

出國報告(出國類別:其他)

出席「第一屆 21 世紀公共建設橋梁結構之疲勞與破壞國際研討會」
會議報告

服務機關:交通部運輸研究所

姓名職稱:許修豪助理研究員

派赴國家:美國

出國期間:95 年 08 月 04 日至 08 月 11 日

報告日期:95 年 10 月 11 日

出席「第一屆 21 世紀公共建設橋梁結構之疲勞與破壞
國際研討會」會議報告

著 者：許修豪

出版機關：交通部運輸研究所

地 址：臺北市敦化北路 240 號

網 址：www.iot.gov.tw (中文版 > 圖書服務 > 本所出版品)

電 話：(02)23496823

出版年月：中華民國 95 年 10 月

印 刷 者：承亞興企業有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 20 冊

定 價：100 元

行政院及所屬各機關出國報告提要

頁數：22 含附件：無

報告名稱：出席「第一屆 21 世紀公共建設橋梁結構之疲勞與破壞國際研討會」會議報告

主辦機關：交通部運輸研究所

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：

交通部運輸研究所/王管理師瓊琍/02-23496723

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話：

許修豪/交通部運輸研究所/運輸工程組/助理研究員/02-23496823

出國類別：☐1.考察☐2.進修☐3.研究☐4.實習☒5.其他

出國期間：95 年 08 月 04 日至 08 月 11 日

出國地區：美國

報告日期：94 年 10 月 11 日

分類號/目：HO / 綜合類（交通類） HO / 綜合類（交通類）

關 鍵 詞：橋梁安全，疲勞破壞，疲勞限度。

內容摘要：

「第一屆21世紀公共建設橋梁結構之疲勞與破壞國際研討會」，會議之主題乃針對運輸領域內相關之疲勞與破壞議題，邀集產、官、學界，對最新之技術進展與應用進行交流與研討。相關之研討重點包括：結構破壞之案例研究及理論分析、結構近似行為模擬之改善策略、結構材料等議題。本報告摘整會中發表之部分論文並介紹費城等地區交通建設及大眾運輸系統概況。

目錄

第一章 前言	1
1.1 出國目的	1
1.2 行程紀要	1
第二章 研討會及考察	3
2.1 應用交通量資料預測橋梁結構之疲勞限度.....	4
2.2 橋梁鋼索之破壞行為及強度推估	7
2.3 應用高強度、高韌性材料對於桁架橋梁進行緊急修復	9
2.4 交通設施及大眾運輸系統考察.....	14
第三章 心得與建議.....	21
3.1 心得.....	21
3.2 建議.....	22

表目錄

表 1.1	出國行程紀要表	2
表 2.1	「第一屆 21 世紀公共建設橋梁結構之疲勞與破壞國際研討會」議 程表	3
表 2.2	2005 年 9 月 22 日下午 12:01:07 量測到之 WIM 資料.....	5

圖目錄

圖 2.1	WIM 感應器設置於橋面各車道.....	5
圖 2.2	2005 年 9 月 22 日下午 12:01:07 拍攝到之影像資料.....	6
圖 2.3	四類腐蝕形式	7
圖 2.4	頸縮現象的破壞形式.....	8
圖 2.5	頸縮現象的應力應變曲線.....	8
圖 2.6	典型鋼索圓錐破壞形式.....	8
圖 2.7	典型鋼索圓錐破壞的應力應變曲線	9
圖 2.8	半圓形破壞橫斷面與直線形破壞橫斷面.....	9
圖 2.9	桁架系統中桿件產生之裂縫	10
圖 2.10	橋梁現況照片	11
圖 2.11	下弦桁架接合點及橋板接合點	11
圖 2.12	以往在拉桿加鉚鋼板用來補強接頭	12
圖 2.13	補強對角桿件示意	13
圖 2.14	補強對角桿件安裝情形.....	13
圖 2.15	雙向車道配合地形之高低差	15
圖 2.16	以寬植被綠帶作為中央分隔島	15
圖 2.17	費城富蘭克林橋 (1)	16
圖 2.18	費城富蘭克林橋 (2)	16
圖 2.19	鋼橋的鏽蝕	17
圖 2.20	費城市中心略圖	18
圖 2.21	SEPTA 地鐵及火車營運路線圖.....	18
圖 2.22	PHLASH 簡介.....	19
圖 2.23	PHLASH 繞行路線圖	20

