11月分
	5-3-2	工源セメント工場 コンクリート物理試験表	1984年12月分
	5-3-3	工源セメント工場 コンクリート物理試験表	1985年 1月分

添付資料 5-1-1 工源セメント工場クリンカー化学分析表 1984年11月分

項目 日期	熟料化学成份										物理特性				过剩空气系数									
	KH 合格率	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Co	MgO 合计	FesO	SM	IM	实际 KH	理论 KH	C ₂ S	C ₃ S	C ₄ A	C ₃ A	C ₂ F	抗压强度/Cm ² 3天	抗压强度/Cm ² 7天	抗压强度/Cm ² 28天	Z	Z ₀			
																						变化 范围	初 浸	终 浸
1																								
2																								
3																								
4																								
5																								
6																								
7																								
8																								
9																								
10																								
11																								
12																								
13																								
14																								
15																								
16																								
17																								
18																								
19																								
20																								
21																								
22																								
23																								
24																								
25																								
26																								
27																								
28																								
29																								
30																								
31																								
合计																								
平均																								
总合计																								
总平均																								

添付資料 5-1-3 工源セメント工場クリンクー化学分析表 1985年 1月分

日 期	熟 料 化 学 成 分												初 末 点 差	初 末 点 差	物 理 性 能					过剩空气系数									
	KH 倍率	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Mgo	合計	Fe ₂ O ₃	SM	IM	KH	KH	理论 KH			C.S	C.S	C ₁ A.C ₂ F	C ₁ A.C ₂ F	抗压カチ/Cm ²			抗压カチ/Cm ²							
																			3天	7天	28天	3天	7天	28天	3天	7天	28天		
1	492	168	455	6.85	6.55	997	5.61	1.9	0.811	0.859	1.11	1.54	1.23	7.96	1.23		780	1115	937	2855	385	62	2907						
2	492	168	455	6.85	6.55	997	5.61	1.9	0.811	0.859	1.11	1.54	1.23	7.96	1.23		780	1115	937	2855	385	62	2907						
3	492	168	455	6.85	6.55	997	5.61	1.9	0.811	0.859	1.11	1.54	1.23	7.96	1.23		780	1115	937	2855	385	62	2907						
4	492	168	455	6.85	6.55	997	5.61	1.9	0.811	0.859	1.11	1.54	1.23	7.96	1.23		780	1115	937	2855	385	62	2907						
5	492	168	455	6.85	6.55	997	5.61	1.9	0.811	0.859	1.11	1.54	1.23	7.96	1.23		780	1115	937	2855	385	62	2907						
6	492	168	455	6.85	6.55	997	5.61	1.9	0.811	0.859	1.11	1.54	1.23	7.96	1.23		780	1115	937	2855	385	62	2907						
7	492	168	455	6.85	6.55	997	5.61	1.9	0.811	0.859	1.11	1.54	1.23	7.96	1.23		780	1115	937	2855	385	62	2907						
8	492	168	455	6.85	6.55	997	5.61	1.9	0.811	0.859	1.11	1.54	1.23	7.96	1.23		780	1115	937	2855	385	62	2907						
9	492	168	455	6.85	6.55	997	5.61	1.9	0.811	0.859	1.11	1.54	1.23	7.96	1.23		780	1115	937	2855	385	62	2907						
10	492	168	455	6.85	6.55	997	5.61	1.9	0.811	0.859	1.11	1.54	1.23	7.96	1.23		780	1115	937	2855	385	62	2907						
合計																													
平均																													
11																													
12																													
13																													
14																													
15																													
16																													
17																													
18																													
19																													
20																													
合計																													
平均																													
21																													
22																													
23																													
2-1																													
25																													
26																													
27																													
28																													
29																													
30																													
31																													
合計																													
平均																													
合計																													
平均																													

1. HMとクリンカー強度

月/日	x (HM)	y 1 (3日強度)	y 2 (7日強度)
1984年			
11/ 5	2.00	253	414
11/28	1.99	256	411
12/11	2.01	247	398
1985年			
1/ 1	2.04	245	385
1/ 4	1.99	216	359
1/ 5	2.01	216	370
1/ 6	2.00	252	410
1/ 9	2.00	278	418
1/15	2.00	272	432
1/20	2.03	282	426
1/22	2.00	242	380
1/27	2.00	242	405
1984年			
11/ 2	2.06	306	469
12/ 7	2.07	314	478
12/ 8	2.09	299	468
12/13	2.08	286	440
12/14	2.08	288	456
1985年			
1/ 8	2.06	313	462

