

I-B 411 杭基礎を有する地中ダクトの地震応答特性に関する研究

埼玉大学大学院 学生員 坂本 賢吾
基礎地盤コンサルタンツ 正会員 鶴見 哲也
埼玉大学工学部 正会員 渡辺 啓行

1. 目的

土構造物の形状等による振動性状ならびに地震時の破壊現象の特性を把握するために模型振動実験が行われている。実際の土質材料を用いて破壊特性を調べる実験が近年多く行われており、加えてこの実験は破壊特性を調べるのみならず材料の非線形性に伴う振動特性をも把握するものである。本論文では、地盤の3次元非線形動的応答及び、近年数多く建設されているダクトなど線状構造物の動的応答特性を定性的に知ることとする。また模型振動実験により、①地盤の非線形応答特性を定性的に把握すること、②地盤の非線形応答が埋設された模型構造物に及ぼす影響を把握すること、③杭基礎がダクトならびに周辺地盤の応答に及ぼす影響を及ぼすかを把握すること、④上載土の量の違いにより構造物ならびに周辺地盤の応答に及ぼす影響を及ぼすかを把握すること、を目的としている。加えて2次元FEM解析を行い実験結果をどの程度模擬できるかを検討した。

2. 模型振動実験

本実験は中部電力碧南火力発電所放水路を対象としている。昨年実構造物の縮尺1/40の相似モデルの実験が既に行われており、今年はダクトの剛性差による影響の比較検討のためにダクトの板厚を1/2としたWeakモデルをアクリル材を用いて作成した。振動台上に16枚の軽量形鋼矩形枠をボールベアリングを介して重ねその内側と外側にゴム膜を貼ったせん断土槽内に構造物模型ほか、計測機類を埋設した。実験は、水平方向正弦波50gal, 100gal, 200gal入力による共振実験とし、自由地盤と共に基礎形態、上載土量を変えた計6ケース、Deep6Hz~40Hz、Shallow10Hz~50Hzの範囲で変化させ、尚、共振振動数付近では1Hz刻みで測定した。

3. 実験結果

実験から得られた結果を要約すると次のようになる。

①本実験では非線形性が顕著に現れていることを示した。②図.1より自由地盤と杭基礎のダクトを深く埋設した地盤を比較したとき深部地盤で地盤の増幅が大きくなり、自由地盤と直接地盤支持のダクトを埋設した地盤を比較したときダクト埋設位置で地盤の増幅が大きくなる。これはダクト埋設位置で速度インピーダンス比が低下したためと考えられる。

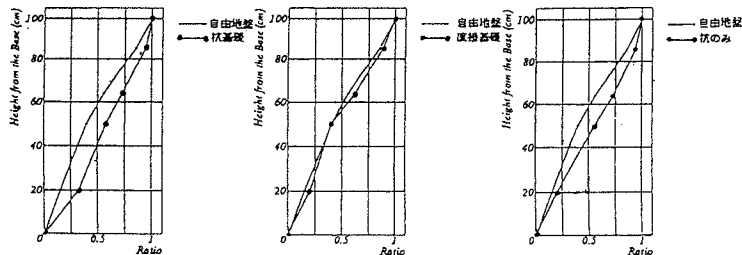


図.1 Deepにおける自由地盤と他のケースの基準化した地盤加速度応答パターン

③Weakモデルでは側壁動土圧にダイレタンシーの影響はあまり現れなかった。これはせん断変形に伴う土圧がダイレタンシーによる土圧よりも大きく現れたからといえる。④図.2より直接地盤支持のダクト側壁に生

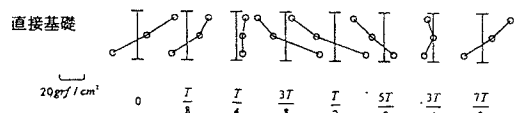


図.2 Deepにおけるダクト側壁に生じる動土圧の時刻歴分布

じる動土圧の応答は側壁上部で引張（圧縮）の時刻において側壁下部で圧縮（引張）を示し渡辺・末広理論と一致する。そして図.3、図.4より杭基礎のダクト側壁に生じる土圧分布は側壁中央付近で最大になる傾向にあるといえる。

