

粒状体光弾性実験法を用いた地盤内応力可視化装置の開発

佐賀大学理工学部

学生員 ○末次大輔

佐賀大学低平地防災研究センター

正会員 林 重徳

1. まえがき

砂礫やシルトからなる砂質土は言うまでもなく、粘性土も本質的には土粒子の集合体であり、粒状体内における応力の伝播挙動は、連続体におけるものと基本的に異なる。特に地盤内に杭や補強材を打設した場合の応力伝播機構には、未解明の部分が多い。本研究では、粒状体光弾性実験法を用いて、地盤内の応力状態を視覚的に観察・計測し、地盤の変形から破壊に至る一連の現象を統一的に扱え、また杭の支持機構や補強土のメカニズムを解明するための実験装置、および解析システムの開発を行う。

2. 実験装置、実験材料について

2.1 光弾性実験装置の概要

粒状体光弾性実験法は、光透過体の偏光および複屈折の性質を利用して、等質等方性の透過性粒状材料とそれと同じ屈折率を持つ間隙流動物質とで作製した粒状体模型地盤を用いて、それに外力を作用させて模型内部の応力状態を調べる実験法である。

作製した実験装置を図-1に示す。この実験装置は、粒子間の摩擦現象に支配される粒状体地盤における力学的挙動をシュミレートし、地盤内の応力伝播機構、現象の解析を行うものである。構成される各機器、装置によって得られる実験データはパソコンで収録し、また、検出する様々な可視化された応力伝播挙動を画像処理システムを用いて解析する。

(単位:mm)

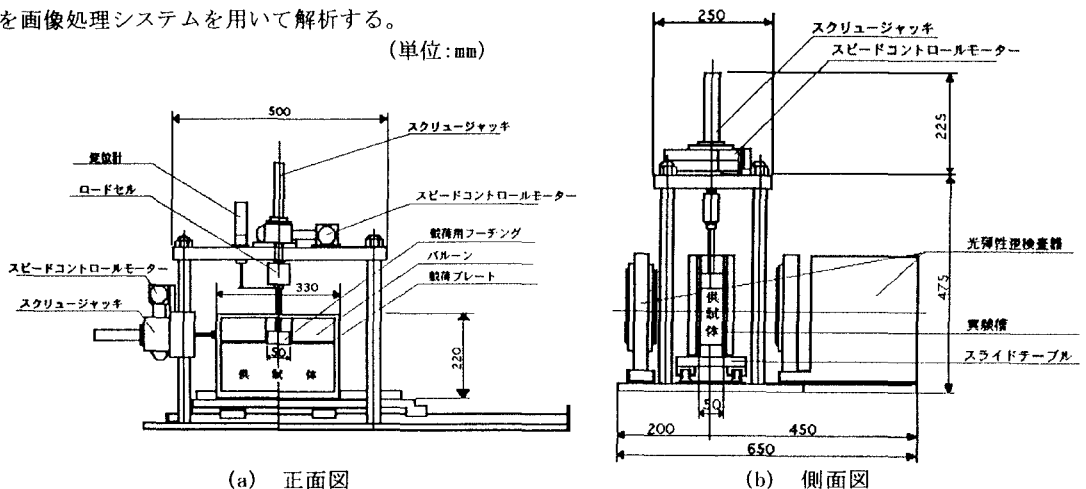


図-1 粒状体光弾性実験装置の概要

2.2 光弾性歪検査装置

光弾性歪検査装置を図-2に示す。この装置は、光源、偏光子、第一1/4波長板、第二1/4波長板、検光子より構成され、円偏光にて観測を行う。光源は、30Wの蛍光灯を用いる。

2.3 試験材料の選定及び作製

粒状体光弾性実験に用いる材料は、土と類似した内部摩擦角を持つ粒状材料で、光透過性が大きくかつ等質等方性であり光弾性定数が大きいものが望まれる。今回は、普通ガラスを用いて実験を行った。まず、普通板ガラスをハンマーでおよそ10cm四方の大きさまで砕き、つぎにロサンゼルス試験機によって破碎した。ロサンゼルス試験機に使用した鉄球は7個、回転回数は、250回で実施した。この方法で得られた破碎ガラスの粒度分布を図-3に示す。

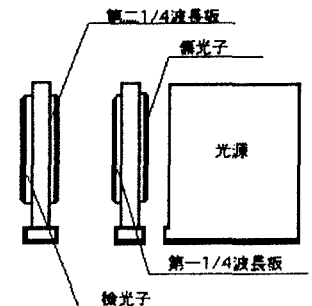


図-2 光弾性歪検査装置

また、間隙流動物質は、普通ガラスと同じ屈折率を持つものとして、今回は安息香酸メチルを使用した。

2.4 試験材料の物理的性質

土の力学的性質は、密度または間隙比と密接な関係にあり、特に粒状体では間隙比がせん断強度をはじ

めいろいろな力学的特性を支配する重要な要因である。そこで、供試体の作製を行う際に、飽和状態にするための量的な関係などを知るために、破碎ガラスの物性試験を行った。物性値を表-1に、安息香酸メチルの諸性質を表-2に示す。

