

1. まえがき 本研究は、地中構造物の1つである埋設管に主として鉛直土圧が作用する場合の応力状態を、三次元光弾性凍結法(応力凍結)法を用いて観察しようとしたものである。ここにその結果の一部を報告する。

2. 実験の概要: ここに、実験の対象とする管路は、それを設置する方法によって、地上と地下(設置)とに分けられ、横断面の形状あるいは構造により、さらにいくつか分類されるようである。

実験を試行するにあたり、周囲をとりまく土質条件として (i)、特殊な地域環境(南九州)に広く分布し土質工学的問題とされているシラスを用いた場合(実験Ⅰ)、次に、(ii)、(i)と応力状態を比較するため標準砂を用いた場合(実験Ⅱ)と名づける。実験に際し、(i)、(ii)の管路には内圧が作用しない場合を取り扱うことにした。写真-1に自製した三次元用の試験片(外径:49.5mm 内径:35.0mm 長さ:85mm)の例を示す。

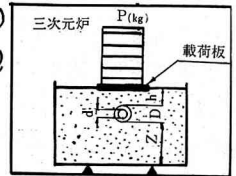


図-1

材料は、市販されているアラタイトBを主剤とし、硬化剤には無水フタル酸系のものを用いる。これらの重量比を100:30とした。試験片の作製にあたり、まず主剤に含まれていると考えられる水分、あるいは、気泡を完全に除去するために主剤を150~170℃で2時間熱処理することとし、これに硬化剤を混入→攪拌して程よく注入した。攪拌の際には、急速に硬化反応を防ぐことに努めた。

離型剤には市販のシリコンバウンドを用いた。図-1に載荷状態を示す。ここに、 $P=103.0\text{kg}$ 、

$R=50.0\text{mm}$ $Z=110.0\text{mm}$ 載荷板(mm)/60×48×6である。一方、試験片を埋設する際には、実験Ⅰ(写真-1)と同く、3層にわたって200回ずつ突き固めた。

三次元用の試験片に応力凍結法を凍結させるための応力凍結操作の予備は、大よそ次の通りである。(写真-2参照)、まず、実験Ⅰ(Ⅱ)が同一条件になるように努め、試験片の温度を120~130℃に上昇させる。この温度調整および検出には、熱電対を用い、デジタル温度計により荷重の載荷温度を校対し、125℃近傍で載荷を行ない、4時間保持した後、1時間4℃ずつ除冷し常温(25℃)まで下げることにした。

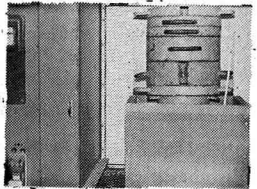


写真-2

載荷(荷重)は、いくつかの予備実験の結果を校対し、弾性範囲のシマ次数を観察し得るように考慮した。

通常の光弾性法では、荷重を増減させることにより応力集中の度合、もしくはシマ次数の増減を観察し得るが、本法を用いると、シマ次数を観察しながら荷重の増減をし得なくなる。つまり、応力凍結時の温度を120℃近傍で考えてみると、光弾性応度は大よそ $\sigma \approx 40\text{mmkg}$ 程度を示し、常温のものに4~4.5倍となる。一方、高温時におけるヤング係数(E)は逆の傾向が認められかなり低下することを知られる。したがって、応力凍結が行われている過程で試験片が破断しないように、凍結を行なう際には、荷重をかなり詳しく算定し、調べるようにスライス片の厚さに対応するシマ次数を得るように試みた。ここには、スライス片を6mmと定めてシマ次数の観察を行なった。

3. 実験の結果および検討: 写真-3、図-4参照、写真-3(実験Ⅱ)は、中央断面の特色線の例である。実験Ⅰについて同じような傾向が認められる。シマ模様撮影には通常の装置を用い、浸漬(モノブロンナフタリンと流動パラフィンの混合)液に浸漬して行なった。

応力解析は、文献(2)の方法により図-2に見るような断面の分割点との応力の算定を試みた。図-3にその結果を示す。

図-4は、写真-3より判断した応力分布をシマ次数単位で示したものである。シマ次数を調べるに、図-2

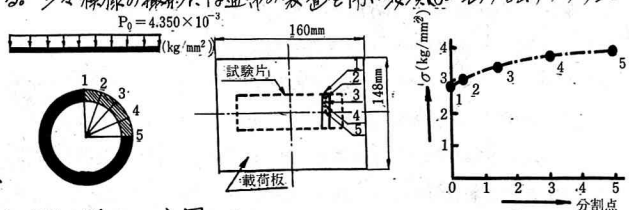


図-3

三次元応力状態に凍結された試験片をそのままの状態で調べるのは困難である。

そこで、実験→解析を試みるには、何らかの形にスライス片をとりだして平面応力状態と同様に真の主応力差が得られるように工夫する必要がある。

スライス片をとりだすのに、主軸を含まない任意のスライス片を考えると応力の解析が著しく困難となる。したがって、どのような

向きと形に選ぶかを調べ、偏光をどのように通すかを検討した。本実験では、全主応力面スライスとし、筆直射法を採用したので、平面応力状態として取り扱うことができ、応力の観察が容易となり、結果の精度が高まると考えられよう。