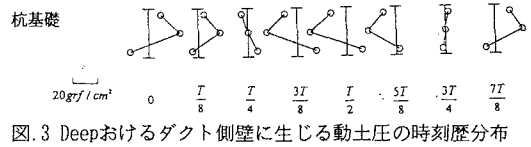


図.3 Deepにおけるダクト側壁に生じる動土圧の時刻歴分布

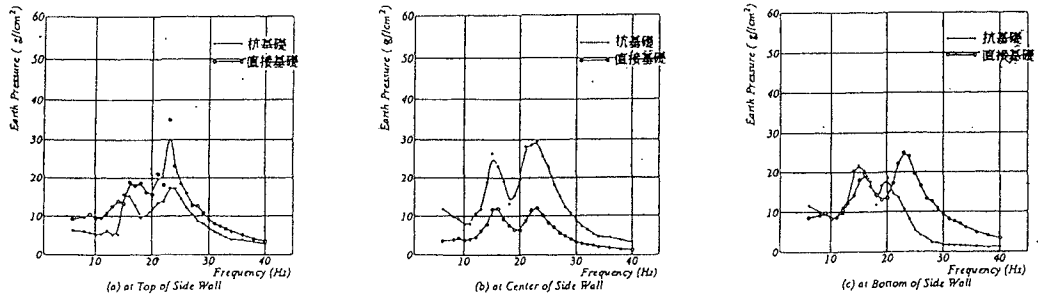


図.4 DeepにおけるWeakモデルのダクト側壁に生じる動土圧

⑤ダクト側壁に作用したせん断力は基礎形態が違っていても同程度であるが、ダクトの剛性が違う場合は地盤あるいは杭からのせん断力を支持する度合いが異なるために、Weakモデルよりも相似モデルのほうが応答が小さくなるといえる。⑥杭のみの応答と杭基礎のWeakモデルでの杭の応答が似ていることから杭の挙動はKinematicであり、ダクトから杭に及ぼす影響つまりInertialな相互作用は顕著には現れなかった。

4. 2次元FEMによる数値解析

解析方法は実験結果が地盤の非線形性が顕著に現れていることから、まず等価線形解析を行った。次に地盤の塑性を考慮しない線形解析も行った。等価線形解析では実験値の板厚を1/5、1/2、1、2、5倍としたケースの直接地盤支持のダクトに対して行い、線形解析では実験値の板厚を1/5、1/2、1、2、3、4、5倍としたケースの直接地盤支持のダクト、杭基礎ダクトに対して行った。なお、両解析ともダクトを浅く埋設したShallowケースと深く埋設したDeepケースに対して行った。

5. 解析結果

解析から得られた結果を要約すると次のようになる。

①直接地盤支持のダクトにおいての加速度応答と自由地盤のものとを比較すると解析結果は実験結果を良くシミュレートできた。②直接地盤支持のダクトの側壁にかかる土圧はDeepケースにおいて、側壁上部の土圧応答が引張（圧縮）の時刻において、側壁下部の土圧応答は圧縮（引張）の応答を示している。これも実験結果を良くシミュレートできたと言える。③等価線形解析による結果と線形解析による結果が加速度応答、側壁にかかる土圧とも同じようになった。これにより、線形解析は等価線形解析を代替できると判断した。④杭基礎ダクトの結果は、奥行き方向単位厚さで解析すると実験を良くシミュレートできないということが知られているので奥行きをもたせる3次元効果を考慮する解析を行ったが結果は加速度応答、側壁にかかる土圧ともあまり良いものではなかった。今後の課題としては、奥行き関係を明確とし、ダクト・杭・地盤の動的相互作用をいかにして表現することかである。

参考文献

- 1) 渡辺啓行・末広俊夫：地中ダクトの側壁動土圧に関する実験的検討，土木学会論文集No. 4321-16, pp. 155-163, 1991. 7
- 2) 渡辺啓行・末広俊夫：数値実験による地中ダクトの動的水平直土圧の評価，土木学会論文集No. 4321-16, pp. 165-174, 1991. 7
- 3) 渡辺啓行：地中ダクトの地震時動土圧の理論，土木学会論文集No. 4321-16, pp. 185-194, 1991. 7