

電力中央研究所 ○(正)当麻純一, (正)国生剛治, (正)岩橋敏広, (正)大友敬三
東京電力 (正)片平秀樹, 東電設計 (正)丹羽 顯

1. はじめに

本報告は、軟質な砂質地盤中に非岩着形式で構築される鉄筋コンクリート製地中埋設ダクトの横断面方向を対象として、実規模の約 $1/20$ の縮尺で地盤・ダクト系の模型振動実験を行い、ダクトの埋設深さによる振動荷重や躯体ひずみの違い、地盤の非線形振動がダクトの応答に及ぼす影響などについて考察したものである。

2. 実験方法

2連ボックスの内空断面をもつ模型ダクトを厚さ30mmの亚克力板(弾性率 約 $50,000 \text{ kg/cm}^2$)を用いて作成し、加速度計、土圧計、ひずみ計などを取付けた(図1)。ダクトを厚さ1.5mのせん断土槽内の乾燥砂地盤中に埋設した。埋設深さは、土被りのない場合(浅い場合)と、ダクト高さ相当の土被り厚450mmがある場合(深い場合)との2通りとした(図2)。振動台により土槽を加振し、地盤・ダクト系の振動応答を計測した。

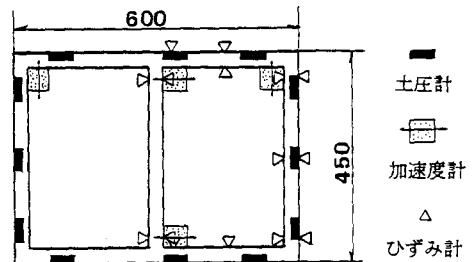


図1 1/20ダクト模型 (mm)

3. 結果と考察

正弦波入力による共振実験の結果は次の通りである。

(1) 地盤・ダクトの加速度応答(図3)

砂の剛性と減衰はせん断ひずみの大きさに依存すると言われる。そこで、入力加速度の大きさを変えて各々について共振実験を行った。地盤・ダクトの最大加速度応答は地盤自身のせん断一次の共振時に生じた。図3は、横軸に入力加速度の大きさ(片振幅)をとり、縦軸に共振時の加速度応答値(片振幅)を示したものである。図中には、地盤の応答(ダクトを埋設する前の地表での応答)と、ダクトの浅い場合と深い場合のダクト頂版(水平)の応答とが併記してある。図3から、地盤・ダクトの加速度の応答には明らかな非線形性が現れ、線形応答と推定(図中破線)した場合よりも応答の伸びが小さいこと、またダクトが地盤より卓越して振動することのないことが分かる。ダクトは深いよりも浅い場合の方が応答が大きく、これは地盤のせん断一次モードに支配されることを考えれば当然である。

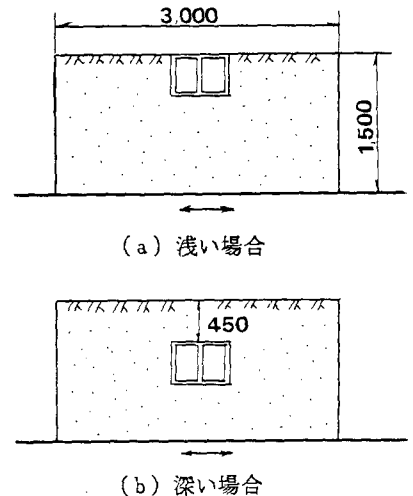


図2 ダクトの埋設位置 (mm)

(2) ダクト側壁に作用する動土圧(図4)

ここで、動土圧とは振動中に見られる土圧変動のうち動的片振幅を指し、いわゆる物部・岡部の地震時極限土圧とは性質が異なる。図4は、共振時に側壁下端に作用する動土圧の最大値を、図3と同様に、入力加速度の大きさに対して表したものである。動土圧にも入力に対する非線形性が現れ、際限なく増大することがないということが分かる。この傾向は、慣用の物部・岡部式による土圧値が震度に対して急激に増大すると全く逆である興味深い。また、ダクトの埋設深さが深い場合の方がより大きな動土圧を受けていることが分かる。

(3) ダクト側壁の曲げひずみ (図5)

