

日本大学 学生員 ○中澤 雅人
 日本大学 正 員 秋山 成興
 日本大学 正 員 澤野 利章
 日本大学 正 員 阿部 忠

1. はじめに 振動による土木構造物の安全性・耐久性を考える上で、地盤の振動特性を検討することは最も基本的なことである。わが国の地盤、特に平野部は火山や河川の堆積物によって地盤が形成されており、その形態は層状を成している。これらのうちでも砂質土層などのような非線形性状材料で構成された層状構造体は、非線形振動特有のスプリングソフトニング現象が現れることが知られており、これらの土層の振動解析には非線形解析を行うことが必要である。スプリングソフトニング現象は、応答加速度のピーク値が入力加速度が大きくなるにつれて低周波領域に移行する現象である。すなわち、入力加速度の大きさによって共振時の周波数が線形振動の周波数とは異なるので、共振時の応答加速度が一定の周波数で表せないものであり、土木構造物の耐震設計を行ううえにおいて地盤の共振点の周波数を選定することは非常に難しくなる。

したがって本研究は、砂質土による層状構造体の振動模型を用いてスプリングソフトニング現象を実験的に発生させると共に理論的解析の基本的な資料を得ることを目的とする。

2. 実験方法

(1) 層状構造体を想定した型枠の構成は、加振水平方向側面には約 $2000 \times 500 \times 10$ mmの亚克力板を使用し、加振鉛直方向には供試体の拘束を緩和するためにゴムシートを使用する。また、型枠を振動台上に固定するために、 $1800 \times 900 \times 20$ mmの木板を底板に使用する。各所の接合方法はL型鋼とボルトで固定し、隙間にはシリコンを注入する。（図-1 供試体寸法）

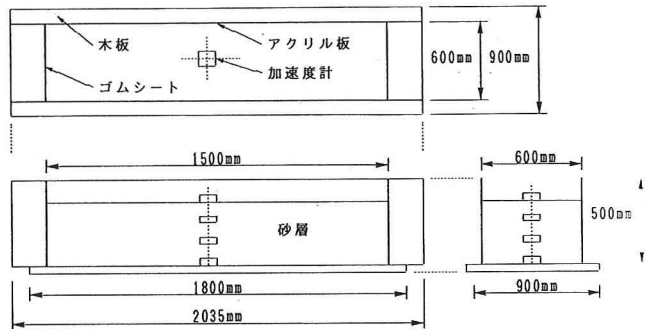


図-1 供試体寸法

(2) 型枠に層状に砂を均一に投入するためにアルミ板で製作した砂入れ装置を用い、1層1cmとして型枠上をスライドさせながら均等に砂を投入し、全高39cmの供試体を作成する。砂は乾燥状態の山口県豊浦産の標準砂を使用する。

(3) 砂の敷設の際に、供試体の底面、底面から高さ13cm、26cm、および表面に計4個の加速度計（許容1960gal）を設置する。加速度計と砂が一体となって振動するように、また加振中に加速度計の傾斜を極力避けるために4本のスパイクを設けたアルミ板上に固定し計測を行う。（図-2 加速度計）

(4) 供試体には油圧式2軸振動台により水平振動を加振する。入力加速度は50gal、100galと常に一定

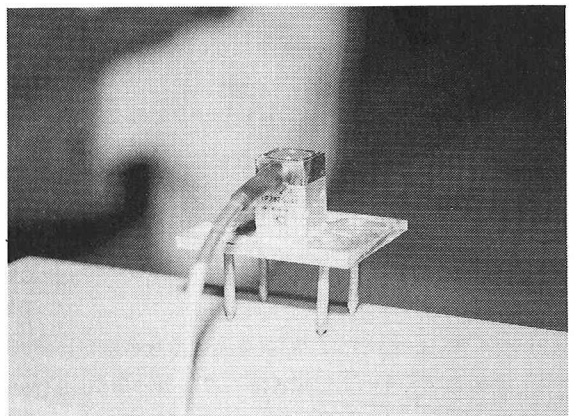


図-2 加速度計

にし、入力周波数を 0.2Hz刻みで10Hz～20Hzまで変化させながら、各周波数時の供試体のそれぞれの深さの応答加速度を約 2 秒間データレコーダーに収録する。また、入力周波数を変える際は、振動台を止めず連続的に加振を行い収録を行う。

(5)収録した加速度データの A/D変換を行う。A/D変換は、2 秒間のデータの中から任意の 0.5秒間を 1 ms間隔で行い、解析のデータを作成する。この時に電気的な高周波ノイズは除去することとする。