第一章 前言

1.1 出國目的

橋梁是交通建設中重要的一環，尤其是臺灣海島型的地形特色，多山脈、河川阻隔，橋梁更是跨越聯繫區域交通的重要交通設施。無論是跨越山脈河川的橋梁，或是提供快速通行的高架橋梁均對路網的整體性及民眾通行扮演極重要的角色。國內公路橋梁隨著使用年限及交通量的日益增加，橋梁的負荷也日益加重。對橋梁而言，車流的通過使結構處在不斷的循環應力加載，加上國內部分超載車輛通行更使橋梁容易產生劣化及疲勞破壞的可能。所謂疲勞(Fatigue)破壞，指的是當材料承載循環反覆應力，雖然該應力小於降伏強度，但承受應力次數達到某一程度時，仍會發生破壞。造成結構物疲勞破壞的應力一般皆小於降伏強度，容易受到忽略，一旦發生破壞，往往會釀成災害。

因此，對現有橋梁現況之掌握及適時的維修補強對橋梁安全極其重要。橋梁維護主要依據橋梁本身之狀況與使用情形加以評估，並規劃最適切之改善方案。因此完善之橋梁檢、監測制度與檢測資料之彙整、評估與追蹤，就成為橋梁維護規劃工作之重點。交通部為強化橋梁檢測，避免橋梁發生破損或斷橋意外後才進行維修，於民國 90 年完成臺灣地區橋梁管理系統之建立，提供各橋梁管理單位一資訊化之橋梁維護管理平台。系統記錄橋梁之基本資料、檢測紀錄及維修紀錄，各級管理單位透過網際網路即可隨時調閱檢視橋梁相關資料。此外，同年起交通部亦每年定期辦理橋梁維護管理人員訓練講習，透過訓練課程，培養增進相關人員之專業知能。

而除對橋梁現況之掌握外，針對國內外橋梁檢、監測及模擬、維修補強等相關新技術、新觀念的掌握也是本所持續進行的重點工作。「第一屆 21 世紀公共建設橋梁結構之疲勞與破壞國際研討會」，假美國費城舉行，本次研討會主要探討公共建設橋梁結構，如公路、鐵路等疲勞破壞相關主題，包括疲勞時間預估、修整補強之方法等。此次研討會由美國理海大學與大型結構系統高等技術中心(ATLSS)主辦，會期自 95 年 8 月 6 日至 8 月 9 日。本所由許助理研究員修豪代表出席。

1.2 行程紀要

本次出國行程自民國 95 年 8 月 4 日至 8 月 11 日，為期 8 天，主要行

程為參加「第一屆 21 世紀公共建設橋梁結構之疲勞與破壞國際研討會」，並同時考察鄰近地區之大眾運輸系統，詳細行程內容如表 1.1 所示。

表 1.1 出國行程紀要表

日期	地點	行程內容
8/4 (星期五)	臺北 - 紐約 - 費城	啟程經紐約轉機至費城
8/5 (星期六)	紐約	考察當地大眾運輸系統
8/6 (星期日)	費城	考察當地大眾運輸系統
8/7 (星期一)	費城	參加研討會
8/8 (星期二)	費城	參加研討會
8/9 (星期三)	費城	參加研討會
8/10 (星期四)	費城	參加研討會
8/11 (星期五)	費城 - 紐約 - 臺灣	回程

