

3) 日本学術振興会編: 鉄鋼迅速分析法, 改版
(昭和 24 年)

4) JIS G 1211, (1953), 附図 2

取鍋分析値の信頼性に就て*

藤 井 修**

ON THE RELIABILITY OF LADLE ANALYSIS

Osamu Fujii

Synopsis:

When a ladle sample of an open-hearth charge was taken, from the angle of its chemical analysis value, the probability that the chemical representation value of the charge was above the lower limit of a given standard value or lay between the lower and upper limits was sought for under various assumptions and the following points were clarified.

A. Relation between the probability of coming within the standard value and the chemical representation value of the charge.

B. Relation between the probability and standard deviations of chemical composition value in or between the charges.

I. 緒 言

取鍋より一個の化学分析試料を採取し、化学分析を行つても、サンプリング誤差の関係上この値が直ちに熔鋼全体の値を代表しているといひ難い、故にこの値が規格値内にあつても、熔鋼の真の代表値が規格外にあることもあり、反対に規格外にあつても代表値が規格内にあることもあり得る。此處で熔鋼成分の真の代表値とは、若し熔鋼から無数のサンプルを採取したと仮定した時の分析値の平均を表わす値と定義す可まで「熔鋼内平均値」と呼ぶことにする。

II. 目 的

この研究の目的は 1 サンプルの取鍋分析から、その熔鋼内平均値 α が規格内にある確率と、この確率をあらかじめ指定した値となるのはどの位の分析値が得られた場合であるかを求め、分析値の信頼性を客観的に判断する基礎を示したものである。

III. 基 本 仮 定

この理論の展開の為近時工業界に広く導入された統計的方法の助けを借りた。この為には若干の基本仮定をもうけておく必要がある。

仮定 1.

同一チャージの熔鋼から多くのサンプルを採取分析し

たと仮定する時、その分析値は平均値 α 、標準偏差 σ_2 なる正規分布をする。

$$\psi(x, \alpha) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_2} e^{-\frac{(x-\alpha)^2}{2\sigma_2^2}}$$

x は分析値、 α は熔鋼内平均値、 σ_2 を熔鋼内標準偏差という。此處で α は未知であるが、 σ_2 は既知であるとする。

$$\sigma_2^2 = \sigma^2 \text{ サンプル間} + \sigma^2 \text{ サンプル内} + \sigma^2 \text{ 分析}$$

であるから後述する如く予備実験でサンプリング及び分析誤差を求めた。

仮定 2.

熔鋼内平均値 α の分布は母平均 m 標準偏差 σ_1 なる正規分布をする。

$$\phi(\alpha) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_1} e^{-\frac{(\alpha-m)^2}{2\sigma_1^2}}$$

m は α の母平均で総平均といい、 σ_1 は α の標準偏差で熔鋼間標準偏差という。予備実験に於いて多くのチャージの各々より若干の試料を採取しそのチャージ毎の平均値 α を求め、これ等を全チャージに就き更に平均し m を求め、尚 σ_1 も求めておいた。尚 $\sigma_3 = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}$ を全標準偏差と名付け又規格の最低限値を t_L 最高限値を

* 昭和 29 年 8 月、本会講演大会にて発表

** 日本鋼管鶴見製鉄所

t_u とする。

IV. 取鋼分析値の信頼性の計算法

1 チャージより1個のサンプルを採取し、1回分析を行い、 x なる値を得た時 α が t_L を越えている確率、 $p_r(t_L x)$ は

$$p_r(t_L x) = \frac{\int_{t_L}^{\infty} \phi(\alpha)\phi(x, \alpha) d\alpha}{\int_{-\infty}^{\infty} \phi(\alpha)\phi(x, d) d\alpha}$$

$$= \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{h(t_L x)}^{\infty} e^{-\frac{u^2}{2}} du$$

更に規格値内にある確率 $p_r(t_L t_u x)$ は

$$p_r(t_L t_u x) = \frac{\int_{t_L}^{t_u} \phi(\alpha)\phi(x, \alpha) d\alpha}{\int_{-\infty}^{\infty} \phi(\alpha)\phi(x, d) d\alpha}$$

$$= \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{h(t_L x)}^{h(t_u x)} e^{-\frac{u^2}{2}} du$$

ここで $h(t, x) = \frac{\sigma_3}{\sigma_1 \sigma_2} \left(t - \frac{m \sigma_1^2 + x \sigma_1^2}{\sigma_3^2} \right)$

p_r を求めるには正規確率紙を用いる。即ち $h(t, x)$ は x に関する一次式であるから x の異なる任意の二点を計算しこれを直線で結べば良い。 $p_r(t_L t_u x)$ を求めるには $p_r(t_L x)$, $p_r(t_u x)$ なる二本の直線を求め、この差として求める。

