

鹿島技術研究所 正会員 本田満彦 正会員 鈴木理恵
 同上 正会員 大保直人 正会員 鄭 京哲

1. はじめに 近年大深度化の傾向にある地下構造物を合理的に設計するためには, 構造物に作用する地震時土圧をいかに考慮するかが重要になる。地震時土圧を考慮する場合に必要な不可欠となる, 構造物と地盤の相互作用の評価について現在多くの研究が行われている。そこで筆者らは地下構造物の一つである立坑の地震時応答を実験的に解明するため, 遠心力場において加振実験を行った。本論は立坑に作用する動土圧, 応答加速度及び地盤と立坑の相対変位の分布に注目し, それらと立坑の形状の関係について調べたものである。

2. 実験の概要 実験は(その1)¹⁾と同様に, 深さと外径の比(H/D)が異なる2つのアルミニウム製立坑モデルをそれぞれ, 乾燥した豊浦標準砂で作成した一様地盤モデル(層厚33cm)内に設置し, 50g場(gは重力加速度)で加振を行った。実験モデルの概要と計測機器の配置を図-1に示す。入力加振波は土圧等の分布形状が把握し易い正弦波を用い, 一様地盤モデルの一次固有振動数付近の250Hzとそれより離れた100Hzで加振した。各実験ケースの加振条件及び地盤モデルの相対密度を表-1に示す。なお, 固有振動数は(その1)に示したランダム波加振の結果より決定した。計測項目は地盤の応答加速度, 立坑に作用する水平土圧及びその応答加速度である。計測方法は, 土圧は立坑に設置した圧力センサで, 応答加速度は地盤内に埋設または立坑に設置(一様地盤モデルの場合は立坑の設置位置と同位置の地盤内に埋設)した圧電型加速度計を用いて測定した(図-1参照)。また, 地盤と立坑の相対変位(以下相対変位と記す)は, 応答加速度より算出した。

3. 実験結果とその考察

3.1 相対変位の最大振幅 図-2に立坑を設置した実験(ケース2~5)の, 相対変位振幅(両振幅)の最大値分布を示す。250Hz加振では立坑の深さ(H/D)に関わらず地表面付近の相対変位振幅が大きくなっている。これは100Hz加振に比較して実験モデル全体の応答が高く, 立坑の拘束効果が顕著に現れた

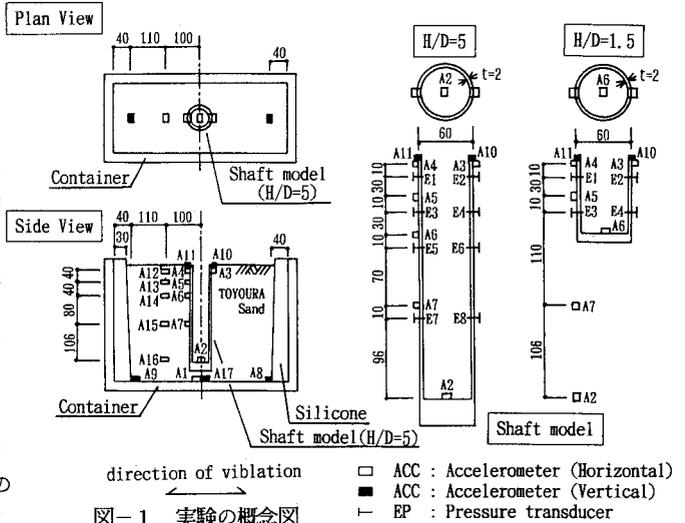


図-1 実験の概念図

表-1 実験ケース

	立坑の長さと同径の比 H/D	加振加速度 (g)	加振振動数 (Hz)	地盤の相対密度 (%)
ケース1	立坑無 (一様地盤モデル)	6.00	250	84
ケース2	1.5	4.75	100	88
ケース3		6.78	250	89
ケース4	5	4.53	100	86
ケース5		7.29	250	87

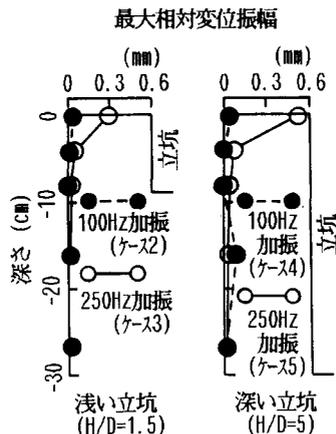


図-2 最大相対変位振幅の分布

ためと思われる。立坑深さと地表面の相対変位振幅の関係では、ケース5 ($H/D=5$)の方がケース3 ($H/D=1.5$)より地表面付近で相対変位振幅が大きくなっている。これは深い立坑の拘束効果が浅い立坑に比較して大きいためと思われる。

3.2 動土圧の最大振幅 図-3に立坑を設置した実験(ケース2~5)の、動土圧振幅(両振幅)の最大値分布を示す。立坑の深さに関わらず250Hz加振の方が全体的に大きな土圧が発生している。また、立坑深さが変わると、動土圧振幅の分布形状及びその大きさが異なっている。これは、立坑の変形モードや地表面付近の相対変位の違いが動土圧に影響したためと思われる。

