

III-A 140 送電鉄塔基礎の遠心模型振動実験—その1 基本物性と実験手法

大成建設技術研究所 正会員 田中 満
 東京電力工務部 正会員 酒井 達史
 東京電機大学理工学部 正会員 安田 進
 東京大学工学部 正会員 東畑 郁生
 (財)電力中央研究所 正会員 大友 敬三

1. まえがき

液状化地盤における送電鉄塔基礎の沈下予測手法を検討する際に必要な沈下、過剰間隙水圧等の基礎データを得るために、図一1に示す275kv級送電鉄塔四脚独立基礎の一脚を対象とした遠心模型振動実験を実施することになった。本報告は、使用材料の基本物性（シリコンオイルを用いた場合の液状化強度曲線、遠心力場での透水係数）の把握と実験手法に関するものである。

2. 試験・実験の方法

2.1 透水試験

豊浦標準砂については、水と粘性係数の異なるシリコンオイルを使用した場合の透水係数について重力場、遠心力場での結果が報告されている¹⁾。本実験でも豊浦標準砂を使用することから、同条件下（50G場、50cStのシリコンオイル、相対密度は標準ケースとした40%）で変水位透水試験を行った。

2.2 繰返し三軸試験

遠心力場における相似則を満足するためにシリコンオイルを使った場合、水の場合と強度特性に差異があることが懸念された。このため、主としてシリコンオイルを用いた側圧変動タイプの繰返し三軸試験を行い液状化強度曲線を求め、水を用いた場合にその曲線上に乗るかどうかの確認を行うこととした。正弦波（0.1Hz）、背圧2 kgf/cm²、 $\sigma_0' = 0.5 \text{ kgf/cm}^2$ の条件とした。

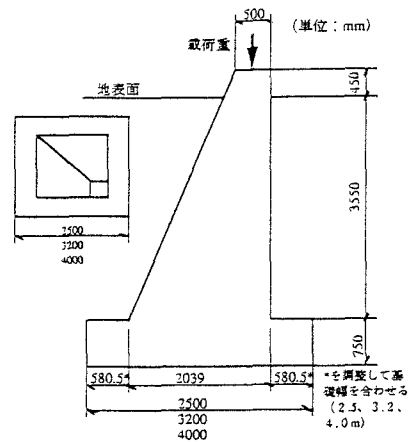
2.3 遠心力場における振動実験

本研究の目的である送電鉄塔基礎の液状化による沈下に関するデータを得るためには、遠心力場の振動実験において間隙流体としてシリコンオイルを用いる必要があることを、水を用いた場合との比較で確認することとした。実験条件は、別報²⁾における標準条件（Dr=40%、荷重30tf、入力波は90Gal, 20波）とし、各点の加速度、過剰間隙水圧・沈下の時間的变化をみた。

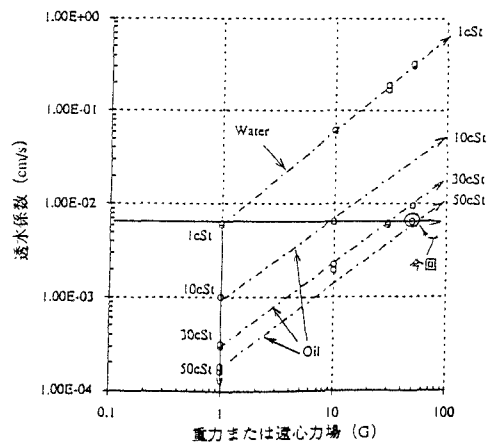
3. 試験・実験の結果

3.1 透水試験

図一2に文献1)の結果と今回確認した透水係数の値を併せてプロットして示す。図から50G場で50cStのシリコンオイルを用いた場合の透水係数は、1G場の水（1cSt）の透水係数に等しくなることがわかる。すなわち、50G場の実験で50cStのシリコンオイルを用いれば、過剰間隙水圧の上昇・消散の時間に関する縮尺は1/50となり、動的現象の時間に関する縮尺に一致する。



図一1 対象とした送電鉄塔基礎



図一2 粘性の異なる流体のnG場での透水係数の透水係数に等しくなることがわかる。すなわち、50G場の実験で50cStのシリコンオイルを用いれば、過剰間隙水圧の上昇・消散の時間に関する縮尺は1/50となり、動的現象の時間に関する縮尺に一致する。

