

粒状体光弾性実験法に用いる丸棒光弾性材料の基礎的実験

佐賀大学理工学部

学生会員

○松永和也

佐賀大学低平地防災研究センター

F 会員

林 重徳

佐賀大学大学院

学生会員

阿南朋和

1. はじめに

地盤内応力は、地盤の沈下・変形解析や支持力・安定解析および基礎工の設計などに、直接影響を及ぼす重要な要因である。地盤内応力の推定は、一般には地盤を半無限弾性連続体と仮定して計算されるが、杭や補強材を打設した場合などの極限支持力状態において、粒状体内における応力伝播機構は、連続体におけるものとは異なる複雑な応力伝播挙動が発生すると考えられる。

本研究では、地盤内応力の伝播機構を解明すべく、三次元モデルの破砕ガラス模型地盤を用いてきた。本年度は、個々の粒子の応力状態を明確にするため、微視的観察が容易な、丸棒を用いた二次元積層体モデルの粒状体光弾性実験を行うための光弾性材料の選定および予備の実験を行う。

2. 粒状体光弾性材料

二次元積層体モデルの粒状体光弾性実験は、光透過性の丸棒（エポキシ樹脂、アクリル、ポリカーボネート等）を用いて作製した模型地盤に外力を作用させ、偏光および複屈折の性質を利用して、各粒状体にかかる応力状態と伝播状態を調べる実験法である。光弾性材料としてポリカーボネート、アクリル樹脂、パイレックスガラス、板ガラスが光弾性材料の候補として挙げた。表-1 に各種光弾性材料の特性を示す。今回は、光弾性感度が最もよく時間縁効果（time edge effect）も少ないことより、ポリカーボネートの丸棒（φ15mm、長さ49mm）を使用する。丸棒供試体の作製は、既製品の長さ1mの丸棒を49mmに切断し、切断断面を側面と直角、景色が透ける程度に機械により研磨する。模型地盤として大量に必要とし、また加工の技術を要したので業者に委託した。

表-1 光弾性材料特性

| 粒状体光弾性材料               | ポリカーボネート(PC)          | アクリル樹脂(PMMA)             | 普通ガラス(NG)            | パイレックスガラス(PG)        |
|------------------------|-----------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|
| 光弾性定数(μm・cm/kg)        | 55.0×10 <sup>-7</sup> | 2.5~9.8×10 <sup>-7</sup> | 2.6×10 <sup>-7</sup> | 3.8×10 <sup>-7</sup> |
| 密度(g/cm <sup>3</sup> ) | 1.2                   | 1.9                      | 2.5                  | 2.2                  |
| 屈折率                    | 1.59                  | 1.49                     | 1.52                 | 1.46                 |

3. 丸棒を用いた予備実験

φ15mm でポリカーボネートの丸棒を一本用いて光弾性予備実験を行った。水平な平面に側面を固定して、鉛直荷重をかける。その様子を CCD カメラで連続的に撮影し、画像データとしてコンピュータに取り込んだ。実験装置の概略図を図-1、その結果を図-2 に示す。

単位荷重 0 (kPa/cm) で PC 丸棒の断面に十字と円周の模様を観察され、載荷後も十字模様はわずかに残っており、応力状態を正確に観察することは出来なかったが、単位荷重 980 (kPa/cm) と比較すると、明らかに応力状態の違いが観察される。十字模様は、丸棒の断面の粗さおよび丸棒の長さによる影響ではないかと考えた。二次元光弾性材料を業者に注文する際、断面の状態を特に注意して作製を依頼したが、少々粗く出来上がっていた。さらに入念に研磨した丸棒および長さを、30mm、10mm に切断した丸棒を用いた光弾性実験の結果を、図-3、図-4、図-5、

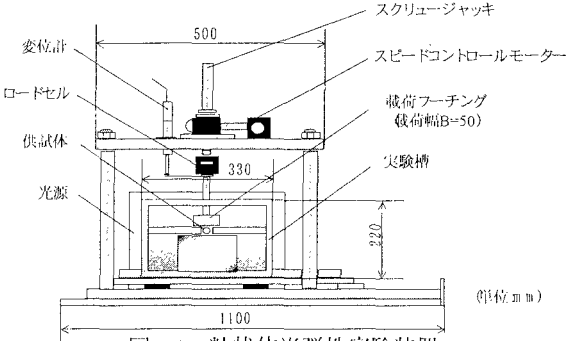


図-1 粒状体光弾性実験装置

に示す。研磨前の実験結果と比較して、単位荷重 0 (kPa/cm) の十字模様は明瞭な変化は見られなかった。しかし、長さを短くすることによって円周の様子は、消えている。また、岩石の圧裂試験における応力状態を想起させる形状が、 $L=2\phi$  ( $L=30\text{mm}$ ) の場合に明瞭に見られる。

#### 4. 丸棒を重ねた光弾性予備実験

粒子と粒子の接点に置ける光弾性模様を観察するため、直径 15mm で長さ 49mm の PC 丸棒を二および三本用いて、光弾性予備実験を行った。丸棒二本を用いた実験は、左右側壁を固定し、丸棒を二本鉛直に重ね鉛直载荷を行った。また三本を用いた実験は、丸棒三本をピラミッド状に積み、左右側面を固定した状態で鉛直载荷を行った。図-6、図-7 に実験結果を示す。丸棒二本を用いた実験では、上下二点が接触し、図-2 と同様の変化を示している。また、丸棒三本を用いた実験では接点状態の違いから、これまでとは異なる光弾性模様が見られた。

#### 5. まとめ

本報告では、PC 丸棒を用いた二次元積層体モデルの粒状体光弾性を行う上で、丸棒の基礎的な光弾性模様の変化を観察した。最初の予備実験で、十字模様と端面反射の影響を抑える方法を試みたが、十字模様は消えることが無かった。しかし、同じ応力条件において一様の変化を示したので、丸棒を重ねた光弾性予備実験を行い、考え得る基礎的な接触パターンの光弾性模様撮影をした。これにより二次元モデルの粒状体光弾性実験の解析基礎として利用する。今後の問題点としては、単位荷重 0 (kPa/cm) における十字模様の輝度を軽減・解消することや丸棒の長さ起因すると考えられる端面反射の影響を考慮した光弾性実験材料の選定の確立である。これからの方針としては、粒状体光弾性材料と同等の屈折率を有する間隙流動物質を使用することを検討している。

#### 【参考文献】

1) 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

2) 辻 二郎, 西田正孝, 河田幸三 共著: 光弾性実験法, 日刊工業新聞社, 1965 年 1 月

3) 金原広和, 林 重徳: 粒状体光弾性実験におけるフーチング下の伝播応力定量化の

試み, pp.418-419, 平成 10 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集 1999 年

