

研究生:	陳誌生
研究生(英文姓名):	Chih-Sheng Chen
論文名稱:	捷運列車活塞效應與隧道溫升問題模擬分析
英文論文名稱:	Simulation of Piston Effect and Temperature-rise Problem for Subway Tunnel
指導教授:	施陽正
指導教授(英文姓名):	Yang-Chang Shih
學位類別:	碩士
校院名稱:	國立臺北科技大學
系所名稱:	冷凍空調工程系所
學號:	92458011
學年度:	93
語文別:	中文
論文頁數:	88
關鍵詞:	月台門；活塞效應；計算流體力學；動態網格；熱沉積效應
英文關鍵詞:	Platform Screen Door；Piston Effect；CFD；Dynamic Mesh；Heat Sink
被引用次數:	0

[摘要]

台北捷運後續建設之地下車站，在月台區都設置月台門系統，月台門系統在月台區內可保障乘客的安全、降低環控塞效應影響，使得壓力只能從釋壓旁通井釋壓，這對月台門耐壓是一項考驗。捷運列車在地下隧道往返頻率很高，內溫度逐漸升高。因此，本論文研究以數值模擬方式，以松山線G19市立體育場站分析，比較各種不同設計，對月應之影響。

本論文研究利用計算流體力學之套裝軟體FLUENT6.1，以動態網格分析捷運列車移動對地下車站月台造成流場及高度、釋壓旁通井截面積及雙向列車同時進站等，對月台門壓力之影響。探討出當捷運列車速度愈快，則對月台門情況愈差；當釋壓旁通井截面積愈大與原設計條件來比較，則沒有太大差異；雙向列車同時進站，因為擠壓空氣至本研究以AIRPAK2.1模擬地下隧道熱沉積效應，當設定之空氣溫度愈高，則土壤熱飽和愈快，以捷運列車塞車時之能力，未來可以當作散熱之考量。

[英文摘要]

The follow-up construction of Taipei Metro system at underground station will establish a Platform Screen Door (PSD) system can assure the safety of passengers within the platform and reduce the demands of environmental control. Due to the influence of piston effect, the pressure can only be released through draught relief shaft. This is a challenge for the metro frequent round trips in the underground tunnels result in the effects of heat sink and the nearly saturation of air temperature within tunnels to increase gradually. Thus, this thesis used the CFD (Computational Fluid Dynamics) method to analyze the PSD pressure for the G19 station of Songshan line. In addition, the effect of different air temperature within the tunnel is studied.

This thesis adopted the CFD software FLUENT6.1 to analyze the pressure variation resulting from the moving metro train. The influence of metro speed, draught relief bypass shaft height, draught relief bypass shaft area on PSD pressure is considered in this study. The numerical results indicate that faster metro results in the larger draught relief bypass shaft is, the worse the pressure-relieving ability is. The increase of draught relief bypass shaft area does not improve the pressure-relieving ability at the same time is not good for the pressure depression because of the air density. In this study, the CFD software-AIRPAK2.1 is employed to simulate the heat sink effect of the tunnel. According to the designing air temperature is, the faster the hot saturation of soil occurs. For example, when the air temperature is 30°C, the soil can absorb about 200W for per meter long of tunnel, which can be regarded as the designing reference of heat sink effect.

[論文目次]

摘要	i
ABSTRACT	ii
目錄	iv
表目錄	vi

圖目錄	vii
第一章 緒論	1
1.1 前言	1
1.2 捷運地下車站環境控制系統之分類	2
1.3 文獻回顧	5
1.4 研究目的	11
1.5 研究方法	12
第二章 數值模式	13
2.1 統御方程式	13
2.2 數值方法	15
2.2.1 對流－擴散方程式的差分形式	15
2.2.2 壓力－速度耦合關係的處理	20
2.3 滑動網格 (Sliding Mesh)	24
2.3.1 滑動網格技術	24
2.4 動態網格(Moving Mesh)	25
2.4.1 動態網格守恒方程式	25
2.4.2 動態網格變化理論	26
第三章 捷運列車活塞效應模擬設計	31
3.1 初始條件及邊界條件設定	31
3.2 不同捷運列車形狀對月台門的影響	36
3.3 不同捷運列車速度對月台門的影響	38
3.4 改變釋壓旁通井高度對月台門之影響	42
3.5 改變釋壓旁通井截面積對月台門之影響	45
3.6 雙向捷運列車同時進站對月台門之影響	50
第四章 熱沉積效應模擬設計	55
4.1 幾何外型及邊界條件設定	57
4.2 熱沉積效應數值模擬	59
4.3 不同送風溫度土壤吸收熱量範圍	60
4.4 依能量平衡方法觀察土壤吸收熱量之情形	78
第五章 結論與討論	81
5.1 結論	81
5.2 未來研究及建議	83
參考文獻	84
符號彙編	87

