

粒状体光弾性による地盤内応力可視化実験装置を用いた実験と考察

佐賀大学工学部 学生員 ○内野隆文
 佐賀大学低平地防災研究センター 正会員 林 重徳
 佐賀大学大学院 学生員 林 真也

1. まえがき

地盤上に構造物が築造・載荷されたり、地盤内に杭や補強材等を敷設した際など、地盤内応力の伝播機構には、未だ解明のなされていない部分が多い。本研究は、粒状体光弾性可視化実験装置を用い、地盤内応力の伝播状態を明らかにし、地盤の変形挙動や地盤内応力の予測精度の向上を図ると共に、粒状体光弾性実験法を、新工法開発の手段として確立することをねらいとするものである。本研究では、FEM解析も実施し、その精度について検証する。

2. 実験概要、実験装置

光を透過させる材料は、応力下において一時的複屈折の現象を示す。この性質を有する物質を光弾性物質と呼ぶが、この応力と複屈折度との間には密接な関係があり、この複屈折光を処理して観察することにより、任意の点の応力やその分布状態を調べることが可能である。

一方、土質地盤は基本的に粒状体であることから、光弾性物質に破碎ガラスを用い、間隙を光弾性物質と屈折率の同じ流体で満たすことにより2次元地盤モデルを作製し、各種の粒状体光弾性実験を行うこととする。また、装置より出力された画像、およびデータはパソコンで収録し、画像処理システムを用いて解析する。

この実験装置およびひずみ検出装置の詳細については、前報³⁾を参照されたいが、今回は、荷重載荷板幅を1cmのものに変更して実験を行った。

3. 実験材料およびその特性

実験材料には、砂と主成分が同じであるガラスの中でも、光弾性定数が高いパイレックスガラスを用いた。肉厚5mm外径190mmの円管状のパイレックスガラスを、まずハンマーで5cm四方程度に砕き、その後、自作のコンクリートミキサーを転用して2分程度破碎した後、ふるいにかけ、最大・最小粒径がそれぞれ4.75・0.25mmとした。

材料の力学的性質は、三軸圧縮(CD)試験により求め、その他の物理的性質と共に表-1に記す。また、間隙流体には流動パラフィンを使用した。

4. フーチング載荷試験

供試体の作成方法、および実験方法については前報³⁾を参照されたい。

実験によって得られた光弾性写真の一部を写真-1に示す。また、光源からの距離の差異によって生じる光学的誤差を排除するため、カメラを上下に1cmずつ動かし、各断面を中心とした画像をパソコンに収録した。また、載荷強度0kgf/cmの時にも同様に収録し、初期値とした。

載荷強度18.0kgf/cmの際の各断面における光量分布を図-1に記す。次に、各断面における鉛直荷重の合計は一定であり、更に断面の光量の合計値は載荷強度と等しいという仮定の下に補正を施し、応力の定量化を試みた。更に、計測点10コごとに平均をとり、更にフーチングを中心として対称であることから、左右の平均を取り各点を滑らかに結んだものが

表-1 材料特性

屈折率	1.46
光弾性定数($\mu m \cdot cm/kg$)	3.8×10^{-7}
密度 (g/cm^3)	2.23
間隙比	0.625
内部摩擦角 ($^{\circ}$)	39.7
粘着力 (kgf/cm^2)	0.1

