

移動床土槽実験における弾性波トモグラフィの適用

東京大学大学院 学生会員 ○海老塚 裕明
 東京大学大学院 正会員 桑野 玲子

1. はじめに

地中構造物周辺で地盤沈下が発生すると、図1のように構造物直上の沈下が相対的に小さい土塊と、周辺の沈下が大い土塊の相互作用により境界部に下方へのせん断力が生じ、構造物に作用する土圧が土被り圧よりも増加することが経験的に知られている。

本研究ではこの土圧上昇のメカニズムを解明するために、移動床土槽実験装置によって地盤沈下を再現し、模型地盤に弾性波トモグラフィを

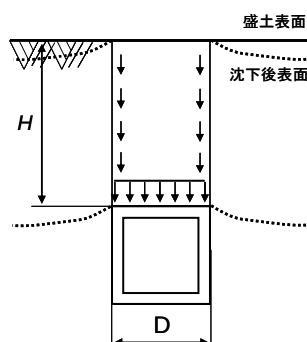


図1 土圧増加のメカニズム

行うことによって 地盤内の応力分布の変化を可視化することを試みた。

土中を伝播する弾性波は、土の密度と拘束圧によって速度が変化し、また速度が変わる際には屈折あるいは回折・散乱し、屈曲する。弾性波トモグラフィとは、この弾性波の性質を利用し、弾性波の起振点、受振点を対象となる地盤を取り囲むように配置して、各測点間を伝播する波の初動到達時間の分布から地盤内の状況を詳細に把握する手法である。

この手法は通常原位置において用いられ、室内模型実験において適応された事例は少ない。しかし、原位置に比べ理想化、単純化がなされた模型地盤内の応力状態を非破壊試験で把握できるので、各現象のメカニズムを解明するために非常に有用である。

2. 移動床土槽実験装置

本研究では地盤沈下を再現するために、図2aに示す移動床土槽実験装置を用いた。床が部分的に昇降できる移動床となっており、図2bのように地中構造物の頂部に模した中央の床を上昇させることで相対的に周辺

地盤の沈下を再現することができる。また移動床には総計25個の荷重計が設置されており、土圧分布を測定することができる。なお、土圧分布測定結果の詳細については、海老塚ら(2010)で報告する。

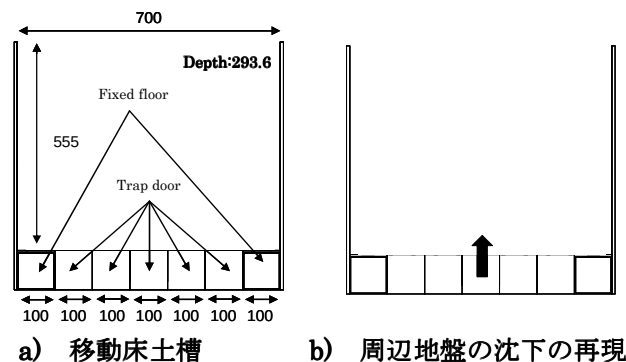


図2 移動床土槽実験装置断面図

3. 弾性波測定装置

本研究では、模型地盤中からの弾性波の発振源として図3aの圧電スピーカーを、地表面からの発振源として図3bの積層型圧電アクチュエーターを、受振機としてPCB piezotronics社製のシグナルコンディショナ(482A22)内蔵加速度計(352A24)を用いた。



図3 弾性波測定装置

4. 試験方法

気乾状態の豊浦砂(土粒子密度 2.62g/cm^3 、最大間隙比 0.946、最小間隙比 0.637)を用いて多重ふるい法により、移動床土槽内に相対密度約 95%、深さ 40cm の模型地盤を作成した。図4のように発振機、受振機を配置し、各測点間のP波の伝播時間を測定した。次に

中央の移動床を 10mm 上昇させ地盤沈下を再現し、同様に P 波の測定を行った。なお、番号 6～11 の位置に埋設されている加速度計は番号 12～17 の圧電スピーカーから水平方向に伝播する P 波測定用、番号 5 の加速度計は地表面の番号 1～4 のアクチュエーターから鉛直方向に伝播する P 波の測定用とした。

