

積小化学工業(株) 正員 山部泰男
神戸大学工学部 正員 高田至郎
神戸市 正員 高橋俊二

1. はじめに

地中埋設管の地震時の挙動は地盤の変動に支配されることから、弾性率が小さく許容ひずみの大きい硬質塩化ビニル管は管体破壊に関する限り耐震的に有利であると考えられる。一般に硬質塩化ビニル管は4~5m毎に接着継手またはゴム輪継手で接続されるが、ゴム輪継手は温度変化や地盤の不同沈下による応力の緩和と目的として可とう性継手であり耐震継手として期待される。しかしながら、これら硬質塩化ビニル管の地震時の挙動に関して研究された例はなく耐震設計基準も不明確な現状である。本報告は、可とう性継手をもつ硬質塩化ビニル管の地震時の挙動を数値シミュレーションにより、定量的に検討したものである。

2. 解析モデルおよび解析手法

図-1に解析モデルを示す。鉛直方向に地盤は振動しないものとして2次元平面モデルを考え次の仮定を設けて埋設管のモデル化を行った。

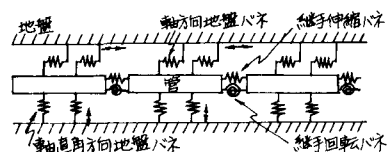


図-1 解析モデル

(1) 埋設管を弾性床土のはりに見なし、地盤変位は強制変形として

のみ作用し、その地点での地盤変位が地盤バネを介して管路に作用する。

(2) 地盤バネは非線形特性をもつ。すなわち、管軸方向では管は摩擦力により地盤の変位に追随するが、最大摩擦力を越えると管と土の間にすべりが生じる。また管軸直角方向ではある値を越えると土が弾性から塑性の状態になるものとする。いずれの方向のバネも完全弾塑性型の非線形特性をもつものとする。

(3) 埋設管路の継手部は伸縮バネ、回転バネによって管が連結されるものとし、伸縮バネは軸力、せん断力を、回転バネは曲げモーメントを伝えるものとし、これら継手バネは継手特性に応じて非線形特性をもつものとする。

(4) 入力変位地震振動は正弦波で近似できるものとし、埋設管に対して任意の入射角をもつ進行性振動と考える。

以上の仮定に基づき変位法により解析を行った。解析には伝達マトリックス法を用い、地盤バネおよび継手バネの非線形特性には荷重増分法を用いた。

3. 解析諸元

解析の対象とした水道用硬質塩化ビニル管の諸元を表-1に、可とう性継手の形状を図-2に示す。また地盤のバネ特性および継手のバネ特性を図-3および図-4に示す。地震挙動解析は管路延長100mの直線管路を対象にして継手間隔5mとし、入力地震振動は埋設管に対して45°の入射角をもつものとした。境界条件として管路の両端は固定とし、境界条件の影響を少なくするため管路両端における入力地震波の変位振幅の変化率を零とした。計算に用いた入力地震波は表層地盤の固有周期1.0sec、せん断波速度100m/secとし、過去に観測された変位スペクトルから入力変位振幅2.5, 5.0, 10.0cmの3種類を用いた。

表-1 水道用硬質塩化ビニル管VP100 (JIS K6742)

管外径	110 mm
管内径	100 mm
管厚	7.0 mm
弾性係数	$3 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$
断面2次モーメント	$3.38 \times 10^2 \text{ cm}^4$
断面積	23.5 cm^2
部材長	5 m

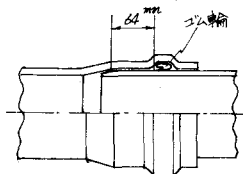
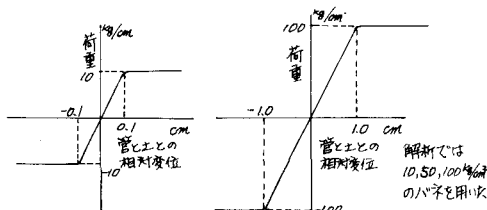


図-2 水道用硬質塩化ビニル管ゴム輪継手



(a) 軸直角方向地盤特性 (b) 軸方向地盤特性
図-3 地盤バネ特性

4. 解析結果および考察

解析結果の一部を図5～10に示す。これらの結果より、

1) 軸方向では、図5, 6, 9, 10 から地盤ひずみを継手の伸縮と管体ひずみで吸収しており、緩い地盤では継手の伸縮で大半のひずみを吸収し、逆に固い地盤では管体ひずみで地盤ひずみを吸収していることが認められる。図-6は軸力分布を示しているが、継手バネ特性の影響で継手部の応力が緩和されており、左舷側ではバネの左舷特性により大きな圧縮力が発生し、引張り側では継手の抜けによって地盤バネの大きさに合わせて、継手部には100 kg程度の軸力しか作用していない。図-8は継手の相対変位分布を示しているが、継手変位分布も地盤変位分布と相似形がある。この場合、応力分布と逆に引張り側での変位が大きく、抜けやすい継手のバネ特性によるものであることが認められる。図-9, 10は変位振幅によって比較したものであるが、変位振幅10 cm (加速度400 gal, 震度階VI) の場合でも、緩い地盤で最大30 mmの継手抜け、または固い地盤では180 kg/m²の圧縮応力を生じるが、継手有効差込長64 mm、硬質溶接の50年持久強度250 kg/m²を考慮すれば、安全率を見込んでもこの程度の地震動に耐えられると考えてよさそう。

2) 軸直角方向では、図-7に示される様に曲げ応力は小さく、軸方向運動に比べ非常に小さい問題とならない。

