

剛体基板上たわみ性埋設管の動的挙動

Dynamic Behavior of Flexible Buried Pipe on Rigid Bedding

河端俊典*・毛利栄征**・有吉充**・甲賀洋輔*・園田悠介*・○小野耕平***

Toshinori KAWABATA, Yoshiyuki MOHRI, Mitsuru ARIYOSHI, Yosuke KOHGA, Yusuke SONODA and Kohei ONO,

1. はじめに

近年多発している大規模地震により、地盤の液状化に起因するライフラインなどの浮上や蛇行が多く報じられていることは記憶に新しい。しかしながら、特に大口径のパイプラインでは、阪神大震災時より指摘されている円周方向断面問題も未だ説明されておらず、安全な耐震設計手法の確立が望まれていることは言うまでもない。

今回、環剛性が等しく管厚が異なる3種類のたわみ性管を用いた大型振動台実験を実施し、コンクリート基礎を用いた応力集中時の、埋設管の変形挙動特性に関して検討を行った。

2. 実験概要

2.1 実験装置

使用した振動台は、農村工学研究所所有の長さ6m、幅4m、最大変位振幅150mmの仕様を有するものである。この振動台上に幅1990mm×奥行1500mm×高さ970mmのせん断土槽を剛結した。

2.2 実験模型

Table 1に供試管の諸元を示す。鋼管(以下STEEL管)、塩化ビニル管(以下PVC管)、高密度ポリエチレン管(以下HDPE管)の3種類を用いた。なお、各供試管内に鉛直、水平、斜め45°の4方向に変位計を設置し、内外面には管周方向11.25°間隔で32枚ずつ計64枚のひずみゲージを貼付した。Fig.1に模型地盤の概要を示す。模型地盤の材料には6号珪砂を用い、供試管および土圧計・加速度計を埋設した相対密度30%の緩詰め地盤を作製した。Table 2に実験ケースを示す。供試管の管底部から管側部までの埋戻し材として、Fig.2に示すコンクリート基礎を用いた。

2.3 加振方法

前後5波のテーパ部を含む2Hz 400galの正弦波を振動台の水平方向に約20秒間入力した。

Table 1 供試管諸元

Properties of Pipes				
	管厚 T(mm)	管径 D(mm)	弾性係数 E(N/mm ²)	環剛性 EI/D ³ (N/mm ²)
STEEL	1.92	301.9	164399	0.00358
PVC	7.23	309.2	3155	0.00334
HDPE	11.52	311.8	1007	0.00392

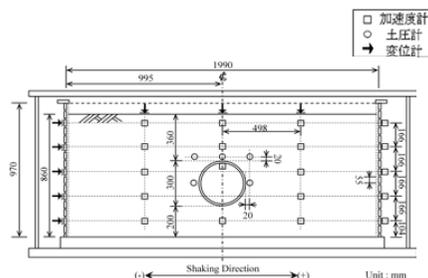
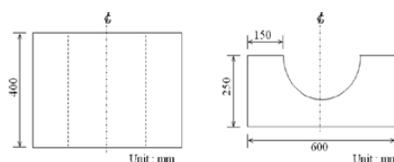


Fig.1 模型地盤概要

Schematic Diagram of Model Ground

Table 2 実験ケース

Experimental Cases		
	管材料	基礎
Case-1	STEEL	180°C Concrete
Case-2	PVC	
Case-3	HDPE	



(a) 平面図 (b) 側面図

Fig.2 コンクリート基礎概要

Schematic Diagram of Concrete Foundation

*神戸大学農学研究科 Graduate School of Agricultural Science, Kobe University, **農村工学研究所 National Institute for Rural Engineering, ***神戸大学農学部 Faculty of Agriculture, Kobe University, キーワード: 埋設管・振動台実験・ひずみ