V. 予備実験

$m_1 \sigma_1 \sigma_2$ を求める為の予備実験を行った。リムド鋼A B材(厚板造船材)を対象とし成分はC%について行った。A B材チャージに就いて、第1, 2, 3各定盤毎に分析試料を採取した。サンプルはAl 5gを投入してキルした。

このデータを基に計算した結果

- σ サンプル間 = 0.0142% (1, 2, 3 各定盤間)
- σ サンプル内 = 0.005% (各サンプルの三箇所を分析)
- σ 分析 = 0.007% (再分析精度試験より)

これより

- $\sigma_2 = 0.017\%$ 尙, $m = 0.17\%$ $\sigma_1 = 0.023\%$ であつた。
- σ_1 は熔鋼内平均 α の標準偏差であるから、通常の如く1チャージ1個の分析値より求めたものより若干小である。(個々 σ の実績は 0.025~0.027% 程度と思われる。

以上より

$$\sigma_3 = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2} = 0.0285\%$$

これ等の値より

- $\sigma_2 = 0.016\%, 0.017, 0.018$
- $\sigma_3 = 0.0280\%, 0.0285, 0.0290, 0.0295,$
 $0.0300, 0.0305$
- $m = 0.17, \%$
- $t_L = 0.17\%, 0.18, 0.19, 0.20$

とした場合の $p_r(t_L x)$ を Fig. 1 (1) より (6) までに示す。 t_L が変れば直線が平行移動し、 m が変れば横軸(分析値 x を表わす)の目盛が変化するだけである。

Table 1 に $\sigma_1 \sigma_2 \sigma_3$ の関係表を示す。

Table 2 は $t_L = 0.19$ の場合の $p_r(t_L x)$ 表 ($m = 0.17\%$) を示す。

VI. 結 果

元来A B材は $t_u = 0.23\%$ となつている外 t_u は指定がないが、実際は抗張力の関係で $t_L = 0.19\%$ 程度が望まれるのであるが、Table 2 の結果によれば $m = 0.17\%$ (平均出鋼C%) 程度で炭素を管理していたのでは α が $t_L = 0.19\%$ を越えている確率は α として $0.22\% \sim 0.23\%$ 程度の分析値が得られないと小さい事が分る。次に熔鋼内平均値が 0.19% を越えている確率が 90, 95, 99% と保証するにはどの位の分析値が得られた場合であるかを Table 3 に示す。Table 3 によると可成り高目の値が得られないと充分な保証にならない。これは $t_L = 0.19\%$ に対し $m = 0.17\%$ が低く過ぎるのである。故に $m = 0.20\%$ に平均出鋼C% を上げた場合を Table 4 に示す。 $m = 0.17\%$ と同じ分析値 x が得られた時、 α が $t_L = 0.19\%$ を越えている確率は遙かに大きくなつている。

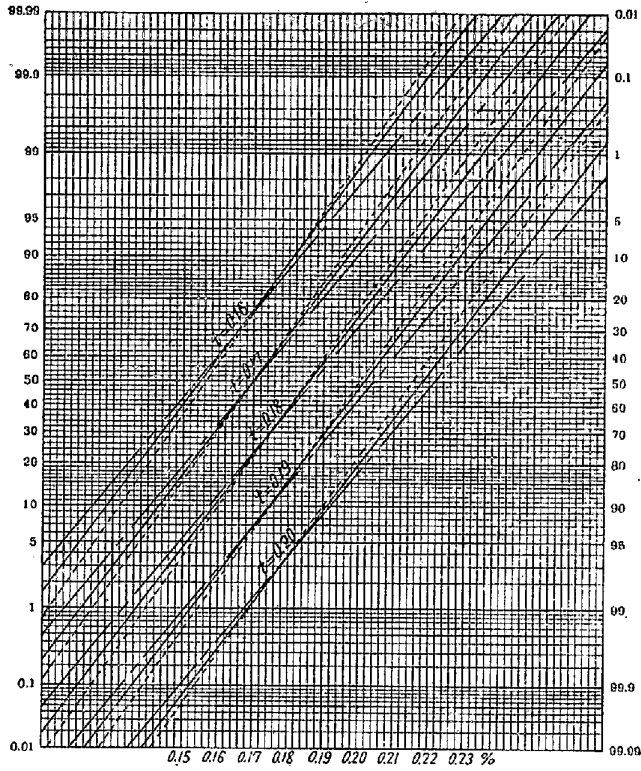
然し一方現在社内仮規格として $t_L = 0.16\%$, $t_u = 0.23\%$ を採用しているの、あまり m を上げると $t_u = 0.23\%$ を越える場合が多くなる恐れがあるので $m = 0.17\%$ の場合規格の上下限に入る確率を求めると Table 5 の如くである。

