

中部工業大学 正員 伊藤 和幸

§.1 目的 弱質部(空隙および弱強度骨材)を多数にランダムに含有するコンクリートの圧縮強度を、初步の確率論を用い、任意断面におけるマトリックスとの面積比により求めたものである。

§.2 記号 V : 供試体の体積, H : その高さ, R : その半径, v : 弱質部の体積, $\phi (=2r)$: その粒径, h : 構成要素の高さ, σ : 圧縮強度, E : 弾性係数, ν : ポアソン比, 添字 m : マトリックスに対する値, 添字 a : 弱強度骨材に対する値, N : 供試体中の弱質部の数, K : $2R$ に入る弱質部の数, n : 単位横断面に属する構成要素の数, 添字 M : 平均値に対する値, 添字 T : ユニグマー値に対する値, σ : 標準偏差, P : 弱質部の含有率, P : 生起確率

§.3 従来の研究 $\sigma = (1-P) \cdot \sigma_m + P \cdot \sigma_a$ (1)

$$\sigma / \sigma_m = (\sigma_a / \sigma_m)^P \quad (2)$$

$$E / E_m = 1 / [(1-P) + P \cdot (E_m / E_p)] \quad (3)$$

$$E / E_m = 1 + P / \{ [1 / \{1 - (E_m / E_p)\}] - \sqrt[3]{P} \} \quad (4)$$

$$E / E_m = [(1-P) + (1+P) \cdot (E_p / E_m)] / [(4P) + (1-P) \cdot (E_p / E_m)] \quad (5)$$

$$\sigma / \sigma_m = (1 / \sigma_m)^P \quad (6)$$

$$\sigma / \sigma_m = (1 - 1.2 P^{2/3}) \quad (7)$$

$$E / E_m = (1 - P^{2/3}) \quad (8)$$

$$\sigma / \sigma_m = (1 - P)^{0.7} \quad \text{実験式} \quad (9)$$

$$E / E_m = (1 - P)^{0.4} \quad \text{実験式} \quad (10)$$

$$E / E_m \approx (1-P)^{0.4} / (1+2P) \quad \text{セメント, 空隙は部分的連続} \quad (11)$$

Bache, H.H. + Christensen, P.N.

Hansen, T.C (図-1)

Counto, U.J (図-2)

Hashin, Z.J (図-4)

Itô, K

Hansen, T.C (図-3)

Counto, U.J (図-2)

Wischers, G

Hansen, T.C

Hansen, T.C (図-4)

Hansen, T.C (図-4)

§.4 基本的な考え方 (i) 供試体を $M = V/v$ (個)の構成要素に分割する。(図-5) (ii) 任意の横断面(上下に各一要素, 合計2個)を仮想し, この中に N 個の弱質部のうち K 個が入る確率 P を求める。

$IP(X=K) = \binom{N}{K} P^K (1-P)^{N-K}$, ことに $P = (2R\pi R^2 / H\pi R^2) = 2R/H$, 一般に $P \leq 0.5$, $NP > 5$ のときは正規分布とみなせるから, これより K_M, K_T が求まる。(iii) 図-5より, 上下に弱質部が重なる場合があるので, 一断面で切断したときの圧縮強度に及ぼす弱質部の数は, その重複回数だけ減じなければならぬ。減ずる個数と夫々 K_M', K_T' とすれば, その個数は

$n \times K_C / 2n C_2$ である。(iv) よって, 任意断面の関係弱質部の個数は夫々, $K_M'' = K_M - K_M'$, $K_T'' = K_T - K_T'$ となる。これを用いて (1) 式より σ と求めることができる。

§.5 弱強度骨材の場合 (i) 粒径 5, 10 (mm) の弱質部を同体積の立方体に換算し, その一辺長と見做す。 $n = \pi R^2 / a^2$, K_M は何れも同じ値。(図-6) (ii)

K_M より求めた σ/E (2)(3)(5)(4) 式と比較。(図-7) ただし $\sigma/\sigma_m = E/E_m$ と仮定。

(iii) 図-7より, $\sigma_a/\sigma_m = 0.5$ 以上では五者ともほぼ同じ。0.3で(3)式が, 0.1で(2)式および(4)式の $P < 10\%$ が本法の下となり, 0.1以下で各式の分散が大となる。すなわち, 空隙についての構成要素を再検討を要することを示唆している。



図-1

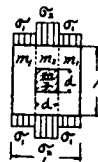


図-2

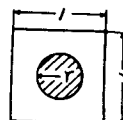


図-3



図-4

実施年	目標強度	最大骨材径	フロー値	W/C	配合 (kg/m³)			供試体		
	(kg/cm²)	(mm)	(%)	(%)	W	C	S	モルタル	各P毎	系列
1979	250	2.5	190	67.3	303	450	1421	3本	3本	3
1980	250	2.5	190	67.3	303	450	1421	4本	4本	1
1981	400	2.5	190	44.7	309	691	1382	6本	3本	2

