

地中送電用構造物の耐震評価手法の開発

地盤パラメータからの簡易な耐震評価

Development of Earthquake-Resistance Calculation Method for Underground Transmission Lines' Structures Simple Earthquake Evaluation Method by Geotechnical Parameters

(工務部 送電G)

近年、東南海地震の発生が懸念されており、地中送電用構造物についても地震発生時の適切な対応のために、耐震性能の評価が求められている。

しかし、地震発生時に地中送電用構造物に生じる応力の算定には、埋設地点ごとに複雑な地震応答解析が必要であり、多くの労力と時間を要していた。

そこで、ボーリング柱状図から得られる地盤定数から地震発生時に地中送電用構造物に生じる応力を簡易に求める手法を検討し、地震応答解析とほぼ同等の結果が得られる手法を開発した。

(Transmission Lines Group, Electrical Engineering Department)

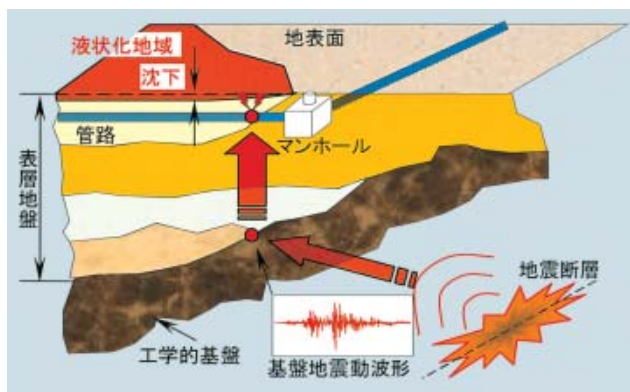
Underground structures' resistance to earthquake should be estimated to prepare countermeasure against earthquakes because the Tounankai-earthquake is thought to occur in near future.

Complex earthquake response analysis is needed to calculate the force that is applied to underground structures by an earthquake. Therefore we studied on the possibility of simple earthquake evaluation method and developed new method to calculate only with geotechnical constants that can be known from geological columnar section. The results of the new method are as accurate as those of the complex earthquake response analysis.

1 背景・目的

地震時の応力は、地盤材料の動的非線形性を考慮した地震応答解析用ソフトウェア(以下、MDM)にて高精度に算出可能であるが、多くの地盤特性値を入力する必要があり、広範囲にわたり地震応答解析を行う場合には大量のデータと多大な労力を要する。第1図に地震応答解析のイメージを示す。解析には解析地点での基盤地震動波形および多くの地盤定数を入力する必要がある。

そこで、地震応答解析により求めた地震外力と、地盤柱状図から簡易に算出可能な地盤パラメータとの相関を調査し、地震応答解析を必要としない地震時の応力算出手法を検討した。この地震時応力と地中送電用構造物の地震耐力との比較により、簡易な地中送電用構造物耐震評価が可能となる。



第1図 地震応答解析のイメージ

2 研究の概要

2.1 地震外力算定の概要

地中送電用構造物に生じる地震被害の支配的な要因は地盤変位であり、最も大きな応力を生じる地盤変位は液状化にて生じる地盤沈下である。また、液状化しない場

合でも、液状化による沈下ほどではないが、地震動が引き起こす地盤の水平変位により応力が生じ、地中送電用構造物が破損する可能性がある。そのため、地中送電用構造物の耐震性能を評価するには、まず、液状化の発生有無を判定し、液状化する場合には液状化による沈下量を、液状化しない場合には地震動による地盤の水平変位量をそれぞれ算定する。そこで、液状化発生有無、液状化による沈下量、地震動による水平変位量を各種地盤パラメータから算定する手法を検討した。なお、検討においては、振動周期の短い内陸直下型地震および振動周期の長いプレート境界型地震を対象とし、MDMにて得られた値を真値として評価した。

2.2 液状化発生評価

一般に液状化の発生有無は、液状化抵抗指数(PL)にて判定しており、PLが5以上の場合、その地点は液状化しやすいと言える。そこでPLと各種地盤パラメータとの相関を評価し、これらを用いて簡易に算定する手法を検討した。その結果、地盤の固有周期(T_g)および補正N値10以下の層厚の総和(Na₁₀)との相関が高いことが判明した。T_gは地盤の固さと負の相関があり、大きいほど地盤が軟らかい。補正N値とは、地層の固さや土質を考慮した液状化しにくさを表す指標であり、小さいほど液状化しやすい。ここでT_gとNa₁₀を用いて液状化発生の判別式を作成し、その正負にて液状化発生有無を判定する手法を開発した。判別式を以下に示す。

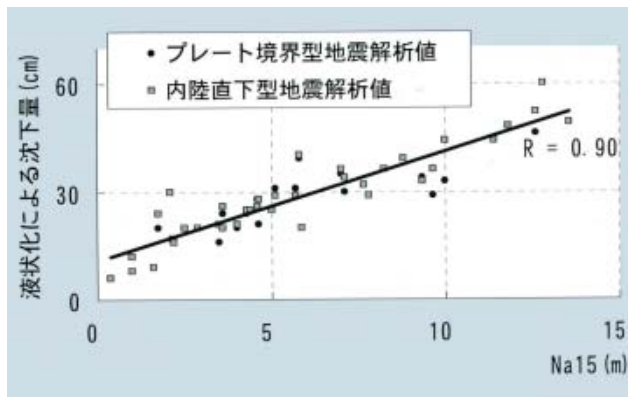
$$\text{判別式} = D_1 \times T_g + D_2 \times Na_{10} + D_3$$