3. 実験結果および考察

3.1 地盤加速度

Fig.3 に管，地盤上部，地盤下部の加速度の経時変化を示す。加振初期において，地盤上部の最大加速度が管，地盤下部と比較して大きいことから，地盤全体がせん断変形していることが確認できる。また，加振終期においては，地盤密度上昇の影響から地盤上部と管の加速度はほぼ等しくなり，せん断変形が抑制されていることが分かる。以上の理由から，実験結果の議論には，加振初期（加振 6 波目）の値を用いる。

3.2 管に発生するひずみ

Fig.4 に右方向加振時および加振終了時における曲げひずみの分布図を示す。なお，ひずみの値は PVC 管の管厚を基準として各管種の管厚との比を乗じた値としている。右方向加振時では 45°方向において正，315°方向において負の曲げひずみが卓越した楕円形状の分布を示しており，特に管の 90°の位置において大きなひずみを計測している。これは右方向に加振された際に拘束部の境界位置である 90°の位置において応力集中が作用したためであると考えられる。

3.3 管に発生する軸応力

Fig.5 に右方向加振時および加振終了時における軸応力の分布図を示す。なお，軸応力の値は引張を正としている。Fig.5(a),(b)ともに管厚の薄い STEEL 管において，不均一な軸応力が発生しており，右方向加振時では 90°の位置において引張方向の軸応力が大きく発生している。さらに，Fig.6 に示す管の 90°の位置における軸応力の経時変化に着目すると，せん断変形の大きい加振初期において，卓越した軸応力が発生していることが確認できる。また，軸応力の変動は管厚の薄い管において大きいことが分かり，地震時に管厚の薄い管ほど，座屈破壊の危険性が高くなる可能性を示唆している。

4. まとめ

同一環剛性を有する埋設管に対して，せん断土槽を用いた振動台実験を行い，コンクリート基礎を用いて管側部に応力集中を作用させた。その結果，応力集中の発生箇所において管厚の薄い管では大きな曲げひずみおよび軸応力が発生し，破壊の危険性が高くなることが明らかになった。

参考文献

1) 農林水産省編 (2010) : 土地改良事業計画設計基準「パイプライン」基準書・技術書
2) Kawabata, T., Izumi, A., Hanazawa, T., Mohri, Y., Ling, H. I. and Ariyoshi, M. (2010) : Vertical loading test for buried flexible pipes with equivalent ring stiffness, The proceedings of ISOPE-2010 conference, Beijing, China, CD-ROM

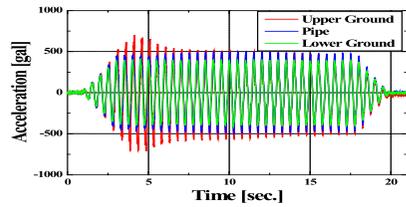
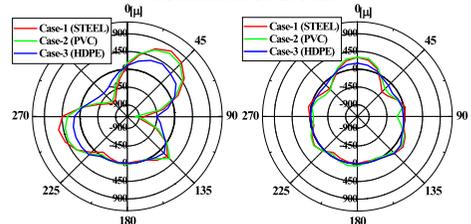
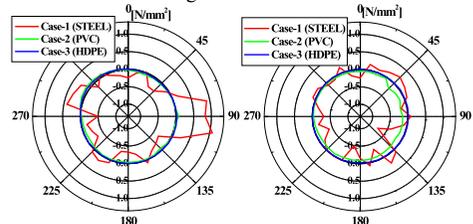


Fig.3 地盤加速度の経時変化
Acceleration of Ground



(a) 右方向加振時 (b) 加振終了時

Fig.4 Case-1~3 管の曲げひずみ分布
Bending Strain Distribution



(a) 右方向加振時 (b) 加振終了時

Fig.5 Case-1~3 管の軸応力分布
Radical Stress Distribution

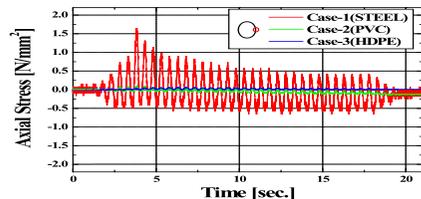


Fig.6 90°の位置における軸応力の経時変化
Radical Stress of Pipes