

I-520

海洋構造物の地震時挙動（その1）

— 模型振動実験の概要 —

(株)間組技術研究所 正会員 新井伸夫

(株)間組技術研究所 正会員 松原勝己

(株)間組技術研究所 正会員 浦野和彦

1. まえがき

ウォーターフロントの再生論や都市空間の再開発論を背景に、海洋空間利用に関するコンセプトの創造が各所ですすめられている。そして、それらに基づいて、港湾地区の再開発や臨海部の総合整備、沖合人工島構想などのプロジェクトの創出が行われているところである。一方、これら各種プロジェクトを推進していくうえで検討すべき技術課題は多岐にわたっており各方面で研究開発が進められているが、中でも、それらプロジェクトを構成する種々の構造物の耐震安定性の検討・評価技術の確立は、重要なこととなっている。沖合人工島などを構成する着定式構造物に対しても耐震安定性の検討は重要であり、特に地震時の滑動を評価する技術の確立が必要となっている。これまでにこの点に着目して行われた研究としては、金谷他¹⁾、山本他²⁾などがあり、それらの実験により滑動開始加速度の評価や滑動時の免振効果（応答加速度、動水圧の低減）の確認といった滑動挙動の把握が試みられてきた。ただし、それらの実験における模型地盤としては、岩のブロックやシリコンゴムといったものが用いられていた。

そこで、ここでは、着定式海洋構造物の地震時挙動に関し、地盤との相互作用をより現実に近い形で検討することを目的として、構造物を設置する模型地盤をせん断土槽を用いて作成し、振動台による加振実験を行った。以下に、この実験の概要と得られた結果について述べる。

2. 実験の概要

実験装置の概略の構成を図-1に示す。振動台の上にせん断土槽（内寸：幅60cm、長さ120cm、高さ25cm）を設置し、その周囲に水槽（幅100cm、長さ200cm、高さ20cm）を置いて海域を模擬した（水槽は、振動台とは独立した架台上に設置し、せん断土槽の天端と水槽の底面は同一レベルとなるようにした）。土槽と水槽の間はビニールシートでつなぎ、振動台では土槽のみを加振するようにした。また、実験時、構造物模型によって生じる波が水槽の壁に反射し模型の挙動に影響を及ぼすことを防ぐため、水槽の壁に沿って消波装置（スタイロパックを袋に詰めたもの）を設置した。

模型地盤は、豊浦標準砂を水中落下法を用いてせん断土槽中に散布することで作成した。実験の対象としたのは、図-2に示す3種の地盤である。このうち、「しめかため」地盤とは相対密度が70%程度のものを想定し、具体的には振動台により加振することで作成した。「ゆるづめ」地盤は、相対密度40%程度のものとし、厚さを5cmとした。

また、構造物模型としては、次の2つのグ

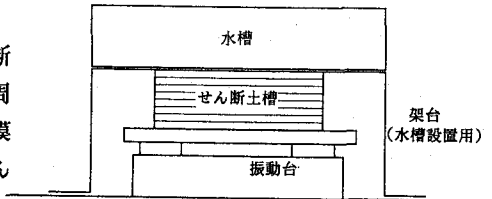


図-1 実験装置の構成
（紙面に垂直な方向に加振）

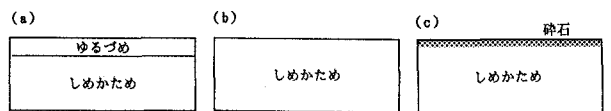


図-2 実験に使用した模型地盤

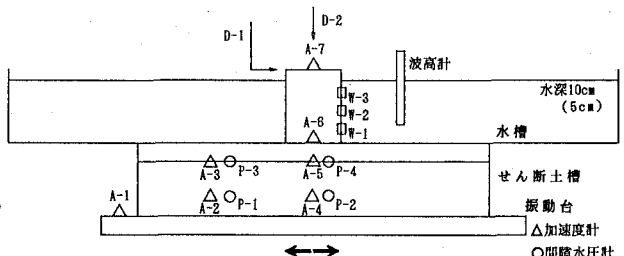


図-3 計測器の配置

ループのものを検討対象とした。

グループ①：円柱模型(直径10cm、高さ12cm)、角柱模型(底面は一辺10cm、高さ12cm)、堤防型模型(幅10cm、長さ60cm、高さ12cm)

グループ②：円柱模型(直径25cm、高さ6.5cm)、角柱模型(底面は一辺25cm、高さ6.5cm)