Table 5 によると $x = 0.21 \sim 0.22\%$ 程度が得られた時最も α が規格上下限内に入っている確率が大きい。次に $m = 0.20\%$ に上げた場合は Table 6 の如くである。

Table 6 より保証率を 90, 95, 99% とした時は、得られた x が如何なる値が得られた場合であるかを求めると Table 7 の如くである。90%, 95% の場合は x の値が二つある。低い方の場合は $t_L = 0.16\%$ を下廻っている確率が $100 - 90 = 10\%$ 又は $100 - 95 = 5\%$ の危険率の殆んどを占め、高い方の値の場合は $t_u = 0.23\%$

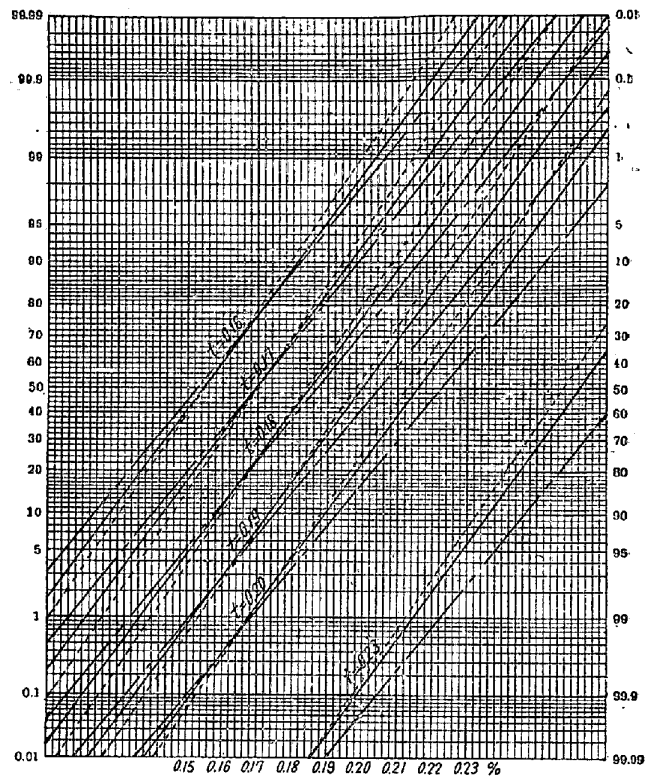
Dotted line $\sigma_2 = 0.016\%$ Solid line $\sigma_2 = 0.017\%$ Broken line $\sigma_2 = 0.018\%$

$m = 0.17\%$ $\sigma_3 = 0.0280\%$



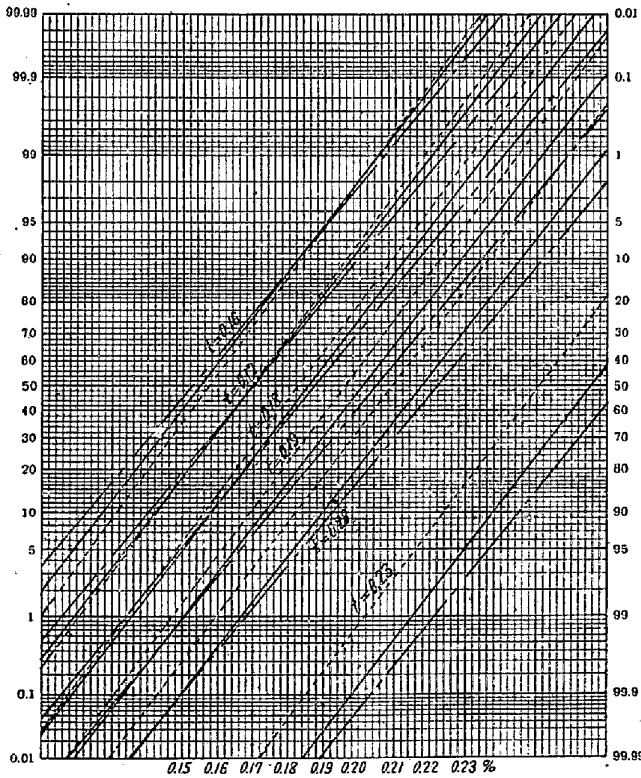
(1)

