

(S-2) 固定壁に対する砂の振動圧

電力中央研究所 正員 畑野 正

基礎に於て固定され上部に於て僅に変位することの出来る壁体の前面に砂があるときの壁体に対する振動圧に就て実験した。圧力計、加速度計を付した木製箱(内法長 $L=200\text{cm}$ 、高 $H=50\text{cm}$ 、幅 42cm)の外側に型鋼で補強しこれを振動台の上にのせる。振動台は大概 $3\sim 15\text{ cycle/sec}$ で 1000gal 程度までの滑る加速度波形を描く sinusoidal 振動をすることが出来る。砂は Table 1 に示すものを乾燥状態で、Table 2 に示すものを水で完全に飽和した状態で実験した。前者は($L=200, 50, 25\text{cm}$, $H=50\text{cm}$) ($L=200\text{cm}$ $H=50, 40, 30\text{cm}$) 後者は($L=50\text{cm}$ $H=50, 25\text{cm}$)の組合せで実験した。 L を $50, 25\text{cm}$ にするには鋼製の隔壁を箱の内部に固定した。圧力計受圧板は径 40mm 、厚 0.2mm の不銹鋼で中央のピンを通じて S, R, ゲージと貼った 0.5mm 厚のビームに連結してある。そのたわみは 200 g/cm^2 で 0.03mm である。砂を所定の長さ深さにはじめに静圧を測り次で各種の振動を与えて動圧を電磁オシロに記録し又各振動過程に於ける静圧の変化を振動台を静止して測定した。

Table-1. 細砂

篩通過加積百分率					
2.00	0.85	0.40	0.25	0.11	0.075
100	99.9	82.7	37.0	0.3	0.2
60% 径 0.31 mm 10% 径 0.15 mm					

比重	密度	透水性
2.78	loose 1.33	loose 3.8 $\frac{\text{cm}^3}{\text{cm}^2 \text{ sec}}$
	dense 1.61	dense 91 $\times 10^{-3}$ $\frac{\text{cm}^3}{\text{cm}^2 \text{ sec}}$

Table-2 粗砂

篩通過加積百分率					
4.8	2.0	0.85	0.40	0.25	
100	99.5	65.97	0.19	0	
60% 径 0.83 mm 10% 径 0.56 mm					

比重	密度	透水性
2.65	loose 1.50	0.26 $\frac{\text{cm}^3}{\text{cm}^2 \text{ sec}}$
	dense 1.61	0.23 $\frac{\text{cm}^3}{\text{cm}^2 \text{ sec}}$

これらの実験結果から観察された事とこれに対する考察を要約すると次の如くである。

①乾燥砂の場合固定壁に対する静圧は深さに比例して略三角形分布をなす。高さ $H=50\text{cm}$ の時長さ $L=200, 50, 25\text{cm}$ の三者の静圧はバラツキが相対的に小さい。この分布は認められつつある。これに振動をうけると全般的に静圧は増大するが特に上部の圧力増大が著しく三角形分布の形はくずれ且その長い程増大の程が大きい。又この増大の状況は甚だ不規則で変化が大きい。これらから壁面附近の砂粒子の状態が振動の都度変化し静圧を決定する大きな要素が壁面附近の粒子の配列状況にあるものであることを察しめると共に振動による固定壁対向面の影響が相対的に大きいことを物語っている。

②飽和砂の場合は最初の三角形分布の静圧は振動にまつその分布を大きく変化するのではなく次第に少しいづい圧力を増大するに止る。これは水の存在が壁面附近の砂粒子の乱れを防ぐ為であろう。

③乾燥砂の動圧は静圧に比べて非常に規則的である。振動終過に達せず壁とのある所の動圧 P_d とその所の加速度 A との間には略一定の関係が見出され $P_d = CA^m$ の形に表現される。 m の値はこの場合 $1.12 \sim 1.36$ 程にとまった。以上のことは動圧が壁面附近の粒子の状況により支配されること加少まいことを示し、又動圧発生機構に關する考へ方に重要な示唆をあたえるものであろう。 L の異つた場合の動圧の深さに対する変化の状況を見ると L の長い程深部迄砂の運動が生じていることが察せられ対向面の影響が大きいことが分る。 L を同じにして H を変化した場合、同一測員の動圧は大きく変化してゐない。即ち動圧はその

より上の砂の深さに大きな影響をうけていないことも示している。この事も動圧を生ずる機構を説明する上に重要な示唆を与えるものと考えられる。

筆者は以上の結果を総合して動圧の発生機構を古典的な Coulomb の土楔のような破壊論的立場で説明するのにも一つの方法ではないかと考える。

即ち壁の固定端を通る滑り面を想定しこの滑り面と固定壁の間の楔部分の質量が壁面の加速度と同一の加速度で圧力を生ずると考えるのである。

即ち

$$P_d = K \rho g C \eta \quad \dots \dots (1)$$

K : 震度, ρ : 密度, C : 常数, η : ある点にある楔の水平幅,
 η の大きさは砂の長さ、加速度等により複雑に影響されるであろう。今砂の深さに対して長さの充分長い場合 ($H=50\text{m}$, $L=200\text{m}$) の実験によつて得られた動圧値から (1) 式により $C\eta$ の値を計算すると加速度についての楔の形が想定される。同じ砂について加速度と安息角の関係を実験によつて求めることか出来るか、これを内部摩擦角と想定して各加速度についての滑り面を求めることか出来る。前記想定した楔の形と比較するとある程度の近似が見出される。更によい近似を得るためには内部摩擦角について、かぶりの影響、動的要素等更に検討すべきことが多い。

d) 水が完全に飽和しているときの動圧はその加速度と乾燥砂の場合と同様の関係を示すが動圧振幅は大きくなり、 $P_d = CA^m$ の m の値は小さいとよる。即ち透水係数が 10^{-4}cm/sec 程度の砂の場合は勿論 1cm/sec 程度の小砂利の場合に動水圧が殆ど完全に空隙を通じて伝達される場合でも、水ばかりの場合の動水圧振幅 (この場合前式の m の値は正しく 1.0 とした) より小さい値となる。即ち動水圧振幅に砂の動圧振幅を加算したものが飽和砂の動圧振幅とする必要はない。

砂が水中に沈没している場合の動水圧は沈没した砂の表面までの水深とつて動水圧と考えればよい結果となる。

然し飽和砂を初め振動させると相当加速度が大となる迄異常に大きな動圧が観測され、これから以後の振動経過ではこれが見られない。又飽和砂の振動圧の大きさを決定する考え方については更に各種の実験を進める必要があるであろう。これらの内題は将来に残された課題である。