UDC 666.97 : 620.173/.174
620.113

現場コンクリートの強度試験に関する2,3の問題について

正員 丸安 隆和*
正員 水野 俊一**

SOME PROBLEMS ABOUT TREATMENT OF DATA OBTAINED FROM FIELD CONCRETE TESTS

(JSCE Nov. 1951)

Takakazu Maruyasu, C. E. Member, Shunichi Mizuno, C. E. Member

Synopsis It is the purpose of this paper to discuss the results, under statistical consideration, which obtained from the compressive and bending tests on the specimens prepared in a field for about four months, and to propose some problems about adjustment of data and the suitable numbers of specimens to estimate the strength of concrete placed in the field, with some accuracy.

要旨 あるコンクリート工事現場で製作されたコンクリートについての圧縮並びに曲げ強度試験を，約4ケ月にわたつて行つた。それらの結果を推計学的に考察し，その結果から工事現場の事情，例えば材料の等質性，計量装置，混合装置，技術の程度などに応じて一定の精度でコンクリートの性質を判定するために必要な供試体の箇数，及び得られた結果の纒め方などについて，著者の提案を述べたものである。

1. 緒 言

均質なよいコンクリートをつくる為には，材料，設計，配合，運搬，打込，養生などについて，特別の注意を払わねばならないことは周知の事である。実験室に於て周到な注意の下に造られたコンクリートでも，その強度にはどうしても幾らかの変動がさけられないので，工事現場に於て作られるコンクリートについては相当な強度の変動があるものと考えなければならない。それで各供試体により，各バッチにより，各日によつて変動するコンクリートの性質を知る為には供試体を何箇とれば適当であるか，又強度試験によつて得られた結果にどの程度の信頼性があるか，打込まれたコンクリートの強度にはどの位の変動があるかなどについて知る為に，各現場の実情を調査することは，非常に興味あることと考えられる。幸にある工事現場のコンクリート現場について実情を調査する機会が得られたので，その試験結果から現場コンクリートの試験方法を検討し，結果の纒め方などに関する2,3の問題について推計学的に検討を行つた。なおこの研究は，文部省科学試験研究費の援助によつて行つた。

2. 供試体の製作について

使用セメントは宇部，磐城の2種で砂利は栃木県小倉川産，砂は千葉県小糸川産のものである。粗粒率は細骨材 3.1 粗骨材 7.7，粗骨材の最大寸法は 2.5″，示方配合はコンクリート 1 m³ 当り，水 135 kg，セメント 335 kg 砂 612 kg 砂利 1362 kg 水セメント重量比 40% 粗細骨材重量比 2.23 スランプ 1″～2″ とし，28 切のミキサによつて練りまぜた。骨材の計量は半自動装置により，1日1回圧縮強度及び曲げ強度試験用標準供試体をそれぞれ8箇ずつ同じバッチから造り，材令7日と 28 日に4箇ずつ試験した。搗固めはかた練りコンクリートの標準試験方法により，養生水温は 18°～28° C，平均水温 23°～26° C であつた。

3. 1バッチ内の強度の変異率の日による変動について

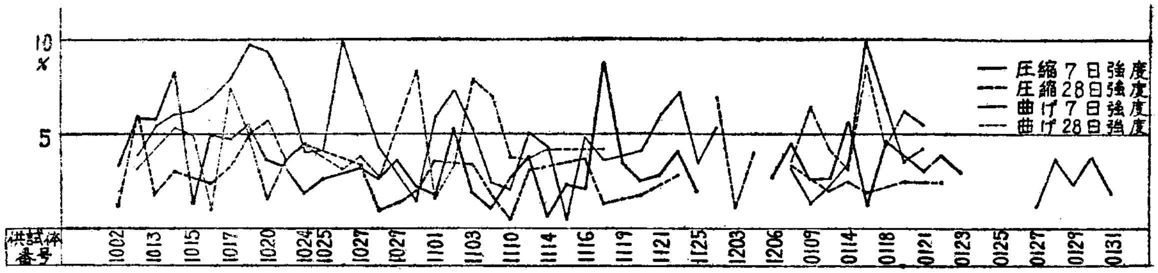
(A)試験結果 図―1 は同じバッチのコンクリートから造つた4箇の供試体の強度のバラツキの程度を，変異率によつて示し之の各日の値を図示したものである。変異率とは標本の標準偏差とその平均値との比である。尚供試体が破損その他で3箇になつたものも含まれているが2箇のものは除外した。これを纒めると表―1 のようになり，変異

