

(I-28) 高速荷重を受ける埋設鋼管 の動的挙動に関する一考察

防衛大学校 (学) ○小板橋順次・(正) 森 雅美・(正) 佐藤敏志

1. まえがき

社会的に重要な地中構造物では、航空機の墜落等の偶発的な衝撃的外力に対しても十分な安全性を確保することが要求されるが、その耐衝撃性は未だ十分解明されていない。著者ら^{1)・2)}は、地中構造物の耐衝撃性を解明するための基礎的段階として、乾燥砂中に埋設された模型管の静的および高速荷重実験を行い、主に模型管に作用する土圧特性について検討してきた。本報告では、先の実験結果に基づき、砂中埋設鋼管のひずみ挙動に及ぼす模型管の剛性の影響および静的荷重時と高速荷重時のひずみ挙動の相違を検討した。

2. 模型実験の概要

実験には、地盤材料として気乾状態の豊浦標準砂を、地中構造物模型として配管用炭素鋼鋼管(JIS G3542 SGP-90A)の内面、外面を研削加工して作成した外径 $D=100\text{mm}$ 、管厚 $t=2\text{mm}$ のMP (Medium Pipe) と 3mm のRP (Rigid Pipe) の2種類の模型管を用いた。荷重は、模型地盤(土被り高 $H=30\text{cm}$) 中央に設置した長さ $B=20\text{cm}$ ($B/D=2$) の載荷板に一点集中荷重した。静的荷重実験はサーボアクチュエータを、高速荷重実験は高速変形荷重装置を用いて行った。なお、模型実験の詳細については文献1), 2)を参照されたい。

3. 実験結果と考察

ここでは、土被り比 $H/D=3$ の場合における静的および高速荷重の両実験結果を示す。なお、高速荷重実験においては目標変位量を 100mm に設定し、荷重速度はMPで約 2.52m/s 、RPで約 2.86m/s であった。

(1) ひずみ～変位関係 図-1(a)と(b)は各々静的荷重時と高速荷重時に関するMPの外面でのひずみ ε と載荷体の変位 u の関係を示したものである。同様に、図-2はRPのひずみ～変位関係を示している。

a) 剛性による相違 図-1(a), 2(a)より静的荷重時には、MPはRPに比し全般的に約2倍のひずみを生じている。これは、MPの方がRPより剛性が小さいことにより同一の載荷体変位に対する変形が大きくなるためと考えられる。また、MPの場合は管底の圧縮ひずみが管頂のものに比べ絶対値が幾分か小さくなっている。このことは、載荷体の変位の増大に伴い、MPの管頂に局所的な変形が生じていることを意味している。一方、RPの場合ではMPの場合とは異なり管頂と管底の圧縮ひずみがほぼ等しく、管側方にはそれらと絶対値がほぼ等しい引張ひずみを生じている。このことは、RPの変形モードはリングの2次の曲げモードに近い形になることを意味している。図-1(b), 2(b)より高速荷重時には、MPの管頂の圧縮ひずみは管底のもの約3倍となっており、管頂における局所的な変形の集中傾向が静的荷重時より顕著であることが認められる。また、RPは静的荷重時とほぼ同様の変形挙動を示すことが認められる。

以上のことから、静的荷重時と高速荷重時の各場合とも、MPでは管頂に局所的な変形が生じるのに対し、RPではリングの2次の曲げに近い変形モードになるなど模型管の剛性の相違によりその変形挙動が大きく影響されることが認められる。

b) 静的荷重時と高速荷重時の相違 図-1(a), (b)よりMPの場合は、高速荷重時のひずみは静的荷重時に比し管頂では約3倍、管側方では約2倍、管底ではほぼ同じとなっている。これは、高速荷重時の荷重は静的荷重時に比し約3～4倍大きいため模型管上半部に作用する土圧が増大し、その結果管頂および管側方のひずみが増加したものと考えられる。管底に関しては、a)で述べたように、管頂における局所的な変形の集中傾向が静的荷重時より顕著であり、その局所的な変形により外部からのエネルギーが一部吸収されるため管底土圧はさほど増大せず、その結果管底の圧縮ひずみもほぼ同じになったものと考えられる。

図-2(a), (b)よりRPの場合は、高速荷重時の各点のひずみは静的荷重時に比し全般的に約3～4倍となっている。これは、MPの場合と同様に、高速荷重時には模型管上半部に作用する土圧が大きくなることに

より管頂および管側方のひずみが増加したものと考えられる。管底に関しては、MPの場合より剛性および慣性力が大きくほぼ剛的に沈下する傾向が強いいため管底土圧が大きくなり、その結果管底の圧縮ひずみも増加したものと考えられる。

以上のことから、MPとRPの両場合とも高速載荷時には静的載荷時に比し模型管に作用する土圧が増大し、その結果模型管に発生するひずみも全般的に約2～4倍程度大きくなる傾向にあることが認められる。

