

# 埋設 VU 管の荷重－変形量の傾きと土圧（鉛直土圧，水平土圧）の関係性 Relationship between load-deformation slope and earth pressure (vertical and horizontal earth pressure) of buried VU pipes

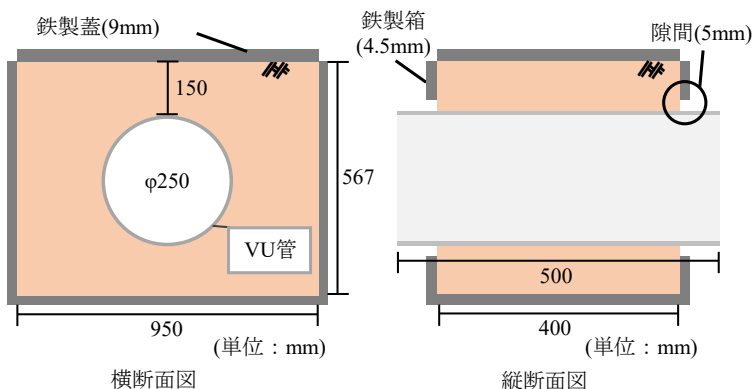
○兵頭 正浩\* 関田 伊織\*\* 緒方 英彦\*\*\*  
HYODO Masahiro\* SEKITA Iori\*\* and OGATA Hidehiko\*\*\*

## 1. はじめに

我が国において、国営造成の農業用パイプラインの延長は 8,734km であり、そのうち 94% がダクタイル鋳鉄管や塩ビ管などのとう性管が占めている<sup>1)</sup>。この農業用パイプラインでは、老朽化に起因する突発事故が数多く発生しており、機能診断を適切に実施することが急務の課題となっている。とう性管は、地盤の拘束による管体のたわみを考慮した設計を要する管であり、地盤の不均一性により、管体に局所的な変形が生じることで管体の破壊に繋がる<sup>2)</sup>。このことから、供用中のとう性管に対して機能診断を実施するためには、周辺地盤の状態を適切に評価することが望ましい。そのため、本研究では、内面載荷法をとう性管に適用し、周辺地盤の状態を間接的に評価できるかということを検証した。締固め度と埋設深を設定した模型地盤内に、薄肉硬質塩化ビニル管（VU 管）を埋設し、内面載荷法を鉛直載荷方向と水平載荷方向のそれぞれ方向から適用し、荷重－変形量の関係の傾きと管体に作用する土圧（鉛直土圧，水平土圧）の関連性について言及が可能かを検討した。

## 2. 実験概要

作製した模型の横・縦断面図を Fig. 1 に示す。模型は鉄製の箱（厚さ 4.5mm）で、鉄製の蓋（厚さ 9mm）を介して上部から外圧を付与することで埋設深を想定した。供試管を模型に挿入するために、側面中央に供試管の外径より 10mm 大きな φ250mm×500mm の孔を開けた。これは、供試管と箱の接触による拘束の発生を防止するためである。埋め戻し材料は真砂土（最大乾燥密度  $\rho_{dmax} = 1.73g/cm^3$ ，最適含水比  $\omega = 14.2\%$ ）で、ランマーを用いて 7 層に分けて均一に締め固めた。本研究での埋設条件を Table 1 に示す。締固め度は 75% と 90%，埋設深は 0.15m と 0.40m となるように想定をした。



条件	締固め度 (%)	埋設深 (m)
75-0.15	75	0.15
75-0.40		0.40
75-0.60		0.60
90-0.15	90	0.15
90-0.40		0.40
90-0.60		0.60

Fig.1 Cross-section of the experimental model

\*鳥取大学農学部， Faculty of Agriculture, Tottori University, \*\*鳥取大学大学院持続性社会創生科学研究科， Graduate school of Agriculture, Tottori University, \*\*\*鳥取大学大学院連合農学研究科， The United graduate school of Agricultural sciences, Tottori University  
とう性管， 荷重－変形量の傾き， 土圧， 内面載荷法， 診断

