

III-272

大型せん断土槽における模型地盤のせん断振動特性について

大林組技術研究所 正会員 ○松田 隆、後藤 洋三

1. はじめに

地盤や基礎・地中構造物を対象とした振動台実験に際し、内部地盤の挙動を拘束しない側壁構造を有するせん断土槽が多く用いられている。この土槽の可撓境界が模型地盤の振動に与えている影響を把握しておくがせん断土槽実験の結果の解釈、あるいは、実験を対象とした数値シミュレーション解析の実施の上で重要となる。そこで本論では、大型のせん断土槽を用いた地盤のみの振動台水平加振実験結果のうち、模型地盤内の平面的な振動分布の均一性や鉛直動成分の水平動成分に対する比率に注目することによって、

理想的なせん断振動の再現性に関する検討を行なった。

2. 実験方法

実験に用いた大型せん断土槽 ($L=4.35\text{m}$, $W=2.85\text{m}$, $h=2.07\text{m}$) の断面および計測配置を図-1に示す。この土槽は角形鋼管製の段枠をステンレス製の板ばねで支持する構造である。板ばねの目的は、加振軸直角方向および上下方向の制振である。

地盤材料は珪砂（最大粒径 0.84mm 、均等係数 1.36 ）を使用し、振動台にて締め固めた密な模型地盤（相対密度 86% ）を実験に供した。この時、平均的な単位体積重量は 1.56t/m^3 であった。

実験ケースは、通常の大気圧下の地盤を用いた(P0)と、模型地盤

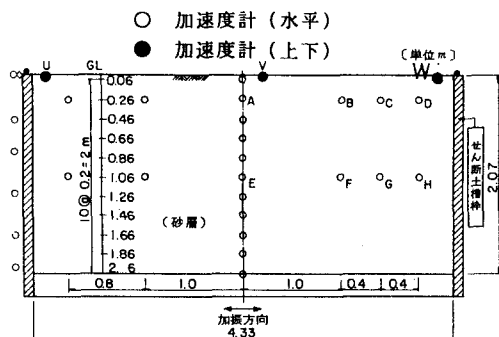


図-1 大型せん断土槽（計器配置）

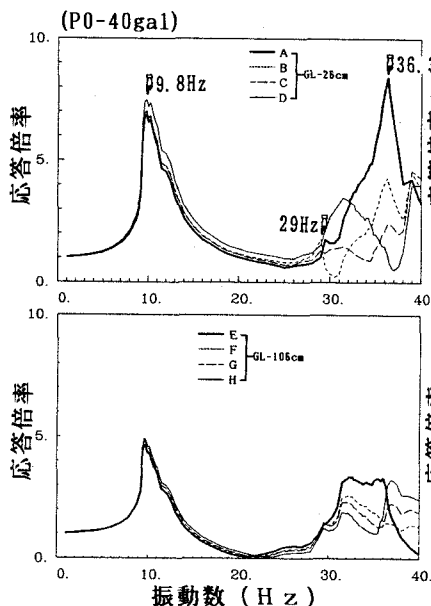


図-2 共振曲線 (P0-40gal)

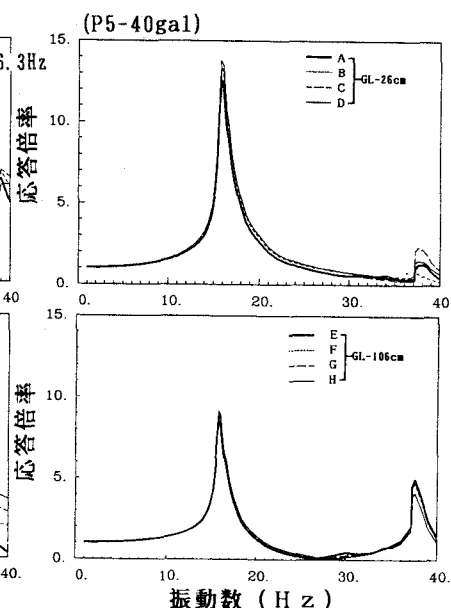


図-3 共振曲線 (P5-40gal)

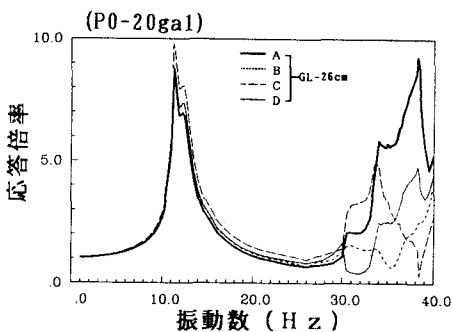
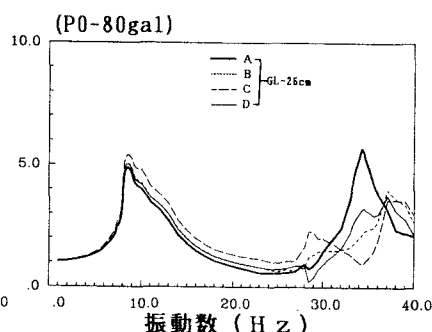


図-4 共振曲線 [入力強度の影響] (P0)



