

非勻溫灣型壓力圓管之應力分析與設計優化

吳文瑞、劉勝安

E-mail: 9805482@mail.dyu.edu.tw

摘要

非勻溫壓力彎管有許多不同類型，本研究儘對U型彎管進行應力分析與設計優化之探討。在煉油、石化及化學纖維製程中有許多管線，輸送蒸汽、熱煤、熱液體和其它流體，因此須有一些配件以吸收管子溫度升高所引起的熱膨脹。U型彎管是壓力容器，管道系統中常用的補強及連接裝置，U型彎管是其中一項很重要的零件。本研究應用有限元素分析，依據彈性力學理論、熱傳導學與流體力學，探討U型彎管在環境擬真條件之下的力學行為。研究內容包含幾何參數結構應力分析、溫度分佈及模態分析，並提供分析程式給使用者進行相同問題的熱應力及模態分析，使在安全許用條件下建議U型彎管最適用之厚度。

關鍵詞：U型彎管、有限元素、模態分析

目錄

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|-----|-----|-----|------|----|------|---|----|----|----|-----|-----|----|-----|------|------|-----|--------|---|--------|---|----------|---|----------|---|----------|---|----------|---|----------|---|--------|---|--------------------|---|----------|---|---------------------|----|-----------------|----|---------------------|----|-------------------|----|----------------------|----|----------------|----|---------------------|----|---------------|----|----------|----|-----------------|----|------------|----|------------|----|----------------|----|----------------|----|--------------|----|--------------------|----|--------------------|----|--------------------|----|--------------------|----|----------|----|------------|----|--------------------|----|------------|----|--------------|----|--------------|----|------------------------------|----|------------|----|---------------|----|--------------|----|--------------|----|-------------------------|----|---------------------------------|----|---------------------------------|----|--|----|--|----|---------------|----|--------------|----|----------------|----|--------------|----|---------------------------|----|---------------------------|----|------------------------------------|----|--------------------------------------|----|-----------|----|--------|----|--------|----|--------|----|------|----|
| 封面內頁 | 簽名頁 | 授權書 | iii | 中文摘要 | iv | 英文摘要 | v | 誌謝 | vi | 目錄 | vii | 圖目錄 | xi | 表目錄 | xvii | 符號說明 | xix | 第一章 緒論 | 1 | 1.1 前言 | 1 | 1.2 研究動機 | 2 | 1.3 研究方法 | 3 | 1.4 研究目的 | 3 | 1.5 論文內容 | 4 | 第二章 文獻回顧 | 5 | 2.1 前言 | 5 | 2.2 有限元素程式介紹-ANSYS | 7 | 2.2.1 簡介 | 7 | 2.2.2 一般前處理器(PREP7) | 10 | 2.2.3 求解器(SOLU) | 12 | 2.2.4 一般後處理器(POST1) | 14 | 2.2.5 最佳化處理器(OPT) | 15 | 2.2.6 時域後處理器(OPST26) | 17 | 2.2.7 各處理器間的轉換 | 17 | 2.2.8 ANSYS分析工程問題流程 | 17 | 第三章 問題描述與分析方法 | 19 | 3.1 問題描述 | 19 | 3.2 流場分析及有限元素分析 | 21 | 3.2.1 分析流程 | 21 | 3.2.2 流場分析 | 21 | 3.2.2.1 管內流場分析 | 22 | 3.2.2.2 管外流場分析 | 27 | 3.2.3 有限元素分析 | 32 | 3.2.3.1 PLANE 42元素 | 32 | 3.2.3.2 PLANE 55元素 | 32 | 3.2.3.3 SOLID 70元素 | 34 | 3.2.3.4 SOLID 45元素 | 35 | 3.3 模態分析 | 36 | 3.4 結構失效理論 | 40 | 第四章 有限元素法分析實例操作與討論 | 41 | 4.1 軟體操作說明 | 41 | 4.1.1 管內流場分析 | 42 | 4.1.2 管外流場分析 | 43 | 4.1.3 ANSYS非勻溫壓力圓管之應力分析與設計優化 | 44 | 4.1.4 收斂分析 | 46 | 4.2 靜力實例分析與討論 | 47 | 4.2.1 靜力問題描述 | 47 | 4.2.2 靜力分析內容 | 49 | 4.2.3 直管及U型彎管熱應力分析與設計優化 | 50 | 4.2.3.1 ANSYS直管熱應力分析與設計優化(一端固定) | 51 | 4.2.3.2 ANSYS直管熱應力分析與設計優化(兩端固定) | 57 | 4.2.3.3 ANSYS U型彎管熱應力分析與設計優化(兩端固定, B=2A) | 62 | 4.2.3.4 ANSYS U型彎管熱應力分析與設計優化(兩端固定, B=0.5A) | 67 | 4.3 模態實例分析與討論 | 71 | 4.3.1 模態收斂分析 | 71 | 4.3.2 模態分析問題描述 | 73 | 4.3.3 模態分析內容 | 74 | 4.3.3.1 ANSYS直管模態分析(一端固定) | 75 | 4.3.3.2 ANSYS直管模態分析(兩端固定) | 78 | 4.3.3.3 ANSYS U型彎管模態分析(兩端固定, B=2A) | 81 | 4.3.3.4 ANSYS U型彎管模態分析(兩端固定, B=0.5A) | 83 | 第五章 結論與建議 | 86 | 5.1 結論 | 86 | 5.2 建議 | 87 | 5.3 討論 | 88 | 參考文獻 | 89 |
|------|-----|-----|-----|------|----|------|---|----|----|----|-----|-----|----|-----|------|------|-----|--------|---|--------|---|----------|---|----------|---|----------|---|----------|---|----------|---|--------|---|--------------------|---|----------|---|---------------------|----|-----------------|----|---------------------|----|-------------------|----|----------------------|----|----------------|----|---------------------|----|---------------|----|----------|----|-----------------|----|------------|----|------------|----|----------------|----|----------------|----|--------------|----|--------------------|----|--------------------|----|--------------------|----|--------------------|----|----------|----|------------|----|--------------------|----|------------|----|--------------|----|--------------|----|------------------------------|----|------------|----|---------------|----|--------------|----|--------------|----|-------------------------|----|---------------------------------|----|---------------------------------|----|--|----|--|----|---------------|----|--------------|----|----------------|----|--------------|----|---------------------------|----|---------------------------|----|------------------------------------|----|--------------------------------------|----|-----------|----|--------|----|--------|----|--------|----|------|----|

