

液状化地盤における継手構造管路屈曲部の動的挙動

Dynamic Behavior of Flexible Joint Pipeline with Bend in liquefied Ground

藤田信夫* ○井谷昌功* 有吉 充** 毛利栄征*** 河端俊典****

FUJITA Nobuo, ITANI Yoshinori, ARIYOSHI Mitsuru,

MOHRI Yoshiyuki, KAWABATA Toshinori

1. はじめに

埋設管路の地震時安全性を向上させるためには、周辺地盤が液状化した場合の管路挙動の把握が重要である。特に屈曲部には内圧によるスラスト力が常時作用し、曲管背面の受働土圧などで安定するように設計されているが、液状化によって地盤剛性が低下したときの管路挙動については未解明な部分が多い。本報告では、継手構造の埋設管路屈曲部を対象とした実規模振動実験を実施し、その動的挙動を確認した。

2. 実験概要

実験装置の概要を Fig.1 に示す。長さ 6 m、幅 4 m の振動台に、高さ 1.3 m の土槽を設置して砂地盤を作製した。地盤内には口径 150 mm、長さ 400 mm のダクタイル鉄管 8 本と管路中央に配した 45° 曲管で構成した対向する 2 組の管路を構築し、同じ入力波で 2 ケースの挙動比較を実施した。CASE_A は伸縮屈曲性のみを有する柔構造継手を想定し、屈曲部にはスラスト対策としてコンクリートブロックを設置した。管の基礎材は液状化対策として単粒の 7 号砕石 (S-5) とした。CASE_B は伸縮屈曲性と離脱防止機構を備えた鎖構造継手を想定し、スラスト力には管路の一体化で対応する構造とした。管の基礎材は地盤と同じ砂とした。全ての継手内面 (左右) には Fig.2 に示すように変位計を配置し、伸縮・屈曲量を計測した。さらに CASE_B は継手の離脱防止機構を連結ボルトで再現した。

地盤材料は Table 1 に示す霞ヶ浦砂を使用し、D 値 90% を目標に締め固めて土被り 400 mm まで埋戻した後、飽和させた。スラスト力を模擬するため、管路中央の曲管にワイヤを介して水平方向に 1.72 kN の重錘を負荷した。この荷重は 45° 曲管への 100 kPa の内圧負荷によって発生するスラスト力に相当し、CASE_A、CASE_B と滑

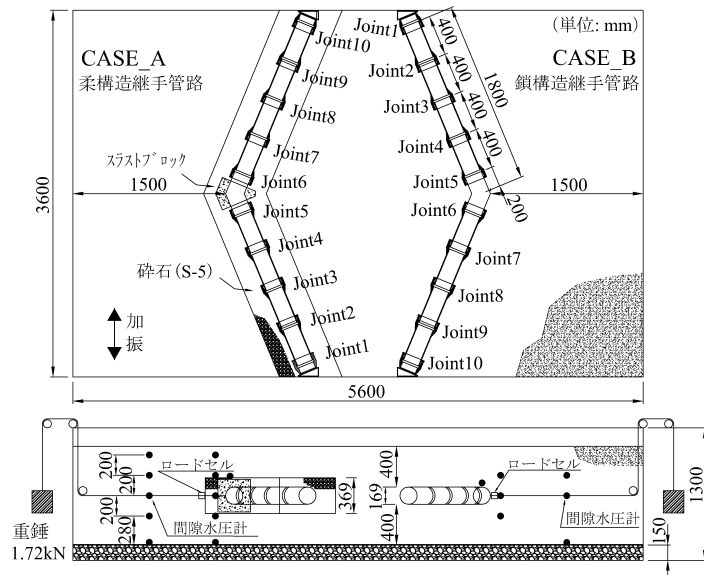


Fig.1 実験装置
Experimental apparatus

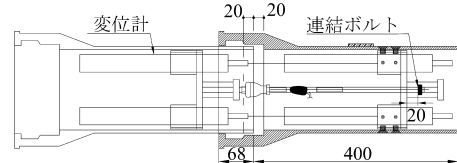


Fig.2 管の継手部 (CASE_B)
Detail view of test pipe joint

Table 1 砂の物性値
Properties of Kasumigaura sand

土粒子の密度	ρ_s	g/cm^3	2.719
最大乾燥密度	ρ_{dmax}	g/cm^3	1.510
目標乾燥密度	$\rho_d(90\%)$	g/cm^3	1.359
目標間隙比	e	-	0.998

* 株式会社クボタ Kubota Corporation, ** 農村工学研究所 National Institute for Rural Engineering, *** 茨城大学農学部 Faculty of Agriculture, Ibaraki University, **** 神戸大学大学院農学研究科 Graduate School of Agricultural Science, Kobe University

キーワード：埋設管、液状化、振動実験

動に対する設計上の安全率が 1.0 となるように寸法を決定した。入力波は慣性力の影響を避けるためスラスト力と直交する方向への正弦波とし、重錘を負荷した状態で 200 Gal×5 Hz で 30 秒加振した後、400 Gal×5 Hz でさらに 30 秒加振した。

3. 実験結果および考察

(1) 入力加速度と過剰間隙水圧

振動台の加速度応答と管中心深さでの背面地盤の過剰間隙水圧を Fig.3 に示す。過剰間隙水圧は 1 回目の加振開始 5 秒で有効上載圧に近い値まで上昇し、加振中はそれが継続している。