地表面から 5t/m^2 の付加載圧（空気圧を利用）を載荷された状態の地盤を用いた（P5）である。加振方法は正弦波による水平加振とし、振動数範囲 $1 \rightarrow 40\text{Hz}$ 、振動台加速度振幅 $20 \cdot 40 \cdot 80\text{gal}$ 一定の共振実験とした。

3. 実験結果

ケース（P0-40gal）のGL-26cm及びGL-106cm位置の共振曲線を図-2に、同じくケース（P5-40gal）のそれを図-3に示す。図中の各線は同一深度で平面位置の異なる測点の応答を示したものである。（P0-40gal）の場合、約 28Hz 以下の振動数領域における共振曲線の一致度は良好であり、1次ピークを含むかなり広い振動数範囲での平面的な一様性が確認できた。（P5-40gal）の場合、約 34Hz 以下での一致度が良好となり（P0-40gal）の場合の振動数領域より広がっていることがわかる。図-4に（P0-20gal）及び（P0-80gal）の共振曲線を示す。この図から、（P0-40gal）とほぼ同様の振動数領域での平面的な一様性がみられる。1次の共振振動数および応答倍率は入力強度の増大の影響を受け低下しているのに対して、平面的一様性を示す振動数領域は入力強度の影響をほぼ受けていない。

地表面の上下動成分に関する共振曲線を図-5に示す。端部測点U、Wの振幅は中央部測点Vに比し大きく、水平動の共振振動数 9.8Hz で顕著となる。しかし、平面的一様性が確認できた約 28Hz 以下の振動数領域における上下動振幅は入力（水平動）の 0.5 倍以下であり、特に、1次ピーク以下では無視し得るものである。また、中央部Vでの振幅は極めて小さいことから、上下動に関しては水平せん断振動を阻害する振幅値は生じていないと言える。

図-6に共振時の振動モードを示す。③- 9.8Hz では模型地盤全域に渡り典型的なせん断1次モード形状を示し、⑥- 29Hz ではせん断2次モード形状を、③- 36.3Hz では地盤中央部と土槽側で異なる振動分布を示す複雑な形状をしている。

高振動数領域において平面的な一様性が無くなる現象を解析的にみってみる。ここでは現象の定性的な傾向を把握するに留めるものとする。ことから、解析手法は土槽の可撓壁を含めてモデル化した2次元FEMの線型周波数応答解析を用いた。図-7はGL-26cm位置の共振曲線を示すもので、実験結果と同様に2次ピークの前から平面的な一様性が無くなること、3次ピークは地盤中央部での振幅が大きくなることなどがわかる。

4. おわりに

大型せん断土槽内の模型地盤の振動台実験から、ほぼ2次ピーク前の振動数範囲において理想的なせん断振動を再現性していること、上下動に関しては水平せん断振動を阻害する振幅値は生じていないこと、高振動数領域においても土槽の可撓壁を含めてモデル化することによって解析的に振動特性を把握することが可能であること、などが分かった。

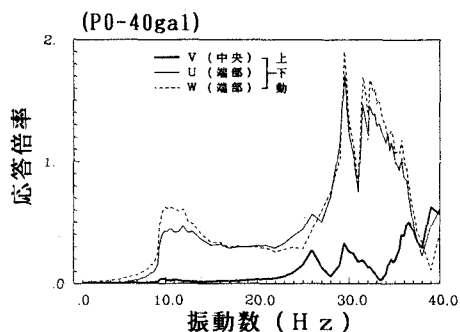


図-5 共振曲線〔上下動〕（P0-40gal）

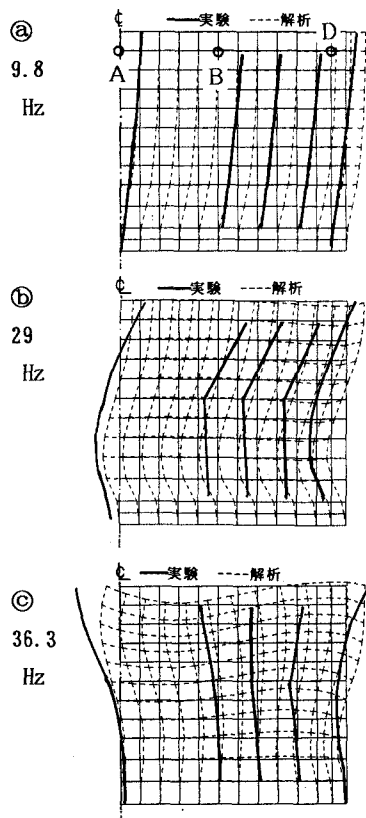


図-6 振動モード

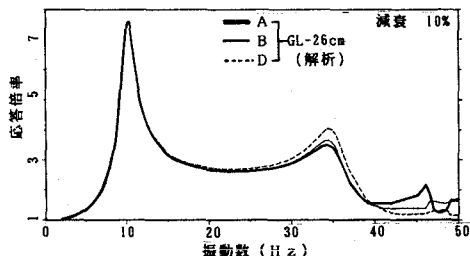


図-7 数値解析における共振曲線