

せん断時における粒状体の局所的間隙比の分布の変化

ハヤ工大 正員 諸戸靖史
ハヤ工大 学生 須藤城民

粒状体のせん断変形が進むと、その内部において粒子の配列構造が変化することが観測されている。粒状体は固体粒子と間隙からなり、せん断変形に伴って変化するのは固体粒子の体積ではなく空隙部分の体積の大きさとその分布であると考えられる。本文は、円形のエポキシ樹脂を用いたモデル粒状体の光弾性写真における間隙比の分布特性に関する測定結果の報告である。実験資料は東北大学土木工学科新関茂氏から提供を受けた。その写真資料を使用して本学4年生の卒業研修で須藤城民が結果を出したものである。

光弾性写真は図-1の各点において撮影されているが、本研究では図-1の2重丸で示される4点について調べた。写真上に現われている局所的な間隙部分の面積は、間隙部分をトレーシング紙に写し、それをハサミで切り取り、切り取った紙の重さを計量し求めた。極めて原始的な方法である。

局所的な間隙は粒子群で周囲を囲まれた個々の面積から求める。つまり、全体の粒子の面積を V_s 、局所的な間隙の面積を v_i とするとき、局所的な間隙の示す間隙比 e_i は次式で表わす：

$$e_i = \frac{v_i}{V_s} = \frac{(\text{個々の間隙面積})}{(\text{全体の面積}) - (\text{間隙全体の面積})}$$

また、標準偏差 δ は

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum (e_i - \bar{e}_i)^2}{(\text{部分的な間隙の総個数})}}, \quad \bar{e}_i \text{ は } e_i \text{ の平均値}$$

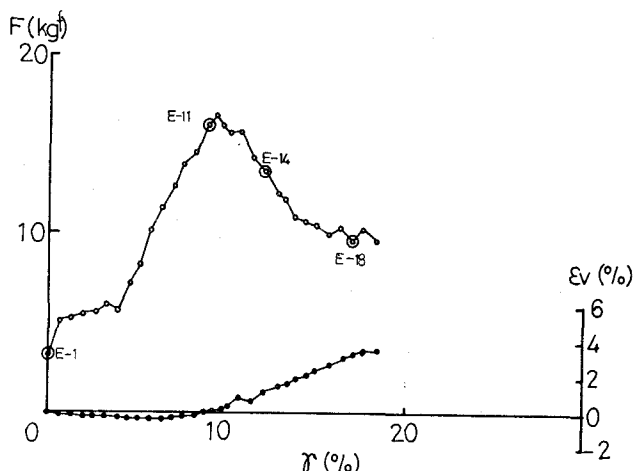


図-1. 解析に用いた点の応力・ひずみ曲線上の位置

本文では、標準偏差 σ がせん断ひずみ γ によりどのように変化するかを示す結果だけを報告することにする。その他の結果については、別の機会にゆずる。

表-1 せん断ひずみ γ と局所的間隙比 e_i の標準偏差 σ の関係

	E-1	E-11	E-14	E-18
せん断ひずみ γ (%)	0	9	12.4	17.3
σ ($\times 10^{-4}$)	3.64	3.89	4.98	5.03

この結果を図示したのが図-2である。

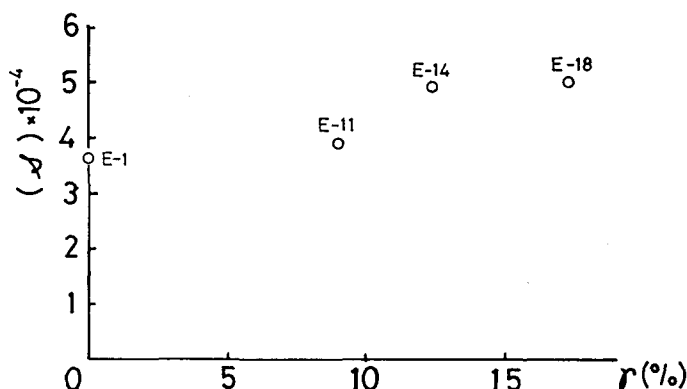


図-2 標準偏差 σ とせん断ひずみ γ の関係

標準偏差 σ はせん断ひずみ γ と共に増大する。この傾向は応力・ひずみ曲線のピーク以降でも見られるように思われる。ただし、変形の終りの方では、 σ は一定値に収束するような傾向があるようである。この見解は、いわゆるクリティカルステイトの考察を行なう上で重要であるように思われるが、現段階ではこれ以上述べることはできない。

標準偏差 σ の増大の程度が大きく変化しているのは E-11 ~ E-14 の変形段階であり、ここは、図-1 に示しているように、応力・ひずみ曲線のピークが見られ、その後応力が急激に低下する領域に対応している。この変形領域では粒状体内で急激な構造変化が生じていることが示唆される。

諸君はかつて、 $\log \sigma$ と γ の間に良好な直線関係が見られる変形領域があることを最上の銅球モデルの実験結果を用いて述べたことがある。本文では、測定点が4点と限られているので、この点を確認するまでには到らなかった。

引用文献

- 1) 諸戸 靖史：砂のような粒状体の変形と強度に関する基礎的研究，東北大学学位論文，昭和51年