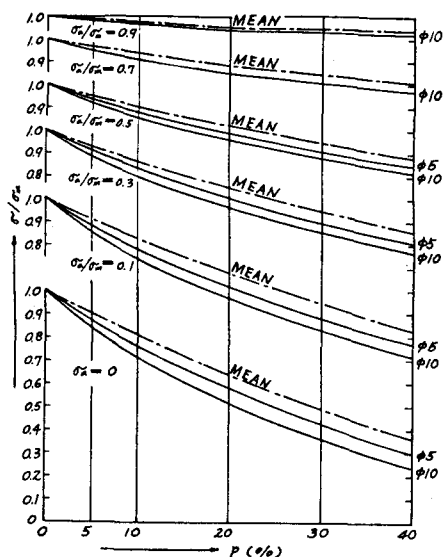


図 - 6

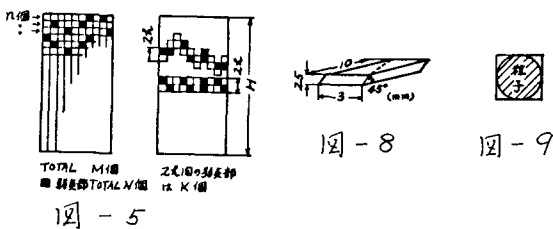


図 - 5

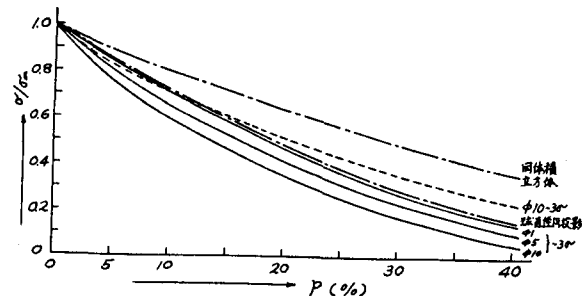


図 - 10

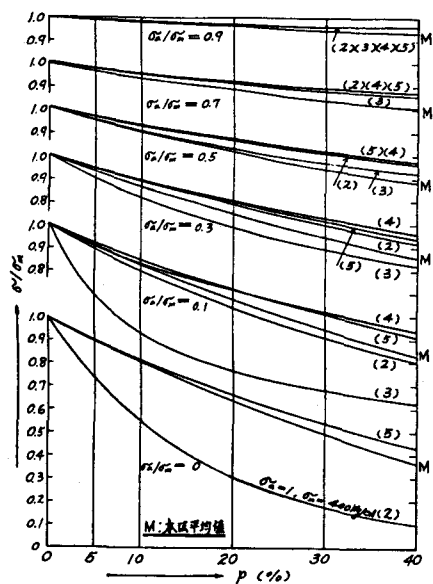


図 - 17

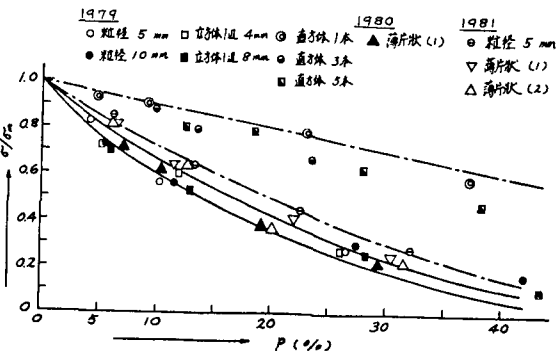


図 - 11

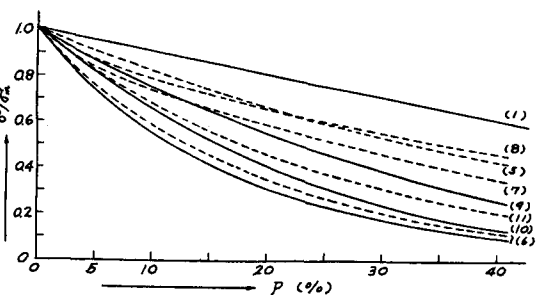


図 - 12

§.6 空隙の場合 (i) 実験: 空隙には発泡スチロールと使用。モルタルの配合は表記のとおり。供試体はφ10×20 CM, 薄片状(1)は図8, (2)はその斜め半分である。(ii) $d=2r$, $n=\pi R^2/\pi r^2$ として粒径1, 5, 10 (mm)につき K_M , K_T を, ついで σ/σ_m を求めれば図-10となる。参考のため5の結果を併記した。実験との比較を図-11に示す。(iii) 従来の研究結果を図-12に示す。(F/E_m= σ/σ_m と仮定)。図より本法のφ5-3ミラー線が(10)式とほぼ一致, 平均値ラインでも(8)式の下方にある。(6)式は最小強度推定値となっている。

§.7 結論 従来の研究とは異なる観点から強半端を用いて弱点部と含有するコンクリートの左端強度を求めた結果は, (i) で実施した実験および発泡スチロールの実験の結果とかなり良好な適合を得た。