第二章 研討會及考察

此次行程主要為參加「第一屆 21 世紀公共建設橋梁結構之疲勞與破壞國際研討會」，同時考察費城等美國東岸鄰近地區之大眾運輸系統。

本次會議之目的乃針對運輸領域內相關之疲勞與破壞議題，邀集產、官、學界，對最新之技術進展與應用進行交流與研討。相關之研討重點為：

1. 結構破壞之案例研究及理論分析。
2. 結構近似行為模擬之改善策略。
3. 結構材料議題：舊有材料與新開發高性能材料的差異及應用。
4. 最新全尺寸模型試驗成果。
5. 針對結構疲勞與破壞現地監測之儀器與方法。
6. 結構損害評估與使用週期預測。
7. 破壞機制於設計及系統評估的應用。
8. 以有限元素法評估結構疲勞與破壞。
9. 非破壞檢測(NDT)於疲勞破壞之應用。
10. 工程師之持續教育及專業能力的再提升。

表 2.1 「第一屆 21 世紀公共建設橋梁結構之疲勞與破壞國際研討會」議程表

時間	行程
8 月 6 日（星期天）	
10:00AM-4:00PM	導覽
4:00PM-9:00PM	報到
8 月 7 日（星期一）	
7:00AM-5:00PM	報到
9:00AM-12:00PM	歡迎及介紹
12:00PM-1:30PM	餐敘
1:30PM-3:00PM	論文研討
3:00PM-3:30PM	休息
3:30PM-5:00PM	論文研討
6:00PM-8:00PM	展覽
8 月 8 日（星期二）	
7:00AM-5:00PM	報到
9:00AM-10:30AM	論文研討
10:30PM-11:00AM	休息

11:00AM-12:30PM	論文研討
12:30PM-2:00PM	餐敘
2:00PM-3:30PM	論文研討
3:30PM-4:00PM	休息
4:00PM-5:00PM	論文研討
8 月 9 日 (星期三)	
9:00AM-10:30AM	論文研討
10:30PM-11:00AM	休息
11:00AM-12:30PM	論文研討
12:30PM-1:30PM	閉幕
1:30PM-5:00PM	研討時間

本次研討會會場提供研討會中發表之論文光碟檔案。以下茲摘述本研討會之部分技術議題內容。

2.1 應用交通量資料預測橋梁結構之疲勞限度

橋梁結構的使用年限與實際車輛通行使用情形息息相關，尤其是對疲勞破壞而言，荷重大小與荷重加載的時間周期、頻率均會影響橋梁之疲勞強度。但實際車流之大小周期變化極大，依不同時間、地點對橋梁結構造成影響均不盡相同。做能以實際監測到的車流量來做橋梁結構疲勞限度之預測，應較能貼近結構物實際的受力行為。

藉由動態地磅系統 (WEIGH-IN-MOTION, WIM) 裝設於橋面板上，偵測蒐集車輛載重資料

1. 動態地磅系統 (WEIGH-IN-MOTION, WIM)

WIM 系統架構組成主要是以動態地磅量測重量，經由終端控制器處理車輛載重資料，由光纖電纜通信傳輸，蒐集至資料庫中。其特性之一是可在不干擾車流動態量測載重資料，可提高行車與資料蒐集的效率，獲得完整的資料。

2. WIM 系統之校正與設置

因載重大小之準確性對疲勞限度預測十分重要，為確保量測資料之準確，系統設置前必須先經過校正，而後設置於橋面板上之各個車道，如圖 2.1 所示。



圖 2.1 WIM 感應器設置於橋面各車道

3. 影像系統設置

影像系統設置之目的在藉由與 WIM 資料及設置於橋梁應變計良測資料加以整合，用以關聯並確認整個 WIM 歷時資料中某些資料點是否為常態車流載重所造成，還是因特殊突發事件（如車禍、塞車等）所造成。所以影像資料與 WIM 資料也必須經過校正，使兩者在時間上是同步的才可供比對。如表 2.2 及圖 2.2 所示。

表 2.2 2005 年 9 月 22 日下午 12:01:07 量測到之 WIM 資料

Vehicle speed (mph)	# of axles	Total length h (ft)	Axle spacing (ft)					Axle Weight (kips)						GVW (kips)
			1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	1 st	2 nd	3 rd	4 th	5 th	6 th	
40.2	6	40.1	16.7	4.4	15.4	4.3	4.2	10.1	25.2	26.9	27.5	23.6	19.8	133.1