表―1

	(1) 圧縮7日	(2) 圧縮28日	(3) 曲げ7日	(4) 曲げ28日
上限	5.8%	5.9%	9.9%	8.6%
下限	0.6	0.4	0.4	0.9
平均値の10%信頼限界	3.10±0.34	2.61±0.31	5.08±0.55	4.59±0.57
個数 N	44	33	40	33
変異率の標準偏差 S	1.34	1.04	2.40	1.91
不偏分散 σ^2	1.85	1.11	5.93	3.77

* 東京大学助教授 生産技術研究所
** 助手 同上

図—1　月別変異率



率の分布を調べてみると一応正規分布と考えても差支えないと思われる。圧縮7日強度の変異率 8.2 及び 8.8 を除いたが，これは変異率の分布を一応正規分布に近いものと仮定して Thompson の棄却検定法を行つた結果危険率5％以下で棄却されるし，また供試体の製作不良と思われる点が認められたので取除くことにした。

(B)考察　表—1 を見ると各種の強度の平均の変異率はそれぞれ異つているが，果してこれらの間に有意な差異があるかどうかを調べてみる。先ず平均値の差異の有意性を検定する前に，これら2組の標本が同一の母分散をもつ正規母集団からの標本であることが，否定出来ない事を確めなければならない。それには比較しようとする両者の不偏分散の比（分散比）を求め，これと有意水準5％の F-分布表より得る値とを比べればよい[1]。以上の計算を行うと(1)と(2)及び(3)と(4)には分散の差異が認められないことがわかる。そこでこれらの組について平均値の差異を t-分布[2]によつて検定すると，(1)と(2)及び(3)と(4)には有意な差があるとは云えないことがわかる。然し差がないとも云えない。それは両者の間に差があつてもその各々の変動が大きく，標本数が少い場合には差があるとは云えないからである。実際に図—1 ならびに表—1 を見ると7日強度と 28 日強度との間には，バラツキの差があるのではないかと思われるので，どの位の標本数があればその差が有意と云えるかを調べてみると，両者の標本数の等しい時は 51 箇づつ以上必要であることがわかる。即ち変異率の平均値 $\bar{x}$ 及び不偏分散 u^2 に変化がなく，両者の標本数が 51 箇づつ以上あれば圧縮7日強度と圧縮 28 日強度のバラツキには，有意な差があるといえるが，得られた標本数からではそれが云えないのである。曲げ強度の場合には同様に両者とも 164 箇づつ以上必要となる。

又強度と変異率との関係を調べると圧縮，曲げとも，強度の同じ範囲内では7日強度と 28 日強度の変異率に差が認められなかつたので，圧縮 28 日強度のバラツキが7日強度のバラツキより小であると一応推定されるのは，材令の増加によつて強度にバラツキを及ぼす原因の影響が或程度減少する為でもあろうが，28 日強度が7日強度より大であることも大きな理由であろうと思われる。

(C)要約　a)　1バッチからとつた供試体の圧縮強度の変異率は曲げ強度のそれに比べて小である。

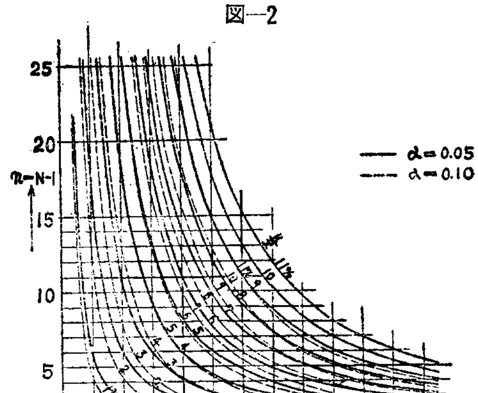
b)　日によつて供試体の強度の変異率が変動するが，この変動も圧縮の方が小である。

c)　7日強度と 28日強度の変異率を比べると，圧縮曲げの両者とも7日強度の方が1バッチ内の変異率も，それの日による変動も大であるようにも思われるが，得られた標本数からだけでは大であるとは云えない。

