

## 内外圧作用下における埋設管の破壊メカニズムの検討 (Behavior of Buried Pipe under Both Internal Pressure and External Load)

○入栄貴\*・王博涵\*\*・毛利 栄征\*\*\*

(Hiroki Iri・Bohan Wang・Yoshiyuki Mohri)

### 1. はじめに

農業用パイプラインは近年、突発的な事故が急増している。特に、たわみ性埋設管の破壊事故は、力学的な要因がもたらす影響が大きいとされる<sup>1)</sup>。現在、急増している埋設管の事故状況 (Fig.3) を踏まえると、静的な荷重条件での構造設計では、破壊を予測することはできず、その他の要因を検討する必要がある。破壊メカニズムの主要因は、パイプに繰り返し作用する外荷重<sup>2)</sup>や水圧の変化<sup>3)</sup>と考えられているが、研究事例は少ない。本研究では、十分な検討がなされてこなかった繰り返しを伴う地表面荷重や高い内水圧の影響を厳密に考慮し、パイプと地盤の相互作用を踏まえた破壊挙動を明らかにする。

### 2. 研究目的

本論文では、繰り返しを伴う内圧と外圧が同時作用する複合状態におけるパイプの破壊メカニズムの解明を目的とする。特に、パイプに発生するひずみの集中や分布形状と周辺地盤の変形特性にも注目して詳細な埋設実験を実施する。

### 3. 実験手法

本試験では、縦 65cm×横 60cm×奥行き 30cm の土槽 (Fig.1) で実験を行う。地盤材料には、豊浦標準砂を乾燥状態で使用した。模型管には、薄肉塩ビ管 ( $\phi 150\text{mm}$ ,  $t=1.5\text{mm}$ ) を用いた。模型管にひずみゲージを等間隔、内面 36ヶ所、外面 36ヶ所に設置し、パイプの詳細な変形状態を計測した。パイプ外面には小型土圧計 (SSK

社) を  $45^\circ$  の等間隔で 8 個取り付け、パイプに作用する土圧を計測する。内圧負荷は、管内から空気圧で載荷する試験装置を使用した (Fig.2)。土槽側面および底面にパネル型 2 方向土圧計を設置し、地盤内土圧を計測することで、境界条件を明確にしている。パイプ周辺地盤の挙動は、画像解析により、粒子追跡を行い、変位ベクトルとひずみ量を算定している。

地盤の作成方法は、空中落下法により、基盤層高さは 22cm で密な地盤 (D 値=95%)、パイプ周辺地盤は、土被りを 11cm で、緩い地盤 (D 値=85%) で作成した。パイプ直上部に横 30cm×奥行き 29cm の載荷板を設置し、エアバックで上載圧を負荷するため、鉄製の蓋をねじ止めで設置している。

Table 1 に実験ケースを示す。

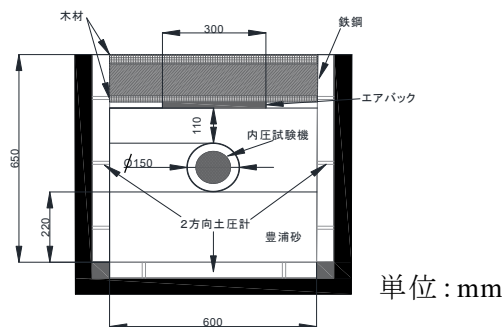


Fig.1 模型試験概要図



Fig.2 内圧試験機 Fig.3 管底部破壊

\* 茨城大学大学院農学研究科, Graduate School of Agriculture, Ibaraki University, \*\*東京農工大学連合農学研究科, United Graduate School Of Agriculture Science, Tokyo University of Agriculture and Technology, \*\*\* 茨城大学農学部, College of Agriculture, Ibaraki University

キーワード: 埋設管, 繰り返し荷重, 内外圧複合状態, ひずみ, 土圧

#### 4. 実験結果

Fig.4 に各ケースの管底ひずみの変化, Fig.5 に土圧の変化を示す. 上載圧繰り返し (Case1) と内外圧複合状態 (Case2, Case3) では, 異なった傾向が確認できる. 内圧の負荷の影響が大きく, 特に, 繰り返し内圧が作用する場合には管底ひずみが累積的に残留している. 上載圧の繰り返しによる管底部のひずみの変動は小さいものの, 残留ひずみは大きく増加し続け, 最大発生ひずみのトレンドは内圧繰り返しの場合と同様である. 管底土圧は, 内圧作用時の上載圧繰り返しの影響が特に大きく, 局所的な土圧集中が想定される.

