

隧道溫升問題研究

研究單位：國立臺灣大學應用力學研究所

計畫主持人：陳發林

類別：機電

編號：研究報告 079

出版年月：1996年7月

GPN 9124850196

◎摘要

本研究針對北宜高速公路隧道的溫升問題作深入探討。我們發展一套模擬隧道內氣溫變化的理論模式，同時也監測台北近郊懷恩隧道之相關現象。理論模式的分析結果與監測所得數據相互對照並證實其可靠性後，即應用於北宜高速公路隧道，以分析其實際溫升情形。由分析結果發現，溫升的問題是屬區域性及時段性，且結果頗為嚴重，不得不注意。

本研究同時也普查國內車輛發熱量的範圍，也評估地下水活動可能造成的降溫效果，也分析車行活塞效應所致之引致風速，且與懷恩隧道之監測數據作比較，也探討噴霧降溫的可能性，同時，更提出一溫升通則，以資不同隧道預測溫升參考之用。最後我們作了二項具體建議大致如下：1.為防止長期溫升發生，隧道內之車輛及通風控制需謹慎且嚴格執行。2.應付突發之溫升狀況，除上述之控制外，應加裝緊急降溫設備以應不時之需。

◎結論與建議

本案發展一套預測隧道溫度變化的理論模式。此模式能模擬隧道內之軸向與徑向溫度分佈，及其隨時間變化的情形。模式中亦考慮各種影響隧道內溫度變化的因素，如通風量、通車量、車速、道路坡度、外界溫度等等。若以物理量區分，以上影響因素可分成三大類，即隧道內之發熱量，通風量，和外界溫度。若得知此三物理量，任何隧道之溫度變化皆可依此理論模式而得。

本案也針對北市近郊之懷恩隧道作實地監測，所得結果與用理論模式分析所得之結果比較，甚為吻合，足資證明本案所發展之理論模式的可靠性。另外，本案也對車輛發熱量作一調查與評估，所得結果與利用經驗公式所得者相差不大。

本案以北宜高速公路之坪林、彭山、南港二號等三座隧道為對象，作長期溫升之分析。我們發現坪林隧道雖長，但因設有氣交換站，長期之溫升情況與其他二座較短的隧道相似。可見氣交換站在溫度的控制上已發揮預期效果，相信在控制污染空氣上也有相同結果。另外，若三座隧道之通風量能維持在 $1/2Q_{max}$ 以上，則整體隧道應無溫升問題。因以長度平均量所得之最高的平均溫度約在 40°C 左右，問題並不嚴重。

但溫升的問題可能發生在下列各種情況，如通車量長期偏高，車速長期偏低，通

風量長期不足等。但若在交通及通風控制上實施得宜，以上問題應不致發生。然而，短期之溫升現象可以較值得注意。如塞車狀況一發生，數分鐘內溫度會驟升，達非常嚴重的程度。此時，適當的交通管制應立即實施，風機應開至最大（因行車之活塞效應已減少甚至消失），甚至其它的降溫設備應適時的使用。但若控制無法有效實施，則緊急降溫的方法應付諸實踐。所以我們也討論了噴霧降溫的可能性。分析結果顯示，此噴霧降溫在應付短期溫升的問題上應不失為一種有效辦法。

另外，山區地下水活動對隧道內氣溫所造成的影響也在本案中作初步探討。分析結果顯示，地下水活動可能有降溫 4°C 的能力。此對長期溫升問題有正面功效，但對短期則無顯著效果。

根據以上結果，我們對北宜高速公路三隧道的溫升問題作出下列建議：

1. 長期通風量應維持在 $1/2Q_{max}$ 以上。即通風風速（含活塞效應者）應在 3.5m/sec 以上。此並不難達到，因如北二高之福德隧道，通車前與通車後之平均風速差有 1.5m/sec 至 2m/sec 之間。此乃活塞效應造成之風速。
2. 適當的交通管制應能避免溫升問題發生。如塞車現象一出現，需馬上實施交通管制，限制車輛進入。若長期通車量大，且車速慢，則適當的匝道管制或其它措施，能使上述非正常現象趨緩者，皆應有效地實施。
3. 若交通管制無法發揮效果，則加裝降溫設備可能是必需者。尤其塞車情況突然發生卻無法有效控制交通時，此緊急降溫設備即能發揮功能，且也可能是唯一的解決之道。
4. 緊急降溫設備可有多種選擇，本案先就噴霧方法作研究，發現其可能為一有效的方法，另外如冷凍空調方案，增加通風量方案等，都會在另一期計畫中作詳細探討。
5. 地下水可能有降低隧道內氣溫 4°C 的功能。但此屬長期效果，短期則其功能不彰。
6. 夏日中午，在正常運轉下，仍會有高溫的現象發生。此種時段性高溫是必需面對的事實。此時，適當的降溫設備應能發揮功能。
7. 高溫皆發生在隧道的某些區域，如接近豎井排氣口及隧道出口處。此種區域性高溫應可作為配置降溫設備的參考指標。即降溫設備應集中在這些路段，以求降溫效果之顯著。
8. 最後，已通車的北二高福德隧道可能是對此溫升問題作後續長期觀測的適當對象。我們目前有安裝部分儀器於距南下隧道南口 500 米及 1000 米之處。希望所量得之數據能提供更多可靠資訊作後續追蹤此溫升問題的參考。