**Table 2** The slope of load-deformation for each buried condition

締固め度 (%)		75		90	
埋設深 (m)		0.15	0.4	0.15	0.4
荷重—変形量の傾き (N/μm)	水平載荷	3.05	3.45	11.55	12.74
	鉛直載荷	0.99	1.76	2.29	5.26

### 3. 結果と考察

#### 3.1 水平載荷の荷重—変形量の傾きと土圧の関係

内面載荷法で取得した荷重—変形量の関係について、直線近似した時の傾きを **Table 2** に示す。締固め度 75%、埋設深 0.15m および 0.40m において、荷重—変形量の傾きは、3.05 (N/μm) および 3.45 (N/μm) になった。埋設深が増加することで、傾きは 1.13 倍 (=3.45/3.05) になることを確認した。

また、締固め度 90%、埋設深 0.15m および 0.40m では、11.55 (N/μm) および 12.74 (N/μm) になり、締固め度 75%の結果と同様に、傾きが 1.10 倍 (=12.74/11.55) に増加することを確認した。各埋設条件下の水平土圧と鉛直土圧を、スパングレー公式と鉛直土圧式 ( $H \leq 2.0\text{m}$ ) から計算した結果を **Table 3** に示す。締固め度 75%の水平土圧は、埋設深 0.15m で 27.91kPa、0.40m で 31.52 kPa であり、その比率は 1.13 倍 (=31.52/27.91) になった。締固め度 90%の水平土圧は、埋設深 0.15m で 28.35kPa、0.40m で 32.68 kPa になり、その比率は 1.15 倍 (=32.68/28.35) になった。埋設深の増加によって、締固め度 75%の場合は傾きが 1.13 倍かつ土圧が 1.13 倍となった。また、締固め度 90%においても同様の傾向がみられ、傾きが 1.10 倍かつ土圧が 1.15 倍となった。このことから、内面載荷法で取得した荷重—変形量の傾きと水平土圧の関係は、同じ比率で増加することが伺えた。

#### 3.2 鉛直載荷の荷重—変形量の傾きと土圧の関係

締固め度 75%、埋設深 0.15m および 0.40m において、鉛直載荷の荷重—変形量の傾きは、0.99 (N/μm) および 1.76 (N/μm) になった。埋設深が増加することで、傾きは 1.78 倍 (=1.76/0.99) になることを確認した。また、締固め度 90%、埋設深 0.15m および 0.40m では、2.29 (N/μm) および 5.26 (N/μm) になり、傾きが 2.23 倍 (=5.26/2.29) に増加することを確認した。鉛直土圧は埋設深の増加によって、締固め度 75%で 2.67 倍、締固め度 90%で 2.67 倍となった。そのため、締固め度 75%では傾きが 1.78 倍かつ土圧が 2.67 倍となり、締固め度 90%では傾きが 2.23 倍かつ土圧が 2.67 倍となった。

### 4. まとめ

内面載荷法で得られる荷重—変形量の傾きと土圧の関係性について検証した。その結果、鉛直載荷における鉛直土圧については再度の検証が必要となるが、得られた荷重—変形量の傾きと土圧（水平土圧、鉛直土圧）は同じ比率で増加することがわかった。

謝辞：本研究は、科学研究費補助金「埋設された管体および周辺地盤の個別状態評価手法の提案と判定基準の構築」（課題番号：22H02457、代表：兵頭正浩）の助成を受けて実施した。ここに記して感謝の意を表します。  
参考文献：1) 山口康晴 (2017)：農業用管水路の整備状況とリスク管理に関する考察，農業農村工学会誌，85 (10)，pp.945-948，2) 稲垣仁根，日吉健二 (2020)：圧力脈動下における塩ビ管のクラック進展則による寿命予想，Journal of Rainwater Catchment Systems，26 (1)，pp.25