Fig.6 に各ケースの管頂ひずみの変化, Fig.7 に土圧の変化を示す. 管頂部でも, 内圧繰り返し (Case3) によって, 発生ひずみが大きく変動している. 管頂土圧は上載圧の繰り返しよりも内圧繰り返しの方が 2 倍以上の大きな値を示しており, 管底部土圧とは逆のトレンドである. また, 管頂部よりも管底部の土圧の方が 2 倍以上大きくなるなどの特徴が見られる. 現場に最も近い条件 (Case3) では, 管頂・管底にひずみと土圧の増加が顕著に現れることが明らかになった.

#### 5. まとめ

繰り返しを伴う内外圧複合状態において, 局所的な変形や土圧の集中を生み出していることが実験的に明らかとなった.

#### 参考文献

- 1) 山口康晴 (2017): 農業用管水路の事故要因と対策に関する事故分析, 農業農村工学会誌 水土の知, Vol.85(2017), No.8, p767-772
- 2) 桑野玲子, 宮下剛幸(2008): 密度の異なる砂地盤に埋設されたたわみ性管の繰り返し载荷に伴う作用応力と変形, 生研研究, 60 巻, 3 号, p.48-p52
- 3) 田中良和 (2013): 小口径塩ビ管の破損事故歴の調査, 平成 25 年度農業農村工学会大会講演会講演要旨集, p.770-p.771

Table 1 実験ケース

		Case1	Case2	Case3
上載荷重	KPa	100	100	100
	条件	繰り返し	繰り返し	一定
内圧	KPa	0	100	100
	条件	-	一定	繰り返し
繰り返し回数	回	1000	1000	1000

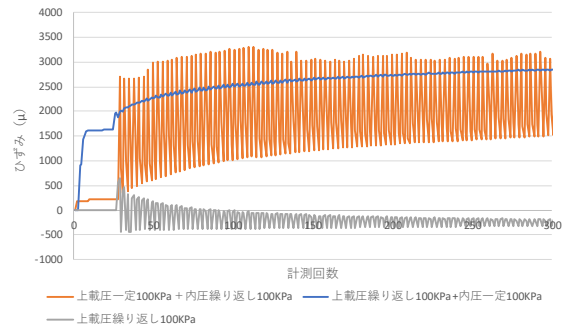


Fig.4 管底内面ひずみ (円周方向) 比較

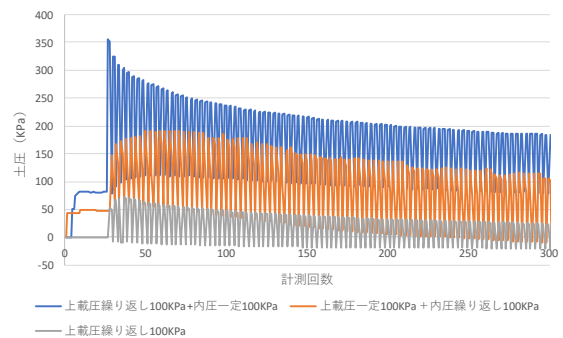


Fig.5 管底土圧比較

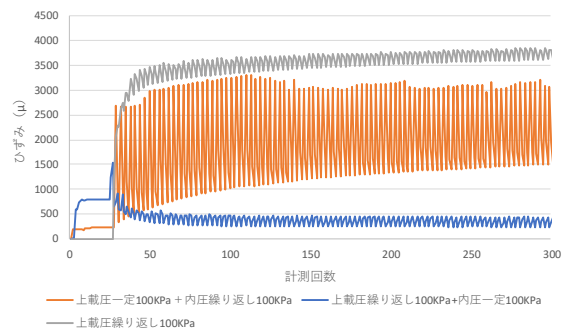


Fig.6 管頂内面ひずみ (円周方向) 比較

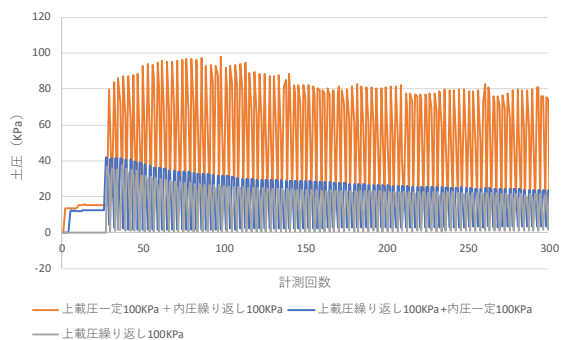


Fig.7 管頂土圧比較