

I-507

原子炉緊急冷却用水路の地震時挙動に関する実験的研究

埼玉大学工学部 正会員 渡辺 啓行
埼玉大学大学院 学生員 末広 俊夫

1. はじめに

筆者らは、前回の報告で地中埋設ダクト構造物の動的解析手法を提案したが、同様の趣旨で今回は模型振動実験を行ったので、ここに報告する。

2. 実験概要

本実験は図-1に示すような軟質地盤中にあり、非岩着形式の原子炉緊急冷却用水路を想定してある。

①実際の地盤のせん断振動をできるだけ正確に再現するために土槽の壁が地盤と一体となって変形するように工夫された、せん断土槽(図-2)を用いた。

②模型地盤の材料として、準標準砂と言われる岐阜砂を用いた。地盤の形成は、数層に分けてその都度振動台を振動させ十分な締め固めを行った。砂の物理特性を表-1に、粒径加積曲線を図-3に示す。

③ダクト模型の設計に当たり、香川の提案する相似則を用いた。この相似則は重力の加速度を変えることのできない振動台実験に適しており、さらに本実験のような大変形を伴わず土の非線形物性が問題となる水平地盤の振動問題などに適している。この相似則により弾性率を考慮し、ダクト模型の材料としてアクリルを用いることにした。ダクトの剛性による影響を調べるために相似模型(Case 2)の他に、断面を小さくした模型(Case 1)とダクトの慣性力が極端に大きい場合を想定して、鋼鉄の模型(Case 3)の3種類を用いた(図-4)。さらに、ダクトの上載土の影響を調べるために3種類の模型について各々上載土のある場合と、ない場合についても実験を行った。また、アクリル製のため表面が非常に滑らかであって地盤との接触条件が現実とかなり異なるので、粗度を増すために地盤材料と同じ砂を全表面に一樣に付着させた。

④地盤-ダクト系の基本的応答を調べるために正弦波を入力し共振実験を行った。加速度を一定とし振動数を1 Hz刻みで上昇させ、相似則より推定した模型地盤の固有振動数(24 Hz)を含むように、4~50 Hzの範囲で行った。地盤材料が低拘束圧の砂であることから、砂の動的物性のひずみ依存性が現れると考えられるので入力加速度を50, 100, 150, 200, 300 galとして各々のケースについて行った。

⑤本実験では図-5に示すようにセンサーを配置し、地盤の加速度(AC-1~3)、ダクトの加速度(AC-M)、ダクト壁面の土圧(EP-1~5)の計測を行った。土圧計はダクトの外にはみださなように内部にはめ込んである。

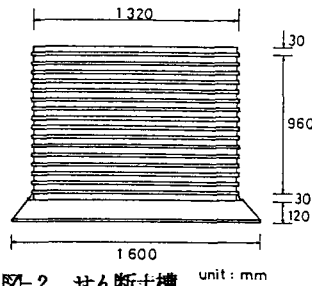


図-2 せん断土槽

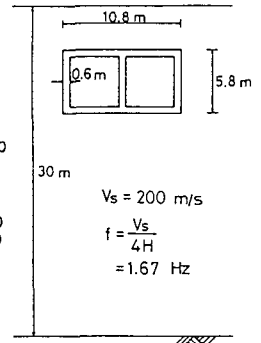


図-1 実規模地盤-ダクト系

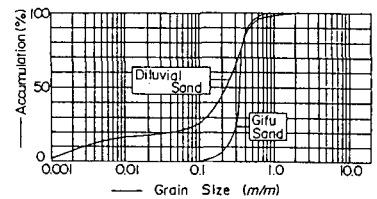


図-3 砂の粒径加積曲線

表-1 砂の物理特性

真比重	2.643
レキ分(%)	0.0
砂分(%)	99.0
シルト分(%)	1.0
粘土分(%)	
最大粒径(mm)	0.84
60%径(mm)	0.350
30%径(mm)	0.310
10%径(mm)	0.220
不均係数	1.59
曲率係数	1.25
統一分類	SPu
最大間隙比	1.125
最小間隙比	0.717

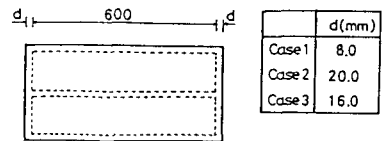


図-4 ダクト模型

Case 1, 2 はアクリル製
Case 3 は鋼鉄製

3. 実験結果

①ダクトのない状態での自由地盤の応答特性を把握するために正弦波入力による共振実験を行った。その結果、図-6のように応答値が入力加速度レベルに対して強い非線形性を示し、また、せん断剛性 G 、減衰定数 h がひずみ依存性