(2) 曲管の水平変位と載荷荷重の変化

2 回の加振に伴う曲管の水平変位とロードセルで測定した載荷荷重の変化を Fig.4 に示す。CASE_A の変位は最大 340 mm に達し、2 回目の加振中に載荷荷重が急減していることから、このとき継手が離脱したと判断される。柔構造管路の場合、周辺地盤全体が液状化すると管周囲が砕石基礎であっても変位を抑止できず、加振継続時間が長ければ継手離脱に至る。

CASE_B では 2 回目の加振中に 250 mm に達した後は一定値となり、全継手が離脱防止状態まで伸びたことを示している。

(3) 継手の伸縮・屈曲量

各継手に設置した左右 2 箇所の変位計の平均から継手伸び量を、左右の差から継手屈曲角を求めた結果を Fig.5 に示す。CASE_A では曲管の継手が 11° 以上背面側に大きく屈曲し、曲管から 2 本目の継手が集中的に 120 mm 以上伸びて離脱している。その外側の継手は伸び量、屈曲角ともに小さい。一方、CASE_B では 2 回の加振後に全ての継手が離脱防止状態まで伸び出している。曲管を中心に 6 箇所の継手が背面側に屈曲し、広い範囲で変位を吸収していることがわかる。

4. まとめ

地盤全体が液状化する条件では、管周囲を砕石基礎としても変位を十分に抑制できず、柔構造継手を使用した場合には曲管近傍の継手に屈曲や伸び出しが集中する。大変位発生時には継手構造の違いが管路の変形モードに大きく影響することがわかった。

【参考文献】1) 安田ら (1987)：埋設管に対する液状化地盤の拘束力,地震工学研究発表会講演概要,Vol.19,189-192.

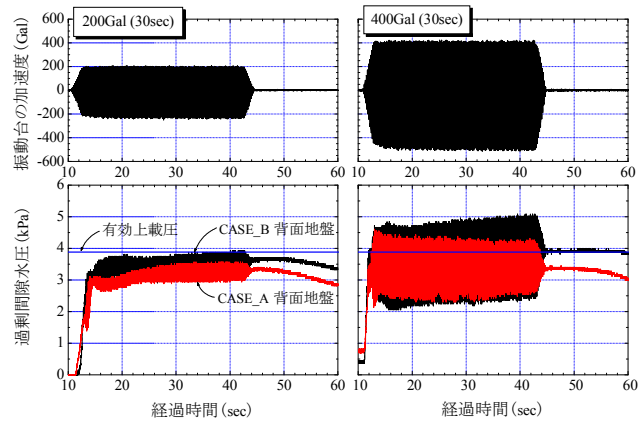


Fig.3 入力加速度と過剰間隙水圧
Transition of seismic wave and excess pore water pressure

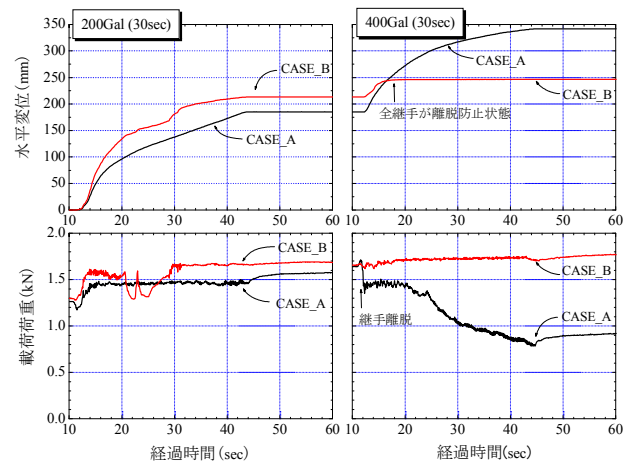


Fig.4 管の水平変位と載荷荷重
Horizontal displacement and applied force on pipes

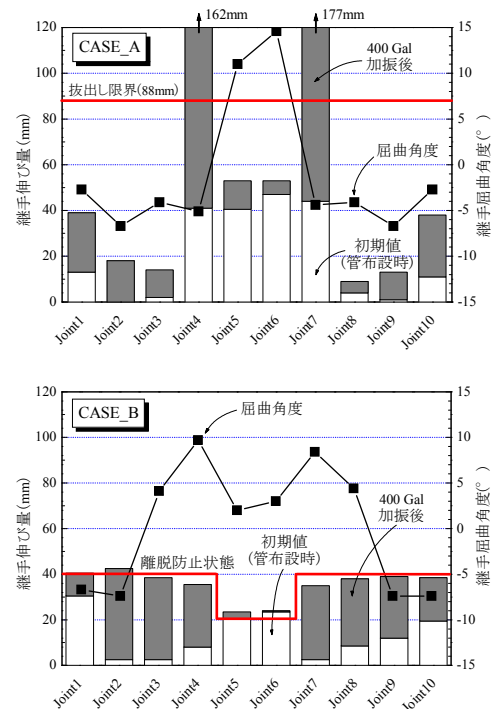


Fig.5 継手の伸縮・屈曲量
Expansion amount and deflection angle of joints