図5は、ダクト側壁下端に生ずる曲げひずみを上と同様に整理したものである。曲げひずみの非線形化のパターンは動土圧 (図4) と似ており、深い場合の方が応答は大きい。ダクトの躯体ひずみが躯体加速度に支配されるとすれば互いの大小関係に説明がつかない。したがって、設計に当たって重要な量である躯体ひずみに影響を及ぼす荷重要因として支配的なのは、躯体慣性力ではなく動土圧であると言えよう。

(4) ダクトの曲げひずみ分布 (図6)

図6は、共振時のダクトの曲げひずみ分布である。ひずみ分布から推定されるダクトの変形は、せん断的 (図中矢印) である。ダクトの左右の両側壁を同時に内側へ押すように地震時土圧を載荷する慣用の震度法では、このせん断変形を正しく評価することができないのは明白である。

4. 結論

ダクトの挙動は周辺地盤のせん断変形に支配され、地盤より卓越して振動することはない。その際、埋設深さが深い方が躯体ひずみは大きい。設計荷重としては躯体慣性力よりも動土圧が支配的である。地盤の非線形振動を適切に評価することによって、より経済的な設計が可能となる。

現在、数値解析、実地震観測を実施しており、より合理的な設計体系を検討する予定である。
(参考文献)

当麻純一、国生剛治、岩橋敏広

「非岩着地中構造物の耐震設計に関する研究(その1) - 模型振動実験による地盤・ダクト系の動的応答の解明 -」

電力中央研究所 研究報告; 383023 (1984)

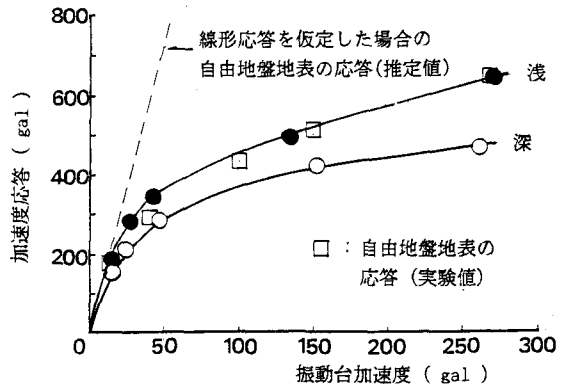


図3 地盤・ダクトの加速度応答 (共振時)

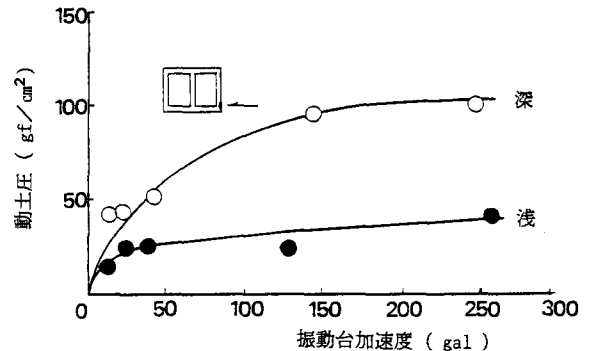


図4 ダクト側壁に作用する動土圧 (共振時)

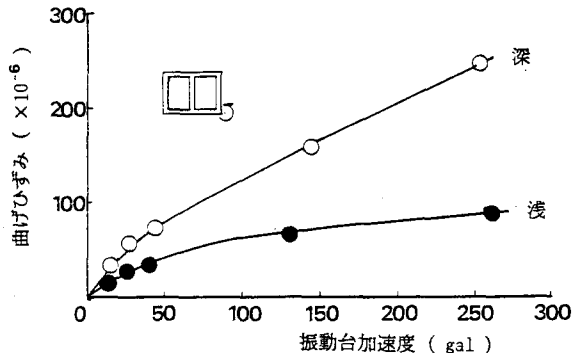


図5 ダクト側壁の曲げひずみ (共振時)

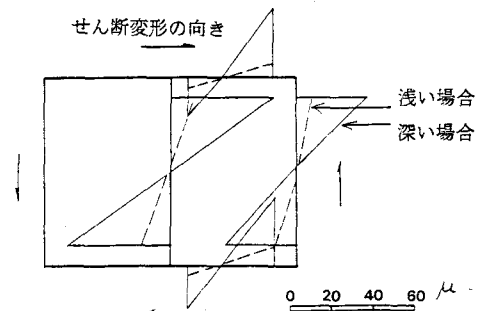


図6 ダクトの曲げひずみ分布 (右半分のみ)
(振動台加速度 20gal, 共振時)