

埋設管の復元力特性について

神戸大学工学部 正会員 高田至郎
 神戸大学大学院 学生員 元山峰夫
 神戸大学大学院 学生員 稲垣智彦

1. まえがき

埋設管の耐震性に関しては、多くの研究がなされ地震時には地盤と一体となって振動し、相対変位を生じないものと思われて解析等が進められてきた。しかし地震時の被害等を検討すれば、滑りを生じていると考えねばならない場合が多く、地盤の復元力は非線型性を示すものとする方が妥当であると考えられる。埋設管のような管軸方向に長い構造物と地盤との間に滑りを考慮することは、耐震設計上重要である。このような観点から、地盤と埋設管との摩擦復元力を、モデル実験により現象的にとらえようとするのが本実験の目的である。

2. 実験の概要 Fig. 1に実験装置の概要を示す。

埋設管は 外径 50mm のアルミ管を使用した。模型地盤としては 上の諸特性を生かすため 均等係数 2.0, 単位体積重量 2.58 t/m³ の乾燥砂を用いた。本実験は静的実験 (CASE 1) および動的実験 (CASE 2) に分けて実施した。CASE 1 では変位速度 (0.1 mm/sec) 一定として、ひずみ、復元力などを、それぞれ計測した。CASE 2 では、ロードセルを通して振動台で管を軸方向に加振し変位は 0.1 ~ 4 mm までとし、振動数 0.7 ~ 5 Hz まで変化させてそれぞれの場合について上記諸量とともに管加速度、地盤加速度も同時に測定した。また、ブラウン管オシロスコープの横軸に変位、縦軸にロードセルによる出力を記憶させて各振動数ごとに写真撮影を行なった。また、上述の実験は Fig. 1 に示した載荷装置によって、管に作用する土圧を 0.02 ~ 0.6 kg/cm² に変化させて、応答の相違についても検討を加えた。

3. 実験結果と考察

(a) 静的実験 静的実験で得られた復元力特性を Fig. 2 に示した。管と地盤との間に滑りが生じるまでは、復元力と変位は、ほぼ比例関係にあり、その勾配は、いずれの土圧でも約 135 kg/mm である。滑りが生じていると思われる変位以上では、復元力の増加割合は急激に減少して ある一定の値に近づく。