4.　強度試験に必要な供試体の箇数について

(A)考え方　強度試験に限らず一般の試験に於て供試体の箇数を何箇にすればよいかについて考えてみる。一般に N 箇の標本から平均値 $\bar{x}$ を得たとき，u^2 を分散不偏推定値とすると，真の値 m が $\bar{x}\pm\frac{\tau u}{\sqrt{N}}$ の間にあると推定すれば，危険率 α でその推定は正しい。但し τ は t-分布に於て $P_r\{|t|>t_0\}=\alpha$ $(n=N-1)$] が成立するような t_0 の値である。即ち平均値 $\bar{x}$ の両側に $\frac{\tau u}{\sqrt{N}}$ の範囲を考えれば，真の値は $(1-\alpha)$ の信頼

図—2



1) 統計数値表 I．頁 119.
2) 同上　　頁 91.

度でその中に含まれると考えても良いのである。そこで，この範囲の $\frac{\tau u}{\sqrt{N}}$ と平均値 $\bar{x}$ との比を考えてそれを仮に危険率 α の平均値の精度と呼び β で表わすと，$\beta=\frac{\tau u}{\sqrt{N}\bar{x}}$ となる。即ち β, N, $\frac{u}{\bar{x}}$ の何れか2つが決れば他が決るわけである。これらの3者の関係を，コンクリートの場合に普通用いられると思われる範囲について図示すれば，図—2 のようになる。

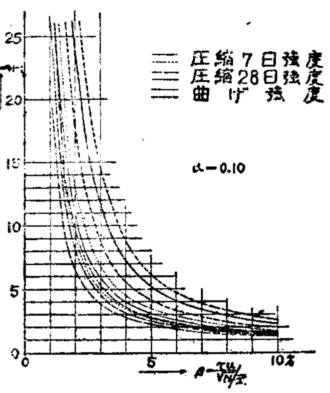
(B) 得られたデータからの考察　上述の様に供試体の箇数を決める為には，$\frac{u}{\bar{x}}$ 及び β を知ればよい。それでこの現場では何箇が適当かについて調べてみると，先づ $\frac{u}{\bar{x}}$ の値は表—2 のようになる。之の値は母集団の変異率とでも云うべき値であり，勿論得られた変異率の平均よりは大なる値である。

表—2

	圧縮7日	圧縮28日	曲げ7日	曲げ28日
平均値	3.67%	3.07%	5.68%	5.45%
不偏分散	2.605	1.544	7.797	4.834
平均値の10%信頼限界	4.08~3.26	3.44~2.70	6.42~4.94	6.10~4.80

この $\frac{u}{\bar{x}}$ の値を用いてNと β との関係を図示すれば $\alpha=10\%$ の場合 図—3 のようになる。次に β の値として如何なる値をとればよいかについて考えると，その試験の目的に応じて危険率 α の時の精度 β の値を決めればそれを用いればよい。しかし一般に現場に於て β の値としていかなる値が適当であるかわからないので，この現場のデータから推定してみよう。この決め方は，あるバッチから造つた供試体の強度の変動と，同じ条件のもとで造り，スランプも大体同じで，同じ性質のコンクリートから造つた供試体の平均強度の日による変動とが大体バランスする様に供試体の箇数を決めるのも1つの方法であろう。このような考えの下に得られたデータを調べてみると，スランプを 0~1″, 1~2″, 2~3″ の3組に分け，各組の中の1バッチの平均強度の変動を求めると，次節表—4 のようになつている。それによると最も変動の少い組は，スランプ 1~2″ の組である。そこで前述の β の値として，この現場に於ては表—4 の変異率の最小の値をとつてはどうであろうか。即ち圧縮7日強度では 7.7%，圧縮 28 日強度では 6.8%，曲げ7日強度では 7.0%曲げ 28 日強度では 5.8%，としよう。これで $\frac{u}{\bar{x}}$，β の値が決つたので図—3 より N を求めれば，圧縮強度では材令7日の時4箇，材令 28 日のとき3又は4箇，曲げ強度では材令7日のとき5箇，材令 28 日のとき6箇となる。即ちこの現場では実際に打込まれたコンクリートの強度を知る為には，供試体の箇数を上記の数だけとればよいのではないかと思う。この結果は他の現場に於ても或る程度の参考になるのではあるまいか。一方実験室に於ては $\frac{u}{\bar{x}}$ の値は前述の値より減少するものと予想され，一例として著者の行つたものでは 2.9%（変異率ではない）となつているので，今この値を用いると，危険率 $\alpha=10$ %の場合の $\beta=5\%$ としたとき図—2 より $N=4$ 箇となる。（但し圧縮7日強度について）又一方供試体を5箇とれば $\beta=3.2\%$ となり精度がよくなる。

