

I - B 54 層状構造体の層高さと応答加速度の関係に関する実験的研究

日本大学 学生会員 市川 宏之  
 日本大学 正会員 澤野 利章  
 日本大学 正会員 木田 哲量  
 日本大学 正会員 阿部 忠

1. はじめに

地震発生時の構造物の振動は、地盤の振動と深く関係があり、構造物の地震災害も地盤の性質と深く関わっていることが知られている。わが国に比較的多く分布している砂質土地盤は強制振動を受けると非線形の振動応答を示し、共振周波数の特定が困難であるなど、その振動応答は未知の部分が多い地盤条件である。

そこで本研究では砂質土層を想定した供試体の振動実験を行い、各入力加速度における共振周波数および供試体各部における応答加速度を測定・解析することにより非線形振動特有の現象を解明することを目的とする。

2. 実験概要

2-1. 供試体

砂質土層を想定した供試体を図-1に示す。供試体の構造は軽量溝型鋼を内側寸法300×300×10mmとなるように組み合わせた枠を直径15mmの鋼球をベアリングとして26段重ね、砂流出防止のために内側にゴムシートを貼付した型枠に砂を投入したものである。投入する砂は乾燥状態の標準砂を用い、砂層高さは十分に締固まった状態で400mmとし、応答加速度測定のために、砂層中心部の高さ10cm・20cm・30cm・40cmに加速度計を設置する。

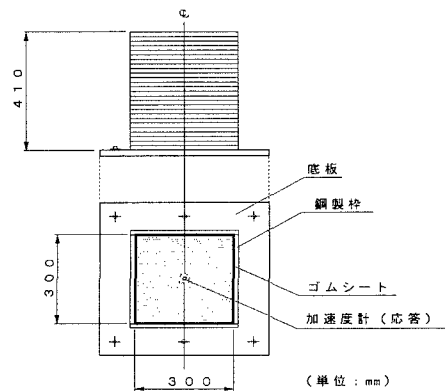


図-1 供試体

2-2. 実験方法

供試体を振動台上に固定し、水平振動させて供試体にせん断振動を生じさせる。このとき入力周波数を15Hz~35Hz間で0.2Hz間隔で増加および減少させたときの応答加速度を測定する。また、入力加速度は50・75・100・125・150galの5種類とし、それぞれ一定に保ちながら周波数を増減させる。

3. 結果および考察

表-1は各入力加速度における入力周波数増加時および減少時の周波数である。また、図-2、3は各入力加速度の入力周波数増加時および減少時の高さ40cmにおける応答加速度を示したものである。これらよりすべての実験条件において、応答加速度が急激に増加・減少するときに現れる非線形振動特有のジャンピング現象が確認できる。また、入力加速度が増加すると共振周波数が低周波へと移行するスプリングソフトニング現象も確認でき、供試体の非線形性が確認できる。

表-1 共振周波数

入力加速度	共振周波数	
	増加時	減少時
50 gal	29.4 Hz	27.0 Hz
75 gal	28.4 Hz	25.0 Hz
100 gal	26.4 Hz	22.8 Hz
125 gal	24.2 Hz	21.2 Hz
150 gal	21.0 Hz	19.6 Hz

入力周波数増加時と減少時の応答加速度の挙動を比較すると、ジャンピング現象付近の応答加速度の挙動に差異が認められる。また入力周波数増加時と減少時のそれぞれの挙動は、50galを除いて応答加速度

