

鳥取大学大学院 学 ○小西正郎
鳥取大学大学院 学 太田圭哉
鳥取大学工学部 正 木山英郎

1. はじめに

岩質粒状体の重力流動の最も単純なモデルとして、鉛直円管中の砂の流動を採り挙げて昨年度の本大会に報告した(Ⅲ-241)。引続き本報では、管中の粒状体の流動開始時の応力状態を精査した結果と、管外壁面上のひずみ計測から、堆積圧や流動時の応力状態を算定する際の問題点について、二、三の考察を加える。

2. 流動開始時応力状態の理論解析

図-1に示す鉛直円管中の粒状体が、流動開始時に示す応力状態

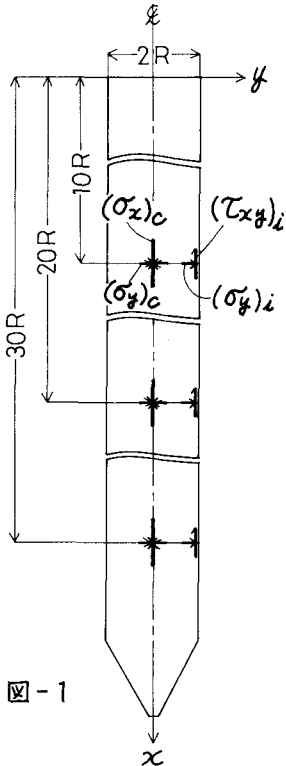


図-1

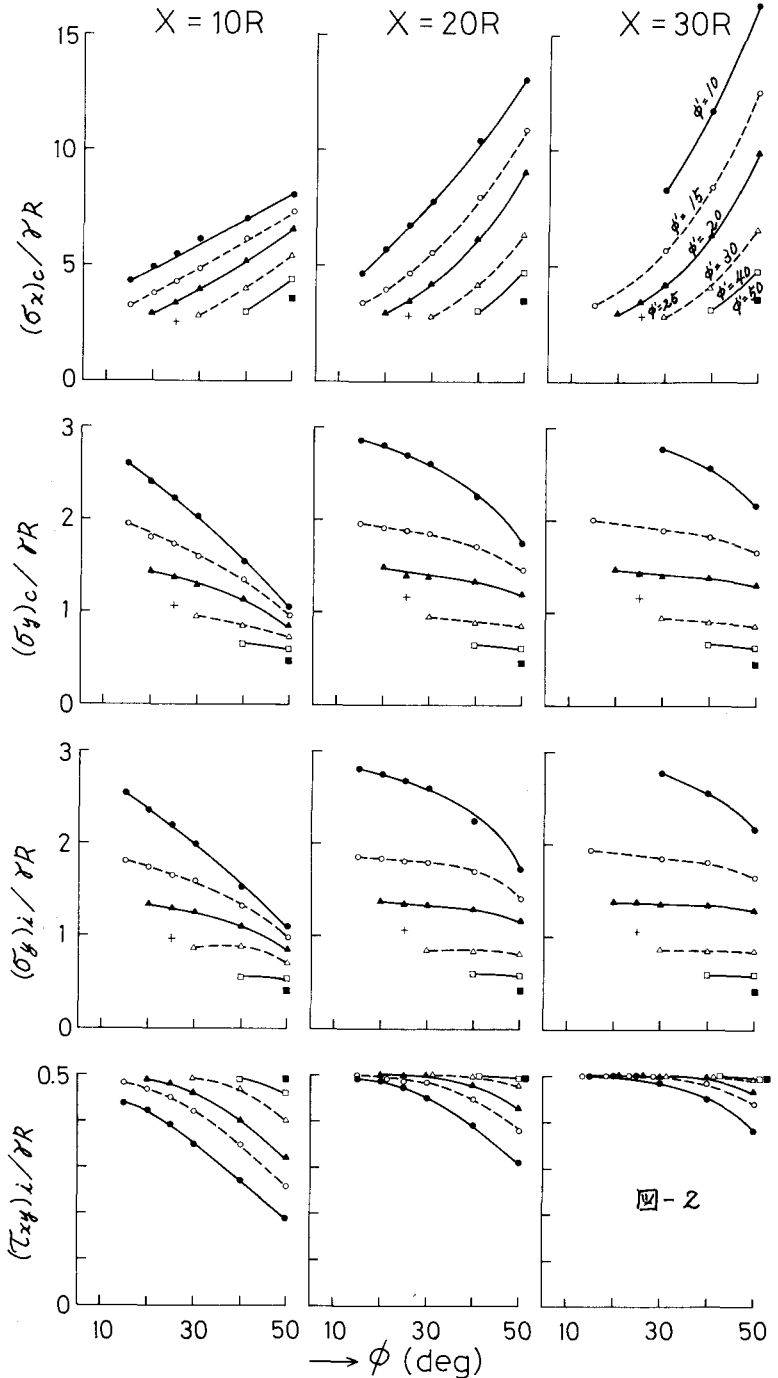


図-2

は、全般せん断破壊状態にあるとして理論解析した結果が、実測結果とよく一致することは前報に述べた。そこで、粒状体の C , ϕ , γ と壁面せん断抵抗角 ϕ' をパラメータに選り、軸対称問題として、Kötter の方程式を用いて数値計算した結果の一貫を図-2に示す(ただし、 $C = 0$)。