3.2 繰返し三軸試験

図-3に、本実験の液状化地盤の標準密度とした $Dr=40\%$ 及び非液状化層とした $Dr=80\%$ について実施した繰返し三軸試験の結果を示す。シリコンオイルを用いた試験を主として液状化強度曲線を求めたが、脱気水を使用した繰返し応力比0.13、0.14の場合の液状化回数もシリコンオイルの場合の液状化強度曲線上にあることがわかる。すなわち、ここで試験した程度の載荷速度（0.1Hz）では、地盤の間隙流体として50cStのシリコンオイルを用いても水の場合と液状化強度に差がないことを示していると考えられる。

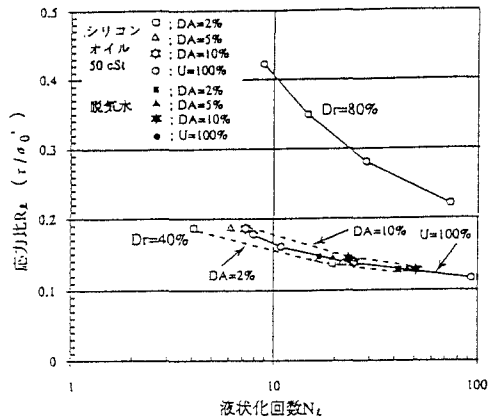


図-3 シリコンオイル・水を用いた液状化強度曲線

3.3 遠心力場における振動実験

図-4に対象とした送電鉄塔の独立基礎（図-1）の1/50模型を用い、間隙流体としてシリコンオイル及び水にて実施した振動実験結果の一部を示す。

シリコンオイルの場合は、加振（0.4秒）終了後も場所によっては過剰間隙水圧が上昇し、ある時点（ここでは7～8秒）から消散し始めている。

地表面及び基礎の沈下もこれと呼応する。加振後も沈下速度は低下するものの沈下し続け、過剰間隙水圧の消散の始まりとともに沈下も収束する傾向が見られる。これに対して、水を使用した場合は、加振中に消散が始まり沈下も加振の終了とともに停止する。一方、沈下量は水の場合が40～50%大きくなっている。水の場合、加振中に過剰間隙水圧が排水されて、急激な圧密沈下を生じたものと考えられる。また、水の場合一度軟化しかかった地盤が過剰間隙水圧の消散とともに強度を回復する様子が見られ、加速度の増幅もシリコンオイルの1割に対して、5割程度見られた。以上のように水とシリコンオイルの場合で基礎の沈下の状況が大きく異なり、実現象により近いものを再現するためにはシリコンオイルを使用するのが望ましいと考えられる。

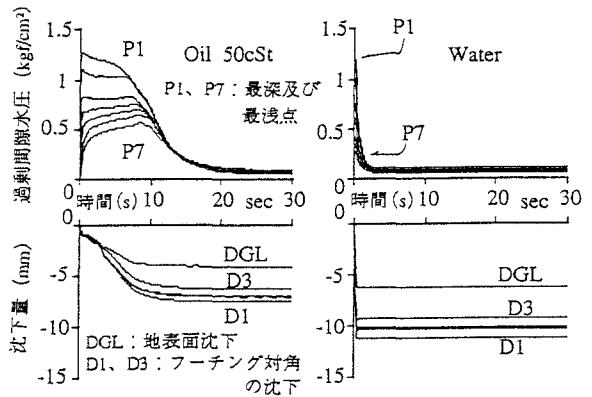


図-4 間隙流体による過剰間隙水圧及び沈下の違い

4. あとがき

送電鉄塔基礎の遠心力場における振動実験を行う際にも、動的現象と間隙水の移動の時間縮尺を合致させることが必要である。このために間隙流体としてシリコンオイルを使用することが考えられ、本報告ではその妥当性を試験・実験により確認した。

本報告は、（財）地震予知総合振興会が東京電力（株）からの受託業務「流通設備に対する地震荷重と液状化の影響評価手法に関する研究」のために組織したワーキングの成果の一部であり、関係各位に感謝する次第である。

参考文献

- 1) 田中ら：遠心力載荷装置による液状化模型実験手法の基礎的研究,大成建設技術研究所報第27号,1994
- 2) 川崎ら：送電鉄塔基礎の遠心模型振動実験—その2 沈下に影響する因子,第51回土木学会年次学術講演会,1996,投稿中