

(様式第 1 3 号)

## 学 位 論 文 要 旨

氏名： 大 山 幸 輝

題目：内面載荷法による農業用パイプラインの耐力評価に関する研究

－埋設管内面に局所的な荷重を作用した管体と周辺地盤の力学的挙動評価－

(Study on Strength Evaluation for Agricultural Pipeline by Internal Loading Method  
-Evaluation of Mechanical Behavior of Buried Pipe Loaded Locally from Inner  
Surface-)

我が国における農業用パイプラインは基幹的な施設だけを数えても7,500km存在する。これらの施設は農地に対して効果的な灌漑と排水を行うために重要な施設である。しかし、これらの施設の多くは高度経済成長期に建設されたものである。そのため、今日に至るまでに施設の耐力が低下してきているため、年々突発事故が急激に増加している。このように、これらの施設の事故を未然に防ぎ、長寿命化するための機能診断に基づく対策が求められている。近年では管路の長寿命化対策として管路更生工法が開発されている。しかしながら、様々な維持管理手法の中から適切な工法を選択するための老朽化した管路における機能診断手法は確立されていない。

既往の研究では、埋設管の耐力評価手法として内面載荷法が提案されている。この手法を用い、管の内面から荷重を与えることで、荷重－変形量の関係が測定される。荷重と変形量の関係は強い線形関係を有しており、管の耐力評価はこの関係の傾きを評価指標として行われる。ただし、本手法によって埋設管を評価する場合は、管の剛性と同時に地盤の剛性も測定されると考えられる。さらに、農業用パイプラインとして使用される管種には不とう性管およびとう性管があるため、管種によっても土圧の影響度合いは異なる。そこで、管の実質的な耐力を評価するためには、土圧の作用を受けた管の地盤内挙動を管種ごとに詳細に評価することが重要となる。そこで、本研究では現場規模の地盤や模型地盤を用いて、とう性管および不とう性管の内面載荷時の地盤内挙動を荷重－変形量の関係、ひずみ分布、土圧などの力学的指標によって評価した。

まず、地盤の拘束が不とう性管の荷重－変形量の関係および断面内変形挙動に与える影響を評価するため、地上および地盤内のRC管に内面載荷法を適用した。次に、地盤の拘束がとう性管の荷重－変形量の関係および断面内変形挙動に与える影響を評価するため、地上および地盤内のPVC管およびFRPM管に内面載荷法を適用した。また、これらの現場規模での実験を行うためには、大型重機を用いた地盤の掘削や埋戻し作業などを伴うため、様々な埋設条件を想定した実験を行うには実験の小規模化が求められる。そこで、土被り圧の異なる小型模型地盤内のVU管に内面載荷法を適用し、埋設とう性管の地盤内挙動について考察した。ただし、ここで用いた小型模型地盤は、簡易的に実験を行うことを目的にコン

クリート供試体（ $\phi 10 \text{ mm} \times 20 \text{ mm}$ の円柱供試体など）の強度試験などに用いられる圧縮試験機に設置可能な寸法としたため、幅に関しては口径250 mmの管が必要とする幅としては狭く、実際の管路や、設計基準で想定されている状況とは拘束条件が異なった。そこで最後に、設計基準に則った適切な寸法の大型模型地盤を作製し、圧縮試験機による土被り圧を作用した模型地盤内のVU管を対象として内面載荷法を適用した。

以下に本研究によって得られた知見を示す。

- ① 埋設した健全なRC管における荷重－変形量の関係は、土圧の作用しない地上試験の結果と同様に、強い線形関係を有し、かつその傾きも同等となる。そのため、不とう性管に内面載荷法を適用する際は地盤の影響を考慮せずに取得データを評価できる可能性があると考えられる。
- ② 埋設不とう性管から得られた荷重－変形量の関係は、FRPM管とPVC管ともに、荷重初期では線形挙動を示し、ある点を過ぎると傾きが低下することを確認した。これは、地盤が圧縮される過程とそれに加えて地盤がせん断変形を起こす過程の2区間に分離することができると考えられた。
- ③ 内面載荷法を適用した埋設不とう性管は、管頂・管底部において突出したひずみが生じるとともに、地盤反力を受けて自由な変形が拘束されることで、斜め方向（ $45^\circ$ 、 $135^\circ$ 、 $225^\circ$ 、 $315^\circ$ ）の圧縮ひずみが荷重軸を対称に増加する。
- ④ 繰返し荷重を行った地盤内のVU管における荷重－変形量の傾きは、荷重1回目の応力履歴によって、地盤の剛性が大きくなることで、2回目以降の値が上昇する。ただし、2回目以降の傾きの大きさは一定となる。
- ⑤ 設計基準に則り作製した模型地盤より得られたVU管の荷重－変形量の関係は、現場規模でVU管を用いて実施した実験結果とおおむね整合した。したがって、本模型地盤による内面載荷試験によって、現場でのVU管の挙動を再現できる可能性が示された。
- ⑥ 内面載荷法によって埋設VU管に生じる斜め方向の圧縮ひずみは、埋戻し時の管の変形状態の影響を受け、変化が助長される箇所が存在する。