

ヒューム管への内圧載荷法の適用可能性に関する研究

Study on applicability of the internal pressure loading method for Hume pipe

○佃亮介* 兵頭正浩** 石井将幸*** 緒方英彦** 野中資博***

TSUKUDA Ryosuke* HYODO Masahiro** ISHII Masayuki*** OGATA Hidehiko**

and NONAKA Tsuguhiro***

1. はじめに

我が国の農業用パイプラインは、昭和 40 年代に集中的に建設されたことから、現在では標準耐用年数を迎えたものが多く、早急な機能保全対策が求められている。農業用パイプラインにおける機能保全対策の一つとして管路更生工法がある。この工法の選択には、既設管の老朽化程度や埋設環境を考慮することが不可欠である。しかし現状では、既設管の剛性や現有耐力を定量的に評価することは困難である。そこで、新たに既設管の剛性や現有耐力を評価する手法として内圧載荷法を提案する。この手法は、周辺地盤と埋設管を一体とみなし、包括的（周辺地盤＋管路躯体）に剛性と現有耐力を評価しようとするものである。本研究では、ヒューム管単体を対象とし、内圧載荷法の適用性について検討した。

2. 実験概要

2.1 測定範囲の決定

ヒューム管は、コンクリート管であるため、内圧載荷法を適用することで、ひび割れの発生が危惧される。そこで、本研究では、分散ひび割れモデルによる 2 次元解析 (ATENA2D) でヒューム管のひび割れ発生時における載荷直角方向変形量を求めた。解析結果の妥当性については、ヒューム管単体に内圧載荷法を適用した際の、載荷時と除荷時における弾性領域内の挙動に基づき検証した。

2.2 ひび割れ検出能力の確認

ヒューム管は、管長 500mm、口径 400mm の外圧 1 種管を用いた。ひび割れの条件は、ひび割れ深さ、ひび割れ発生位置（内面および外面、角度）を考慮して表 1 のように設定した。測定方法は、管長の間（250mm）の位置に内圧載荷装置を設置し、可能な限り載荷および除荷速度が一定となるようにした。

3. 結果と考察

3.1 弾性領域の評価

実験における最大載荷直角方向の変形量は、解析結果をもとに設定することにした。ひび割れ発

表 1 ひび割れ条件
Cracking conditions

条 件	ひび割れ		条 件	ひび割れ	
	深さ	位置		深さ	位置
1	5mm	内 0°	5	10mm	内 0°
2	5mm	面 90°	6	10mm	面 90°
3	5mm	外 0°	7	10mm	外 0°
4	5mm	面 90°	8	10mm	面 90°

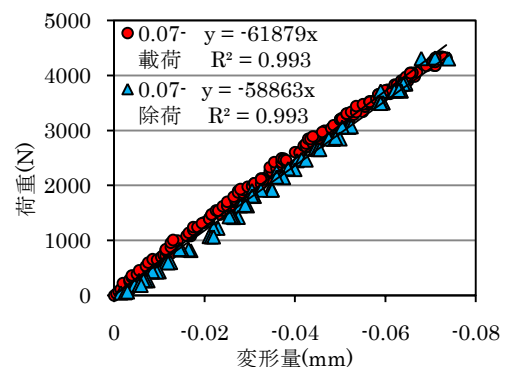


図 1 載荷・除荷過程における
荷重-変形量関係
Relationship between load and displacement
on loading-unloading process

*鳥取大学大学院農学研究科, Graduate School of Agriculture, Tottori University, **鳥取大学農学部, Faculty of Agriculture, Tottori University, ***島根大学生物資源科学部, Faculty of Life and Environmental Science, Shimane University キーワード：内圧載荷法, 現有耐力, ヒューム管, 二次元解析

生時の解析値は 0.0716mm となったことから、最大荷重直角方向の変形量は 0.07mm とした。

次に、荷重時の直線と除荷時の直線の傾きについて検討し、図 1 に示すように両者はほぼ等しくなることを確認した。併せて、除荷後の変形量と荷重前と比較すると 0.002mm の変形と僅かであることを確認した。これらのことから、ヒューム管は、弾性領域内で荷重-変形量関係の測定が可能であることを十分に示すことができた。

