

早稲田大学 正員 神 山 一

学生員 〇鈴木 啓 允

1. 概要

セメントペーストと骨材からなる複合材料と考えられるコンクリートは、一軸圧縮応力が作用する場合と、多軸圧縮応力が作用する場合とでは、その強度と変形の性状に相違がある。10×20のシリンダーに油圧で側圧をかけ、軸方向に荷重を増加させて行ったコンクリートの三軸圧縮試験の結果⁽¹⁾について変形に着目し考察した。

2. 考察

イ. 差応力と差ひずみ関係の特徴

静水圧応力が作用した状態を原点にして、差応力 $(\sigma - \sigma_0)$ と差ひずみ $(\epsilon - \epsilon_0)$ の関係を図-1に示した。コンクリートの破壊近くでの差ひずみ $(\epsilon - \epsilon_0)$ は、側圧が141 kg/cm²の場合は、一軸圧縮応力下での破壊近くでのひずみに比較し約3倍、281 kg/cm²の場合6倍、422 kg/cm²の場合9倍、562 kg/cm²の場合1.5倍であり、ほぼ直線的に増加する。 σ_0 : 静水圧下でコンクリートの応力 σ_0 , ϵ_0 : 静水圧下でのひずみ

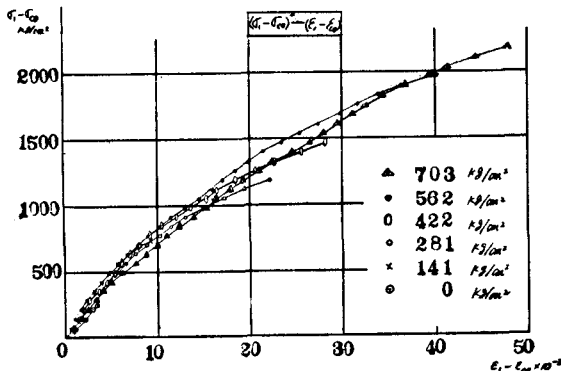
ロ. ヤング係数およびポアソン比について

ヤング係数は、差応力と差ひずみ曲線より割線係数として計算した。ポアソン比は、軸方向差ひずみと、側圧方向(円周方向)の差ひずみから計算された。 $[(\epsilon_2 - \epsilon_0) / (\epsilon_1 - \epsilon_0)]$

図-2は、差応力に対するヤング係数 E の変化を示したものである。図-2から、屈折領域(ヤング係数が低下割合が、一定になり始める領域とする)を明確にするのは難しいが側圧が281 kg/cm²の場合は、差応力が破壊時の差応力 σ_b の約35%を越すと屈折領域に入り、422 kg/cm²の場合は20%, 562 kg/cm²の場合は10%を越すと屈折領域に入ると思われる。ヤング係数の場合、側圧の変化に対して一義的な関係を見出しにくい。側圧が281 kg/cm²以上の場合は屈折領域を越えてからヤング係数はほぼ直線的に減少し、0.5×10⁵ kg/cm²程度で破壊に近づく。ポアソン比の方は、ヤング係数と比較すると、側圧の変化に対してより明確な関係が見られる。図-3からポアソン比は、側圧が大きくなるにつれて増大の一方ゆるやかなに増大し、グラフはゆるやかな傾向がある。又、破壊近くでのポアソン比の値は、側圧が141 kg/cm²と562 kg/cm²のいずれの場合も、0.17~0.19位である。こ

図-1

差応力と差ひずみの関係



ことは、側圧を受けるコンクリートの破壊を知る手掛りとしてポアソン比が有効であることを示す。

ハ. 体積変化と形状変化

体積変化と形状変化を考える場合弾性論では、応力とひずみを二つの成分に分けて考えることが出来るが、この二つの成分を八面体上に作用する応力とひずみで考えると、体積変化(平均ひずみ ϵ_m で考える)に関係する σ_{oct} と形状変化(ϵ_{oct})に関係する τ_{oct} となる。図-4には σ_{oct} と ϵ_m の関係を、図-5には τ_{oct} と ϵ_{oct} との関係が示されている。図-4の破線は、静水圧 σ_0 の変化に対する ϵ_m の変化を示している。静水圧が562 kg/cm²までは、静水圧と ϵ_m とはほぼ比例関係にあるが、703 kg/cm²