3. 結果および考察 図-3 は入力加速度が100gal時の 15.0Hz～20.0Hzまでの各深さにおける加速度応答倍率比である。底面から13cm、26cm、表面の順に応答比が大きくなっており、応答加速度が順に大きくなっていることが分かる。いずれの応答倍率も17Hz付近で最大値を示していることからこの点が共振点であることが明かとなる。

図-4 は、入力加速度を 50gal、100galとした時の供試体の応答加速度 A と振動台の入力加速度 A_0 の加速度応答倍率比 A/A_0 の変化を表したのもである。これより入力加速度が 50gal の場合の共振周波数は17.6Hz、最大応答倍率は1.49倍である。また、100gal の場合の共振周波数は17.0Hz、最大応答倍率は1.40倍である。入力加速度が 50gal では加速度応答比が共振点を過ぎると減少し続けているが、100gal では19.0Hz以降で増大の傾向を示している。これは二次共振点へのに移行のためと

考えられる。また、入力加速度が100gal に比べて 50gal の加速度応答比が他の周波数時より若干不連続な値を示している。これらの原因として考えられることは、各周波数において入力加速度を 50gal に合わせる際に、入力加速度が小さすぎため正確に一定の入力加速度が与えられなかったか、振動台を停止せずに入力周波数を変化させて計測を行ったために、供試体が十分な定常振動状態でなかったためとも考えられる。

一般に線形材料が振動した場合、共振時の振幅値は入力加速度と応答加速度に位相のずれが見られるが、本実験の非線形材料で構成された層状構造体では、大きな位相の差は見られなかった。しかし、共振点が17.6Hz、17.0Hzと入力加速度が大きくなるにつれて応答加速度のピーク値が低周波領域に移行しているのは明かであり、非線形振動の場合に見られるスプリングソフトニング現象を確認することができた。本実験では入力周波数を連続的に増加させたが、今後は入力周波数を連続的に増加・減少させた時に生じる非線形振動特有の共振点のずれや、入力加速度を 150、200gal とさらに大きくした場合の実験を考えている。

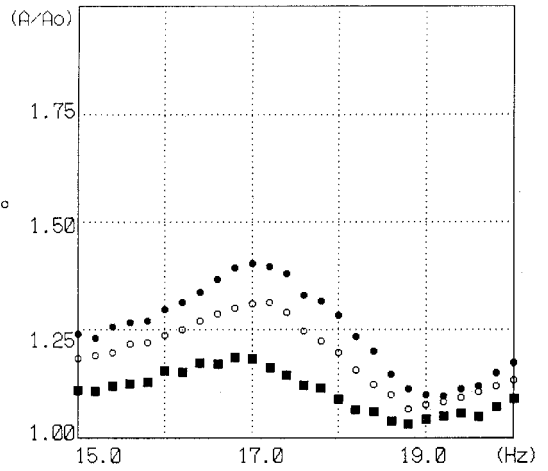


図-3 応答倍率比(100gal)

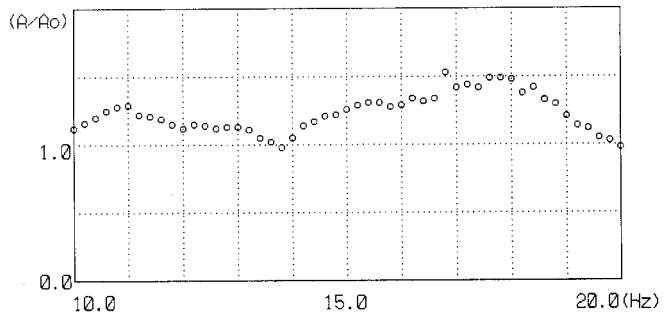


図-4 (A) 応答倍率比(50gal)

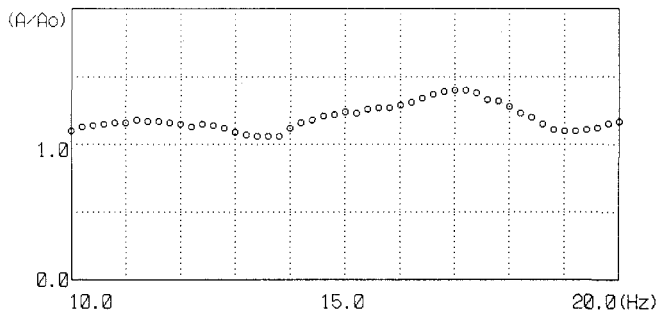


図-4 (B) 応答倍率比(100gal)