実験から得られるシム次数を調べるのに、通常の実験法と異なって基本シム次数の0次を求めればよい。すなわち引張、圧縮応力の判読が容易でない。そこで、調べようとするスライス片に外力を与えて、スライス面内に生じる次数の増減を検討した。一方、第傾曲線の動きの調べ、特異点の位置を知り判読した。

写真-4は破断前の第色線の一部を示す。写真に見るように特異点が認められ、引張りの領域が明らかである。図-5は、極座標における平面問題として近似理論より求めた各断面の分割点の応力値である。図-6は、 $\theta=0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$ の断面の切線方向の直応力の関係を示したものである。図-7は、最も応力が高まると考えられる $\theta=0^\circ$ の断面について、第色線と第傾曲線を求めて分割点上の切線方向の応力と近似理論値とを比べたものである。

4. おわりに

本実験では、支持方法も考慮せず、土質条件のシラス、標準砂の上に直接埋設したので、応力凍結の過程で、試験片の移動が自由と考えられ、支持反力の分布状態の考察が必要であろう。

本法を用いて三次元応力状態を観察するのは良好と考えられる。しかしながら応力を凍結させる際、かたりの高温で熱処理させるために、周囲をとりまく土質条件の特性が求められることが考えられる。応力状態を観察する際、主応力面スライスを取りだして応力状態を二次元的に観察すると応力状態の傾向を知ることができよう。

写真-5は、地中構造物のカルバートに鉛直土圧を与えた場合の中央断面におけるスライス片を、常温で測定する方法を検討中のものである。

参考文献

- (1) 青田千三編：埋設管設計法、朝北出版 1971-7
- (2) 最上武雄編著：土質力学 pp.231~242、技報堂
- (3) 川本熊万著：応力弾性学、共立出版
- (4) 前著：有孔部の特異点に関する実験的研究昭和48年度研究発表論文集、土木学会西部支部
- (5) 外西田他：光弾性実験法、日刊工業新聞社 pp.283~317
- (6) 村田山伸：地山シラスの強度特性について、第27回土木学会年次学術講演会、昭.47,10,5
- (7) 文頼他：新土木設計データブック、朝北出版

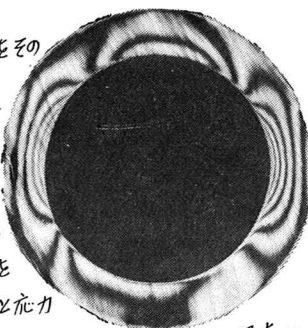


写真-3

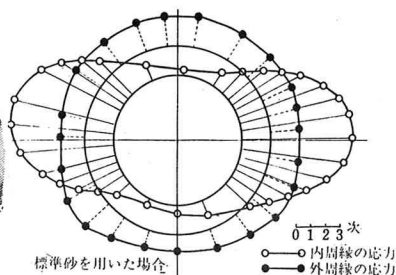


図-4

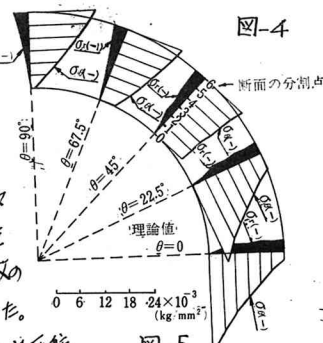


図-5

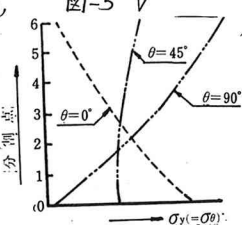


図-6



写真-4

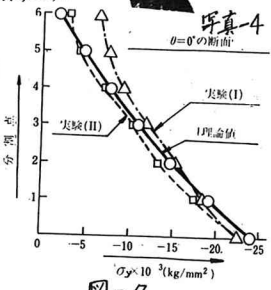


図-7

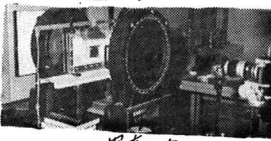


写真-5