図-2

底力とそれに対するEの関係

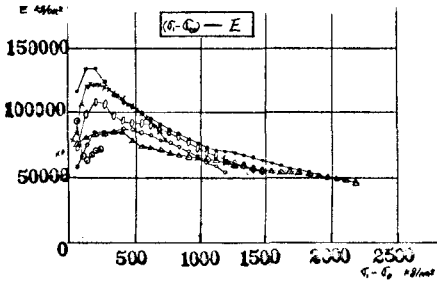


図-3

底力とそれに対するVの関係

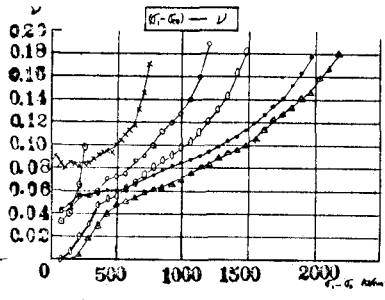


図-4

八面体上の底力と平均側圧の関係

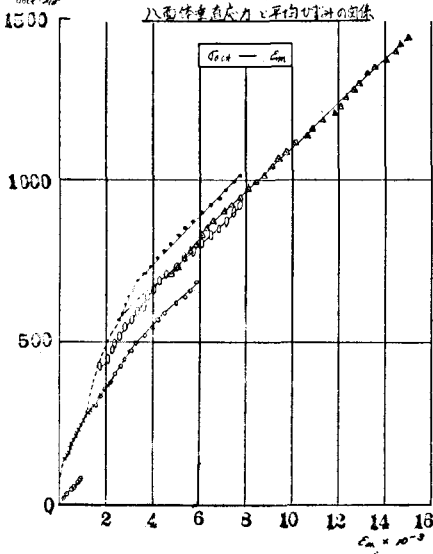


図-5

八面体上の底力と八面体上の側圧の関係

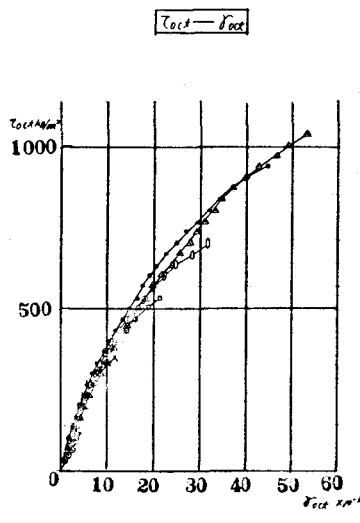


図-6

破壊係数と側圧の関係

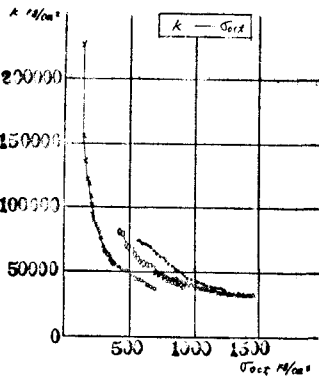
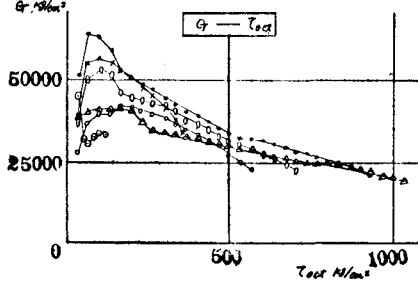


図-7

破壊係数と側圧の関係



以上では、静水圧応力下で一様の降伏と見られる屈折が起る。図4と図6から $G_{oct} - G_m$ の関係が静水圧曲線からほぼ得られるが、各曲線は互いに平行にあり、弾性係数、側圧の影響をあまり明確に受けていないことを示唆している。

又、せん断弾性係数は図7から、底力レベルでの側圧の影響は明確ではないが、破壊に近づく大場合、せん断弾性係数の低下割合が側圧が大きくなる程少すからなり、変形に対する抵抗性の低下がゆるやかに進行する。又、側圧が $28 \sim 562 \text{ kg/cm}^2$ の場合と $0.2 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ 程度で破壊に近づくことがわかる。尚、 k は、やはり側圧 $28 \sim 562 \text{ kg/cm}^2$ の場合、 $k = 0.3 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ 程度で破壊に近づくことがわかる。

結論

1. 破壊に近づくにつれ、側圧に比例して大きくなる。
2. ポアソン比は、側圧と明確な関係があり、ポアソン比の変化は側圧が小さい程急激である。又、側圧が $1.41 \sim 512 \text{ kg/cm}^2$ の場合も、 $0.17 \sim 0.19$

程度で破壊に近づく、ポアソン比は破壊を推察する手掛りとして有効である。

3. k と G は、八面体上の底力とひずみの関係から求めると、 k は側圧にあまり影響されない。 k と G がある範囲内の値に近づくにつれて破壊に近づく。

参考文献

① 神山一、鈴木啓仁 “コンクリートの三軸圧縮試験に関する一考察” 土木学会第49回年次学術講演会要集