

# 金屬薄板輥軋成形之探討

林燦柱、劉大銘

E-mail: 8802163@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

本文擬探討冷軋成形時輥輪與板材間之接觸弧面的應力分佈。經由文獻探討進行分析比較後，尋求一較合理的數學模式。模式中除考慮輥輪之變形，與塑性剛體板材加工硬化之特性外並進一步探討輥輪輥軋時，板材拉應力對輥輪壓力 $S$ 的分佈影響。本文所採用之數值分析方法為四階Runge-Kutta積分法、Simpson's積分法與Trapez積分法，來解正向輥輪力 $S$ 的分佈。研究結果發現，輥軋時在受到後拉力之輥輪正向壓力與接觸弧面之座標圖中，曲線上的中立點會減小並移向出口區，如此板材因有拉力可提供塑性變形的能量，故能減輕輥輪受力。受前拉力時，曲線上的中立點會減小並移向進口區，所以中立點會有較大的前向滑動，故系統可獲得較佳的穩定性。如此可得較佳的板材加工成品。若前後都有拉力時，則曲線上的中立點會大幅降低，也就是輥輪所受應力會減少，此為一最佳狀況，因如此工作中的輥輪將可延長使用壽命並可節省塑性變形的能量。此外考慮加工硬化時，曲線上的中立點，會有明顯的移向輥軋接觸弧的進口邊，如此輥軋板材可獲得較佳的平滑度，也更接近實驗值，因此加工硬化之考慮也是頗重要的。另由剪應力 $t$ 的分佈圖，可以看出在輥輪時所產生的最大剪應力，皆會發生在曲線上的中立點。此外將本研究之結果，分別與文獻中Domati and Mcelwain研究之計算數據及Firbank and Lancaster研究之實驗數據相比較，可知本研究之數據分析結果與實驗值更加符合。

關鍵詞：輥軋；數值分析

## 目錄

目錄封面簽名頁授權書	iii	中文
摘要	v	英文摘要
	vi	誌謝
	viii	目錄
	ix	圖目錄
Xi	Xvii	符號說明
	xviii	第一章緒論
		1 1.1研究目的
		1 1.2研究動機及文獻探討
	4	1.2.1 板材之平面應變狀態
	4	1.2.2 輥輪變形
	5	1.2.3 進、出口區摩擦與拉力
	6	1.2.4 塑性變形區之分析
	7	第二章理論假設與數學模式建立
	11	2.1 理論假設
	11	2.2 輥壓微分方程的推演解
	12	第三章數值分析與流程圖
	22	3.1數值分析
	26	3.2電腦軟硬體設備與程式流程圖
	26	3.2.1 電腦軟硬體設備
	26	3.2.2 程式流程圖
	27	第四章結果與討論
	30	4.1輥輪之摩擦力對輥軋壓力的影響
	30	4.1.1 摩擦力在剪應力 $t$ 等於降伏應力 $k$ 時
	30	4.1.2 摩擦力為混合摩擦力時
	31	4.2輥輪變形對輥軋壓力的影響
	32	4.3輥軋力矩的影響
	33	4.4有前、後向拉應力對輥軋壓力的影響
	33	4.4.1 同時有前和後向拉應力對輥軋壓力的影響
	34	4.4.2 前向拉應力對輥軋壓力的影響
	34	4.4.3 後向拉應力對輥軋壓力的影響
	35	4.5加工硬化對輥軋壓力的影響
	35	第五章結論與建議
	36	5.1結論
	36	5.2建議

.....	37 參考文獻
.....	38 附錄
.....	40

**參考文獻**

參考文獻 1、 Alexander,J.M., "On the Theory of Rolling", Proc. Roy. Soc. Lond. A.1972 , p.535-p.563 p.329 2、 Bland, D. R. and Ford, H., "Cold Rolling with Strip Tension. Part . Comparison of Calculated and Experimental Results.", J. I. S. I. 1952 , 171 , 245. 3、 Burden, R. L. And Faires, J. D., "Numerical analysis", Fifth Edition ,Pws-Kent 1995 4、 Firbank, T. C. and Lancaster, P. R., "An Experimental Determination of The Roll Pressure Distributions in Cold Rolling" ,Int. J. Mech. Sci. 1973 Vol.15 pp.693-710 5、 Ford, H.and Ellis, F. and Bland, D. R., "Cold Rolling with Strip tensions", J. Inst. Metal, Vol. 168, 1951, pp.57 6、 Hitchcock,J.H. , "Elastic Deformation of Rolls During Cold Rolling",extract from Roll Neck Bearings. A.S.M.E. Res.publ., 1965 7、 Johnson , R. E., " Shape Forming and Lateral Spread In Sheet Rolling ", Int. J. Mech. Sci. Vol. 33. No 6.pp 449-469. 1991 8、 Mendelson, A., "Plasticity:Theory And Application",Professor of Civil Engineering Case Western Reserve University,1995 9、 Orowan,E., "The Calculation of Roll Pressure in Hot and cold Flat Rolling",Proc. I. Mech. E. 1943 , 150 , 140. 10、 Smet, R. P. and Johnson, R. E. , "An Asymptotic Analysis of Cold Sheet Rolling", ASME J. Appl. Mech , vol.56-33, 1989 11、 Tsao, Y. H. and Sargent, L. B., "A Mixed Lubrication Model for Cold Rolling of Metals", ASLE Transcations, Vol.20,No.1,1977, pp.55 12、 Von Karman, T., "Beitrag zur Theorie des Walzvorganges", Z.Angew.Math.Mech. , 1925 , 5 , 135 。 13、 Roberts, William. L., "Cold Rolling Of Steel" ,Marcel Dekker,Inc.,1978。 14、 Wusatowski, Z.原著,關昌揚譯"金屬軋軋學"徐氏基金會出版, 1974。 15、 向四海, "軋軋加工中軋輪變形與板材形狀之研究", 國科會專題研究報告 , 1988 16、 朱開華 "薄板冷軋之潤滑分析"台灣大學機械工程研究所碩士論文 , 1987。 17、 余哲良, "冷間壓延潤滑理論之基礎研究", 中山大學機械工程研究所碩士論文 , 1995。 18、 黃宗立, "以循序極限分析配合有限元素在個人電腦上作金屬成形模擬之研究", 國科會專題研究報告 , 1996。 19、 歐陽又新, "滾壓式擴散接合製程模擬系統之設計與開發", 國科會專題研究報告 , 1993。 20、 賴耿陽, "最新冷軋成形集", 復漢出版社, 1990。 21、 蘇品書, "Modern Mechanics Compute And Analysis In Materials Process", 復漢出版社1992。