3.3 応答加速度, 相対変位, 土圧の分布形状
 図-4に250Hzで加振した実験ケース(ケース1, 3, 5)の立坑天端部(図-1中のA4)の応答加速度が最大となる時刻の相対変位, 応答加速度, 土圧の分布を示す。応答加速度の分布形状は、立坑がある場合と無い場合とでは地表面付近の応答加速度が異なるが、立坑の深さによる違い(H/D の違い)はない。また相対変位の分布形状も、立坑の深さに関わらず同じ傾向を示すが、深い立坑の場合($H/D=5$)の方が地表面付近の相対変位が大きい。これは、立坑の拘束効果が地表面付近に顕著に現れ、深い立坑の方が拘束効果が大きいことを示している。土圧の分布形状は、浅い立坑($H/D=1.5$)は左右対称形であるが、深い立坑($H/D=5$)は左右異なった形状になっている。これは、立坑の変形モードの違いが影響したと思われる。

4. おわりに 本実験より、立坑の拘束効果は地表面付近に大きく現れ、それは立坑が深い方が大きく、立坑に作用する水平土圧は立坑深さ(H/D)によってその大きさや分布形状が異なる事が分かった。なお、本研究はCUREeとの共同研究の一環として行った。本研究の計画・実施にあたってはカリフォルニア工科大学Scott教授から貴重な御助言を頂いた。ここに記して深甚なる謝意を表する。

【参考文献】1) 鈴木, 本田他: 立坑の地震時挙動に関する動的遠心模型実験(その1), 土木学会第48回年次学術講演会, 1993, 9

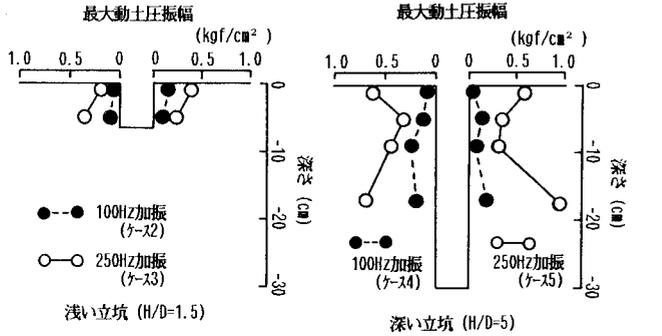


図-3 最大動土圧振幅の分布

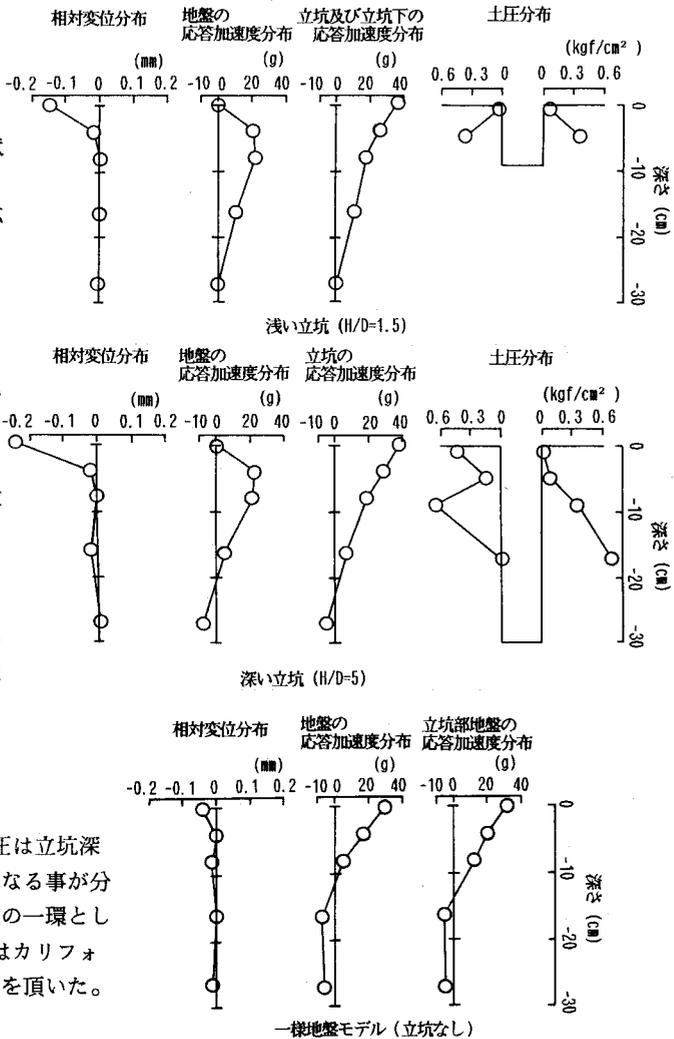


図-4 応答加速度・相対変位・土圧の分布