$m = 0.17\%$ $\sigma_2 = 0.0290\%$



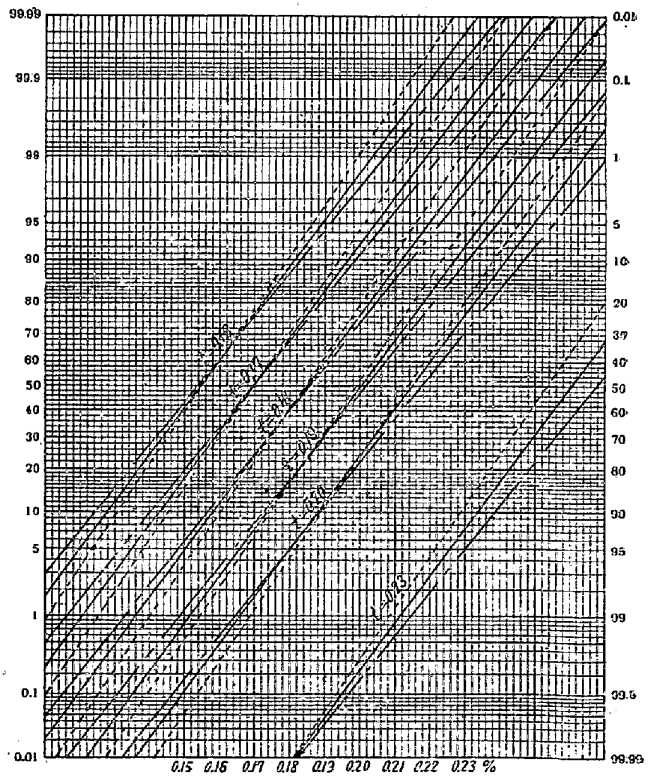
(3)

$m = 0.17\%$ $\sigma_3 = 0.0285\%$



(2)