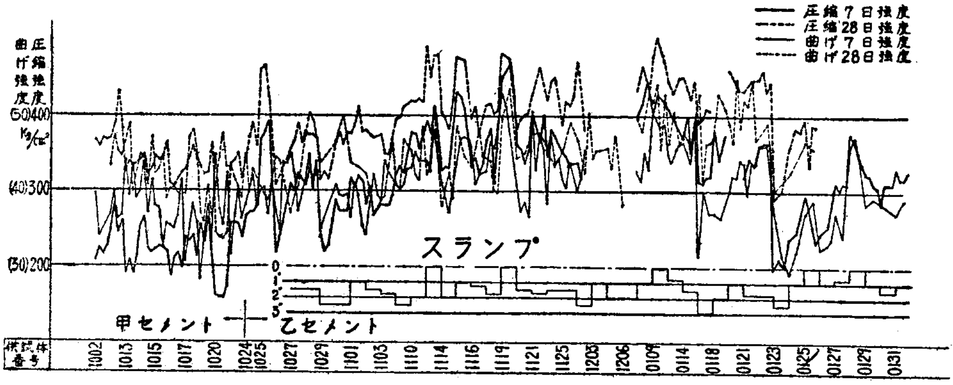
図—3



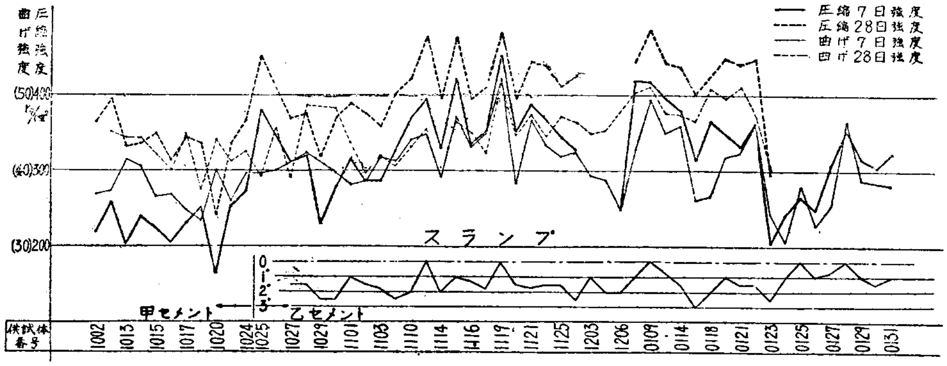
5.　1バッチの平均強度の変動について

個々の供試体の強度試験結果を図示したものが図—4 であり，各日（各バッチ）の平均強度とスランプを図示したものが図—5 である。これを纒めると表—3 のようになる。各組の強度のバラツキに差異があると認められるものは(5%の危険率で) (1)-(2), (1)-(3),

図—4　強度試験結果



図—5 日平均強度



(1)-(4), (5)-(7), (5)-(8), (1)-(7), (1)-(8), (6)-(7), (6)-(8), (3)-(5), (4)-(5), (4)-(6) の各組である。これからわかることは

