



|              |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Title        | 天然ガス輸送用高強度ラインパイプの高性能化に関する研究                                                                                                                                                                                                                                          |
| Author(s)    | 竹内, 泉                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Citation     | 大阪大学, 2005, 博士論文                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Version Type |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/46861">https://hdl.handle.net/11094/46861</a>                                                                                                                                                                                  |
| rights       |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Note         | 著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">＜a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"&gt;https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> >大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。 |

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

|               |                                                                              |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------|
| 氏 名           | たけ うち いずみ<br>竹 内 泉                                                           |
| 博士の専攻分野の名称    | 博 士 (工 学)                                                                    |
| 学 位 記 番 号     | 第 1 9 8 5 2 号                                                                |
| 学 位 授 与 年 月 日 | 平成 17 年 11 月 22 日                                                            |
| 学 位 授 与 の 要 件 | 学位規則第 4 条第 2 項該当                                                             |
| 学 位 論 文 名     | 天然ガス輸送用高強度ラインパイプの高性能化に関する研究                                                  |
| 論 文 審 査 委 員   | (主査)<br>教 授 小 溝 裕 一<br><br>(副査)<br>教 授 豊 田 政 男    教 授 西 本 和 俊    教 授 南 二 三 吉 |

### 論 文 内 容 の 要 旨

本研究は、高圧天然ガス幹線パイプラインへの高強度鋼管の採用を可能とすることを目的として遂行された。CO<sub>2</sub> 排出抑制による地球環境保全、一次エネルギーの石油依存度の低下のために天然ガスの利用拡大が強力に推進されている。ガスの利用拡大にはマーケットから遠くに存在する天然ガスを如何に経済的にマーケットまで輸送するかが重要課題であり、そのために高圧パイプラインの役割が期待されている。

天然ガスの経済性を高めるために高強度鋼管を採用した高圧パイプラインの建設が必須であり、高強度鋼管の適用が進められてきた。高圧パイプラインの安全性確保の観点より、高強度鋼管の採用にあたり、井戸元から算出された硫化水素を含むガスを輸送する場合のサワー環境における鋼管の損傷発生と、高圧操業条件での高速延性破壊の伝播が障害となっていた。鋼管材料を改善することでこれらの課題を解決して天然ガスパイプラインへの高強度鋼管の採用を可能とした。

サワー環境における鋼管の損傷は HIC (Hydrogen Induced Cracking) として知られているが、連続鍛造材の中心偏析部における硬化組織の存在が耐 HIC 性能を決定することを見出し、割れ発生限界硬度を定量的に求めた。この限界硬度を満足するために、成分偏析度を考慮した高強度鋼管の最適成分を求めた。合わせて圧延条件の最適化により安定して耐 HIC 性能を満足した高強度鋼管の製造条件を確認した。

高圧パイプラインにおける高速延性破壊の停止は鋼管の靱性が支配要因であることを部分ガスバースト試験により証明した。部分ガスバースト試験結果の解析に基づいて求めた高速延性破壊停止に必要なシャルピー吸収エネルギーを有する高強度鋼管を製造し、フルスケールバースト試験でその鋼管の高速延性破壊の停止性能を確認し、本研究で得られた必要吸収エネルギーの妥当性を証明した。

これらの結果により、高強度鋼管を採用した高圧パイプラインにおける高速延性破壊の停止性能を確保するとともに、サワー環境での使用を想定した高圧天然ガスパイプライン建設を可能とする手段を示した。より一層の天然ガス利用拡大のために更なる高強度鋼管の開発も進められており、その実現に向けても本研究が重要な指針を示した。

### 論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は、高圧天然ガス幹線パイプライン用高強度鋼管の高性能化に関するものである。

CO<sub>2</sub> 排出抑制による地球環境保全、一次エネルギーの石油依存度の低下のために天然ガスの利用拡大が強力に推進されている。ガスの利用拡大にはマーケットから遠くに存在する天然ガスを如何に経済的にマーケットまで輸送するかが重要課題であり、そのために高圧パイプラインの役割が期待されている。

天然ガスの経済性を高めるために高強度鋼管を採用した高圧パイプラインの建設が必須であり、高強度鋼管の適用が進められてきた。高圧パイプラインの安全性確保の観点より、高強度鋼管の採用にあたり、井戸元から算出された硫化水素を含むガスを輸送する場合のサワー環境における鋼管の損傷発生と、高圧操業条件での高速延性破壊の伝播が障害となっていた。鋼管材料を改善することでこれらの課題を解決して天然ガスパイプラインへの高強度鋼管の採用を可能とした。

サワー環境における鋼管の損傷は HIC (Hydrogen Induced Cracking) として知られているが、連続鋳造材の中心偏析部における硬化組織の存在が耐 HIC 性能を決定することを見出し、割れ発生限界硬度を定量的に求めた。この限界硬度を満足するために、成分偏析度を考慮した高強度鋼管の最適成分を求めた。合わせて厚板圧延条件の最適化 (圧延仕上げ温度、加速冷却条件など) により安定して耐 HIC 性能を満足した高強度鋼管の製造条件を確認した。

高圧パイプラインにおける高速延性破壊の停止は鋼管の靱性が支配要因であることを部分ガスバースト試験により証明した。部分ガスバースト試験結果の解析に基づいて求めた高速延性破壊停止に必要なシャルピー吸収エネルギーを有する高強度鋼管を製造し、フルスケールバースト試験でその鋼管の高速延性破壊の停止性能を確認し、本研究で得られた必要吸収エネルギーの妥当性を証明した。

これらの結果により、高強度鋼管を採用した高圧パイプラインにおける高速延性破壊の停止性能を確保するとともに、サワー環境での使用を想定した高圧天然ガスパイプライン建設を可能とする手段を示した。より一層の天然ガス利用拡大のために更なる高強度鋼管の開発も進められており、その実現に向けても本研究が重要な指針を示した。

以上のように、本論文は高圧天然ガス輸送用鋼管の持つべき特性として重要課題であった、高速延性破壊の停止性能とサワー環境での耐 HIC 性能を決定している要因を明らかにし、その解決策を明示している。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。