圖 2.2 2005 年 9 月 22 日下午 12:01:07 拍攝到之影像資料

4.系統功能與特性

藉由 WIM 資料的分析比對，This paper discusses the development of a

5.結論摘整

此研究藉由現地 WIM 系統的設置，以量測蒐集到的重型卡車交通量資料進行分析，推估計算獲得橋梁之車行總荷重及各種形式卡車的平均軸重，並可應用於交通特性類似的橋梁

- (1) 在觀測資料 6,0933 輛卡車中顯示有超過 4,364 輛（約 7%），其載重超過法規規定的卡車載重。
- (2) 超載車輛中量測到的最大總荷重約 150,000 磅。
- (3) 約 24%卡車為 5 軸荷重，2%為 6 軸荷重。
- (4) 5 軸荷重卡車中的 21%及 6 軸荷重卡車的 70%均超過 80,000 磅
- (5) 大多數的重車車流量均集中在中央車道。
- (6) 儘管 WIM 系統之量測準確度有所侷限，但在決定卡車配置、重量上仍不失為有用之工具。

藉由本研究所採用以 Fortran 開發之程式進行 WIM 蒐集資料之分析，可決定橋梁之等效疲勞總荷重、軸重、荷重配置及荷重組合。將這些計算結果與設置於橋梁上之應變計所量測道之歷時資料反推比較，兩者數據是相當一致。

藉由廣泛 WIM 系統的設置與資料蒐集統計，所建立之模式可應用於交

通特性類似之橋梁用以推估疲勞限度。

2.2 橋梁鋼索之破壞行為及強度推估

1.簡介

橋梁的鋼索是由高強度鍍鋅鋼線索組成。藉由對吊橋的檢測可發現，現地的鋼索因環境影響等因素會發生斷裂或是產生裂縫的現象，而鋼索裂縫的產生及強度的變化均會對橋梁的安全產生影響。

2.鋼索劣化原因分析

(1)應力腐蝕裂縫

應力腐蝕通常伴隨鋼索橫斷面積的折減及明顯的延展性損失，延展性可能只剩下原本的 $1/3$ 。而為了估計應力腐蝕對橋梁鋼索所造成的損害，Hopwood and Havens 於 1984 提出了以下的目視評估準則，將鋼索應力腐蝕分為 4 類：