表—3 (kg/cm²)

	乙セメント				甲セメント			
	(1)圧7	(2)圧28	(3)曲7	(4)曲28	(5)圧7	(6)圧28	(7)曲7	(8)曲28
上限	451	486	52.1	51.6	273	393	41.5	46.3
下限	230	319	34.8	39.1	164	242	33.4	37.6
平均	346.9	418.9	42.18	45.77	229	338	37.6	43.0
個数	30	29	33	32	11	11	11	11
標準偏差	50.9	39.3	3.77	3.50	29.7	36.8	2.40	2.66
変異率	14.7%	9.4%	8.9%	7.6%	13.0%	10.9%	6.4%	6.2%

a) 圧縮7日強度の変動は曲げ強度のに比べて大きい。

b) 圧縮 28 日強度の変動は曲げ 28 日強度の変動に比べて大きいと思われるが，得られた標本からではそれが云えない。

c) 7 日強度の変動は 28 日強度の変動に比べて大きいと思われるが，曲げ強度に於ては差があるとは云えない。

(C) スランプ別の平均強度の変動　スランプ別に平均強度の変動を調べると表—4 のようになる。分散の差異を検定した結果，圧縮7日強度の変動が最大で，他の強度の変動の間には有意な差は認められない事がわかつた。又圧縮7日強度に於てはスランプ 1~2″ の場合に，明らかに変動が小さい結果が出ているが，スランプ 1~2″ と云うのは示方配合のスランプの大さであるので，他のものに比べて大体設計通りのものが出来ている為に変動が少いのではないかと思われる。之には搗固めの影響もあるのではないかと思つたが，スランプと 1 バッチ内の強度の変異率の関係を調べてみると，スランプ 1~2″ の組の変異率がかえつて大になつているので，その影響は殆んどないのではないかと思われる。

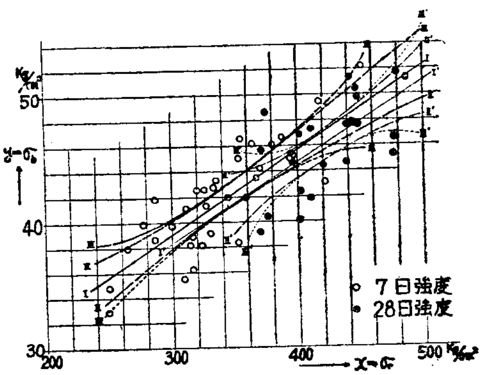
表—4 (kg/cm²)

スランプ		材令	最大	最小	平均強度	標本数	変異率
0~1″	圧縮	7日	451	265	365	12	15.6%
		28日	486	389	456	8	6.5
	曲げ	7日	52.1	35.5	42.7	14	11.2
		28日	51.6	43.9	47.9	9	5.3
1~2″	圧縮	7日	388	286	343	16	7.7
		28日	448	358	411	14	6.8
	曲げ	7日	46.6	36.0	42.2	16	7.0
		28日	51.2	40.3	45.5	16	7.2
2~3″	圧縮	7日	327	230	294	5	15.6
		28日	426	319	384	5	9.6
	曲げ	7日	42.5	34.4	38.8	5	7.9
		28日	46.8	40.2	44.3	5	5.9

6. 現場コンクリートの圧縮強度と曲げ強度の関係について

同一コンクリートから造つた何箇かの供試体の圧縮と曲げの平均強度を得たとき，その値の間の関係を知るだけでなく，それから更に例えば，何箇かの供試体から圧縮強度の平均値が得られたとき，これらの値から或る信頼度で真の曲げ強度を推定するには如何にすればよいかについて考えてみよう。乙セメントを用いたコンクリートの同じバッチから作つた圧縮並びに曲げ強度試験供試体の試験結果を図—6 に示した。図から圧縮強度と曲げ強度は一次の関係にあると考えても差支えないようである。それで圧縮強度を x 軸，曲げ強度を y 軸にとりその関係を $y=a+bx$ で表わす。計算は先ず W. E. Deming による最小自乗法を用いた[3]。即ち観測値 X, Y は両方に誤差があるわけだから，(X_i, Y_i) に対応する調整値 (x_i, y_i) を考え，$S=\Sigma w_{xi}(X_i-x_i)^2+\Sigma w_{yi}(Y_i-y_i)^2$ が最小になる様に a, b を推定した。こゝで w_{xi}, w_{yi} は夫々 X_i, Y_i の重みである。得られた 60 箇の観測点について，各点に