$m = 0.17\%$ $\sigma_3 = 0.0295\%$

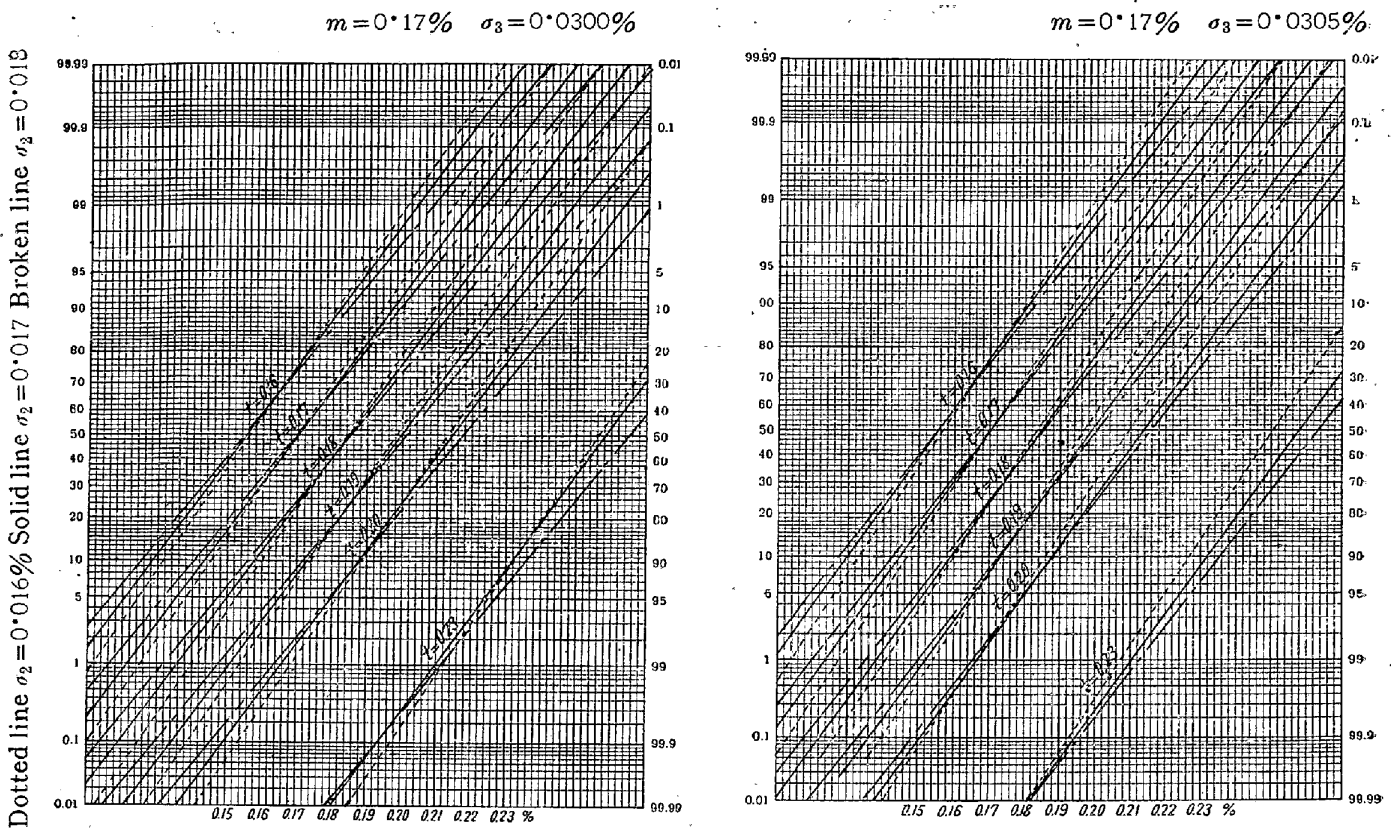


(4)

↑
100E

$$100 E \equiv 100 \times \int_{-\infty}^x z dx, \quad 100 F \equiv 100 \times \int_x^{+\infty} z dx, \quad Z \equiv \sqrt{\frac{1}{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}}$$

Fig. 1. Probability paper



↑ (5)
100E

(6)

$$100 E \equiv 100 \times \int_{-\infty}^x z dx, \quad 100 F \equiv 100 \times \int_x^{+\infty} z dx, \quad Z \equiv \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}}$$

Fig. 1 Probability paper

Table 1. $\sigma_1 \sigma_2 \sigma_3$ (unit %)

		σ_3^2	0.000784	0.000812	0.000841	0.00087	0.0009	0.00093
		σ_3	0.0280	0.0285	0.0290	0.0295	0.030	0.0305
σ^2	σ_2	σ_1	0.023	0.0236	0.0242	0.0248	0.0254	0.0260
0.000256	0.016	σ_1^2	0.000529	0.000556	0.000585	0.000614	0.000646	0.000676
0.000289	0.017	σ_1	0.0222	0.0229	0.0235	0.0241	0.0247	0.0253
		σ_1^2	0.000495	0.000523	0.000552	0.000581	0.000611	0.000641
0.000324	0.018	σ_1	0.0214	0.0221	0.0228	0.0234	0.0240	0.0246
		σ_1^2	0.000460	0.000488	0.000517	0.000546	0.000576	0.000606

