

(I - 39) 地震時におけるケーソン基礎の滑動現象に着目した振動台模型実験

小野田ケミコ (株) 正員 細川 雅人
建設省土木研究所 正員 大塚 久哲

1. まえがき

地震動によるケーソン基礎と地盤間に生じる滑動現象の定性的なメカニズムの把握を目的とし、以下の項目に着目して振動台を用いた模型実験を行った。

- 1) 応答加速度と入力加速度および入力振動数の関係
- 2) 滑動量と入力加速度および入力振動数の関係
- 3) 摩擦係数と応答加速度および滑動量の関係
- 4) ケーソン基礎の大きさおよび形状と応答加速度の関係

なお、紙面の都合上、今回は上記の内 1), 2), 3) について報告する。

2. 実験装置、測定方法および入力波形

図-1 に実験装置の概要図を示す。また、表-1 に実験に用いた4種類のモルタル製ケーソン模型の形状寸法と、テフロン板および塩ビ板製の地盤模型との対応する静止摩擦係数を示す。

入力加速度および応答加速度は、振動台およびケーソン模型に超小型加速度計を取り付けて測定した。また、変位については振動台、ケーソン模型および固定点に測点を設け、ビデオカメラにて撮影記録し、画像解析装置で処理を行った。

入力加速度波形には、正弦波を用い、振動数は、ビデオカメラのサンプリング間隔、1/60秒を考慮し、3Hz, 5Hz, 10Hzとした。また、入力加速度の最大値は、ケーソン模型が滑動すると予測される加速度の前後を含むように、静止摩擦係数を考慮して200gal~800galに変化させた。

加振方向については、水平1方向とした。

3. 実験結果と考察

図-2 に入力加速度、応答加速度、絶対変位および相対変位(ケーソン模型の振動台に対する相対変位)の時刻歴波形の一例として、円柱体大模型、テフロン板、入力振動数3Hzの場合を示す。入力加速度の最大値は520galであるが、応答加速度は210gal付近でピークカットされフラットな部分(以下この加速度を滑動加速度と呼ぶ)が見られる。これは、入力加速度レベルがある一定値を超えるとケーソン模型が滑動状態にあることを示している。絶対変位においては、応答波形は、ほぼ一定の振幅を描きながら1方向にシフトしている。このシフトについては入力動の微妙なかたより、地盤模型板の摩擦係数の不均一などの要因が大きいと考えられる。変位振幅のみに着目すれば、応答変位振幅は入力変位振幅の約50%の値となっており、一種

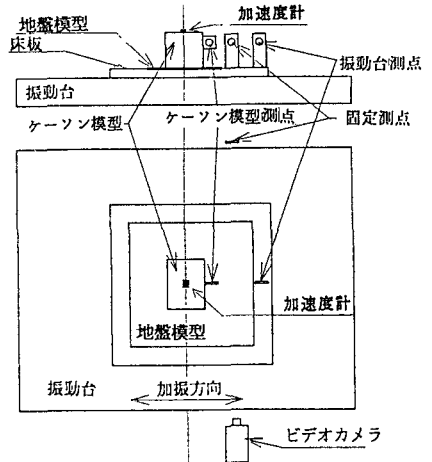


図-1 実験装置概要図

表-1 ケーソン模型形状寸法と静止摩擦係数

ケーソン 模型種類	高さ h(cm)	直径 φ(cm)	加振方向 幅 b(cm)	基礎幅 l(cm)	接地面積 A(cm ²)	重量 W(kg)	静止摩擦係数 テフロン板 塩ビ板
円柱体大	30.0	41.5	—	—	1352.0	86.5	0.24 0.49
円柱体小	20.0	27.6	—	—	598.0	27.0	0.24 0.48
直方体大	30.0	—	30.0	45.0	1350.0	87.0	0.24 0.57
直方体小	20.0	—	20.0	30.0	600.0	27.0	0.26 0.58

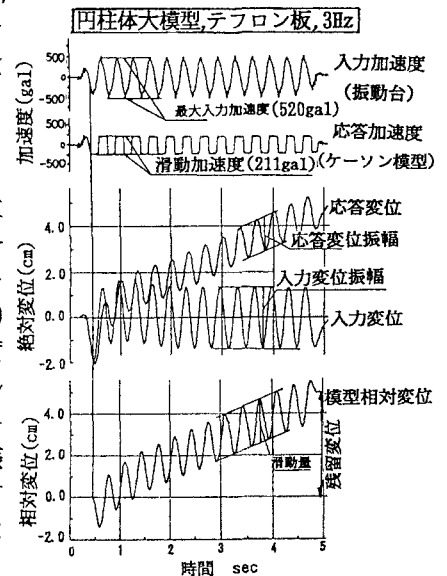


図-2 時刻歴波形

の免振効果的な現象が見られる。ケーソン模型の相対変位についても同様に、ほぼ一定の変位振幅（以下滑動量と呼ぶ）を描きながら1方向にシフトしている。

図-3に振動数をパラメータとした場合の、最大入力加速度と滑動加速度の関係の一例を示す。滑動加速度は、最大入力加速度および入力振動数にかかわらずほぼ一定である。

図-4に振動数をパラメータとした場合の、最大入力加速度と滑動量の関係の一例を示す。各振動数共に、入力加速度が240galを超える付近から滑動が発生し、その後は、入力加速度が大きくなるほど滑動量は増加する。また、最大入力大加速度が同程度であれば、振動数が大きいほど滑動量は減少する。

