

振動地盤の動的土圧合力と作用位置への入力波速度の影響

Effect of input-wave velocity for resultant force and action point of dynamic earth-pressure in vibrant ground

苦小牧高専 ○正 員 澤田 知之 (Tomoyuki Sawada)
 フエー 能町 純雄 (Sumio G Nomachi)
 苦小牧高専 正 員 近藤 崇 (Takashi Kondou)

1. まえがき

前回の報告¹⁾では、図-1～2に示すような振動台上のモデル地盤を解析対象として剛な壁面に対する動的土圧として2次元弾性論によりその合力と作用位置を求めたもの^{2)～4)}を報告している。本稿は、この結果を踏まえて入力波の加速度(+・-の震度)を考慮した動的土圧の合力及びその作用点について内部摩擦角 ϕ 、壁の摩擦角 δ の検討に加え、入力波伝播速度の違いによる合力 P_a 及び作用位置 H_a の影響についての考察を報告するものである。

2. 解析と考察

計算緒元は図-2における砂箱寸法の $a=85\text{cm}$, $b=55\text{cm}$ とし、モデル地盤の標準砂の単位堆積重量 1.52g/cm^3 を用いた。図-3～4に入力加速度を一定($k=0.3$)とし、壁面摩擦角 δ を 0° , 0.5° , 10.0° と変化させて入力波伝播速度を含む P^2 を $1/101$ ($P=0.013$)とした場合の P_a と H_a の内部摩擦角 ϕ による変化を示す。

いずれも前回報告した結果¹⁾と同様の傾向を示した。即ち、 ϕ の増加と共に合力 P_a は小さくなり文献値⁴⁾に近づく、また作用位置 H_a は僅かに大きくなるが、文献値とは数mmの相違であり、ほぼ一致している。

一方、 δ の変化による違いは最大でも 0.08N/m^2 と壁摩擦角の影響は小さいことが示された。

図-5には ϕ と P^2 を其々 20° 、 $1/101$ と固定して震度(k)の変化による動的土圧を示している。図から、文献の物部の式⁵⁾と比較すると $k=0$ の静止状態では一致しており妥当である。次に、壁から地盤が離れる方向に慣性力が作用する負の領域ではよい一致をみるが、壁を押す方向に作用する正の領域では震度が大きくなるにつれ文献値との相違が大きく示された。尚、壁摩擦角の影響は小さい。

図-6には同様に P^2 を同じ値に固定し、 $\phi=30^\circ$ とした際の k の変化による計算結果を示す。図-5と同様の傾向であるが、全体的に値は小さくなり、文献値との一致も良くなること示された。前述と同様に δ の影響は殆ど見られない。

図-7は P^2 を $1.69/10000$ とかなり小さくし、 $\phi=10^\circ$ と内部摩擦角も小さくして計算を行った結果である。壁摩擦角 δ の違いによる相違が現れる結果となった。軟弱地盤となる場合はかなり δ の影響が現われ、 δ の増加に伴って動的土圧は減少することが示された。

図-8～9 では、 ϕ を 30° 、 $\delta=0^\circ$ として各々 $P^2=1.69/10000$ ($P=0.013$)、 $P^2=1/500$ ($P=0.04472$)、 $P^2=1/101$ ($P=0.0995$)と変化させた時の動的土圧合力 P_a 、作用位置 H_a の解析値と文献値の比較を行ったものを示す。