Table 2. $p_r(t_Lx)$ (unit %). $m=0.17\%$ $t_L=0.19\%$

σ	σ_3 0.0280			0.0285			0.0290			0.0295			0.0300			0.0305		
	σ_2	0.016	0.017	0.018	0.016	0.017	0.018	0.016	0.017	0.018	0.016	0.017	0.018	0.016	0.017	0.018		
x	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.20	0.21	0.22	0.23	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.20	0.21	0.22	0.23
	0.5	2.0	6.0	15.0	30.0	49.0	69.0	83.5	93.1	0.7	2.5	6.5	15.0	29.0	46.0	65.0	80.0	91.0
	0.9	3.0	7.0	15.0	26.5	42.5	60.0	75.0	87.0	0.9	3.0	7.0	15.0	26.5	42.5	60.0	75.0	87.0
	1.6	4.2	10.1	22.0	38.2	57.0	74.5	87.0	94.4	0.9	3.0	7.0	15.0	26.5	42.5	60.0	75.0	87.0
	2.6	6.2	14.2	25.5	41.0	58.5	74.0	86.0	92.4	0.9	3.0	7.0	15.0	26.5	42.5	60.0	75.0	87.0
	4.2	10.1	22.0	38.2	57.0	74.5	87.0	94.4	0.9	3.0	7.0	15.0	26.5	42.5	60.0	75.0	87.0	94.4
	6.2	14.2	31.0	52.0	72.0	86.0	92.4	0.9	3.0	7.0	15.0	26.5	42.5	60.0	75.0	87.0	94.4	0.9
	8.0	18.0	40.0	64.0	82.0	92.4	0.9	3.0	7.0	15.0	26.5	42.5	60.0	75.0	87.0	94.4	0.9	3.0
	10.1	22.0	49.0	74.0	86.0	92.4	0.9	3.0	7.0	15.0	26.5	42.5	60.0	75.0	87.0	94.4	0.9	3.0
	14.2	31.0	69.0	86.0	92.4	0.9	3.0	7.0	15.0	26.5	42.5	60.0	75.0	87.0	94.4	0.9	3.0	7.0
	18.0	40.0	83.5	92.4	0.9	3.0	7.0	15.0	26.5	42.5	60.0	75.0	87.0	94.4	0.9	3.0	7.0	15.0
	22.0	49.0	87.0	94.4	0.9	3.0	7.0	15.0	26.5	42.5	60.0	75.0	87.0	94.4	0.9	3.0	7.0	15.0
	26.5	57.0	87.0	94.4	0.9	3.0	7.0	15.0	26.5	42.5	60.0	75.0	87.0	94.4	0.9	3.0	7.0	15.0
	31.0	64.0	87.0	94.4	0.9	3.0	7.0	15.0	26.5	42.5	60.0	75.0	87.0	94.4	0.9	3.0	7.0	15.0
	35.0	70.0	87.0	94.4	0.9	3.0	7.0	15.0	26.5	42.5	60.0	75.0	87.0	94.4	0.9	3.0	7.0	15.0
	38.2	74.5	87.0	94.4	0.9	3.0	7.0	15.0	26.5	42.5	60.0	75.0	87.0	94.4	0.9	3.0	7.0	15.0
	41.0	77.0	87.0	94.4	0.9	3.0	7.0	15.0	26.5	42.5	60.0	75.0	87.0	94.4	0.9	3.0	7.0	15.0
	44.0	79.0	87.0	94.4	0.9	3.0	7.0	15.0	26.5	42.5	60.0	75.0	87.0	94.4	0.9	3.0	7.0	15.0
	47.0	81.0	87.0	94.4	0.9	3.0	7.0	15.0	26.5	42.5	60.0	75.0	87.0	94.4	0.9	3.0	7.0	15.0
	50.0	83.5	87.0	94.4	0.9	3.0	7.0	15.0	26.5	42.5	60.0	75.0	87.0	94.4	0.9	3.0	7.0	15.0
	52.0	85.0	87.0	94.4	0.9	3.0	7.0	15.0	26.5	42.5	60.0	75.0	87.0	94.4	0.9	3.0	7.0	15.0
	54.0	86.0	87.0	94.4	0.9	3.0	7.0	15.0	26.5	42.5	60.0	75.0	87.0	94.4	0.9	3.0	7.0	15.0
	56.0	87.0	87.0	94.4	0.9	3.0	7.0	15.0	26.5	42.5	60.0	75.0	87.0	94.4	0.9	3.0	7.0	15.0
	58.5	88.0	87.0	94.4	0.9	3.0	7.0	15.0	26.5	42.5	60.0	75.0	87.0	94.4	0.9	3.0	7.0	15.0
	61.0	89.0	87.0	94.4	0.9	3.0	7.0	15.0	26.5	42.5	60.0	75.0	87.0	94.4	0.9	3.0	7.0	15.0
	64.0	90.0	87.0	94.4	0.9	3.0	7.0	15.0	26.5	42.5	60.0	75.0	87.0	94.4	0.9	3.0	7.0	15.0
	67.0	91.0	87.0	94.4	0.9	3.0	7.0	15.0	26.5	42.5	60.0	75.0	87.0	94.4	0.9	3.0	7.0	15.0
	70.0	92.0	87.0	94.4	0.9	3.0	7.0	15.0	26.5	42.5	60.0	75.0	87.0	94.4	0.9	3.0	7.0	15.0
	74.0	93.0	87.0	94.4	0.9	3.0	7.0	15.0	26.5	42.5	60.0	75.0	87.0	94.4	0.9	3.0	7.0	15.0
	77.0	94.0	87.0	94.4	0.9	3.0	7.0	15.0	26.5	42.5	60.0	75.0	87.0	94.4	0.9	3.0	7.0	15.0
	80.0	95.0	87.0	94.4	0.9	3.0	7.0	15.0	26.5	42.5	60.0	75.0	87.0	94.4	0.9	3.0	7.0	15.0
	83.5	96.0	87.0	94.4	0.9	3.0	7.0	15.0	26.5	42.5	60.0	75.0	87.0	94.4	0.9	3.0	7.0	15.0
	87.0	97.0	87.0	94.4	0.9	3.0	7.0	15.0	26.5	42.5	60.0	75.0	87.0	94.4	0.9	3.0	7.0	15.0
	90.0	98.0	87.0	94.4	0.9	3.0	7.0	15.0	26.5	42.5	60.0	75.0	87.0	94.4	0.9	3.0	7.0	15.0
	92.4	99.0	87.0	94.4	0.9	3.0	7.0	15.0	26.5	42.5	60.0	75.0	87.0	94.4	0.9	3.0	7.0	15.0
	94.4	100.0	87.0	94.4	0.9	3.0	7.0	15.0	26.5	42.5	60.0	75.0	87.0	94.4	0.9	3.0	7.0	15.0

