

(様式第13号)

学 位 論 文 要 旨

氏名: 松田 亮二

題目: 農業用パイプラインにおける止水バンド施工による管路内のエネルギー損失の評価に関する研究

(Study on Evaluation of Energy Loss in an Agricultural Pipeline with Internal-Leaking Preventive Joint Band)

日本における農業用パイプラインは昭和40年代から本格的に整備が始まり、現在では基幹的な施設の総延長は約1万2千kmにのぼる。この膨大な施設のストックから今後、標準的な耐用年数を迎える施設が急激に増加していくことが予想されている。すでに農業用パイプラインにおいては、突発事故の件数が増加傾向にある。その中でもパイプラインの継手部からの漏水による突発事故は多い。そのため、パイプラインの適切な補修・補強工法の検討が、パイプラインの長寿命化のために重要な課題となっている。

本研究で対象とする止水バンド工法は、パイプラインの長寿命化対策の一つであり、止水バンドによって漏水等が生じた箇所を止水補修する。適用口径は800mmであり、厚さ20mm程度の止水バンドを管路内面に施工するため、施工によって局所的な通水断面の現象が生じる。そのため、施工箇所では管内径の縮小に伴うエネルギー損失が発生する。止水バンドは突発的な漏水事故に対して応急対策として単体で施工される場合もあるが、予防保全的に対象区間の継手部に対し連続して複数個施工される場合もある。その場合には大きなエネルギー損失が発生する可能性があるが、これまでに止水バンドによるエネルギー損失の評価方法は確立されていない。止水バンド単体によるエネルギー損失の算定方法として、便宜的に管水路の急縮・急拡の式を用いて算定される場合もあるが、その適用の可否については明らかではない。農業用パイプラインは圧力管路によって農業用水を送配水する水路組織であるため、止水バンド施工によるエネルギー損失の定量化は補修・補強の対策工法を選定するうえで極めて重要な課題といえる。

そこで本研究では、複数個の止水バンド施工が管路内のエネルギー損失に与える影響及び、単体の止水バンド施工が管路内のエネルギー損失に与える影響を明らかにすることを目的として、水理模型実験、数値実験、現地調査を行った。

まず、縮尺1/8サイズの水理模型実験を実施し、止水バンド単体によるエネルギー損失と、複数個の止水バンドによるエネルギー損失の評価方法について検討した。実験管路の管径は100mm、止水バンド模型の厚みは2~4mmである。

次に、水理模型をもとにしたモデルによって数値実験を実施し、止水バンドの形状の違いがバンド単体によるエネルギー損失の大きさに与える影響について検討した。

さらに、既設パイプラインを対象に現地調査を実施した。止水バンドの施工前と施工後に対象区間の上下流に位置する調圧水槽において水位計測を実施し、止水バンド施工による既設管路の通水性能への影響を検討した。

本研究によって得られた知見を以下に概括する。

- 1) 水理模型実験から、止水バンドの設置間隔が管径 D の0.5倍以上であれば、設置間隔の違いが損失水頭の大きさに与える影響はなく、0.5倍以下であれば損失水頭は小さくなることがわかった。
- 2) 複数個の止水バンドがパイプラインの継手部に連続して施工された場合、止水バンドの設置間隔が $0.5D$ 以上であれば、止水バンドによるエネルギー損失は止水バンド単体での損失水頭を設置箇所の数だけ加算する方法によって求められることが示された。
- 3) 水理模型実験から推定された止水バンド単体による損失係数は急縮・急拡の式を便宜的に組み合わせて算定した値より小さいことが示された。したがって、急縮・急拡の式による算定は、止水バンド単体による損失水頭を過大に評価する可能性があることが示された。
- 4) 止水バンドの厚さを2,3,4mmと変化させた場合、2mmの損失係数に対して3mmの損失係数は約2倍となり、4mmの損失係数は約3倍となることから、バンド厚さが止水バンド単体の損失係数に与える影響は大きいことが示された。
- 5) 数値実験と水理模型実験から、バンド幅が19～50mmの場合には、バンド幅の違いによる損失係数への影響はなく、バンド上流側（入口側）と下流側（出口側）での断面変化による局所損失は独立して評価できることが示された。
- 6) バンド端をR形状にした場合には、損失係数が漸縮・漸拡形状の約0.8倍になることが示された。
- 7) バンド端の片側の角度が30度から15度になった場合、上流側と下流側のどちらを15度にした場合でも、損失係数は30度の場合の約0.7倍になる。
- 8) 現地調査では、止水バンド施工による通水性能の低下はみられなかった。
- 9) 現地調査では、止水バンド一箇所あたりの損失係数は0.002であり、急縮・急拡の式によって求めた損失係数の0.14倍であった。

以上のことから、本論文によって、農業用パイプラインの長寿命化に貢献しうる止水バンド工法を適用したパイプ内のエネルギー損失の評価方法を提案できたと考える。