図—6 圧縮強度と曲げ強度との関係



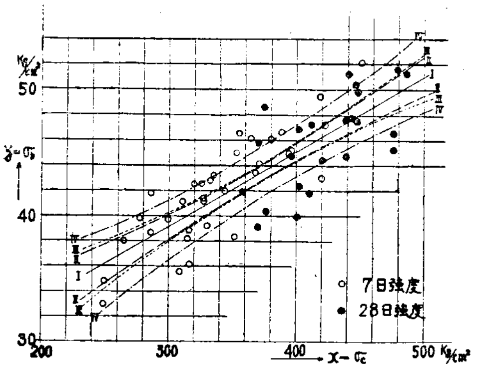
[3]) W. E. Deming "Statistical Adjustment of Data" New York 1946 年 11 月の邦訳「推計学によるデータのまとめ方」森口繁一訳

重みをつけて計算した結果 $y=21.3+0.0593\,x$，a の標準偏差$=2.2$，b の標準偏差$=0.0059$，単位の重みの標準偏差の外推定値

$$\sigma^2(\text{ext.})=\frac{\Sigma\{w_{xi}(X_i-x_i)^2+w_{yi}(Y_i-y_i)^2\}}{N-2}=589.1$$

$\therefore\ \sigma(\text{ext.})=24.2$，$y$ の標準偏差$=\sigma(\text{ext.})\,C_y^{\frac{1}{2}}$
$=24.2\{0.008\,463-0.000\,044\,02\,x+0.000\,000\,058\,59\,x^2\}^{\frac{1}{2}}$ になる。この一組の試験と同じ様な試験を数多く繰返した場合に，任意の横座標に於て得られる計算曲線上の点の 95% が含まれると期待される範囲は $y=21.3+0.0593\,x\pm1.96\times\sigma(\text{ext.})\,C_y^{\frac{1}{2}}$ になる。（以上 Deming の方法による）之を図―7 の曲線 II で示し