2. 結果

$$y 1 = 649.0x - 1049.4 \quad (\gamma = 0.7533)$$

$$y 2 = 786.5x - 1137.7 \quad (\gamma = 0.7648)$$

1. KSKとクリンカー強度

月/日	x (K S K)	y 1 (3日強度)	y 2 (7日強度)	月/日	x (K S K)	y 1 (3日強度)	y 2 (7日強度)
1984年				12/19	0.911	283	444
11/ 5	0.890	253	414	12/20	0.913	282	452
11/28	0.897	256	411	12/21	0.914	294	452
12/11	0.892	247	398	12/22	0.903	285	447
1985年				12/23	0.914	282	450
1/ 1	0.899	245	385	12/28	0.907	285	413
1/ 4	0.888	216	359	1984年			
1/ 5	0.898	216	370	11/ 2	0.925	306	469
1/ 6	0.900	252	410	12/ 7	0.930	314	478
1/ 9	0.900	278	418	12/ 8	0.929	299	468
1/15	0.897	272	432	12/13	0.927	286	440
1/20	0.892	282	426	12/14	0.930	288	456
1/22	0.890	242	380	1985年			
1/27	0.987	242	405	1/ 8	0.931	313	462
1984年							
11/ 1	0.903	260	416				
11/25	0.910	252	429				
11/26	0.912	270	435				
11/27	0.916	274	442				
12/ 1	0.911	291	462				
12/ 3	0.906	281	441				
12/ 9	0.911	275	445				
12/18	0.912	287	433				

2. 結果

$$y_1 = 1495.6x - 1085.8 \quad (\gamma = 0.7803)$$

$$y_2 = 1885.2x - 1282.3 \quad (\gamma = 0.8158)$$

1. C3Sとクリンカー強度

月/日	x (C3S)	y 1 (3日強度)	y 2 (7日強度)	月/日	x (C3S)	y 1 (3日強度)	y 2 (7日強度)
1984年				12/19	54.95	283	444
11/ 5	51.69	253	414	12/20	55.29	282	452
11/28	52.64	256	411	12/21	55.41	294	452
12/11	51.94	247	398	12/23	55.61	282	450
1985年				12/28	54.31	285	413
1/ 1	52.48	245	385	1984年			
1/ 4	50.47	216	359	11/ 2	58.75	306	469
1/ 5	52.66	216	370	12/ 7	59.09	314	478
1/ 6	52.46	252	410	12/ 8	59.06	299	468
1/ 9	52.94	278	418	12/13	58.46	286	440
1/15	52.31	272	432	12/14	59.32	288	456
1/20	51.94	282	426	1985年			
1/22	51.15	242	380	1/ 8	58.42	313	462
1/27	52.67	242	405				
1984年							
11/ 1	54.39	260	416				
11/25	55.72	252	429				
11/26	56.00	270	435				
12/ 1	55.35	291	462				
12/ 3	54.11	281	441				
12/ 9	55.67	275	445				
12/18	55.63	287	433				

2. 結果

$$y 1 = 7.4x - 133.2 \quad (\gamma = 0.7728)$$

$$y 2 = 9.4x - 85.5 \quad (\gamma = 0.8217)$$

1. f-CaOクリンカー強度 (C3S>57%)

月/日	x (f-CaO)	y_1 (3日強度)	y_2 (7日強度)	y_3 (28日強度)
1984年				
11/ 2	0.18	306	469	625
11/24	0.50	277	436	605
12/ 5	0.42	309	437	637
12/ 6	0.39	284	433	641
12/ 7	0.39	314	478	660
12/ 8	0.53	299	468	645
12/13	0.70	286	440	638
12/14	0.54	288	456	654
12/16	0.91	289	435	624
1985年				
1/ 8	0.57	313	462	635
1/17	0.91	301	447	646
1/19	1.15	272	408	633
1/21	0.73	296	436	605
1/23	0.81	273	420	613
1/24	1.05	275	432	600

2. 結果

$$y_1 = -30.9x + 312.2 \quad (\gamma = -0.5081)$$

$$y_2 = -47.5x + 474.8 \quad (\gamma = -0.6702)$$

$$y_3 = -22.3x + 645.2 \quad (\gamma = -0.3313)$$

(2) f-CaOとクリンカー強度 (C3S54~55%)

