

摘要

在熱軋過程中，工軋溫度控制的適切與否會影響工軋本體的形變量，進而影響熱軋後鋼胚品質的好壞，為了控制工軋因溫度所產生的形變，確保高品質鋼材的生產，學者們試著以數值分析或實驗方法去探討軋體的溫度。本文針對軋體之物理模型建立一個二維暫態數學模型，使用數值方法模擬軋體在熱軋過程中的熱傳行為，以分析出在不同情況下軋體的溫度分佈及變化。

本文之數值結果包含軋體穩態的溫度解及軋體受週期性軋延之溫度變化；結果顯示，由於在軋延過程軋體與熱鋼胚接觸的面積不大，而且軋體轉動快速，所以軋體溫度變化只局限於接近外緣的一定厚度內。在進行熱軋過程中，軋體受到各參數的影響，當 Pe 數與 Bi 數增加時，軋體會有較好的散熱效果，溫度會較低。

誌謝

本論文得以順利完成，首先感謝指導教授楊文美博士的提攜指導和督促。口試期間承蒙口試委員盧定昶教授與游明輝教授於口試期間給予本論文的指正與建議。

感謝實驗室學長豪傑，學弟信宏、英琪、宏仁、友約、秋傑、啟豪，在校期間於課業上與生活上的幫忙，讓我在研究所的時光充滿美好的回憶，謝謝女友淑菁在我生活上的照顧與支持。

最後，謹將本論文獻給我的父母及家人，感謝你們在我求學過程中的付出與鼓勵，由於你們的支持，讓我無後顧之憂。



目 錄

摘要.....	I
誌謝.....	II
目錄.....	III
圖目錄.....	V
符號說明.....	VII
第一章 緒論.....	1
1-1 前言.....	1
1-2 文獻回顧.....	2
1-3 研究目的.....	4
第二章 數學模式.....	6
2-1 統御方程式.....	6
2-2 初始條件.....	6
2-3 邊界條件.....	7
2-4 無因次化.....	9
第三章 數值方法.....	11
3-1 軋體的離散方程式.....	11
3-2 數值計算過程.....	14
第四章 結果與討論.....	15
4-1 各參數對軋體溫度分佈的影響.....	15
4-1-1 Pe 數對溫度的影響.....	16
4-1-2 Bi 數對溫度的影響.....	16
4-2 週期性熱軋過程之軋體溫度分佈.....	17

4-2-1 Pe 數與 Bi 數的影響.....	17
4-2-2 不同週期軋延輥體的溫度變化.....	18
第五章 結論.....	20
參考文獻.....	21



圖 目 錄

圖一	熱軋物理模型圖.....	23
圖二	輓體熱傳物理模型圖.....	24
圖三	輓體物理模型圖.....	25
圖四	輓體格點分佈圖.....	26
圖五	格點能量平衡圖.....	27
圖六	格點測試圖.....	29
圖七	當 $Bi = 1$ 及不同 Pe 數，輓體徑向溫度分佈圖 (a) $Pe = 10^3$ (b) $Pe = 10^4$ (c) $Pe = 10^5$	30
圖八	當 $Bi = 10$ 及不同 Pe 數，輓體徑向溫度分佈圖 (a) $Pe = 10^3$ (b) $Pe = 10^4$ (c) $Pe = 10^5$	32
圖九	當 $Bi = 100$ 及不同 Pe 數，輓體徑向溫度分佈圖 (a) $Pe = 10^3$ (b) $Pe = 10^4$ (c) $Pe = 10^5$	34
圖十	當固定 Bi 數，不同的 Pe 數輓體表面溫度分佈圖 (a) $Bi = 1$ (b) $Bi = 10$ (c) $Bi = 100$	36
圖十一	當固定 Pe 數，不同的 Bi 數輓體表面溫度分佈圖 (a) $Pe = 10^3$ (b) $Pe = 10^4$ (c) $Pe = 10^5$	38
圖十二	當 $Bi = 1$ 及不同 Pe 數，輓體等溫圖 (a) $Pe = 10^3$ (b) $Pe = 10^4$ (c) $Pe = 10^5$	40
圖十三	當 $Bi = 10$ 及不同 Pe 數，輓體等溫圖 (a) $Pe = 10^3$ (b) $Pe = 10^4$ (c) $Pe = 10^5$	42
圖十四	當 $Bi = 100$ 及不同 Pe 數，輓體等溫圖 (a) $Pe = 10^3$ (b) $Pe = 10^4$ (c) $Pe = 10^5$	44

圖十五	週期性軋延輓體溫度變化圖.....	46
圖十六	當 $Bi = 1$ 及不同 Pe 數，週期性軋延輓體溫度變化圖....	47
圖十七	當 $Bi = 10$ 及不同 Pe 數，週期性軋延輓體溫度變化圖...	48
圖十八	當 $Bi = 100$ 及不同 Pe 數，週期性軋延輓體溫度變化圖..	49
圖十九	相異週期相同加熱段輓體的溫度分佈圖.....	50
圖二十	相同週期相異加熱段輓體的溫度分佈圖.....	51



符 號 說 明

符 號

Bi	Biot number
c	比熱
h	熱對流係數
k	熱傳導係數
m, n	r, θ 方向取的格點數
Pe	Peclet number
q''	由熱鋼胚傳入工軛的熱量
R	半徑
r, θ	圓柱座標
T	溫度
t	時間
t_p	週期
t_h	加熱時間
t_c	散熱時間
X, θ	無因次座標
α	熱擴散係數
δ	滲透厚度
Θ	無因次溫度
ρ	密度
τ	無因次時間
τ_p	無因次週期



τ_h	無因次加熱時間
τ_c	無因次散熱時間
ω	轉速

下標說明

<i>air</i>	空氣
<i>e</i>	主格點之右邊界
<i>n</i>	主格點之上邊界
<i>s</i>	主格點之下邊界
<i>w</i>	主格點之左邊界

上標說明

<i>p</i>	數值計算第 <i>p</i> 個時間步驟
----------	----------------------

