

1. まえがき 埋設管路の耐震性を正しく評価するには、管路および地盤の地震応答並びに地震そのものについての十分な知識のみならず、それらと有機的に結びつけて総合的な考察を行う必要がある。そのためには、現在の配管材料の力学的特性について分類・整理するとともに、過去の震害記録からの教訓を生かして、地盤-構造物系の相互作用の立場から管路の耐震設計法の確立を図らなければならない。

埋設管路の耐震性に関する研究の目的は、

- 1) 既設管路の地震時における安全性の評価
- 2) これからの配管系に対する耐震設計法の確立

にある。本報告では、昨年度報告した配管材料の力学的性質¹⁾などを念頭において、埋設管路のモデル化に関連したス、3の問題について考察する。

ス 埋設管路のモデル化と応答解析 埋設管路の耐震性の評価に際して検討を要する項目は、入力地震波、地盤および管路系の特性、地盤と管との境界における問題など多岐にわたっている²⁾ので、実際の複雑な配管系を単純な系にモデル化し、シミュレーションによる応答解析を行い、地震時挙動を明らかにする必要がある。

(1) 解析の対象 これまでの震害記録および管の力学的特性から地震応答解析の対象とすべき配管系の要素は、

- 1) 管の種類および口径
- 2) 管路の形態……………直線管路、曲線管路、異種構造物と接続している配管系、分岐管、弁などと有する配管系

などであり、また継手における変形特性からは、

- 1) 連続管路……………溶接接合された鋼管路など
- 2) 不連続管路……………メカニカル継手をもったダクタイル管路など

に分けられるであろう。

管の種類については、材料の信頼性、使用実績から連続管路として鋼管路と、不連続管路としてダクタイル管を主要な対象と考えている。

これらとさらに整理すれば、管路の構造上の問題からみた具体的な検討事項は次のようになる。

(鋼管路について)

(ダクタイル管路について)

- | | |
|-----------------------------------|---------------------|
| 1) 小口径管の曲げおよびネジ継手の強度の評価 | 1) 継手の変形と震害との関係 |
| 2) 異種構造物との取付部など応力集中が予想される部分の強度の評価 | 2) 各種継手形式の動的挙動 |
| 3) 曲線配管における管応力の評価 | 3) 継手の変形と考慮した配管系の応答 |

(2) モデル化と応答解析 現時点で、優れた配管材料と考えられている鋼管およびダクタイル管を用いた場合でも、これらの地震応答に関してはかなり未解明の部分が残されている。これらの問題を、順次解決されていかなければならないが、ここでは直線管路などモデル化の比較的容易な管路形態を考えてみる。

埋設管はマスの小さい線状構造物であるので、比較的長い区間にわたって直線的に配管されているような場合は、管路の変形は平均的には地盤の変位に追随するものと考えられる。一般には、弾性支持されたはりまたは棒にモデル化し、応答変位法によって解析されている。このような考え方は、一樣な地盤中の連続管路の地震時の安全性の確認には十分適用できるものと思われるが、ダクタイル管路のような短い区間で変形の不連続点とされている管路にみられる局所的な被害(例えば、継手の抜け出しなど)と説明することは困難である。

ダフタイル管路では、管路の変形が継手部分で吸収され、管体の応力はそれ程問題にならないので、管路の応答は継手の変位を主体とした解析を行う必要がある。また、地盤の局所的な変状の影響も連続管路よりは大きく受けることが予想される。直線管路の解析モデルを模式化して示せば、図-1 のようになる。すなわち、鋼管路のような連続管路に対しては、管軸方向および管軸直角方向ともに地盤にバネで拘束されているモデル-1 が用いられる。ダフタイル管路の場合は継手の力学的性質を表現するバネを加えたモデル-2 のようにモデル化できる。

これらのモデルに用いられるバネについては、非線形な特性をもつものと考える必要がある。さらに実際問題を念頭においてより一般的な場合を考えるならば、これらのバネ特性および相互関係に適切な確率分布を与え、シミュレーションによる応答解析を行う必要もある。

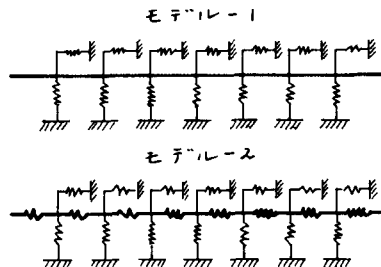


図-1 解析モデル

(3) 解析結果の1例 以下に示す計算例は、ダフタイル管路を想定して継手部分と剛性の低い、短い管で置き換えて解析と試みたものの1部である。計算には長さ5mの管(外径: 22cm, 厚さ: 7.5mm)と10cmの接続管によって連結した総延長30.7mの管路モデルを用いた。入力としては正弦波状の地盤変位(管軸方向のみを考えた)をバネ(0.3 kg/cm^3)を介して管に伝え、管の変位性状を解析した。ここでは、接続管の剛性その他の部分の1/1000にした場合について、入力波の波長15.86mのときの結果を図-2(a)に、30.7mに対するものを図-2(b)に示した。また、図-2(b)には、地盤と管との相対変位が0.1cmでスベリを起すとして解析した結果についても示してある。

3. あとがき 埋設管路のモデル化に関連する2, 3の問題について考察を行い、併せて解析結果の1部を報告した。今後このようなモデルを用いて、入力地震動の特性に応じた解析を行いたいと考えている。

なお、ここでの計算は、東京ガス技術研究所の構造解析用プログラム「ANFS」²⁾によって行ったことを付記し、種々の便宜を与えていただいた西尾室長以下の研究員の方に謝意を表します。

(参考文献) 1) 佐藤: 埋設管の耐震性に関する2, 3の考察, 土木学会第33回年次講演会(Ⅱ-101)

2) 東京ガス技術研究所: 有限要素法による三次元管組構造解析プログラム

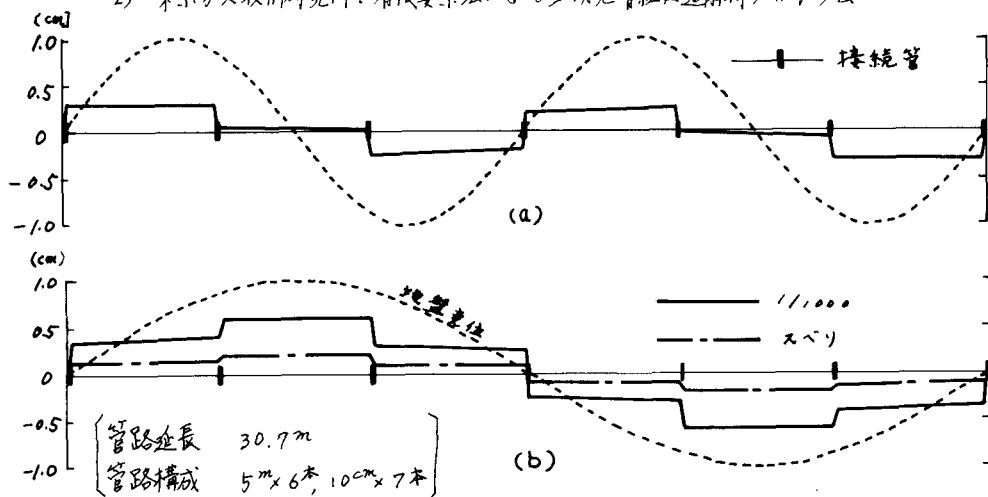


図-2 計算結果(管軸方向の地盤および管の変位)