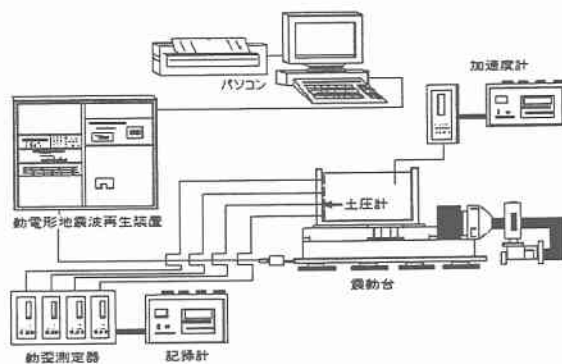


図-1 振動台実験全体図

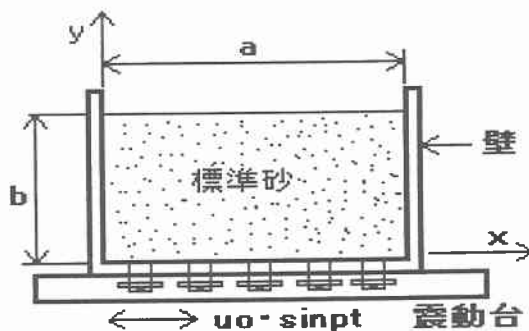
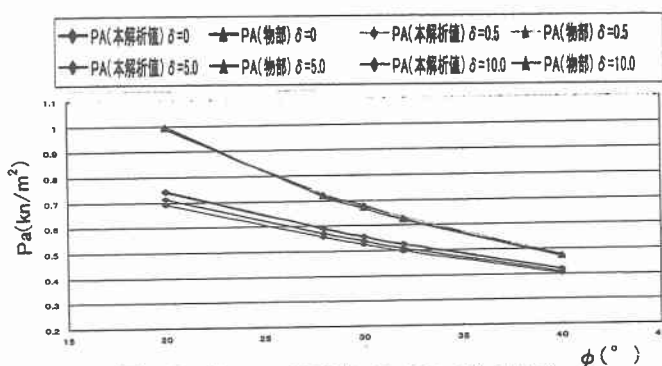
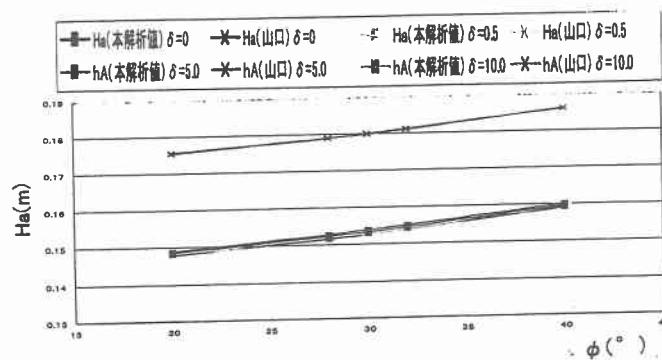


図-2 解析モデル

図-3 $P_a - \phi$ の変化 ($k=0.3$, $P^2=1/101$)図-4 $H_a - \phi$ の変化 ($k=0.3$, $P^2=1/101$)

土圧合力 Pa は壁面摩擦角 δ によって変化するが、僅かの相違であり δ の影響は少ないと考えられる。作用位置 Ha については k の変化に伴い、 Ha の増分が非線形的に異なり、震度 k の正部分では緩やかな漸増であるが、負の震度領域で P^2 が大きくなるに連れて、特に Ha が急激に増加し、 P^2 が小さくなると Pa 、 Ha も小さな変化となる傾向が見られた。

土圧合力も作用位置も P^2 が $1/101$ ($P=0.0995$)で最も文献値に近い値を示した。入力波伝播速度を含む P^2 は $p^2b^2/(C_1^2\pi^2)$ であり、 $hp^2b^2/(C_2^2\pi^2)$ でもある。ここで C_1 は弾性波速度、 C_2 はせん断波速度を表わしており($h=C_2^2/C_1^2$)、この P^2 の大小と入力波伝播速度の大小は反比例する。

また、入力波伝播速度が大きい地盤とは締め固まった地盤を表わし、速度が小さい地盤とは軟弱地盤を意味する事となる。従って、比較的緩い軟弱地盤は土塊として大きく揺れて地震エネルギーを直接的に壁へと伝えるため P^2 が大きくなった際に Pa 、 Ha も大きく現われるものと考えられる。

しかし、超軟弱地盤となると地盤振動エネルギーを吸収すると考えられ、この為に P^2 がごく小さくなった場合は Pa 、 Ha も小さくなる傾向が見られる。よって、 P^2 は地盤振動エネルギーの伝達のしやすさを表わす一つのパラメータとも考えられる。

3. 今後の課題

さらに多くの P^2 パラメータ変化による計算を行い検討を進めると共に、計算途中に見られた内部摩擦角が大きく、ゆるい地盤条件となるような矛盾する場合の解析プログラムの改良と実験による検証が必要であると考えられる。

尚、その他の結果及び考察は当日発表する予定である。

参考文献

- 1) 澤田・能町・近藤：地震時等の地盤における動的土圧分布の合力及びその作用位置について、土木学会北海道支部論文報告集第、57号、pp.558～561、2001。
- 2) 澤田・能町・近藤：振動台上のモデル地盤における動的土圧の合力とその作用位置について、苫小牧工業高等専門学校紀要、第36号、pp.93～96、2001。
- 3) 澤田・能町・近藤：地震時地盤における深さ方向の慣性力分布の模型実験、土木学会第53回年次学術講演会概要集、I-B 209、1998。
- 4) 澤田・能町・近藤：振動台の上の砂箱内地盤モデルにおける動的応力と変位の弾性解、苫小牧工業高等専門学校紀要、第32号、pp.95～112、1997。
- 5) 物部高穂：地震上下動に関する考察ならびに振動雑論、土木学会誌、Vol.10, No.5, pp.1063～1094、1924。
- 6) 最上武雄 編：土質力学、技報堂出版、1982。