キーワード：非線形振動、振動モード

連絡先：〒275-8575 千葉県習志野市泉町1-2-1 TEL 0474-74-2460

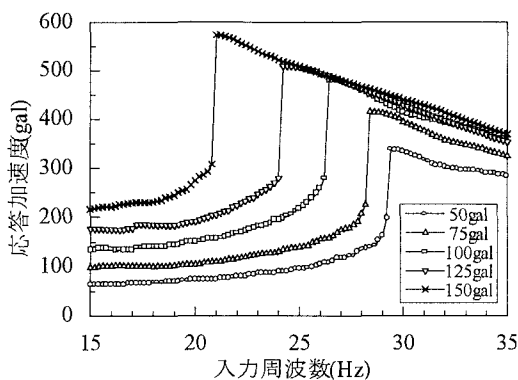


図-2 増加時応答加速度

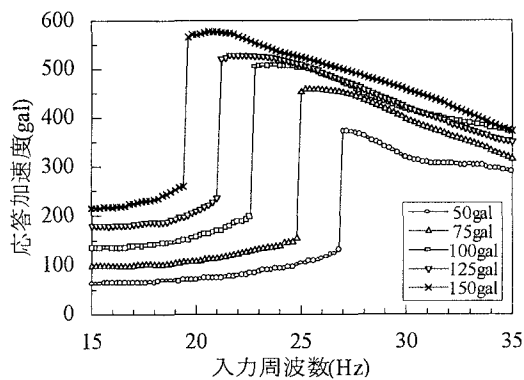


図-3 減少時応答加速度

はほぼ似た挙動を示しているが、50galにおいてはこれらの挙動とは少し異なる挙動を示していることがわかる。

ここで、砂層高さとの関係を解析するため150gal増加時に注目し、それぞれの砂層高さにおける入力周波数に対する応答加速度を図-4に示す。同図より、高さ20cm・30cm・40cmでは21.0Hzでジャンピング現象が発生し、そこが共振周波数となっていることがわかる。高さ10cmでは応答加速度に大きな変化が見られないが、最大の応答加速度を示している。また、共振周波数後の変化は高さ10cmでは23.0Hz、高さ20cmでは30.6Hzで応答加速度が入力加速度を下まわっており、高さ10cmの変化はすべての実験条件で確認できる。そこで、各実験条件における高さ10cmの応答加速度が入力加速度を下まわる周波数およびその周波数と共振周波数の差を表-2に示す。この周波数は50gal~150galへと減少傾向があることが認められる。共振周波数との差は、増加時より減少時の方が大きく、また増加時・減少時両方で50gal~125galまでは減少傾向が認められるが、150galではそれが認められず、入力加速度の変化との相関関係は確認に至らなかった。

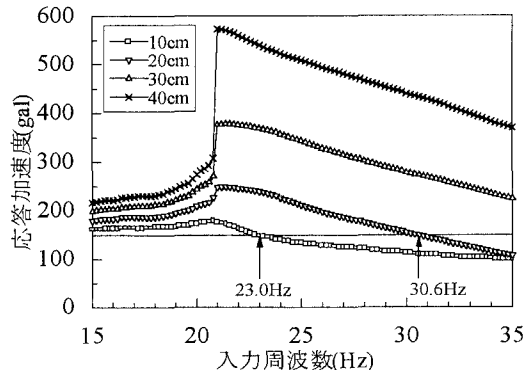


図-4 150gal増加時

表-2 砂層高さ10cmの応答加速度が入力加速度を下まわる周波数と共振周波数との差

入力加速度	増加時		減少時	
	周波数	周波数差	周波数	周波数差
50gal	33.4Hz	4.0Hz	33.2Hz	6.2Hz
75gal	30.4Hz	2.0Hz	29.4Hz	4.4Hz
100gal	28.0Hz	1.6Hz	26.4Hz	3.6Hz
125gal	25.8Hz	1.6Hz	24.2Hz	3.0Hz
150gal	23.0Hz	2.0Hz	23.4Hz	3.8Hz

ここで、砂層高さとの変化に注目するために150gal増加時の17.0・21.0・27.0・35.0Hzの砂層高さに対する応答加速度の変化を図-5に示す。周波数が21.0Hz~35.0Hzへと変化する間に高さ20cm~40cmの応答加速度はほぼ同じ割合で減少しているが、高さ10cmの応答加速度の減少の割合は異なっていることがわかる。この高さ10cmの応答加速度の変化は振動モードの変化によるものであり、共振周波数21.0Hzを境界に振動モードが1次から2次へと変化する過程を見ることができる。

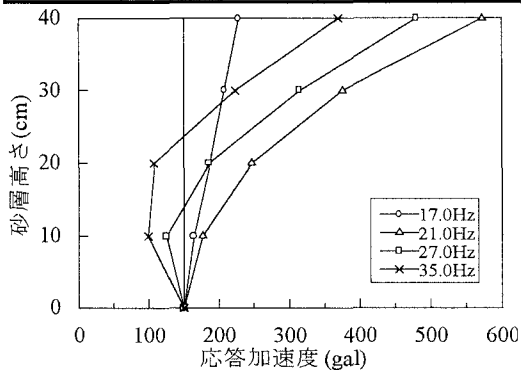


図-5 150gal増加時の高さとの応答加速度の関係