參考文獻

- [1] 董鐵山、董久樟，「燃氣熱力管道工程」，中國電力出版社，第369-372，(2006)。
- [2] 除至鈞，「管道工程設計與施工」，中國石化出版社，(2005)。
- [3] 張德姜、王懷義、劉紹十，「石油化工裝置工藝管道安裝設計手冊 第一篇 設計與計算」，中國石化出版社，(2005)。
- [4] 除文雄，「工業配管原理與實務」，全華科技圖書股份有限公司，(2000)。
- [5] 唐永進，「壓力管道應力分析」，中國石化出版社，(2003) [6] Yunus A. Cengel, Robert H. Turner, "Fundamental of thermal-fluid sciences", McGraw-Hill international edition, 2001.
- [7] Munson, Bruce, R., Young, Donalde, F., Okishi, Theodore, H., "Fundamentals of fluid mechanics", fifth edition, Wiley, 2006.
- [8] Saeed Moaveni, "Finite element analysis. theory and application with ANSYS", Prentice Hall, 1999.
- [9] ANSYS, "ANSYS User's manual revision 9.0", ANSYS, Inc., Canonsburg, Pennsylvania (2004).
- [10] James M. Gere, "Mechanics of materials", fifth edition, Brooks/Cole, 2001.
- [11] 何家勝、彭丹柳、楊紅、朱光強，「U型管?裂失效分析」，壓力容器期刊，24卷5期第41-44頁，(2007)。
- [12] 周渝、李余德、應學軍、郭同林、張同暉，「火力發電廠熱力管道的改造」，壓力容器期刊，26卷4期第20-26頁，(2009)。
- [13] 陳孫藝、柳曾典、陳進、何錄武，「彎管中性?与?外拱間的面積壓力差及其徑向等效彎矩」，壓力容器期刊，24卷7期第21-26頁，(2007)。
- [14] 陳孫藝、柳曾典、陳進、何錄武，「異徑彎管的無力矩環向應力解析解」，壓力容器期刊，24卷2期第35-39頁，(2007)。
- [15] 郭小輝、韓國明、趙健、曲娜，「供熱管道一次性補償器斷裂原因分析」，壓力容器期刊，23卷10期第27-29頁，(2006)。

- [16] 陳孫藝、柳曾典，「 γ 壓作用下彎管環向應力解及其分析」，壓力容器期刊，23卷2期第38-41頁，(2006)。
- [17] 曹占飛，「受外部管 γ 推力的壓力容器接管受力和應力評估」，壓力容器期刊，22卷9期第16-18頁，(2005)。
- [18] 王辰、李培寧，「 γ 壓載荷作用下含缺陷彎頭的塑性極限載荷有限元分析」，壓力容器期刊，22卷8期第6-9頁，(2005)。
- [19] 董同武，「熱力管道的補償設計及典型問題分析」，石油化工設備期刊，34卷1期第38-40頁，(2005)。