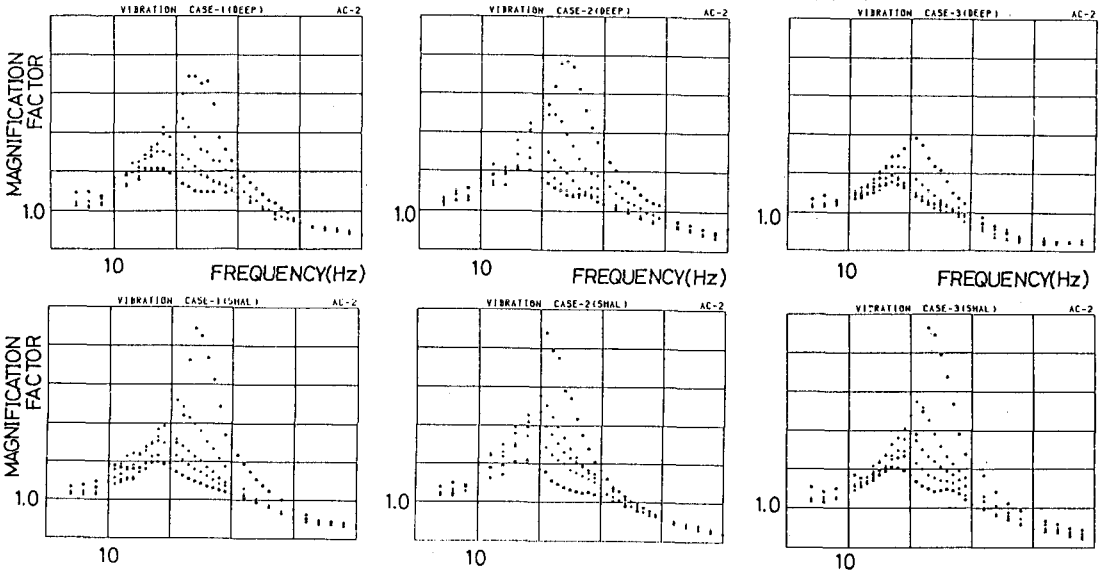


図-5 センサーの配置

図-6 各ケースの共振曲線 (AC-2)

を示すことを確認した。

②地盤-ダクト系の加速度応答をみると、Case1とCase2はかなり類似しており、上載土のある場合とない場合とでも著しい違いはみられない。しかしCase3についてみると、上載土のある場合には応答がかなり小さくなっていることがわかる。また、加速度振幅を角振動数の2乗で割って変位振幅を求め、深さ方向および入力加速度レベルで変形モードをみると（図-8）、Case1, 2とCase3とで違っていることがわかる。

③上載土のある場合、ダクトの慣性力と上載土の慣性力の比 α と共振時の動土圧の片振幅との関係をみると（図-8）、下に凸な形状を示している。このことから、実構造物が満水のときの α を推定すると0.3となり、動土圧は増加する方向にあると考えられる。

4. おわりに

今回の実験から得た結果について詳細に検討するために数値シミュレーションを行い地盤-ダクト系の地震時挙動を解明する予定である。また、細かい実験結果については当日発表する予定である。

〔謝辞〕本実験を遂行するにあたり、前埼玉大学教授 久保慶三郎先生と埼玉大学助教授 川上英二先生に貴重な御助言を頂きました。また当時卒研究生の丸楠暢男氏と近藤祥生氏には多大な助力を頂きました。記して感謝致します。

参考文献

- 1) 香川 崇章 土構造物の模型振動実験における相似則 土木学会論文報告集第275号1978年7月
- 2) 国生 剛治 土の動的変形特性と地盤の非線形振動応答 電力中央研究所総合報告No. 301 (1982年)

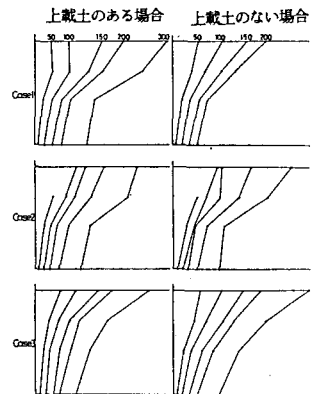


図-7

各ケースの変形モード

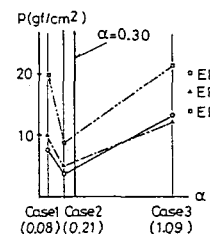


図-8 動土圧-慣性力関係