Table 3. (unit%)

$m=0.17\%$ $t_L=0.19\%$

Rate of confidence	σ_3 0.280			0.285			0.290		
	σ_2 0.016	0.017	0.018	0.016	0.017	0.018	0.016	0.017	0.018
90%	0.226	0.229	0.234	0.223	0.229	0.235	0.223	0.227	0.235
95	0.233	0.237	0.242	0.231	0.237	0.243	0.230	0.235	0.243
99	0.246	0.251	0.257	0.245	0.252	0.259	0.243	0.248	0.259

Rate of confidence	0.295			0.300			0.305		
	0.016	0.017	0.018	0.016	0.017	0.018	0.016	0.017	0.018
90%	0.224	0.227	0.231	0.223	0.227	0.231	0.220	0.225	0.228
95	0.231	0.235	0.239	0.230	0.235	0.240	0.227	0.232	0.236
99	0.244	0.249	0.255	0.243	0.249	0.255	0.240	0.246	0.251

Table 4. (unit %)

$m=0.20\%$ $t_L=0.19\%$

Rate of confidence	σ_3 0.280			0.285			0.290		
	σ_2 0.016	0.017	0.018	0.016	0.017	0.018	0.016	0.017	0.018
90%	0.211	0.212	0.213	0.209	0.213	0.215	0.209	0.211	0.216
95	0.218	0.220	0.221	0.217	0.221	0.223	0.216	0.219	0.224
99	0.231	0.234	0.236	0.231	0.236	0.239	0.229	0.232	0.240

Rate of confidence	0.295			0.300			0.305		
	0.016	0.017	0.018	0.016	0.017	0.018	0.016	0.017	0.018
90%	0.211	0.212	0.213	0.221	0.213	0.214	0.208	0.212	0.212
95	0.218	0.220	0.221	0.218	0.221	0.223	0.215	0.219	0.220
99	0.231	0.234	0.237	0.235	0.235	0.238	0.228	0.233	0.235

Table 5. $p_r(t_L t_u x)$ (unit %)

$m=0.17\%$ $t_L=0.16\%$ $t_u=0.23\%$

σ	σ_3 0.280			0.285			0.290			0.295			0.300			0.305		
	σ_2 0.016	0.017	0.018	0.016	0.017	0.018	0.016	0.017	0.018	0.016	0.017	0.018	0.016	0.017	0.018	0.016	0.017	0.018
0.15	44.0	41.0	38.5	46.0	42.0	36.0	45.0	40.0	38.5	43.0	42.0	39.0	42.0	40.0	38.0	40.0	39.0	36.0
0.16	62.0	60.0	58.0	62.0	60.0	54.5	62.0	60.0	60.0	61.0	61.0	61.0	59.0	59.0	59.0	58.0	58.0	56.0
0.17	77.0	77.0	77.0	77.0	77.0	73.0	78.3	77.0	77.0	79.0	77.0	76.0	77.0	76.0	75.0	76.0	76.0	75.0
0.18	90.0	89.0	87.5	89.4	89.5	88.0	91.0	88.5	87.9	90.5	88.5	87.0	89.5	88.0	86.5	90.0	89.0	87.0
0.19	96.0	95.5	94.5	95.0	94.5	93.9	96.5	95.4	94.5	96.4	95.1	94.4	96.1	94.9	93.7	96.2	95.6	94.5
0.20	98.8	98.4	97.8	98.0	97.8	97.8	98.9	98.3	97.8	98.7	98.2	97.5	98.7	98.0	97.3	98.7	98.5	97.9
0.21	99.2	99.2	99.0	96.5	98.9	99.0	99.0	99.0	99.0	98.6	98.8	98.7	98.7	98.6	98.5	98.3	98.6	98.7
0.22	98.2	98.4	98.9	92.8	98.0	98.9	98.1	98.9	99.0	95.8	97.1	98.8	97.0	97.9	97.3	95.0	97.6	97.4
0.23	94.5	95.7	97.2	83.0	95.0	97.3	92.0	94.0	97.5	89.0	92.8	95.0	62.0	66.0	73.9	86.5	91.0	93.4

を上廻っている危険率が殆んどである。99% の場合は二つの値を厳密に区分して求めるのは、確率紙による計算では困難である。且つ又 99% に達しうるか否かも厳密には求め難い場合もある。故に概略の値を示すに止めた。

Table 7 によれば 0.19% 程度の値が最も規格に対し合格していることが期待される。

VII. 結 論

以上 1 チャージ, 1 サンプルの分析値より溶鋼内平均値が規格に合格している確率を種々の場合につき求め、成分の合理的判定法を述べたが、この合格率を出来るだけ高めるには、

