

すが、コンクリートのごとき不完全弾性材料の場合には、弾性係数の決定にはいろいろ問題が多い。弾性係数を求める方法としては、(1) *initial tangent modulus*, (2) *secant modulus* (3) *tangent modulus* 等があるが、一般には(1), (2) が用いられている。本論文では、繰返し載荷における *stress-strain curve* が *initial tangent* とはほぼ平行な直線となることから考えて *initial tangent modulus* を採用した。

コンクリートの弾性係数 E_c は配合、養生および強度などに関係するが、配合および養生が強度に関係するゆえ、簡単に行なえると、品質管理とよむ強度と関連づけられることが多い。しかし、強度からコンクリートの弾性係数を予想することは、コンクリートを構成する成分の性質並びに量がかなり異なるために、非常に困難が伴う。以下に弾性係数と強度に関する主な実験式を挙げる。

$$\begin{aligned} \text{ソ連}^{1)} \text{および Graf 式} \quad E_c &= \frac{1000}{1.7 + 360/\beta_w} \quad (1) \quad \beta_w ; \text{立方体強度} \\ \text{ACI-318-51} \quad E_c &= 15.3 \sqrt{\sigma_{cb}} \quad (2) \\ &(\text{コンクリートの単位重量を } 2.32 \text{ t/m}^3 \text{ としたとき}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{フランス}^{2)} \text{および CEB}^{3)} (\text{欧州コンクリート委員会}) \text{式} \quad E_c &= 21 \sqrt{\sigma_{cb}} \quad (3) \\ \text{横道式}^{4)} \quad E_c &= 31 \sigma_{cb}^{0.4} \quad (4) \end{aligned}$$

その他数値として示されているもの

DIN 1045³⁾ (März 1968, 1968年改訂案)

コンクリートの品質規格	$B_n 100$	$B_n 150$	$B_n 250$	$B_n 350$	$B_n 450$	$B_n 550$
平均立方体強度 β_w	150	200	300	400	500	600
平均円柱換算強度 σ_{cbm}	125	165	250	330	415	550
E_c	220	250	300	340	370	390

イギリス (CP 115-1959)

6" 立方体強度 σ_w	210	280	350	420	560	700
同 換算強度 σ_{cb}	170	220	280	340	450	560
E_c	210	280	320	350	420	460

土木学会 (標準示方書 97P)

σ_{ck}	180	240	300	400
E_c	240	270	300	350

(単位 σ_{cb} : kg/cm², E_c : t/cm²)

なお、立方体強度の円柱強度への換算は、ACI-CCA *Recommendations for an International Code of Practice for Reinforced Concrete* の 32. 円柱換算係数にしたがった。

本文ではデータの分布状態 (図-1 参照) から一般式を次の形に定めた。

$$E_c = A \sigma_{cb}^B \quad (5)$$

この式は以前に筆者らが用いたものと同じであり、(4) 式における係数の修正ということになる。最小二乗法は誤差を 1 軸にのみとさせて $E_c = A \sigma_{cb}^B$ の形から $\log E_c = \log A + B \log \sigma_{cb}$ に変換して、