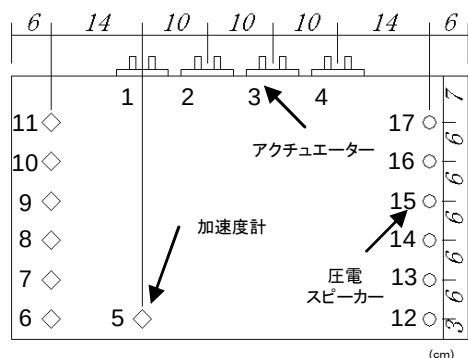


図4 弾性波測定装置の配置

5. 試験結果と解析

図5に沈下前と沈下後の土槽底部の土圧分布を示す。沈下前はほぼ一様に分布している土圧が、沈下後は中央部分に集中していることがわかる。

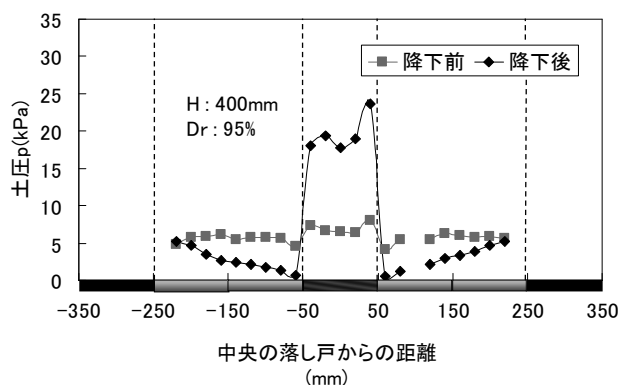
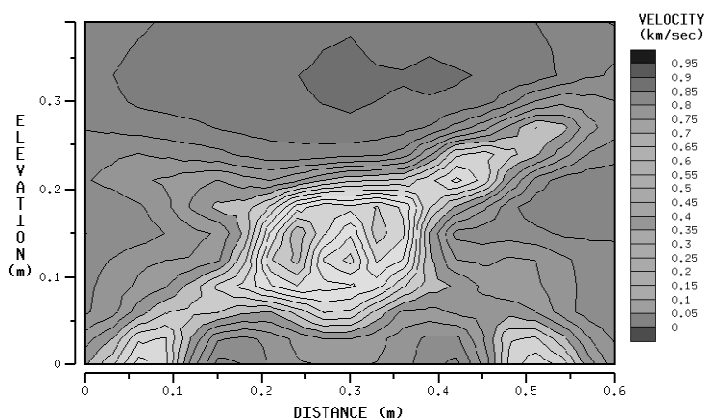


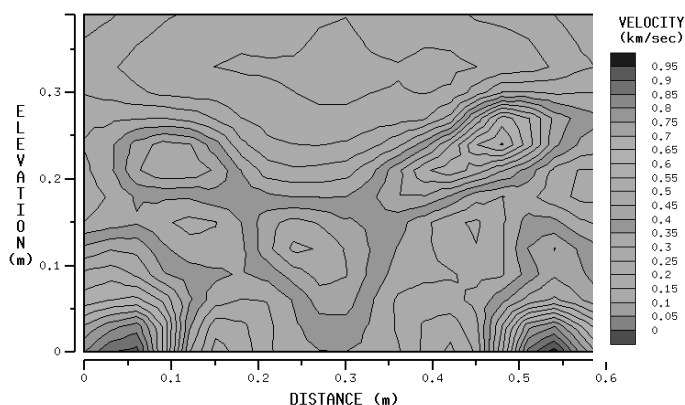
図5 沈下による土圧分布の変化

弾性波トモグラフィーにより得られた地盤内の弾性波速度分布について、沈下前を図6 a, 沈下後を図6 bに示す。沈下前は図5にも示すように土圧分布もほぼ一様であったはずであるが、弾性波速度分布は模型地盤中央部を中心に斜めに方向に卓越している。6, 7番で受信した波が特に大きめであったことを反映して、測定の誤差や精度に関して検証が必要である。しかしながら、少なくとも沈下前と沈下後で、はっきりと速度分布が異なっていることが確認できた。速度が大きくなっている部分は応力が集中しているか、密度が大きくなっていると考えられる。沈下後は中央か

ら斜め上に向かって左右に速度が大きい領域が成長している。移動床の変位に伴い模型地盤内にできるすべり線にも対応しており、この領域に応力が集中し中央底部に伝達されることで、土槽床中央部分の土圧が大きくなっていると推定される。



a) 沈下前



b) 沈下後

図6 弾性波速度分布

6. まとめ

移動床土槽実験装置を用いて地盤沈下を再現し、弾性波トモグラフィーを模型地盤に適用することで、沈下に伴う土圧変化の可視化を試みた。弾性波速度測定の精度の検証が必要ではあるものの、地盤内の応力分布の変化を反映し、沈下前と沈下後で異なる速度分布の解析結果が得られた。地盤内部の応力分布という本来目に見えない現象を可視化できる可能性があることがわかった。今後、測点の密度を増やしてさらに検討する予定である。

参考文献

海老塚裕明、桑野玲子 (2010)、盛土内埋設構造物の作用土圧の評価のための移動床実験、第45回地盤工学研究発表会、松山、2010年8月。