Stage I：鋼索之鍍鋅塗層氧化成為氧化鋅（白鏽）。

Stage II：鋼索表面完全為白鏽包覆。

Stage III：因鍍鋅塗層破損，表面露出少量的鐵鏽（約 20-30%表面積）。

Stage IV：鋼索全表面積被鐵鏽所包覆。

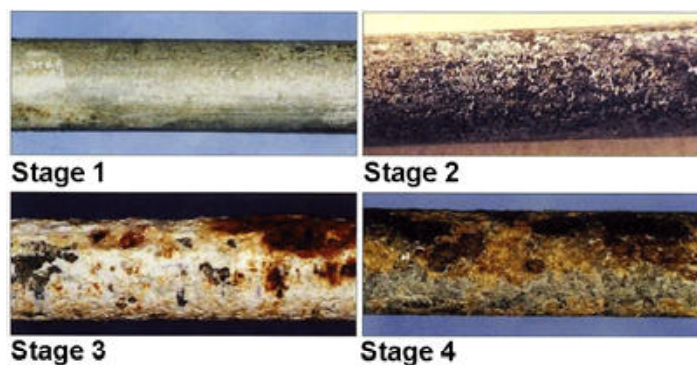


圖 2.3 四類腐蝕形式

(2)氧化造成材料脆化

包括環境中的硫化物，易使高強度鋼索變脆，而脆化致使鋼材之延展性降低，使得受力發生頸縮現象（necking），未及發揮應有的延展性就產生破壞



圖 2.4 頸縮現象的破壞形式

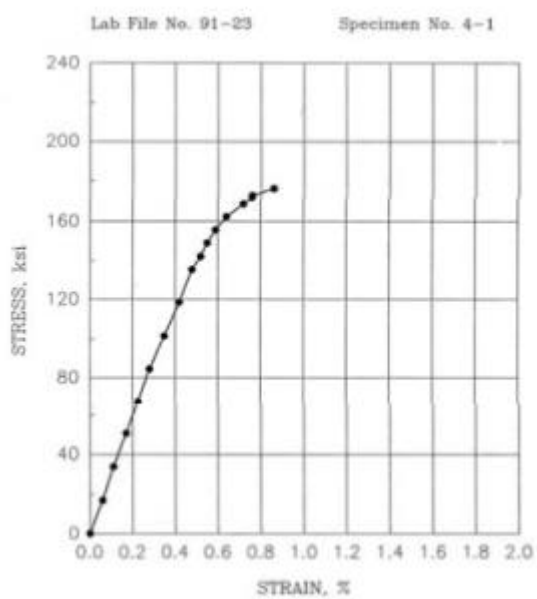


圖 2.5 頸縮現象的應力應變曲線



圖 2.6 典型鋼索圓錐破壞形式

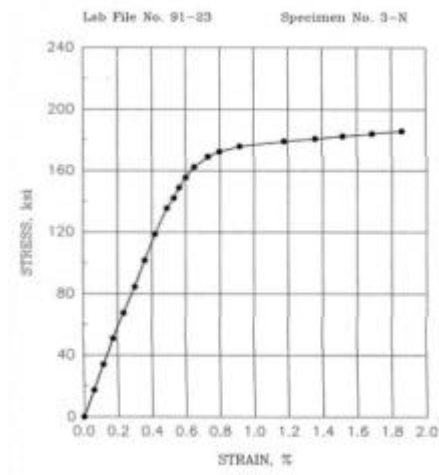


圖 2.7 典型鋼索圓錐破壞的應力應變曲線

硫化物氧化的對鋼索產生的影響主要反映在材料的脆化而非氧化腐蝕造成有效面積的減少。

3.分析與結論

此研究發現鋼索之破壞強度與破壞時之橫斷面形式存在一定關連性，破壞橫斷面的不同則與鋼索表面所產生裂縫形式有關，因而提出以下鋼索強度預測模式，將應力腐蝕與氧化脆化兩種劣化因素對鋼索強度降低的影響透過破壞力學分析，以一個破壞韌性因數 K_c 作為評估參數， K_c 主要與裂縫產生的幾何形狀有關，並藉由實驗室對於不同裂縫形式試體進行實驗以決定破壞韌性因數 K_c 。

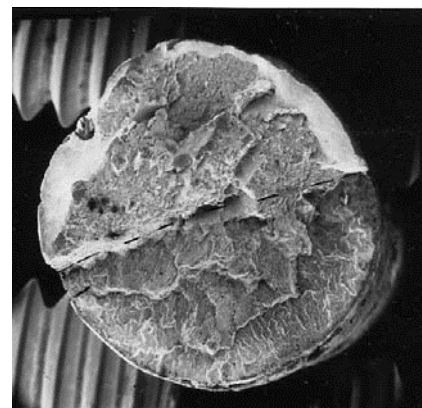


圖 2.8 半圓形破壞橫斷面與直線形破壞橫斷面

鋼索強度預測公式：
$$s_{\text{cracked}} = \frac{K_c}{F\sqrt{p_{ac}}}$$

2.3 應用高強度、高韌性材料對於桁架橋梁進行緊急修復

桁架系統為相當有效率之結構系統，可將有限的材料發揮出最大的結構強度，但也因為如此系統中構件的破壞也有可能造成整個結構的失敗。本論文藉由針對 West Valley Green Road Bridge 進行修復的實例，介紹行架橋梁之補強修復方法。

1.問題起源

在 2004 年 7 月主管機關對 West Valley Green Road Bridge 所進行之檢測中，發現桁架中部分對角桿件有裂縫產生（如圖 2.9），隨即封閉橋梁並指派專任工程師進行橋梁結構安全評估並規劃補強策略。



