

宅造地における埋設管路の挙動解析

神戸大学工学部 正員 高田至郎
山陽電気鉄道 ○正員 上門一裕

1. まえがき 昭和53年6月の宮城県沖地震は、仙台市を中心に大きな被害をもたらした。この地震は被害の大きさとともに、被害と地盤特性の関連が注目された。その一つとして近年大規模に造成された宅地における管路被害があげられる。宅造地は地盤が複雑なため地震動を受けた際に不等変位を生じやすいと言われている。とくに埋設管のような構造物挙動は地盤運動に支配されるため、被害も多発したようである。そこで宮城県沖地震の被害データにもとづいて、被害の集中した50mmねじ継手鋼管についてモデル解析を行ない、被害特性との関連について検討した。

2. 解析方法

(1) 地盤震動による管路の挙動解析

宅造地において地山と埋土の境界部分付近が最も不等変位が生じやすいと考えられ、実際の被害分布もその傾向を裏付けている。そこでこの部分における地盤と管を振動系としてモデル化したものが図-1である。管は剛体と考え、入力波の半波長の長さに相当する管路を1質点としている。2質点は継手線形ばねで結合し、管と地盤もばねで結合され、地盤変位が強制変位として管に作用すると考える。ここで地盤ばねは図-2に示すような完全弾塑性型であると仮定している。計算では2質点に同一の地震波を、遅れ時間をもって入力させ、波動伝播に伴う影響を検討している。

(2) 地盤変動による管路の挙動解析²⁾

管路において地すべりなどの地盤変動が発生した場合、図-3に示すようなモデルを設定する。地盤変動により管と地盤にはすべりが発生し、それに伴う継手変位 Δu は次式で求める。ここに軸応力 σ の地点から最大軸応力地点までの距離を L 、単位長さあたり軸応力変化を ϕ 、地盤変動を D 、管のヤング係数を E とする。

$$\Delta u = L \times \sqrt{\phi \cdot D / 2E}$$

求めた継手変位は各継手に分配し最大変位を検討する。

3. 計算結果と考察

(1) 地盤震動モデル 2質点系モデルにおいては、宮

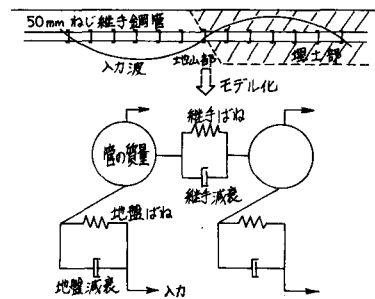


図-1 地盤震動による管路解析モデル

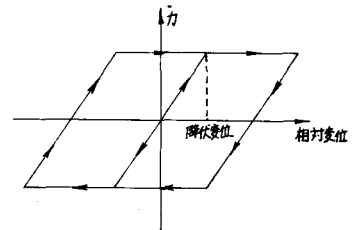


図-2 地盤ばね特性

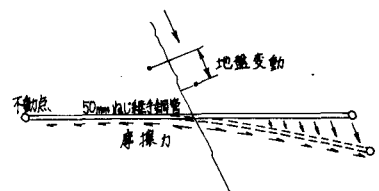


図-3 地盤変動による管路解析モデル

城県開北橋付近の地盤で得られた記録を入力させて応答計算を行ない最大継手変位を求めた。この計算で用いるばね定数、減衰定数および入力遅れ時間は、図-4～図-6のような正規乱数により与え200回の応答計算を行なっている。比較のため地山と埋土の境界付近の継手変位と埋土部分の継手変位について検討した。図-7に最大継手変位の分布状況を示した。

このモデルで使用した50mmねじ継手鋼管のねじ部破損変位は、実験結果などによると25mm程度³⁾であると推測される。この破損変位を上回る割合を見ると、境界部で64.5%、埋土部で39.5%である。これによると境界部では埋土部よりも高い破損率を示し、境界部での不等変位の大きさを裏付けるものと言えるであろう。

(2) 地盤変動モデル このモデルにおける地盤変位および軸応力変化は、図-8、図-9のように200個の正規乱数により与えている。これらの値により管全体の変位量を求め、各継手に分配して最大継手変位を検討した。継手変位の分布を図-10に示した。

この結果では破損に至るほどの値は示さないが、この原因としては、変位量を各継手に分配したためではないかと考えられる。実際には、最大軸応力発生付近に変位が集中する可能性があり、このような場合には被害が甚大となる。また、ここでは地盤変動を1ヶ所だけと仮定しているが、数ヶ所にわたって変動が起こり相互に影響をおよぼして被害にいたったとも推察される。

4. まとめ

埋設管路をモデル化して地盤震動および地盤変動による最大継手変位の検討を行なった結果、宅造地における実際の管路被害を説明しうることが知られた。

参考文献

- 1) ガス事業大都市対策調査会、地震対策専門委員会：宮城県沖ガス施設被害調査報告書、1978年12月
- 2) Newmark, N.M. and Hall, W.J.: Pipeline Design to Resist Large Fault Displacement, June 1975.
- 3) 文部省科学研究費自然災害特別研究自然災害科学総合研究班：第16回自然災害科学総合シンポジウム講演論文集 pp.455~516, 1979年9月

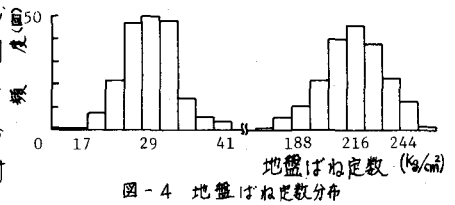


図-4 地盤ばね定数分布

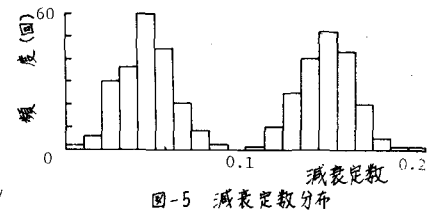


図-5 減衰定数分布

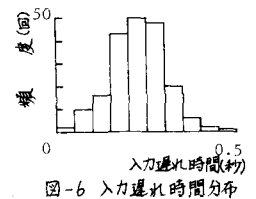


図-6 入力遅れ時間分布

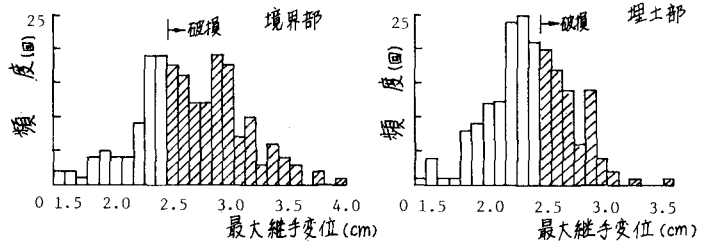


図-7 最大継手変位分布

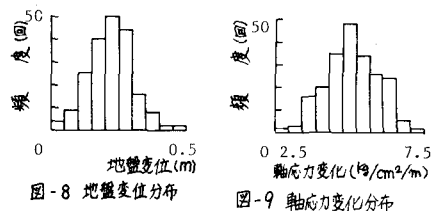


図-8 地盤変位分布

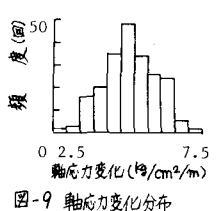


図-9 軸応力変化分布

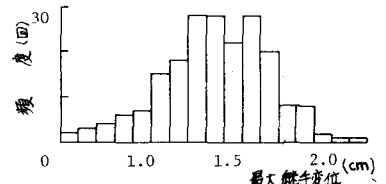


図-10 最大継手変位分布