

## 学位論文審査の結果の要旨

Summary of Doctoral Dissertation Examination

氏名/Name	大山幸輝
審査委員 Examining Committee	Chief Examiner 主査 兵頭正浩 (印)
	Assistant Examiner 副査 緒方英彦 (印)
	Assistant Examiner 副査 石井将幸 (印)
	Assistant Examiner 副査 野波和好 (印)
	Assistant Examiner 副査 上野和広 (印)
題目 Title	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—

### 審査結果の要旨 (2,000字以内) /Summary of Doctoral Dissertation Examination (Within 1200 words)

本論文は、突発事故が年々増加している農業用パイプラインを対象に、その耐力評価手法について探求したものである。農業用パイプラインは、土地利用状況や営農形態において様々な管種が用いられている。例えば、土地利用状況に着目すると、地盤の沈下量が大きくなる泥炭地、液状化の危険性がある地下水位で深の緩い砂地などにおいては、地盤への追従性が必要となることから、たわみ性を有する鉄鋼系や樹脂系の「とう性管」が適用され、地盤が安定した地域においては長期的な安全性を確保するために高い剛性を有するコンクリート系の「不とう性管」が適用される。

農業用パイプラインの多くは、高度経済成長期に建設されており、敷設から数十年が経過した今日に至るまでに経年劣化が進行している。そのため、農業用パイプラインの事故を未然に防ぐための新設工事や、さらなる長期利用を目的に管路更生工法などの対策工事がなされている。しかしながら、これらの工事を実施するにあたっては、目視による農業用パイプラインの耐力評価が主体的となっており、定量的な評価がなされていない状態で新設工事や対策工事の計画が立案されているのが現状となっている。

この背景のもとで、埋設管の耐力を定量的な指標によって評価することを目的に、内面載荷法の研究が進められている。内面載荷法は、埋設管に荷重を付与し、その際の変形量を指標として耐力を評価するものである。これまでの研究では、主に地上部に静置した不とう性管である RC 管に対し検討がなされてきた。

本研究では、不とう性管である RC 管に加えて、とう性管である PVC 管と FRPM 管についても地上試験、模型埋設試験、現場埋設試験を実施し、土圧の作用を受けた埋設管の地盤内挙動を管種ごとに荷重—変形量の関係、ひずみ分布、土圧などの力学的指標を詳細に評価している。これらを検討した結果、以下の重要な結論を得ている。

周辺地盤が不とう性管である RC 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。その結果、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ことから、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を示した。

周辺地盤がとう性管の荷重－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。その結果、埋設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、載荷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が確認され、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ことを明らかにした。併せて、内面載荷法を適用した埋設とう性管は、管頂・管底部において突出したひずみが生じるとともに、地盤反力によって自由な変形が拘束されるため、斜め方向 (45°, 135°, 225°, 315°) の圧縮ひずみが載荷軸を対称に増加することを確認した。

上述したような現場規模での実験は、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の再現性について検討した。その結果、繰返し載荷を行った地盤内の VU 管における荷重－変形量の傾きは、載荷 1 回目の応力履歴によって、地盤の剛性が大きくなるため 2 回目以降の値が上昇する。この 2 回目以降の傾きは、地盤の剛性が一定となったことから変化しないことを明らかにした。ただし、小型模型において地盤の拘束の影響は実地盤より大きくなり、この点を改善する必要があることが分かった。

小型模型で得られた結果を踏まえて、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。その結果、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することを確認した。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。なお、本試験により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ことも明らかにしている。

以上のように、本研究では、農業用パイプラインの耐力評価手法として内面載荷法を様々な環境下で適用した際に得られる管体挙動の詳細を明らかにしており、本手法を耐力評価手法として確立するために重要となる知見を示している。したがって、本論文は、学位論文として十分な価値を有するものと判定した。