圖 2.9 桁架系統中桿件產生之裂縫

2.橋梁結構簡介與評估

本座橋梁為 3 跨桁架橋，每跨長度為 17.7 公尺，橋寬 6.4 公尺，每跨桁架單元由 7 個格框組成，格跨長度約 2.5 公尺，如圖 2.10。



圖 2.10 橋梁現況照片



圖 2.11 下弦桁架接合點及橋板接合點



圖 2.12 以往在拉桿加鉚鋼板用來補強接頭

經評估，行架各桿件幾乎無明顯損傷，經目視結果各格框桿件大致無明顯裂縫及鉚道連接破壞情形，發現之少部分裂縫多集中於對角連接桿之連接處，以往在部分連接處也以加鉚鋼板作為補強（如圖 2.12），經進行結構計算後在對角桿件處補強，將可使整體橋梁強度可靠性增加。

除了結構設計上的考量外，此次的修復工作因主管機關的要求盡量減低修復工程金額，並且要求盡速恢復橋梁通行，而有預算上及工期之限制

3. 解決方案及結論

評估預算限制及施工工期，本研究最終所決定之解決方案為在原先對角線桿件外，再安裝新的對角桿件作為補強用。但考量桁架框架接點之空間，補強對角桿件的形式就極為重要，以中間格框之接點為例，以原先的配置，該接點以連接 4 跟對角桿件及 4 根下弦眼桿（eye bars）。故此方案之擬定，對於施工空間及施工程序之細節必須充分考慮。而為加速現場施作之速度及品質控制，補強對角桿件採兩個 U 形構件透過一片鋼板連接於主要桿件上，接合方式均以螺栓接合，如圖 2.13、2.14。



圖 2.13 補強對角桿件示意



圖 2.14 補強對角桿件安裝情形

本研究主要透過評估及結構計算方式來預測橋梁可能之破壞情形，並加以補強。透過目視及該橋梁歷年修護資料發現拉力側之接頭長會有裂縫

之產生，往年修護方式均在接頭部份加鉚鋼板，但裂縫仍間續的產生。故安裝之補強對角桿件系統，主要防止原先桿件的焊接點突然破壞，以取代原先對角桿件作為補強對角桿件強度設計之依據，而考慮到接點施作空間有限，補強對角桿件使用高強度鋼材(ASTM F1554, Grade 105)以減少桿件之直徑以配合原桁架接點空間。

2.4 交通設施及大眾運輸系統考察

此次除參加會議外，同時考察費城等行程中城市之交通設施及大眾運輸系統，以擷取其特長供國內交通建設參考之用。

1. 交通設施部份

臺灣之交通建設，經政府部門數十年的耕耘，硬體部份已臻健全。但部分的交通設施使用年限已長，且早期工程導向的建設思考模式，使得交通建設單以運轉功能及興建成本為主要考量，缺乏環境保護、景觀及人文思考，使呈現出之構造物往往造型單調與整體環境不協調，或設計過於保守致使結構量體過於厚重等問題。近年來環境保護意識抬頭，民眾對生活品質的要求也越來越高，如何破除以往工程建設舊有的思考模式，營造交通建設新意象，使未來之交通建設走向精緻化。故此次考察特別注重公路景觀部分：

道路之縱面配合地形，以車道高低差方式除可減少挖填方並可增加雙向車道賞景機會，就駕駛人之視野而言，車道間高低差也可減低路面、欄杆等構造物在景觀上之比例，如圖 2.15。



圖 2.15 雙向車道配合地形之高低差

若路權範圍有足夠腹地，中央分隔島除採喬木、灌木類植栽方式設置外，亦可以大寬度之植被方式設置，除可提供排蓄水功能，取代道路邊溝也可避免喬、灌木高度造成視野的遮蔽，增加景觀之廣度，也可減低路面等構造物在景觀上之比例，如圖 2.16。



