

主 論 文 要 旨

16 pt, ボールド

12 pt

報告番号

乙 第 号

氏 名

矢上 太郎

主論文題目

損傷を有するパイプラインにおける時間依存型破壊に関する研究

(内容の要旨)

ガスパイプラインの漏洩は土木工事等に伴う機械的損傷部で生じることが多いことから、これまでに機械的損傷が直ちに漏洩をもたらす条件が研究されている。これに加えて、機械的損傷部において経年劣化に伴ういわゆる時間依存型の破壊として水素応力割れおよび疲労破壊の事例が報告されているものの、これらの破壊現象の発生条件については明らかとなっていないのが現状である。そこで本研究では、表面傷を起点として電気防食により発生する水素に起因する水素応力割れ、およびへこみによる塑性変形を伴う表面傷（これを「へこみと傷」と呼ぶ）を起点とする内圧変動に伴う疲労破壊に着目し、これらの破壊発生条件を明らかにすることからパイプラインの破壊防止策を提案することを目的とした。

第1章に、本研究の背景と従来の研究を概説した。

第2章では、パイプラインの表面傷を起点とする水素応力割れの発生条件について述べた。電気防食を施しながら鋼材の3点曲げ試験を行い、電気防食の電流密度が $1\text{mA}/\text{cm}^2$ を越えるとともに表面傷先端の開口変位(CTOD)が限界値以上となった場合にのみ水素応力割れが発生することを明らかにした。

第3章に、「へこみと傷」を起点とする内圧変動に伴う疲労破壊による漏洩発生条件について述べた。鋼管の内圧疲労試験から、いわゆる高サイクル疲労が生じる場合および初期延性き裂が発生して疲労寿命が1000回未満に減少する低サイクル疲労が生じる場合があることを明らかにした。さらに、疲労破壊の形態は鋼管の破壊靱性、「へこみと傷」の長さおよび深さおよび内圧の最大値に依存すること、ならびに破壊靱性特性が低い鋼管に深い「へこみと傷」が与えられた場合にのみ延性き裂が発生して低サイクル疲労が生じることを明らかにするとともに、高サイクル疲労寿命は「へこみと傷」の深さおよび内圧による周方向応力変動の振幅のべき乗で予測できることを見出した。

第3章で見出された「へこみと傷」を起点とする延性き裂の発生条件に関する検討を第4章に述べた。予歪みを与えた鋼材の3点曲げ試験から、破壊靱性特性が低い鋼材では機械的損傷に伴う塑性予歪みにより局所的に破壊靱性(CTOD)が低下する結果、「へこみと傷」を起点として延性き裂が発生することを明らかにした。

第3章および第4章の結果から、パイプラインにおける破壊防止対策の一環として機械的損傷に伴う塑性変形の評価が求められる。そこで、第5章では磁気的手法による鋼材の塑性歪みの非破壊評価技術について述べた。鋼管材料の磁気バルクハウゼンノイズ測定から、バルクハウゼンノイズが発生するために必要な外部磁場を指標として鋼材の塑性歪みの評価が可能となることを示した。

第6章に、結論として各章で得られた内容をまとめ、本研究の成果を要約した。

12 pt

文字 10.5 pt, 12pt の場合、いずれも行間: 1行