

九州大学 工学部 正員 小坪 清真
九州大学 工学部 正員 園田 敏矢
九州大学 工学部 学生員 〇直江 延明

1. まえがき

地震等、振動時に示す地盤の著しい性状として、流動化現象があるが、現実には、この流動化が発生した場合、最も危険されるのは、その地盤に存在する構造物の沈下、浮上、倒壊等に伴う当該構造物の機能破壊である。

構造物周辺地盤の地震時挙動は構造物自身の応答の影響も加わって、単なる地盤の場合の動きとは、かなり異なり、流動化の支配的要因である地盤に生ずる加速度分布も、構造物周辺で場所的に著しく相違することが予想される。ここでは、流動化に関する従来の研究成果を踏まえて、飽和砂層中の構造物基礎の存在が、流動化に如何なる影響を及ぼし、又、流動化によって構造物自体がいかなる挙動を示すかを、実験を主体に考察と行なつたものである。

2. 実験装置

本実験に用いた実験装置の概略をFig.1に、試料砂の物理的性質をTab.1に示す。Fig.1に示す振動箱と載荷し加振する振動台は、最大起振力10tcm、加振振動数 $1/\text{分} \sim 50/\text{分}$ 、最大全振幅60mmの性能をもつ。

砂中構造物のモデルとしては、Fig.1に示すように、矩形ケーソン基礎を用いた。そしてこのケーソンの底面及び側面に水圧計を設置、又、ケーソン内上端及び底面に加速度計を設置し、流動化に伴う沈下量測定用としては、ケーソン上端及び砂層表面にカタナー型変位計を設置して、その模様を電磁オシロを通して、加振中、連続的に記録させた。又、振動箱の壁面にも水圧計を高さ方向に設置、間隔水圧をやはり電磁オシロで記録した。

3. 実験要領

砂層地盤の流動化現象に関しては、近年多くの研究が行われ、流動化を支配する要因として、

- (i) 砂層に作用する初期有効載荷圧、(ii) 砂の密度、
- (iii) 入力加速度の大きさ及びその継続時間

が考えられている。一方、振動台試験の大きな欠点として、振動箱内の砂の加振時応力を把握し、又、規制できないという事実がある。そこでまず、ケーソンを入れ付いた砂のみの場合の、この振動箱内での流動化状況を精確にデータにとり、この結果とケーソンがある場合の流動化結果との相違を比較することにした。なお、一応の概略値を知るために、振動箱各点での加速度応答の実測、並びに振動箱が加振時に各点同一変位を行なっているという仮定の下に、その際の振動箱内の砂の変位応答、加速度応答を三次元差分法によって数値解析してみた。その結果、振動箱には補剛材を密に入れているため、実際の実験での加振振動数 $f=10\text{ c/s}$ の場合でも、最大5%の差が見られにくい過す。振動箱はじゅうぶん、剛性動きをしていることが

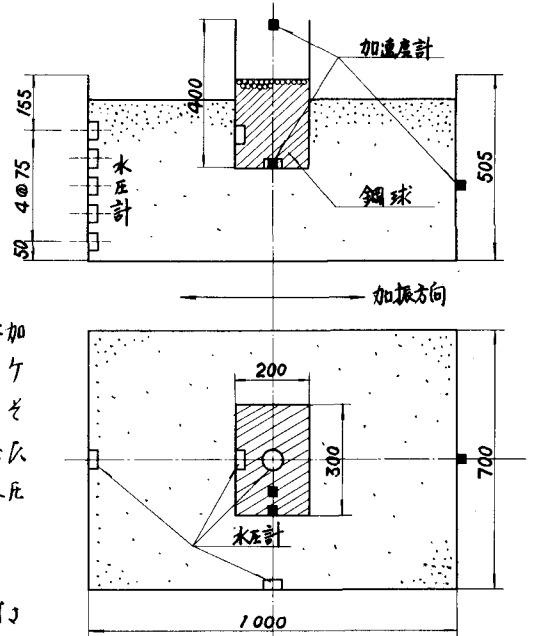


Fig.1 振動箱諸元

比重 G_s	2.623
50%粒径 D_{50}	0.59mm
均等係数 C_u	2.53
e_{max}	0.67
e_{min}	0.54

Tab.1 試料砂の性質

確認された。又、砂の応答解析については、箱壁面での反射波の影響等を考慮してはいないけれども、せん断弾性係数が、矩形分布、三角形分布、台形分布同様の場合でも、オーダー的にはほとんど差が認められず、入力加速度並びに強制変位に対するそれぞれの応答値の比は、 10^{-3} へ 10^{-4} 等の極めて小さいものであるという結果が得られた。従って、この振動台実験では、変位、加速度については、入力そのままの値の応答を行っていると考えてよいと思われる。勿論、砂中に於けるせん断力は、変位の場所的変化率に左右されるものであるから、せん断力分布は考慮すべき値をもっている。

更に、ケーソン等構造物が流動化に及ぼす影響としては主に次のことが考えられる。

- (i) ケーソン重量による構造物下方砂層の有効応力の増加。
- (ii) ケーソンのロッキング振動及び滑動によるケーソン側方への位相差のある加速度伝播
- (iii) ケーソンの沈下に伴うケーソン下方流体の逸散

等である。しかし、これらそれぞれを定量的に把握するのは困難であるため、次のような方法を以てすることにした。(i) に対しては、径 1.5 cm の鋼球をケーソン内に入れることにより、ケーソン重量を加減して、このケーソン重量と流動化度とを比較することにした。又、(ii) に対しては、鋼球を入れる方法とケーソン頭部に鋼板板を載荷するという二種類の方法を用いて、同一重量で、かつ重心位置のみを変えることにより、ロッキング振動のセンター位置を変更し、伝播加速度の状態を変えるようにした。そしてこの両者間での流動化度の相違を比較することにした。(iii) については、流体逸散は、側方砂層の流動化安定化時間に最もその影響が集約されるものと予想されるため、この水平位置での流動化安定化時間の相違を求める方法が考えられるが、これは測定誤差内に入る可能性が高く、これのみを単独に求めるのは、かなり困難であると思われる。なお、このケーソン沈下に伴う流体逸散に関しては、圧密の状態に進いとも考えられるので、解析的な考察の余地もあるものと思われる。

又、流動化度の具体的には比較であるが、この振動箱での実験では、深さ方向にほとんど同時に流動化が発生しており、加速度と流動化ピーク到達時間との関係は深さ方向で整理比較するのは、困難であった。一方、加速度と安定化時間との関係はかなり明確な関係を得られるようであるので、これと相違と比較する方法の一つとした。又、加速度と見掛けの流動化度とで整理する方法も有効であった。

なお、振動箱内でのこの実験では、当然、実際上の構造物～地盤間の相似律を満足できるものではないからここで得られた結果を、そのまま現地地盤の問題へ適用できない。そこで何らかのパラメータ表示を用いることを考えている。

以上のような条件の下に実験を行っているのであるが、現時点では、得られたデータ数が少ないため、確定的な結論を述べることはできない。今後、更に実験を続け、詳細は当日、スライドと中心にして発表するつもりである。

- 参考文献:
- 1) 尾島 勝: 飽和砂層の液状化機構に関する理論的研究, 土木学会論文集, 第184号
 - 2) 大原資生, 鈴岡直彦: 飽和砂の液状化に対する有効圧の影響について, 土と基礎, 171号
 - 3) 柴田 徹, 行友 浩: 飽和砂の繰返し載荷による液状化現象の研究, 土木学会論文集, 第180号
 - 4) 陶浪貞彦: 不安定飽和砂の振動時性状, 建築学会論文集, 第114号