(2) ひずみ分布 図-3(a)と(b)は各々MPとRPに関する高速載荷時の模型管の外面のひずみ分布を u/D をパラメータとして示したものである。

図-3(a)よりMPの場合は、管底、管側方のひずみに比し管頂のひずみが大きく、管頂に局所的な変形が集中している様子が認められる。一方、図-3(b)よりRPの場合は、MPの場合と異なり管頂のみならず管側方および管底のひずみが大きくなっており、リングの2次の曲げに近い変形モードになっている様子が認められる。

4. あとがき

本報告は、砂中埋設鋼管のひずみ挙動に及ぼす模型管の剛性の影響および静的載荷時と高速載荷時のひずみ挙動の相違を検討したものである。

4. あとがき

その結果、静的載荷時と高速載荷時の各場合とも模型管の剛性の相違によりその変形挙動が大きく影響されること、また高速載荷時に模型管に発生するひずみは静的載荷時に比し約2～4倍となること等の耐衝撃設計上の有用な知見を得た。最後に、静的載荷実験には防衛大学校土木工学教室のサーボアクチュエータを、高速載荷実験には防衛大学校動力学実験室の共同利用器材高速変形負荷装置を使用し、実験に際しては元防衛大学校第35期本科学学生新庄基之氏の協力を得た。ここに記して謝意を表します。

(参考文献) 1) 森・佐藤：第26回土質工学研究発表会講演集，2の1，664，pp.1767～1768，1991.7。
2) 森・佐藤：土木学会第46回年次学術講演会講演概要集，I-505，pp.1048～1049，1991.9。

(参考文献) 1) 森・佐藤：第26回土質工学研究発表会講演集，2の1，664，pp.1767～1768，1991.7。

2) 森・佐藤：土木学会第46回年次学術講演会講演概要集，I-505，pp.1048～1049，1991.9。

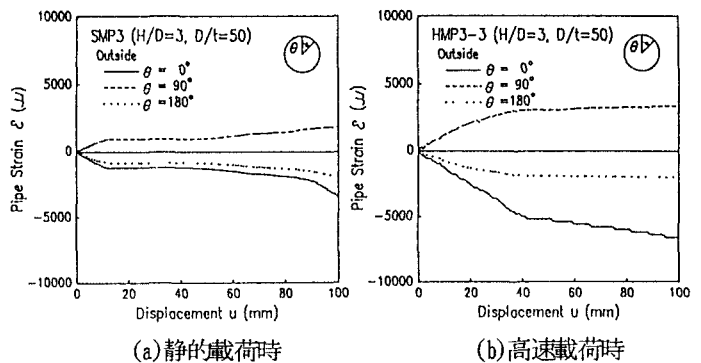


図-1 ひずみ～変位関係 (MP)

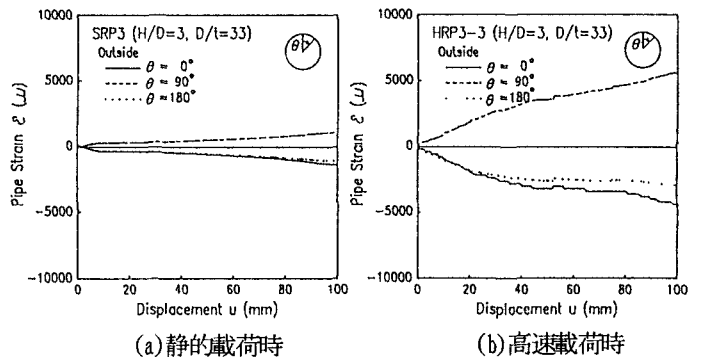


図-2 ひずみ～変位関係 (RP)

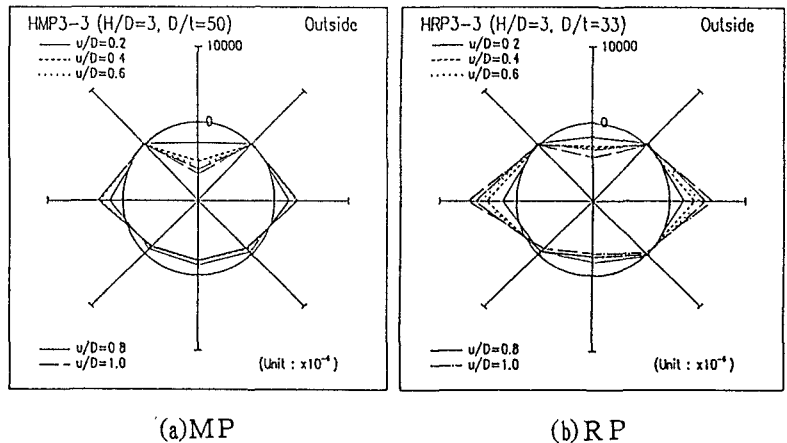


図-3 ひずみ分布 (高速載荷時)