3.2 ひび割れ検出能力

ひび割れの深さ（内面）が与える荷重-変形量関係を図 2 に示す。ひび割れ位置は 0° とした。0.07mm 変形時の荷重は、健全管で 8211N、ひび割れ深さ 5mm 管で 7557N、ひび割れ深さ 10mm 管で 6873N となった。健全管と比較した際の荷重-変形量の傾きは、ひび割れ深さ 5mm 管で約 10%、ひび割れ深さ 10mm 管で 23%低下した。これは、管にひび割れを加えることで、管の厚みが減少したこと、つまり断面 2 次モーメントが減少したことに起因すると考えられた。

ひび割れ位置（角度）が与える荷重-変形量関係を図 3 に示す。最大曲げモーメントは、内面からの荷重に対し、90°の位置に発生するため、荷重と変形量関係の傾きは、0°の位置の方が低下すると予測された。しかし、本研究の測定範囲内においては、変形量が最大で 0.07mm と非常に小さいため、位置による変化が現れなかった。

ひび割れ深さ（外面）が変化した場合の荷重-変形量関係を図 4 に示す。ひび割れ位置は 0° とした。0.07mm 変形時荷重は、健全管で 8496N、ひび割れ深さ 5mm 管：6943N、ひび割れ深さ 10mm 管で 6836N となった。この結果より、内圧荷法では、外面のひび割れの有無を検知することが可能であり、さらにはひび割れ深さについても評価できることがわかった。

4.まとめ

内圧荷法は、ヒューム管を対象とした場合においても弾性領域内でひび割れの検知が可能であることがわかった。また、外面にひび割れが発生した場合も、ひび割れの有無を検知でき、さらにはひび割れ深さについても評価できることが明らかとなった。

参考文献：毛利栄征（2010）老朽化とストックマネジメント、No dig today（70号）pp. 63-66

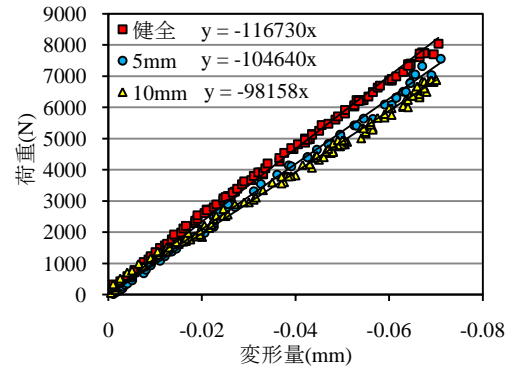


図 2 ひび割れ深さ(内面)が与える荷重-変形量関係
Relationship between load and displacement on crack depth (inside)

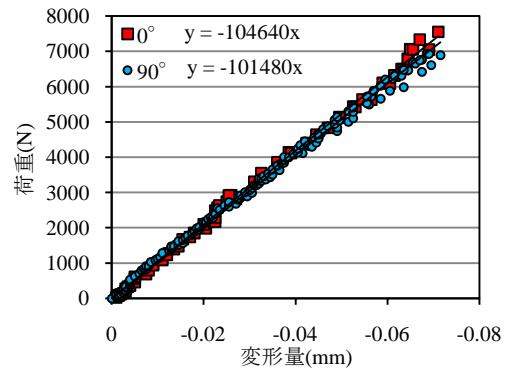


図 3 ひび割れ位置(角度)が与える荷重-変形量関係
Relationship between load and displacement on crack position (angle)

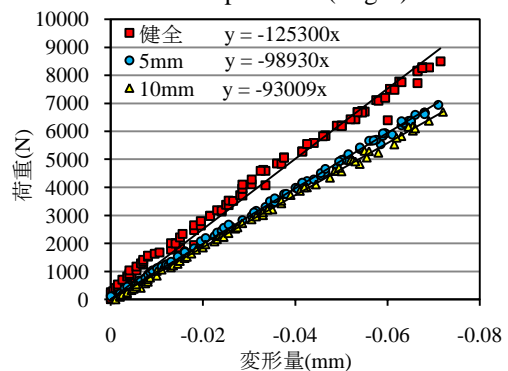


図 4 ひび割れ深さ(外面)が与える荷重-変形量関係
Relationship between load and displacement on crack depth (outside)