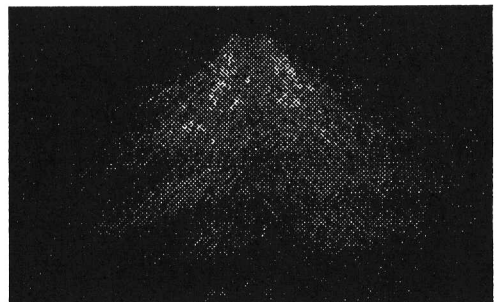


写真-1 載荷強度18.0kgf/cmの光弾性写真

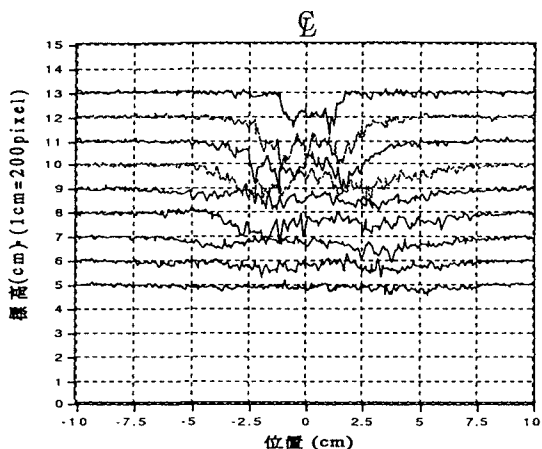


図-1 光量分布図

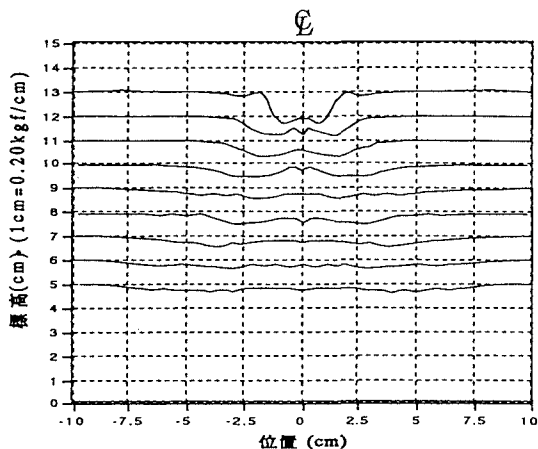


図-2 応力分布図

図-2である。この図は断面上の応力を下方向に示したものである。ここで、載荷面は標高13.5cmの位置である。また、フーチングの左右10cmの範囲について記した。

5. FEM 解析

今回、FEM 解析に2D- σ を利用した。この解析を行うにあたり、解析対象は実験の土槽全域とし、実験時の荷重-沈下曲線が弾性的であったことより、弾性モデルとした。その中での破壊接近度規準は、Mohr-Coulombの規準である。土質パラメータは、三軸圧縮試験の結果より算出した。土質パラメータを表-2に、解析結果の主応力図を図-3に記す。この図は解析対象全体であるため、横×高さは33×15cmである。

表-2 材料値

弾性係数 (kgf/cm ²)	85.8
ポアソン比	0.35
内部摩擦角 (°)	39.7
粘着力 (kgf/cm ²)	0.1
比重 (g/cm ³)	1.76

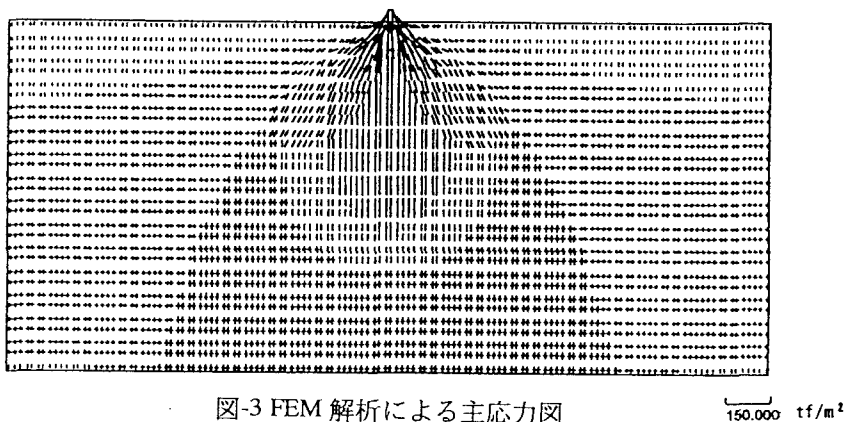


図-3 FEM 解析による主応力図

6. まとめ

実験結果の画像解析を見ると、応力が2つの方向に分かれて伝播していく様子が分かる。今後、実験を重ね標本数を増やし精度を高める必要がある。また、FEM 解析結果は、球状の応力伝播となっている。今後は、杭や補強土についても実験を行う予定である。

7. 参考文献

- 1) 辻二郎, 西田正孝, 河田幸三: 光弾性実験法, 日刊工業新聞社, 1965年
- 2) 益田義治著, 馬場秋二郎監修入門光弾性実験, 日刊工業新聞社, 1970年3月
- 3) 末次大輔ら: 講演概要集, PP580-581, 土木学会西部支部, 1997年