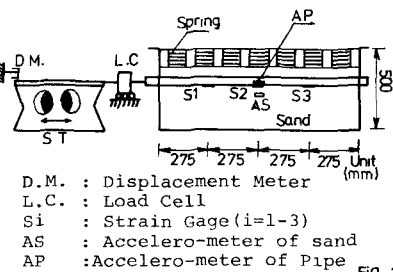


Fig. 1

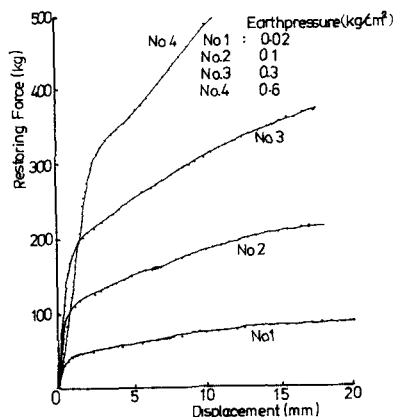


Fig. 2

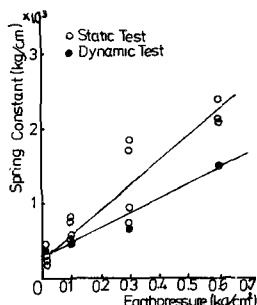


Fig. 3

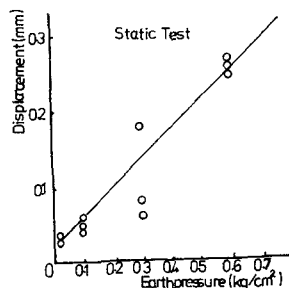


Fig. 4

く傾向を示す。また、土圧が大きくなるにつれ滑りが生じ始める変位は増大し、復元力は大きな値を示すことが知られる。Fig.5では ひずみ-復元力関係を示したが、両者は比例関係にあることが分る。静的実験から近似的に、滑り出すときの変位とそれに相当する復元力を求め、見掛上のばね定数を決定した。Fig.3,4は管軸に作用する土圧とはばね定数および滑り出すときの変位を明示したものである。見掛上のばね定数および滑り出すときの変位は土圧に比例していることが知られ、地震時に埋設管の滑りに影響する重要な要素は管に働く土圧であろうと推察される。また 0.3 kg/cm^2 では 多少の値のばらつきが見られるが、これは砂の締め固めの状態が影響したものと考えられる。

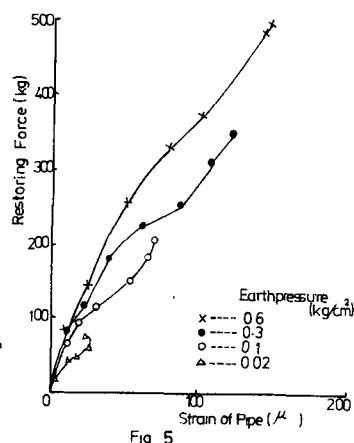


Fig. 5

(b)動的実験 Fig.3中には動的実験より求めた見掛上のばね定数と土圧との関係も示してある。静的ばね定数は動的ばね定数より大きな値を示した。全振幅を4mmの一定とし、振動数の変化に伴う履歴曲線の形状は、振動数の増大に伴い軟化型から硬化型への移行を示した。また加振振動数を2Hzの一定にし、振幅の増加による履歴曲線に与える影響については、振幅が小さいときはほぼ線型の履歴曲線を示し、振幅の増大に伴って摩擦の影響による非線型を示して行くことが知られた。これらの履歴曲線の一例をFig.6に示してある。Fig.7は 復元力-変位の最大点曲線を示したものである。最大点曲線は変位の増大に伴って復元力増加の割合が減少してゆき、いわゆる軟化型の曲線となる。また最大点曲線は振動数によって影響されないことが知られる。動的ひずみの最大点と変位の関係は復元力-変位関係と同様な傾向を示し、動的な場合においても、ひずみの最大値と復元力の最大値は比例関係にあった。入力加速度と応答加速度の比は入力変位に対して、ほとんど一定となっていることが知られた。この結果より、管の質量が小さく、加振振動数が5Hz程度では、慣性力の影響が小さく、近似的に復元力は外力に等しいと思なしてもよいことが知られる。したがって動的な場合にも等価ばねを用いて静的に取扱って、埋設管の耐震性を議論することができよう。

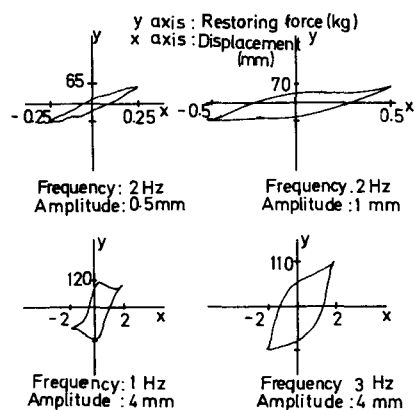


Fig. 6

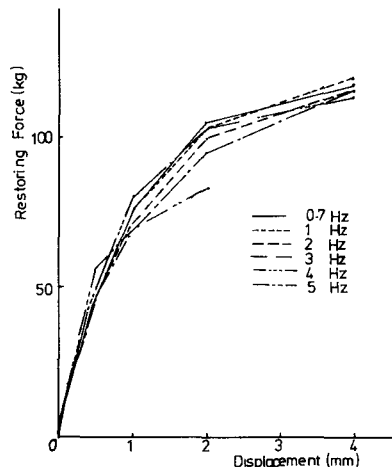


Fig. 7