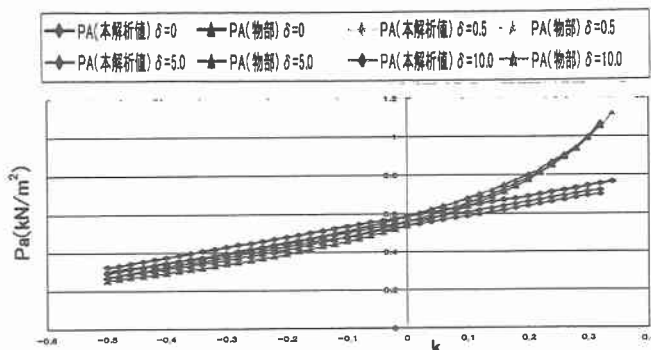


図 - 5 $Pa - k$ の変化 ($\phi=20^\circ$, $P^2=1/101$)

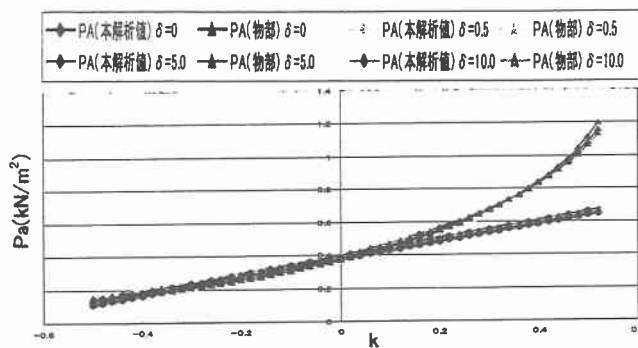


図 - 6 $Pa - k$ の変化 ($\phi=30^\circ$, $P^2=1/101$)

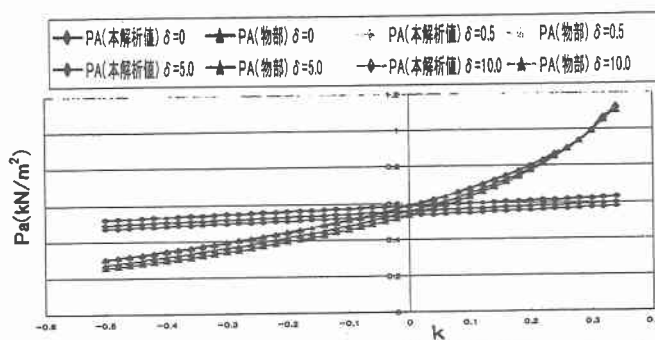


図 - 7 $Pa - k$ の変化 ($\phi=10^\circ$, $P^2=1.65/10000$)

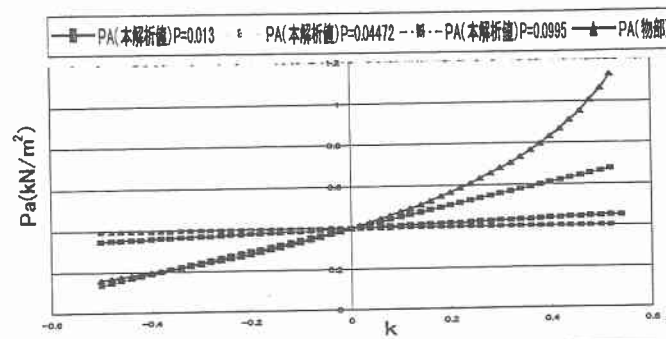


図 - 8 $Pa - k$ (P^2 の変化)

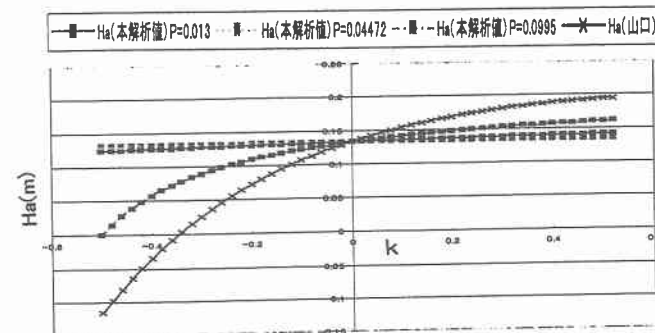


図 - 9 $Ha - k$ (P^2 の変化)