図―7　圧縮強度と曲げ強度との関係

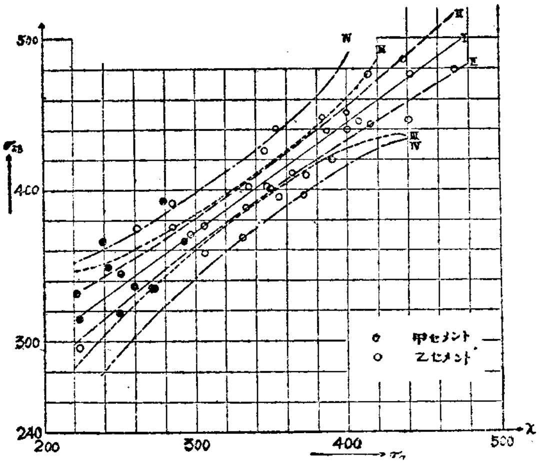


たが，いま知り度いのは x と y 即ち σ_c と σ_b の真の関係を表わす点がどの範囲に幾らの信頼度で分布されているかということである。σ_c と σ_b の真の関係が1本の曲線で表わされると云うことは期待されない。それは単位重みの標準偏差の外推定値 $\sigma(\text{ext.})$ と内推定値 $\sigma(\text{int.})$ を比べて見ると $\sigma^2(\text{ext.})=589$，$\sigma^2(\text{int})=172$ となり，$z=\frac{1}{2}\ln\frac{\sigma^2(\text{ext})}{\sigma^2(\text{int})}=0.616$，Fisher の $n_1=58$ $n_2=145$ を使うと $P_r\{z>0.616\}<0.1\%$ となり，x, y の変動に比べて，観測値の $y=a+bx$ を中心とする変動が大であることがわかる。それ故，σ_c と σ_b の真の関係を表わす点も或る巾をもつた帯の中に分布するであろうと推定するのであるが，その帯の中の分布は或る曲線を中心として，正規分布をなすと仮定する。このことは一応許容される仮定であろう。今 x に誤差のない場合，即ち x の重みが無限大の場合の y の標準偏差は $C_y\sigma$ で表わされる。一方観測値 Y の標準偏差は分散不偏推定値より 2.47 と分つているので，x が真の値のとき y の真の値がその帯の中に含まれると考えた場合，$(1-\alpha)$ の信頼度のある巾は近似的に $N=\frac{2.47^2}{C_y\sigma^2}$ と考え $u\sqrt{\frac{F}{N}}$ より求めることが出来るであろう。ここで u の値には 2.47 を用い，F は Fisher の $F(\alpha)$ である。N は x の各値によつて異るのであるが，例えば $x=300$ の場合計算してみると，$N=19.5$，$\alpha=0.05$ のとき $u\sqrt{\frac{F}{N}}=1.158$ となる。図―7 にはこの帯を曲線 III として表わしてある。之を見ると x の中央部では II 曲線と殆んど一致するが，両端部では次第に離れることが分る。これは重みの大なる所では，殆んど一致するが，小なる所及び観測値の少ない所では離れることを示している。このようにして供試体4箇の強度の平均値 $\bar{x}$ を知つた場合に，それから曲げ強度の真の値を推定することが出来よう。即ち，先ず圧縮強度の真の値を知る必要があるが，それは $\bar{x}\pm\frac{\tau u}{\sqrt{N}}$ で求めることが出来る。但し τ，u は第2節と同じものである。そして $\bar{x}+\frac{\tau u}{\sqrt{N}}$ と III の上限の曲線の交点と $\bar{x}-\frac{\tau u}{\sqrt{N}}$ と III の下限の曲線の交点との間の y の値が求める曲げ強度になる。今 x の不偏分散として標準の値 $u^2=172.0$ を用いて，信頼度 95% の x の範囲から y の値を計算し図示すると図―7 の IV 曲線になる。この曲線を用いると，例えば $N=3, 4, 5$ $\bar{x}=350$ kg/cm² の場合真値 y は夫々 (39.0～44.6) (39.8～44.0) (40.2～43.7) kg/cm² の中に約 90% 含まれることがわかる。又その範囲の半分と平均値との比は夫々，6.7%，5.0%，4.3% となる。以上は7日強度と 23 日強度を含んだものについて考えたが，それは別々に計算したものに有意な差が認められないからである。即ち $y=a+bx$ の常数を計算すると7日強度 $N=34$，$y=18.9+0.0669\,x$，a の標準偏差 3.1，b の標準偏差 0.0088，28 日強度 $N=26$，$y=19.3+0.0631\,x$，a の標準偏差 6.6，b の標準偏差 0.0156（図―6 参照）7日強度の場合と 28 日強度の場合には有意な差異が認められないとは云つても，同じであるとも云えないのであつて，標本数がもつと多くなつたら差があるのではないかと思われる点もあるので，図―6 の様に別々の曲線を用いる方がよいであろう。以上によりこの現場のコンクリートについての圧縮強度と曲げ強度の関係を求めたが，この考え方は他の多くの問題にも適用出来るのではないかと思う。

7.　7日強度と28日強度との関係について

圧縮強度の7日強度と 28 日強度との関係を表わしたのが図―8 である。甲乙丙セメントに差異が認められないので，一纒めにしたもので計算を行つた。考え方及び計算方法は前節の場合と同様である。標本数は 41 箇，x と y の単位観測の重みの比は 1:1，曲線 I は $y=170+0.722\,x$，a の標準偏差 $=20$，b の標準偏差 $=0.062$，$\sigma(\text{ext})=39.6$　曲線 II は $y=170+0.722\,x\pm1.96\,\sigma(\text{ext})\{0.245\,1-0.001\,510\,8\,x+0.052\,436\,x^2\}^{\frac{1}{2}}$

