

III-52 角のある壁を砂に押し込む場合のスベリ面について

東京大学工学部 正員 最上 武雄
同 上 正員 O土谷 尚

従来の土圧論はクーロン、ランキン系統のものが多いが、これ等は二次元的な現象しか扱っていない。三次元的に扱う必要のある問題は、それと何とか二次元的な問題に置き替えて実用的に解決していた訳である。しかもに実際に出来る土圧関係の問題にはこういう二次元への置き換えが無理な、即ち土圧を三次元的に取扱ひせざるを得ない様な問題も数多い様である。ここでモデル実験テーマとして取上げた「角のある壁を砂に押し込む場合」もこういう現象の中の一つと考えられる。

土圧を三次元的に論ずる事は現在迄のところ殆んど行われていない様であるし、又極めて難しい問題であると予想される事から、いずれは何か理論づけをする必要のあるとしても先ず起っている現象を良く知っておく事が大切であろうと考え、今回のモデル実験を行う事になった。予備的な実験であるので目標をスベリ面の形状を調べる事に絞り、次いで写真により砂表面の動きを調べた。この実験は今後も引続いて行われる予定で、次には土圧関係を調べる予定になっている。

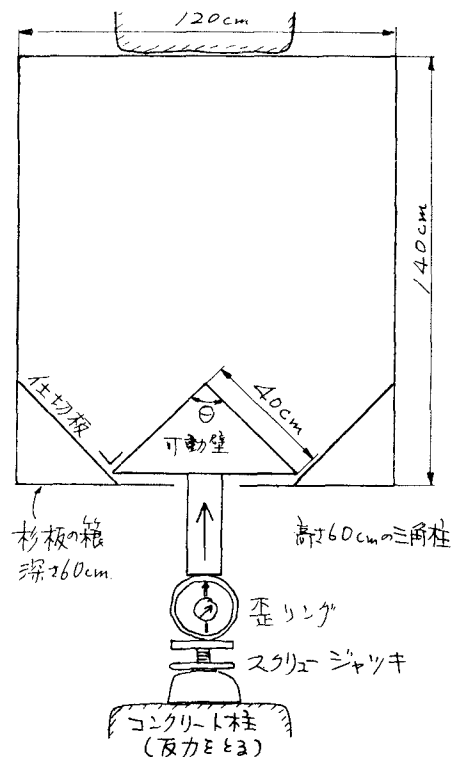
① 実験方法：右図は実験装置の平面図である。頂角 θ を持つ三角柱の可動壁を厚さ34 cmの水平な砂層に押し込み、スベリ面を発生させ、その形状、砂表面の動きを観察した。可動壁は $\theta=60^\circ, 90^\circ$ 及び 120° の三種のものを用意した。 θ の違いによる影響を見ようとした訳である。

・使用した砂：普通の川砂を2回水洗し、屋外で自然乾燥したもの。バイアレーターでなるべく均一になる様に土に懸けて締め固めた。各実験毎の平均密度は 1.65 g/cm^3 ± 1%程度。

この時の安息角 $\approx 41^\circ$

・スベリ面の測定： $\phi 6 \text{ mm}$ 程度のビニールパイプにニクロム線とパラフィンをつめ、まっすぐに仕上げる。これの下端を固定し垂直に砂中に立てる。ニクロム線に電流を通じパイプを解かしてから可動壁を押し込みスベリ面を発生させる。スベリ面の所ではせん断力によりパイプが曲るからパラフィンが固ってから掘り出せば、その点でのスベリ面の高さが分かるというアイデアである。

写真による砂の動きの測定：砂表面に菱形の標識を置く。可動壁を5 cm段階に合せて押し込み、各段階での標識の位置を同一フィルム上に多重露光で写し取り各標識の変位を求めた。最大 $\pm 0.4 \text{ mm}$ 、平均 $0.1 \sim 0.2 \text{ mm}$ の精度が得られた。



◎ 実験結果。

(a) 頂角周辺のスベリ面の形状はスリバ4型に近く、可動壁の頂角を通る垂直面で切るとほぼ直線で表われる。各実験相互間のバラツキは相当大なりがこれは主として直線の傾斜のバラツキからである。

(b) この傾斜は頂角が小さい程急になる。クーロン土圧的な考えから $\lambda = \tan(\frac{\pi}{4} + \phi)$ と置いて求めた“見掛けの内部マサツ角” ϕ' は実験した安息角より 2° ($\theta = 120^\circ$ 時) $\sim 6^\circ$ ($\theta = 60^\circ$) 小さい。

(各日について8回行った実験の平均値)

(c) 可動壁の押し込み量を Δl_w , その時迄の砂の移動量を Δl_s とすると

$$\left. \begin{array}{ll} \theta = 60^\circ \text{ の場合} & \Delta l_s \div \frac{1}{2} \Delta l_w \\ \theta = 90^\circ, 120^\circ \text{ の場合} & \Delta l_s \div \Delta l_w \end{array} \right\} \text{で近似出来る。}$$

$\theta = 60^\circ$ の場合は可動壁と砂の間でスベリが生じており、 $\theta = 90^\circ$ 及び 120° の場合は滑りが生じていないと考えればこの違いは説明出来る。

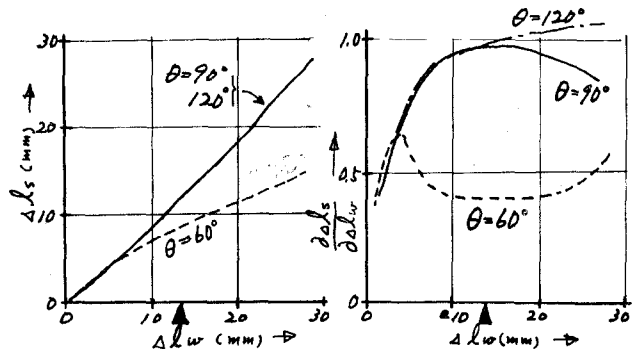
(d) 得られた写真には水の場合の流線に似た砂の動線(砂の動いてゆく方向を表わす)が写っており、各日に共通に未だりな砂粒子の動きが見取れる。

○可動壁から離れた所では日か違っても良く似た放射状の動線を示している。別々に行った実験ではあるがスベリ面との等高線とこの動線を重ね合えるとほぼ直交している。

○可動壁に近い所では

1) $\theta = 60^\circ$ の場合: 砂は壁に垂直に押され、それが壁によるせん断力で modify された感じである。

2) $\theta = 90^\circ, 120^\circ$ の場合: 可動壁の動く方向と砂のそれは一致している。長い直な擁壁の一部を押し込んだ場合に似ている。



砂の変位についての測定例(略図) (▲の辺りでスベリ面が完成する。)

スベリ面の等高線と砂の動線。