[參考文獻]

- [1] 蔡尤溪等，台北捷運通風井設計規範檢討委託研究案期中報告，台北市政府捷運工程局，2004
- [2] Subway Environmental Design Handbook, 1976, U.S. Dept. of Transportation.
- [3] Subway Environmental Design Handbook, Volume II, Subway Environment Simulation Computer Program, Manual, Dec.1997, U.S. Dept. of Transportation.
- [4] 黃文亮，隧道通風和空氣動力學之數值研究，碩士論文，國立成功大學航空太空工程學系，台南，1996。
- [5] Roger Henderson, " King' s Cross inquiry considers piston effect" , New Scientist.v.117, Feb.4.1988,UK, p
- [6] Norman Rhodes, " Review of tunnel fire and smokesimulation" , 8th International Conference on Aerodynam Tunnels,1994,UK,pp.471-485.
- [7] T.Y. Chen, Y.T. Lee, C.C. Hsu, " Investigation of piston-effect and jet-effect in model vehicle tunnel" ,J Win
- [8] 邱國益，隧道中火車通過時速度場及壓力場研究，碩士論文，國立台灣大學機械工程研究所，台北，1979。
- [9] 陳石法，火車經過時隧道中速度變化情形及通風之實驗分析，碩士論文，國立台灣大學機械工程研究所，台北
- [10] 高雄捷運紅橘線路網列車活塞模擬，中華顧問工程司，2002。
- [11] 台北捷運新莊線SES與3D-CFD模擬，中鼎工程顧問股份有限公司2000。
- [12] 李建和，月台屏門對捷運環控系統之影響，碩士論文，國立國立臺北科技大學冷凍空調工程研究所，台北，2
- [13] 丁俊智，地下捷運系統性能式設計評估方法建立，博士論文，國立台灣大學機械工程研究所，台北，2002。
- [14] 楊孟均，矩形通道內滑塊移動活塞效應之研究，碩士論文，國立清華大學，動力機械工程研究所，新竹，200

-
- [15] F.Ampofo, G.Maidment, J.Missenden, " Undergrond railway environment in the UK Part 1:Review of therm 2003, pp611-631.
-
- [16] F.Ampofo, G.Maidment, J.Missenden, " Undergrond railway environment in the UK Part 2:Investigation of l 2003, pp633-645.
-
- [17] F.Ampofo, G.Maidment, J.Missenden, " Undergrond railway environment in the UK Part 3:Methods od deli 24, 2003, pp647-659.
-
- [18] AIRPAK2.1 User' s Guide, Vol. 1-4, Fluent Inc. 2004.
-
- [19] GAMBIT2.0.4 User' s Guide, Vol.1-4 , Fluent Inc.2003.
-
- [20] FLUENT6.1 User' s Guide, FLUENT Inc.2003.
-
- [21] 陳發林等，隧道溫升問題研究，交通部台灣區國道新建工程局，1996。
-
- [22] Frank P. Incropera, David P. DeWitt, " Fundamentals of Heat and Mass Transfer" . WILEY. 4th Edition, pp
-
- [23] S.L. Lee, " Weighting Function Scheme and its Application on Multi-Dimensional Conservation Equations"
-
- [24] S.L. Lee and RY. Tzong, " Artifical Pressure for Pressure-Linked Equations" , Int. J Heat Mass Transfer. v
-
- [25] S.L. Lee, " A Strong-Implicit Solver for Two-Dimensional Elliptic Differential Equation" , Numerical Heat Tr
-
- [26] B. Fago, H. Lindner, O.Mahrenholtz, " The effect of ground simulation on the flow around vehicles in wind t 1991, pp47-57.
-
-