

III-186

鉛直振動による砂層の間隙水圧変動について

新潟大学大学院 学生員 ○川田 竹則
 新潟大学工学部 正員 大川 秀雄
 新潟大学大学院 Budi Wibawa

1. はじめに

砂層地盤の液状化後の過剰間隙水圧の消散や砂粒子相互の噛み合わせを考察するために、砂層を鉛直に加振し、これに打撃による衝撃力を加えて強制的に液状化を起こす実験を以前から行っている。今回は、打撃直後の液状化時の過剰間隙水圧の消散と、打撃前すなわち非液状化時の鉛直加速度振幅による間隙水圧振幅を、打撃の繰り返しに対して検討したので報告する。

2. 実験方法

砂槽には、内径31cm、高さ60cmの亚克力製の円筒を用い、これを鉄棒で保持して疲労試験機に取り付け、鉛直振動を与えた。試験機の微振動の影響を除去するため、円筒の下にクッションを置いた。使用した砂は、昭和石油新潟製油所敷地内において採取したもので、 $G_s=2.76$ でありこれは新潟地震の際に液状化を起こした砂である。この砂を沈降堆積により、円筒内に深さ40cmのゆる詰めめの砂層を形成させた。なおこの状態で $\gamma_{sat}=1.94 \text{ gf/cm}^3$ 、 $e=0.87$ 程度である。

間隙水圧計は円筒の中心軸上で深さ10cm, 30cm の位置に、加速度計は円筒底面に取り付けた(本報告では30cmのものについてのみ対象とした)。作用加速度波形は正弦波を目標とし、与えた加速度は50, 100, 200gal程度であり、振動数は5, 10, 20, 30, 40Hzである。強制的に液状化を起こさせるために、円筒の下から20cmの壁面に一定の強さの打撃を与えた。この打撃を繰り返し、間隙水圧等の変化を調べた。

3. 実験および考察

(1) 過剰間隙水圧の減衰

鉛直振動している砂層を、打撃によって強制的に液状化を起こさせると瞬時にある過剰間隙水圧 u が発生する。 u は振動しながら、その振幅の中心は時間とともに指数関数的に減衰し、時刻 t においては

$$u = a e^{-bt}$$

と表せる。本来ならば、この振幅の中心を対象として過剰間隙水圧の減衰を解析すべきであるが、今回は便宜上、振幅の上側のピークを通るような線を最小二乗法により近似し、それにより b の値を求めた。図1は30Hzの場合で、打撃回数を横軸に b の値を縦軸にしてプロットしたものである。

打撃回数の増加とともに b の値も増加し、また与えた加速度振幅 α が増加すれば b の値も増加している。他の振動数についても同様な結果が得られたが、20Hzでは、50galと100galの加速度振幅の違いによる b の差は他に比べて小さいようである。

(2) 間隙水圧振幅による γ

かなり密に詰まった砂でも、その噛み合いに関与していない砂粒子があると予想され、鉛直加振を受けるとそれらの砂粒子が水中に浮遊すると考えられる。その場合、砂の間隙には水と浮遊粒子で構成される単位体積重量 γ ($w < \gamma < \gamma_{sat}$) の液体があると見なせる。いま、砂層は加速度振幅 α で鉛直振動しているため、 H を深さ G を重力加速度とすれば、間隙水圧の振幅 p は $p = \gamma H \alpha / G$ で表される。各打撃