図—8



曲線 III は x, y の真の関係を表わす点が 95% 含まれると推定される信頼限界を表わす。曲線 IV は圧縮の供試体 4 箇から平均強度を得たとき，その 4 箇の強度のバラツキが圧縮強度に固有なものと推定されるバラツキである（即ち分散が 41 組の不偏分散の平均）とき，曲げ強度の真の値が約 90% の信頼度で推定される範囲を示す。例えば $\bar{x}=300\ \mathrm{kg/cm^2}$ の場合 $y=412\sim359\ \mathrm{kg/cm^2}$ 平均は $385\ \mathrm{kg/cm^2}$ であるので，約 7% の範囲で推定出来ることが分る。曲げ強度の場合の関係は，圧縮強度の場合に比べて，バラツキが大で圧縮強度の場合より精度が劣ることも分つた。

8. 結語

厳格な規格の下で行われている工事現場で，係員が慎重に造つた供試体を試験した結果を，推計学的考え方で纒めると共に，試験を行う際の供試体の適当な箇数並びにデータの纒め方についての著者の提案を述べたものである。得られたデータは，推計学的考案を行う計画のもとで造られたものではないので，種々の多くの要因によつて影響をうけるコンクリートの性質を，完全に究明することは勿論出来ないが，一つの現場で同じものを造る意図の下に造つたコンクリートがどのような性質をもつているかについての問題を解く為に，一つの手段が解明されたと思う。然しこれ等は或る特定のコンクリートについて述べたに過ぎないので，条件を異にする他の現場，又は実験室で造るような場合には別に考えねばならない事は当然である。又同時に強度の変動のはげしいコンクリートの性質を調べるためには，推計学の力を借りることが非常な便宜をもたらすことが分つた。（昭.26.7.20）

9, 10 月入会特別員名簿

	団体名	住所
(1級)	岡山県土木部	岡山市上伊福
(〃)	川崎鉄・網KK	東京都港区芝田町2の16
(2級)	京阪電気鉄道KK	大阪市東区京橋1の52の1
(〃)	国鉄秋田鉄道管理局施設長	秋田市楢山長沼
(〃)	〃 大阪鉄道管理局施設長	大阪市北区大深町
(〃)	〃 四国鉄道管理局施設長	高松市新湊町
(〃)	〃 門司鉄道管理局施設長	門司市清滝町
(〃)	山形県建設業協会	山形市香澄町字横町南90の1
(3級)	北日本機械KK	盛岡市仙北町西蒲地1の1
(〃)	高惣建設	岩手県江刺郡愛宕村字桜ノ木
(〃)	東京電力調査部資料課	東京都港区芝田村町1の1の2
(〃)	KK丸文組	東京都新宿区柏木1の118
(〃)	本州製紙富士工場	静岡県富士郡富士町平垣300
(1級)	中部地建土木研究会	名古屋市昭和区狭間町28
(2級)	岐阜県建設業協会	岐阜市徹明通り7の2
(〃)	札幌鉄道教習所	札幌市北5条東10丁目
(〃)	大成建設KK高松支店	高松市西ノ丸町2
(〃)	国鉄新潟鉄道管理局施設長	新潟市流作場元新洲
(〃)	国鉄広島鉄道管理局	広島市宇品町2丁目
(3級)	KK井口組	静岡県引佐郡中川村中川5167の1
(〃)	揖斐川電気工業KK	大垣市神田町2の1
(〃)	鹿島建設仙台支店	仙台市花京院通56
(〃)	大田建業KK東北支店	仙台市本櫓町8
(〃)	東海建設KK	東京都港区芝浜松町2の15の3
(〃)	東北船渠KK	宮城県塩釜市杉ノ入表72の4
(〃)	株式会社戸田組仙台支店	仙台市立町通の2
(〃)	株式会社橋本店	仙台市定禅寺通櫓丁13
(〃)	西松建設KK東北支店	仙台市大町2の83
(〃)	前田建設工業KK仙台出張所	仙台市本材木町86
(〃)	宮口建設KK	富山県婦負郡細入村猪谷218