この結果、(i) 水平応力は中心軸上 $(\sigma_x)_c$ も、壁面上 $(\sigma_y)_i$ もほぼ等しく、深さによってもあまり変化しないこと、(ii) 中心軸上の鉛直応力 $(\sigma_z)_c$ は深さとともに増加を続けること、(iii) 壁面せん断応力 $(\tau_{xy})_i$ は深さとともに次第に一定値に収束すること、(iv) 以上の応力状態は ϕ のみならず、 ϕ' の影響を強く受け、粒状体中の鉛直荷重や壁面への垂直荷重を小さくするためには、 ϕ' を大きくするのが有効であることがわかる。

3. 充填堆積圧の実測結果

上述の理論解析結果を照査するため、壁面ひずみゲージによる流動時の応力測定を検討するため、種々の ϕ , γ , ϕ' を有する岩質粒状体試料を用いて、自然

落下充填時の堆積圧を測定した。内径 $2R = 146.1 \text{ mm}$, 外径 150.6 mm , 高さ 200 cm のアクリル製の鉛直円管を有する流動実験装置(詳細は昨年度Ⅱ-241参照)を用いて、中心軸上の鉛直応力 $(\sigma_z)_c$, 壁面近傍の水平応力 $(\sigma_y)_i$ は土圧計により、壁面に作用する水平応力 $(\sigma_y)_i$, せん断応力 $(\tau_{xy})_i$ はひずみゲージによりそれぞれ求めた。それらの結果を対応する理論曲線とともに図-3に示す。図から、(i) 土圧計によって求めた $(\sigma_x)_c$, $(\sigma_y)_i$ はいずれの試料についても理論解析の結果とよく一致し、(ii) ひずみゲージによって求めた $(\tau_{xy})_i$ も理論解析結果と比較的よく一致を示すが、(iii) $(\sigma_y)_i$ には測定値のばらつきがあり、不安定である。

以上の結果から、充填堆積時～流動開始時における粒状体中の応力状態は、試料の ϕ , γ , ϕ' を用いて図-2から決定し得る。一方、流動時の応力状態を求めるのに外壁面上のひずみゲージを利用する方法では、管壁に軸方向圧縮力として伝達される壁面せん断応力成分は比較的精度よく求まるが、管壁に垂直に作用する応力成分の算定に誤差の多い欠点があることがわかった。後者については管壁面に微小土圧計を直接埋没することによって流動状態を乱すことなく検出し得るので、両者を併用することにした。

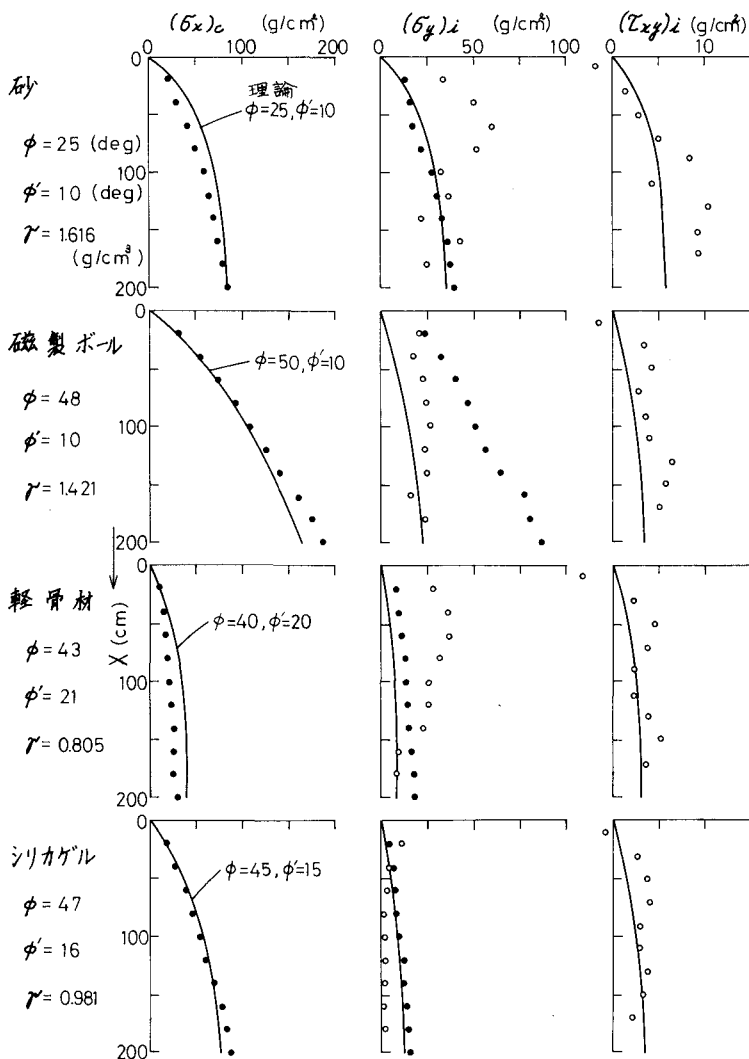


図-3 充填堆積圧の実測値と理論値