D_1, D_2, D_3 : 係数

兵庫県南部地震での実績値にて判別式を評価し、10箇所中9箇所にて正しい判定が可能であることを確認した。

2.3 液状化による沈下量の算定

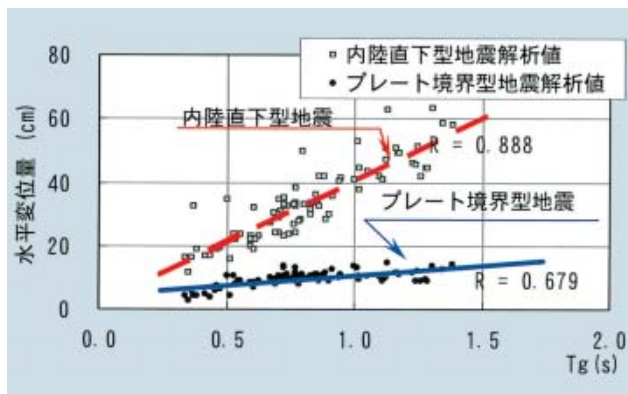
液状化による沈下量と各種地盤パラメータの相関を調査したところ、補正N値が15以下の層厚の総和(Na_{15})と高い相関を示すことが分かった。これらの相関を第2図に示す。プレート境界型地震と内陸直下型地震のいずれにおいても液状化による沈下量に差異は見られず、地震波形によらないことが判明した。得られた相関から、複雑な解析なしに液状化による沈下量を推定する手法が可能となった。



第2図 Na_{15} と液状化による沈下量の相関

2.4 地震動による水平変位量の算定

地震動による水平変位量と各種地盤パラメータとの相関を評価し、 T_g との間に高い相関があることが判明した。 T_g との相関を第3図に示す。地震動による水平変位量とプレート境界型地震、内陸直下型地震のいずれにおいても T_g と高い相関を示すことが分かった。得られた相関から、複雑な解析なしに水平変位量を推定する手法が可能となった。

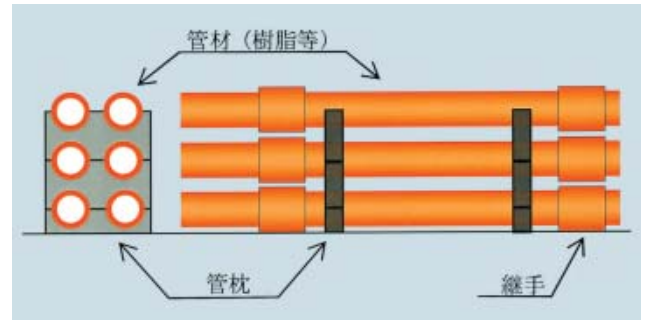


第3図 T_g と液状化による水平変位量の相関

2.5 地中送電用構造物の耐震性能

第4図に管路構造の地中送電用構造物を一例として示す。合成樹脂などで強化した管材を継ぎ、直接地中に埋設した構造である。管路の、液状化による沈下量および水平変位の許容値の計算例を第1表に示す。沈下量の許容値は液状化により段差が生じるとして計算した。一方、水平変位の許容値は、波長100mの地震波形に合わ

せて管路が曲がるとして計算した。第2図、第3図から求めた各地点の沈下量および水平変位量とこれらの許容値を比較することでその耐震性能が評価可能である。



第4図 管路構造図(合成樹脂管)

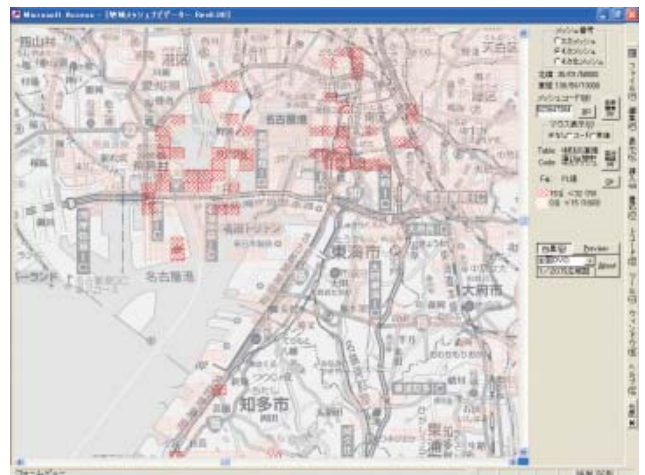
第1表 地中送電用構造物の変位許容値

構造	沈下量(cm)	水平変位(cm)
耐震性管路	40	100
標準管路	15	100

電力用強化プラスチック複合管(150)

3 まとめ

地盤柱状図から得られる地盤パラメータを用いる簡易な地中送電用構造物の耐震評価手法を開発した。長距離にわたる地中送電用構造物の地震時の被害を想定するには、従来の手法では非常に時間がかかっていたが、開発した手法を用いると短時間での想定が可能となり、第5図に示すような被害想定マップの作成が容易となる。



第5図 想定地震における被害想定マップイメージ



執筆者 / 川邊 史
Kawabe.Tsukasa@chuden.co.jp