2.5 供試体の作製

2.4で得られた物性値をもとに供試体を作製した。作製手順は、気泡が入らないように、まず安息香酸メチルを実験槽内に入れ、次に破碎ガラスを10～15回に分けて流し込み、1回入れるごとに実験槽に振動を加えて締め固める。今回作製された供試体の相対密度は64%であった。

3 フーチング載荷実験

3.1 実験方法

フーチング載荷(50mm×50mm)時の小さな荷重段階で、すべり破壊によって応力が解放されることがないように、両側に側圧プレート(124mm×50mm)とバルーンを設置し、1.5kgf/cm²の拘束圧をかけ、負荷速度0.4～0.8mm/minで荷重をかける。また、実験中に偏光の場に自然光が入射しないようにする。

3.2 実験結果

実験によって得られた写真の一例を図-4、図-5に示す。図-4、5はそれぞれ6.0kgf/cm²、12.0kgf/cm²の荷重を加えたものである。荷重が大きくなるとガラス粒子の歪も大きくなるので、視野に入ってくる光の強さが大きくなり、また明視野の範囲も広がる。フーチングより下の方に広がっている縞模様は主応力線であり、その方向に応力が集中、伝播している様子が観察できる。

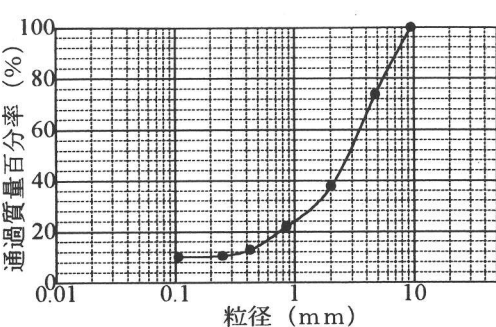


図-3 作製した破碎ガラスの粒度曲線

表-1 破碎ガラスの物理的性質

密度 (g/cm ³)	2.50
最大乾燥密度 (g/cm ³)	1.65
最小乾燥密度 (g/cm ³)	1.42
最大間隙比	0.76
最小間隙比	0.52
屈折率	1.52
光弾性定数	2.60

表-2 安息香酸メチルの物理的性質

密度 (g/cm ³)	1.87
屈折率	1.52
粘性率 (kgf/ms)	0.23×10 ⁻³

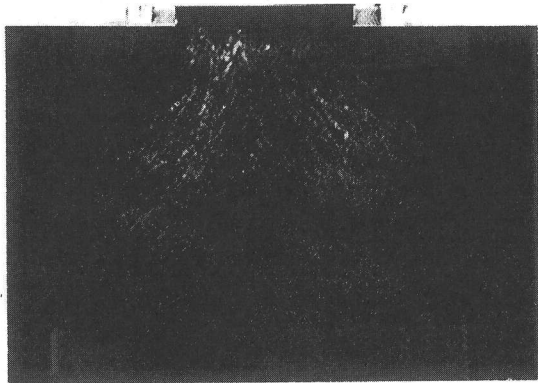


図-4 載荷強度6.0kgf/cm²

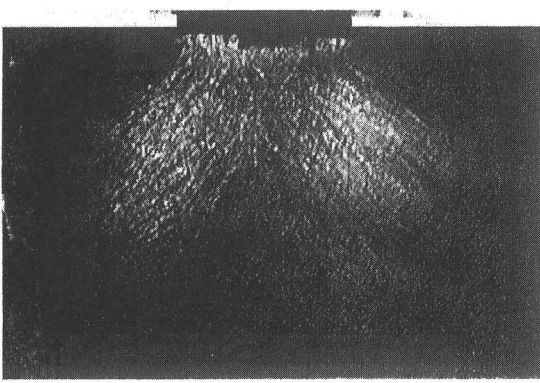


図-5 載荷強度12.0kgf/cm²

4 おわりに

今回は、土と同様な内部摩擦角を持つ破碎ガラスおよび供試体の作製方法の確立、粒状体光弾性実験装置の開発、確認を行った。今後は供試体の様々な状態における実験を行い、その結果より画像処理システムを用いて供試体の破壊時の応力状態を定量評価し、ブーゼンスクの地盤内応力伝播理論との比較検討および杭や補強土における応力伝播・支持・補強メカニズムの解明を行う予定である。

参考文献

1) Milligann, G. W. E., Earl, R. F. and Bush, D. I. (1990). Observations of photoelastic pullout tests on geotextiles and geogrids. Proc. of the 4th Int. Conf. on Geotextiles, Geomembranes and related products, Hague, pp747-751.
 2) 辻二郎、西田正孝、河田幸三：光弾性実験法、1965年2月、日刊工業新聞社