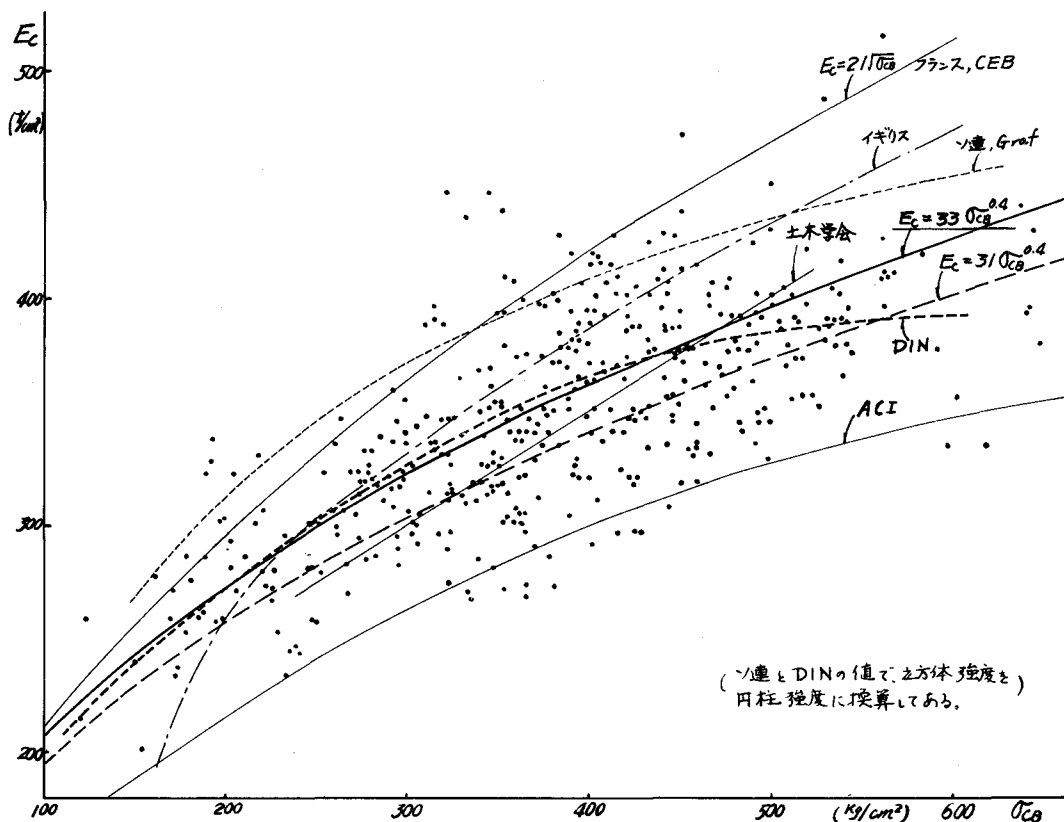


図-1 弾性係数と強度との関係

A, B を定める方法によつた。データのプロットの数に約 430 であり 最小二乗法を用いた結果は

$$A = 38.20$$

$$B = 0.382$$

したがって

$$E_c = 38.2 \sigma_{cb}^{0.38} \quad (6)$$

を得た。(6) 式中の指数 0.38 を丸めて 0.4 とし 計算しなおすと

$$E_c = 33 \sigma_{cb}^{0.4} \quad (7)$$

を得た。本実験式の値は下表の通りである。

コンクリート強度 σ_{cb} (kg/cm ²)	200	250	300	350	400	500	600
弾性係数 E_c (kg/cm ²)	270	300	320	340	360	390	420

本実験式と各国の規準とを比較したのが図 2 である。CEB および ACI の式は弾性係数の採り方が本文と異なるため大きく外れている。本実験式に最もよく合うのは DIN であり、土木学会の値は強度の弱いコンクリートでは少々小さく、高強度のコンクリートでは一致する。

ポアソン比と強度との関係

コンクリートのポアソン比については、一般にこれまで $\frac{1}{6}$ の値が採用されていなが、最近 CEB³⁾ および DIN⁵⁾ にみられるように $\frac{1}{4}$ の値を採用する傾向にあるといえる。

コンクリートが不完全弾性体であるため、ポアソン比の値も応力によって一定でなく、いかなるべきの値を採用するかについては定説がない。一般にポアソン比の値の採り方としては、破壊応力度の何割かまでのポアソン比をとる方法、応力-ポアソン比曲線におけるポアソン比が一定値となる部分の値をとる方法、および破壊応力度の何割かまでのポアソン比の平均値をとる方法などが挙げられる。本文では、破壊応力度の約1/3までのポアソン比の平均値を採用した。この方法によって得られる本研究所のデータをプロットしたのが図2である。ただし、あまり外れた数点は除外してある。

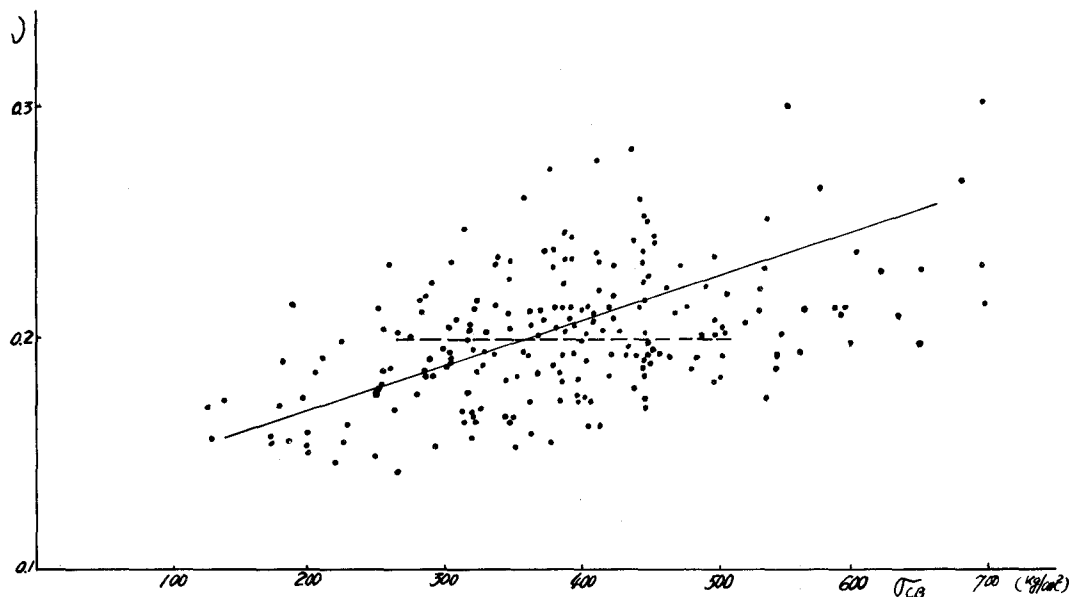


図-2 ポアソン比と強度との関係

この図から認められるのは、オ1に分散幅が大きいことである。たとえば $\sigma_{CB} = 350 \text{ kg/cm}^2$ で $\nu = 0.16 \sim 0.24$ に分布している。これは横ひずみの測定値がコンクリートの局部的欠陥の影響を受けやすいこと等によるのであろう。オ2に強度の増加とともにポアソン比がわずかではあるが増加する傾向にあるということである。オ3に一般に用いられるコンクリートの強度範囲である $250 \sim 500 \text{ kg/cm}^2$ では1/3の一定値をとっても実用的には妥当とみさせるということである。これはCEBおよびDINの規定値とも一致する。

参考文献

- 1) E. Sigalov - S. Strangin Reinforced Concrete 1963
- 2) Beton-Kalender 1965 Teil II p. 485
- 3) CEB - Recommendations for an International Code of Practice for Reinforced Concrete
ACI - CCA 1963
- 4) 横道英雄 コンクリート橋 昭37 技報堂 p. 18~19
- 5) Beton-Kalender 1969 Teil II p. 469~470