グループ①の模型(実構造物の1/100と想定)については、水深を10cmとし、加振周波数を1Hzから20Hzまで1Hz毎に変えて動水圧の測定を行った。グループ②の模型は、直径100m(または一辺100m)、高さ26mの着定式構造物の1/400模型を想定しており、水深を5cm(実構造物においては20m)として、図-2の3種類の地盤に対する挙動の差異の把握を試みた。この実験では加振周波数を20Hzと38Hz(模型地盤の1次固有周波数にほぼ相当)に設定した。グループ①模型を用いた実験の際の計測器配置を図-3に示す。水平変位の計測には非接触型変位計を使用している。

なお、ここで想定した実構造物の接地圧はすべて $5t/m^2$ とし、この値からフルードの相似則に従い模型の重量を決定した。また、重心は、構造物の中心に設定している。

3. 実験結果

1/400円柱模型を用い模型地盤(a)(図-2参照)に対して行った実験の結果を図-4に示す(加振周波数は20Hz)。この図から、まず、加振によりゆるづめ地盤が液状化し、そのため構造物模型にせん断力が伝わらなくなるという現象が起こっていること、その際構造物模型は沈下していることがわかる。また、しばらく加振を継続すると過剰間隙水圧が徐々に低下し、沈下の進行が停止するころ(過剰間隙水圧がほぼ0に戻るころ)から構造物模型が再び振動していることが見てとれる。この現象は、液状化したゆるづめ地盤が加振開始後6~7秒の時点より、その層の下部から徐々にしめかたまっていくこと(そのためP-4位置の過剰間隙水圧は徐々に低下する)、表層付近ではしめかたが表層に及ぶまで(そのとき沈下現象は停止)構造物模型にせん断力が伝わらない状態が続くこと、の2点を考えあわせれば定性的には理解されると思われる。

次に、同じ模型を模型地盤(c)上に設置し行った実験の結果を図-5に示す(加振周波数38Hz)。この実験では構造物模型は滑動を起こしておりそのため模型に生じる加速度が低下していることが見てとれる。

4. あとがき

振動台実験の結果について、若干の考察を試みた。今後は、ここに述べた結果も含め実験結果の詳細な分析をすすめ、着定式海洋構造物の地震時挙動を明らかにしていきたいと考えている。

<参考文献>1)金谷・他：水中構造物の地震時滑動に関する振動台実験、第23回土質工学研究発表会講演概要集、pp.983~984、1988年。2)山本・他：海洋構造物の地震時滑動に関する実証的研究、海洋コンクリート構造物の設計・建造に関するシンポジウム講演概要集、pp.213~224、1990年。

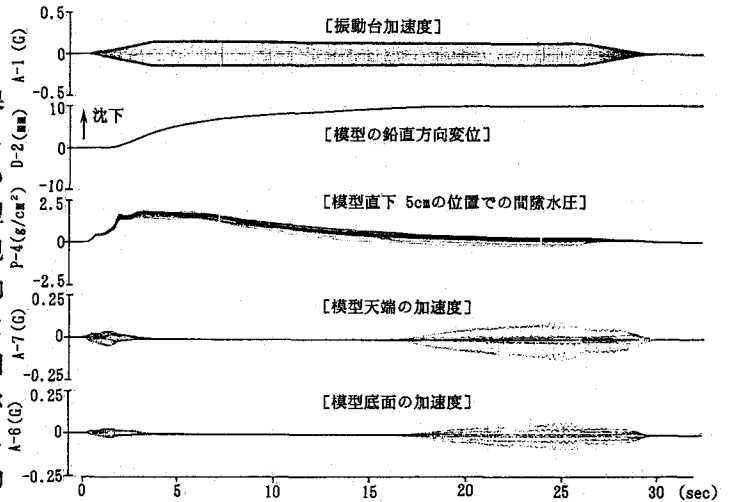


図-4 円柱模型(1/400)の加振実験結果(ゆるづめ地盤)

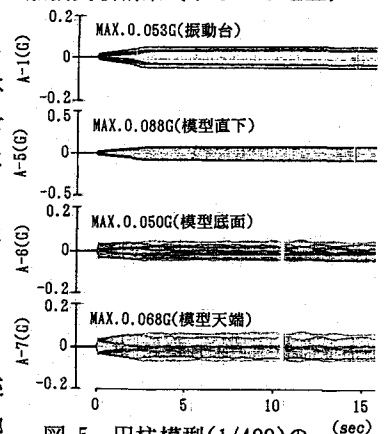


図-5 円柱模型(1/400)の加振実験結果(碎石)