図-5に摩擦係数をパラメータとした場合の、最大入力加速度と滑動加速度の関係を示す。滑動加速度は、テフロン板は、200gal、塩ビ板では、390galのはほぼ一定値であり、摩擦係数が大きいほど、滑動加速度は大きくなっている。また、滑動加速度より算定される円柱体小模型と、テフロン板および塩ビ板の動摩擦係数は、それぞれ、0.20および0.40であり、静止摩擦係数の約80%の値となっている。

図-6に摩擦係数をパラメータとした場合の、最大入力加速度と滑動量の関係を示す。同程度の最大入力加速度であれば、摩擦係数の低いテフロン板の方が滑動量は大きい。

4. おわりに

今回のケーソン基礎の振動台模型実験において以下のことが確認された。

- 1) 応答加速度は、ある一定の加速度(滑動加速度)でピークカットされ、その加速度は入力加速度の大きさ、振動数にかかわらず一定であり、静止摩擦係数に支配される。
- 2) 滑動量は入力加速度の大きいほど増加し、入力振動数にはほぼ逆比例する。
- 3) 滑動加速度は、摩擦係数が大きいほど増加し、滑動量は、入力加速度が同程度であれば摩擦係数が大きいほど小さい。

今回の報告は、限られた振動数領域の正弦波を入力波とする水平1方向の加振によるものとなったが、現在、地震波入力による水平上下2方向加振による実験を継続しており、次の機会に報告をする予定である。

なお、本実験の報告は、著者の1人である細川が、建設省土木研究所の部外研究員として行った成果の一部をまとめたものである。また実験では、岐阜高専土木工学科の松久明弘さんに御協力いただいた。深く感謝の意を表したい。

【参考文献】1) 藤野, 佐々木, 伯野: 地震動による物体のすべりについて, 地震研究所彙報, Vol. 53, 1978 2) 谷, 高橋, 竹内ら: 露出した沈埋トンネルの地震時挙動・その1(実験検討), 土木学会第47回年次学術講演会概要集, 1-9, 1992

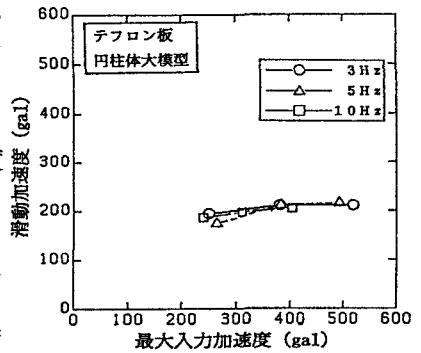


図-3 最大入力加速度と滑動加速度

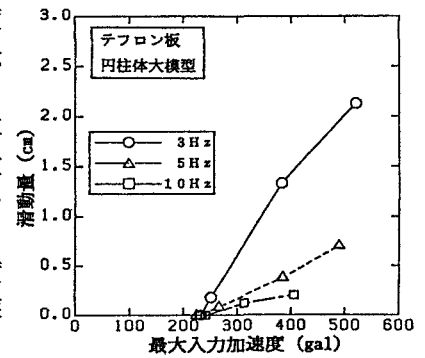


図-4 最大入力加速度と滑動量

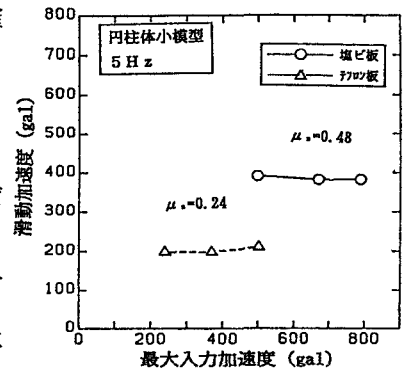


図-5 最大入力加速度と滑動加速度

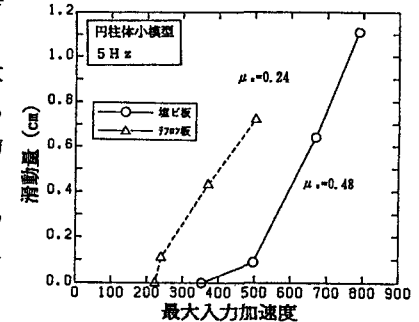


図-6 最大入力加速度と滑動量