月/日	x (f-CaO)	y 1 (3日強度)	y 2 (7日強度)	y 3 (28日強度)
1984年				
11/ 1	0.66	260	416	605
11/ 3	0.36	281	441	664
12/19	0.45	283	444	637
12/28	0.83	285	413	566
1985年				
1/ 2	0.79	248	404	642
1/11	1.05	259	428	611
1/13	0.68	278	429	623
1/16	0.74	296	432	593
1/18	0.64	300	400	626
1/26	0.56	249	384	656

結果

$$y 1 = -21.7x + 228.6 \quad (\gamma = -0.2274)$$

$$y 2 = -17.9x + 431.2 \quad (\gamma = -0.1831)$$

$$y 3 = -94.6x + 686.2 \quad (\gamma = -0.6247)$$

(3) f-CaOとクリンカー強度 (C3S<52%)

月/日	x (f-CaO)	y 1 (3日強度)	y 2 (7日強度)	y 3 (28日強度)
1984年				
11/ 5	0.20	253	414	642
12/11	0.28	247	398	630
1985年				
1/ 4	0.56	282	426	600
1/20	0.53	242	380	611
1/22	0.36	216	359	629

結果

$$y 3 = -103.4x + 661.7 \quad (\gamma = -0.9804)$$

添付資料 5-3-1 工源セメント工場 コンクリート物質試験表 1984年 11月分

日	期	水 泥 生 産 価 況 (%)							査 号 生 産 水 泥 物 理 試 験					型 号 生 産 水 泥 強 度 (kg/cm²)											
		砂	灰	三 氧 化 硫	石 灰 質	灰 分	水 分	揮 發 物	標 准 調 査	初 凝	終 凝	英 系 強 度 (MPa)	細 度 (mm)	比 積	比 重	1/2 篩 以下 割合 (%)	3 天	7 天	28 天	3 天	7 天	28 天	3 天	7 天	28 天
1		45	57	118	116	275	278	2800	416	427	5.2	0.3	227	285	421	425	425	421	421	421	421	421	421	421	421
2		45	57	118	116	275	278	2800	416	427	5.2	0.3	227	285	421	425	425	421	421	421	421	421	421	421	421
3		45	57	118	116	275	278	2800	416	427	5.2	0.3	227	285	421	425	425	421	421	421	421	421	421	421	421
4		45	57	118	116	275	278	2800	416	427	5.2	0.3	227	285	421	425	425	421	421	421	421	421	421	421	421
5		45	57	118	116	275	278	2800	416	427	5.2	0.3	227	285	421	425	425	421	421	421	421	421	421	421	421
6		45	57	118	116	275	278	2800	416	427	5.2	0.3	227	285	421	425	425	421	421	421	421	421	421	421	421
7																									
8																									
9																									
10																									
合計																									
平均																									
11																									
12																									
13																									
14																									
15																									
16																									
17																									
18																									
19																									
20																									
合計																									
平均																									
21																									
22																									
23																									
24																									
25																									
26																									
27																									
28																									
29																									
30																									
31																									
合計																									
平均																									
合計																									
平均																									

添付資料 5-3-2 工源セメント工場 コンクリート物質試験表 1984年 12月分

項目	水 泥 生 産 情 況										生 産 水 泥 物 理 試 験										強 度 係 数									
	品名	地 区	混 合 材	三 氧 化 硫	石 灰 質	温 度 係 数	比 重	容 積	安定性	細 度	比 重	混 合 材	3天	7天	28天	3天	7天	28天	3天	7天	28天	3天	7天	28天						
																									3天	7天	28天	3天	7天	28天
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
合計					
平均					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
合計					
平均					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
合計					
平均					
合計					
平均					

添付資料 5-3-3 工源セメント工場 コンクリート物質試験表 1985年 1月分

項目	水 泥 生 産 情 況 測 定				登 号 生 産 水 泥 物 理 試 験				登 号 生 産 水 泥 強 度 測 定										
	品 種	強 度	混 合 材	工 率	石 質 量	強 度 成 分	測 定 強 度	測 定 強 度	測 定 強 度	測 定 強 度	測 定 強 度	測 定 強 度	測 定 強 度	測 定 強 度	測 定 強 度	測 定 強 度	測 定 強 度	測 定 強 度	測 定 強 度
1	40	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
2	40	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
3	40	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
4	40	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
5	40	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
6	40	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
7	40	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
8	40	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
9	40	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
10	40	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
合計																			
平均																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
18																			
19																			
20																			
合計																			
平均																			
21																			
22																			
23																			
24																			
25																			
26																			
27																			
28																			
29																			
30																			
31																			
合計																			
平均																			
總合計																			
總平均																			

JICA