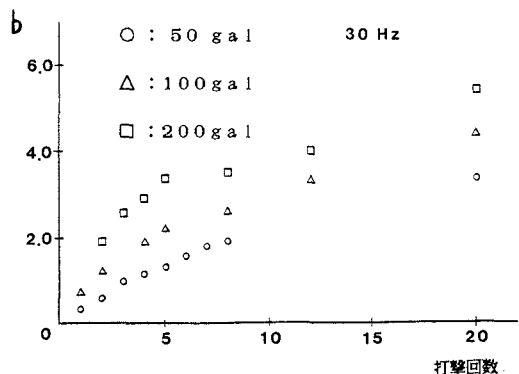


図1 打撃による減衰係数の変化

前の加速度のピーク値と同時刻に記録された p の値により、 γ の値を求めた結果を図2～4に示す。図2、図3、図4 はそれぞれ 5Hz、20Hz、40Hz の場合である。これらの図から、Hz数が高くなると γ は小さくなることがわかる。また、打撃回数が増すと γ が小さくなる傾向がみられるが、5、10Hz の場合にはそのような傾向はみられず、打撃回数に対して、ほぼ一定の値をとっている。加速度振幅と γ の関係についてみると、図2 においては加速度振幅の違いによる γ の差はほとんど認められない。しかし、図3 および 10Hz の場合は 100gal に対する γ の値が大きく、50、200gal ではそれよりも小さな値となっている。これに対し図4 および 30Hz の場合では加速度が増加すれば、 γ の値も増加する傾向がみられる。実際には、加速度と間隙水圧のそれぞれの振幅のピークは時間的には一致していない。間隙水圧のピーク値を用いれば、ここで用いた間隙水圧の値より 1 割程度大きくなり、 γ の値も 1 割ほど大きくなる。したがって、定量的には、5Hz の場合では γ の値は 1 ($=w$) より大きくなっていると判断される。このように、間隙水圧振幅のピーク値を用いれば、10Hz についても γ は 1 より大きいようである。しかしながら、20、30、40Hz では、1 より小さな値をとると思われるものも多く打撃回数が大きくなれば、さらにその傾向は顕著である。

4. まとめ

加速度と間隙水圧の振動にわずかではあるが時間差があることは、砂層が受ける加速度と各粒子が受ける加速度に時間差があることを示唆しているものと思われる。また、ここで述べた γ の値の大小から、砂層の締め固まりの程度を何とか知ることができないものかと考えている。 γ の値は $w < \gamma < \gamma_{sat}$ の範囲であると従来は考えていたが、今回の結果から w ($=1gf/cm^3$) を下回る値もありうるようである。これらについては今後の課題としたい。

参考文献 鉛直振動を受ける砂層地盤模型の間隙水圧について、土木学会第41回年次学術講演会

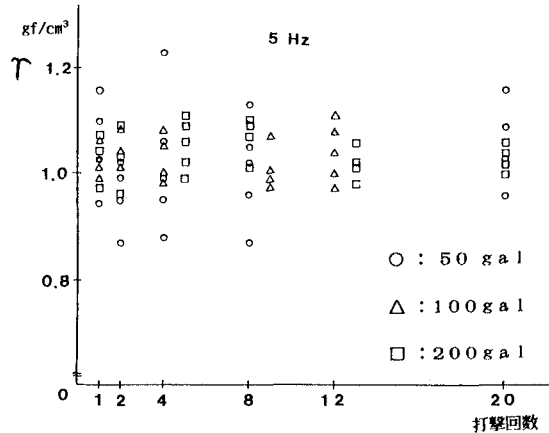


図2 打撃による間隙水圧の変化

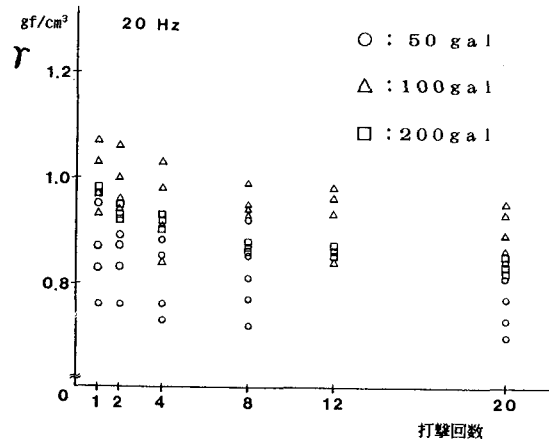


図3 打撃による間隙水圧の変化

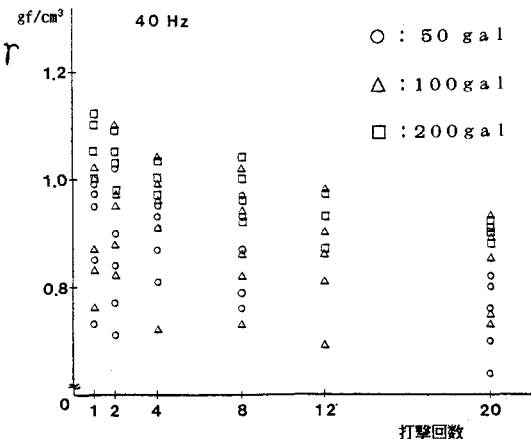


図4 打撃による間隙水圧の変化