

粒状体中の埋設した円環およびその周辺の応力状態に関する光弾性解析

京都大学 正員 丹羽義次
同上 同上 小林昭一
任友金属 同上 O 馬場賢三
京都大学大学院 森竹 淳

1. まえがき

埋設円環をトネルライズに作用する外力とその結果生じる応力状態に関して多くの研究があるが、これらは実際の地盤が不連続体として取り扱われるべきものが多いにもかかわらず、一様連続体または粉体として取り扱っているのが現状である。不連続体に関してはその力学的特性も充分には解明されておらず、応力状態や構造物とその周辺地盤との相互作用については殆んど知られていない。

本研究は不連続集合体の挙動の手掛りを得る意味で等径二次元粒状集合体を取り上げ、その粒子性に重きを置いて直接的測定法という観点から光弾性実験法を適用して、埋設円環と周辺粒状集合体との相互作用の解明を試みようである。

2. 実験および解析方法

粒状集合体に関する実験的手法としては埋設ゲージなどによる探子的方法もあるが、理想的な探子のない現在では非探子的直接測定法が望ましい。このような理由から筆者らは光弾性感度の高いアラルグイト田で作成した $\phi 6.2\text{mm} \times 20\text{mm}$ の等円柱を堆積し、その中に弾性円環を埋設し、これに負荷することにより生じる光弾性縞から円環の応力状態、円環に作用する接触圧を調べた。キャリブレーションの結果 $\phi 6.2\text{mm} \times 20\text{mm}$ の円柱の中心より半径の $5/8$ 以上の等色線縞の1次は 0.875kg の接触荷重(集中荷重)に、また円環内壁上の縞の1次は 5.35kg/cm^2 に対応することが分かった。この値を用いて、個々の粒体の等色線縞より円環に作用する外荷重の分布、大きさを直接求めることになり、また円環の縞から直ちに応力状態を把握することが出来る。

3. 実験結果

光弾性写真およびこれに対応する解析結果の例を図1~4に示す。円環外壁に作用する外荷重は個々の粒体を介して作用する集中荷重であるが、粒子径が小さくなれば分布荷重的作用をすると考えられるので、この集中荷重を一定間隔に作用する等分布荷重に換算して図示した。

一軸応力状態および種々の二軸応力状態の数段階にあたり、円環直径および径と肉厚の比がそれぞれ異なる数種の円環に関して実験を行ない、以下の様な結果を得た。

- (1) 一軸応力状態では円環の応力(内壁上の応力)は一軸応力にはほぼ比例する。
- (2) 二軸応力状態では、円環およびその周辺の応力状態は載荷経路(順序)に大きく左右され、最終的な応力状態が同一であっても必ずしも同一の結果は得られない。ただし載荷順序を異にしても、静止土圧係数内の荷重比では円環の応力状態は殆んど変化しない。

(3)二軸応力状態では内環の肉厚が薄くなる程、変曲突り数が増加し、曲げによる結が短くなっている。

(4)内径と肉厚の比が一定な内環に因しては、内径の小さい方が結の数が少ない、これは径の小さい内環の絶対的な変形量が小さいことおよび円形粒状集合体の粒子の配列であるいは内環とより相対的大さの差異から生じる粒状集合体の変形性(圧縮性)と内環の相対的な剛性とに起因するものと思われる。

(5)内環に作用する外荷重はほぼ楕円状の分布をしている。

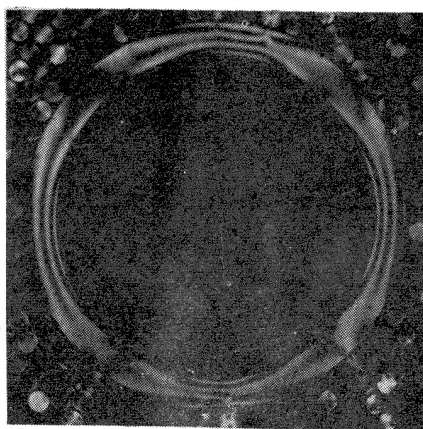


図-1 等色線縞(一軸応力 0.22 kg/cm^2)

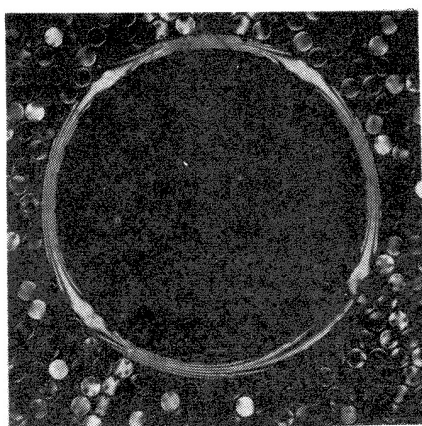


図-2 等色線縞(一軸応力 0.22 kg/cm^2)

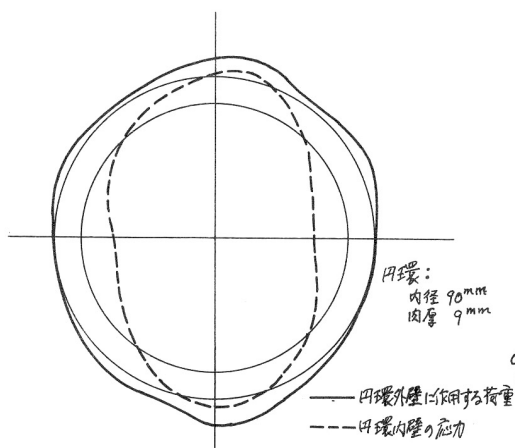


図-3 内環に作用する荷重および内壁の応力分布

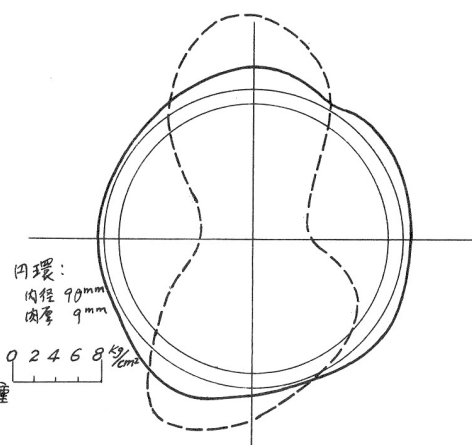


図-4 内環に作用する荷重および内壁の応力分布