- 1) あたえられた規格値 t_L (下限) t_u (上限) に対し平

Table 6. $p_r(t_L t_u x)$ (unit %) $m=0.20\%$ $t_L=0.16\%$ $t_u=0.23\%$

σ	σ_3 0.0280			0.0285			0.0290			0.0295			0.0300			0.0305		
	σ_2																	
x	0.016	0.017	0.018	0.016	0.017	0.018	0.016	0.017	0.018	0.016	0.017	0.018	0.016	0.017	0.018	0.016	0.017	0.018
0.15	67.0	71.5	78.0	71.0	70.0	75.0	65.0	70.0	72.0	62.0	68.0	74.0	60.0	64.0	70.0	63.0	64.0	70.0
0.16	82.5	86.0	88.0	85.0	83.0	87.0	83.0	85.0	85.0	81.0	82.0	85.0	78.0	80.0	83.0	80.0	80.6	83.0
0.17	92.5	93.5	95.0	93.8	92.0	94.0	93.0	93.5	93.0	92.0	92.0	93.0	90.0	92.0	92.0	92.0	91.0	92.0
0.18	97.2	97.4	97.9	97.6	96.9	97.4	96.9	97.7	96.9	96.9	96.9	96.9	95.9	96.4	96.3	96.9	96.6	96.8
0.19	98.9	99.0	99.0	98.4	98.5	98.8	99.0	99.1	98.7	98.9	98.7	98.7	98.7	98.6	98.3	99.3	99.0	98.9
0.20	98.8	98.8	98.6	96.8	97.9	98.7	98.7	98.7	98.6	98.7	98.1	98.3	98.5	98.1	97.6	98.3	98.1	97.9
0.21	96.4	96.4	96.4	92.5	95.4	96.7	96.0	96.0	96.7	95.9	95.1	95.9	95.7	95.4	94.9	94.8	95.1	95.0
0.22	90.5	91.0	91.8	83.0	89.5	91.9	89.0	90.0	92.0	89.0	88.0	90.0	88.5	88.5	88.5	86.0	88.0	88.0
0.23	79.0	81.0	82.5	68.0	79.0	83.0	76.0	78.0	83.0	76.0	76.0	78.5	76.0	76.0	78.0	71.0	75.4	77.0
0.24	62.0	65.0	70.0	49.0	63.0	70.0	57.0	61.0	70.0	57.0	60.0	62.0	56.0	59.0	62.0	50.0	58.0	61.0

Table 7, (unit %) $m=0.20$ $t_L=0.16\%$ $t_u=0.23\%$

Rate of confidence	σ_3 0.0280			0.0285			0.0290		
	σ_2								
	0.016	0.017	0.018	0.016	0.017	0.018	0.016	0.017	0.018
90%	0.168	0.165	0.163	0.166	0.168	0.164	0.167	0.166	0.166
	0.221	0.221	0.222	0.213	0.220	0.222	0.219	0.220	0.222
95%	0.175	0.174	0.170	0.173	0.176	0.173	0.175	0.174	0.175
	0.212	0.213	0.213	0.204	0.211	0.214	0.211	0.212	0.214
99%	0.190	0.190	0.190	0.190	0.190	0.190	0.190	0.190	0.190

Rate of confidence	0.0295			0.0300			0.0305		
	0.016	0.017	0.018	0.016	0.017	0.018	0.016	0.017	0.018
90%	0.168	0.168	0.166	0.170	0.168	0.168	0.168	0.169	0.168
	0.219	0.217	0.220	0.218	0.218	0.218	0.215	0.217	0.217
95%	0.176	0.176	0.175	0.178	0.177	0.177	0.176	0.177	0.176
	0.211	0.210	0.212	0.211	0.211	0.210	0.209	0.210	0.210
99%	0.190	0.190	0.190	0.190	0.190	0.190	0.190	0.190	0.190

均出鋼目標値 m を適当に選ぶこと

- 2) 溶鋼間標準偏差 σ_1 を小さくすること.
- 3) 溶鋼内標準偏差 σ_2 を小さくすること.

の三点であるが、

- 1) は結局出鋼成分目標を適当に設定する.
- 2) は出鋼成分管理の強化(作業標準の確立)

3) はサンプリング方法の標準化, サンプルの鎮静法の確立, 分析精度管理の強化, 分析技術の向上に帰着する. この内最も大切なのは(1)であり次は一般に $\sigma_1 > \sigma_2$ であるから(2)が大切である.

更に常に m, σ_1, σ_2 等を予備実験により鋼種別に把握して置く必要がある。(昭和30年1月寄稿)