圖 2.16 以寬植被綠帶作為中央分隔島

橋梁結構之建設，就景觀而言是空間中一項大量體人造構造物的設置，如何配合周邊環境來選擇橋梁的形式、材料乃至顏色，使此一人工構造物的加入不至突兀而能與環境融為一體。



圖 2.17 費城富蘭克林橋（1）



圖 2.18 費城富蘭克林橋（2）



圖 2.19 鋼橋的鏽蝕

2. 大眾運輸系統

此次參加會議同時考察費城之大眾運輸系統。費城市區與郊外的交通相當發達,主要由 SEPTA (The Southeastern Pennsylvania Transportation Authority) 經營的公車、地下鐵、火車在市區組成便利的交通網, SEPTA 也是全美第 5 大的運輸系統。從費城機場就可搭乘 SEPTA 的 R1 線鐵路到達市中心。再換乘市區的地鐵或巴士到達所需的目的地, 另外針對不熟悉的旅客 SEPTA 也提供整合巴士、地鐵及火車的一日券(all day-pass), 期限內可在限定區域無限搭乘 SEPTA 之交通系統。

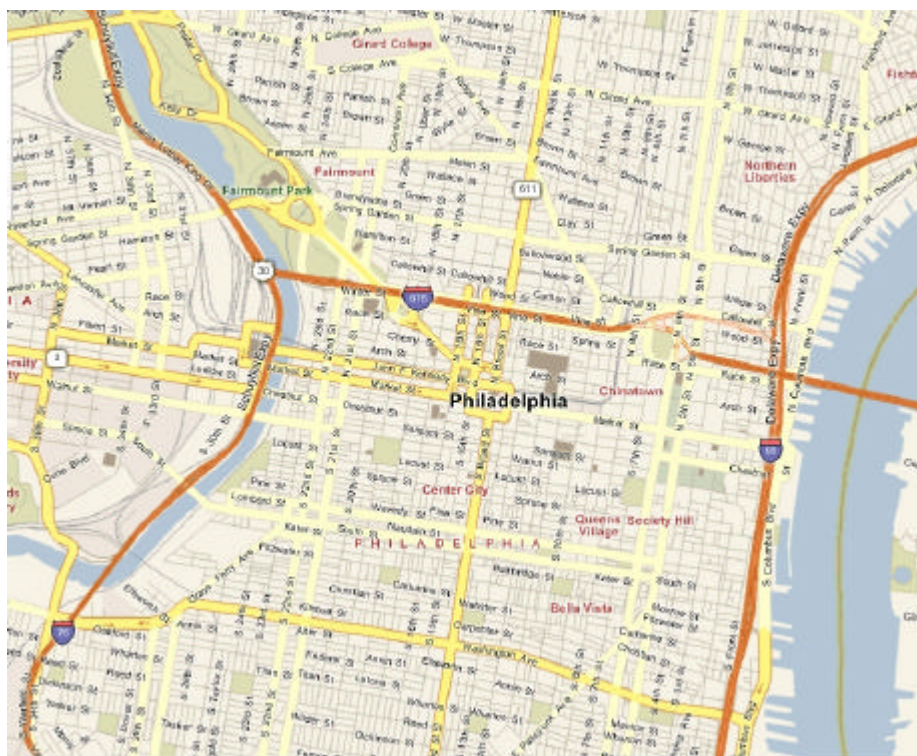


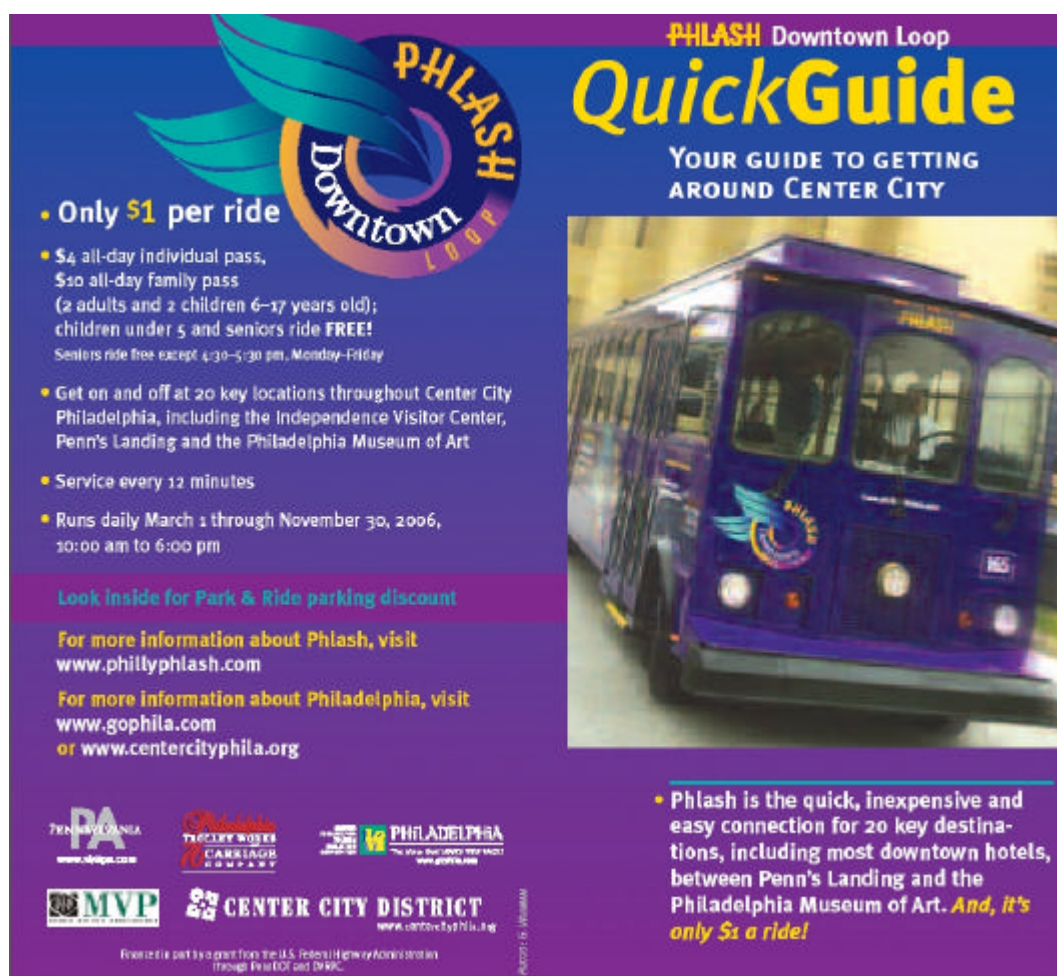
圖 2.20 費城市中心略圖



圖 2.21 SEPTA 地鐵及火車營運路線圖

此外，由於費城也是著名的觀光都市，每年從全美各地湧進不計其數的遊客。因此針對市區各個著名的觀光景點，也提供觀光台車 PHLASH，採固定路線繞行方式提供旅客搭乘，不分遠近搭乘 1 次車資為 1 塊美金，另外也提供個人一日券（All day pass）及家庭一日券（all day family pass），費用分別為 4 塊美金及 10 塊美金。

這些交通工具的簡介、說明及路線圖都可以很容易的在各個旅館飯店、車站及觀光景點處取得。



PHLASH Downtown Loop
QuickGuide
YOUR GUIDE TO GETTING AROUND CENTER CITY

- Only \$1 per ride
- \$4 all-day individual pass, \$10 all-day family pass (2 adults and 2 children 6–17 years old); children under 5 and seniors ride **FREE!**
Seniors ride free except 4:30–5:30 pm, Monday–Friday
- Get on and off at 20 key locations throughout Center City Philadelphia, including the Independence Visitor Center, Penn's Landing and the Philadelphia Museum of Art
- Service every 12 minutes
- Runs daily March 1 through November 30, 2006, 10:00 am to 6:00 pm

Look inside for Park & Ride parking discount

For more information about Phlash, visit www.phillyplash.com

For more information about Philadelphia, visit www.gophila.com or www.centercityphila.org



- Phlash is the quick, inexpensive and easy connection for 20 key destinations, including most downtown hotels, between Penn's Landing and the Philadelphia Museum of Art. **And, it's only \$1 a ride!**

PA PENNSYLVANIA www.visitpa.com

Philadelphia TRUCKEE WOODS CARRIAGE HOUSE

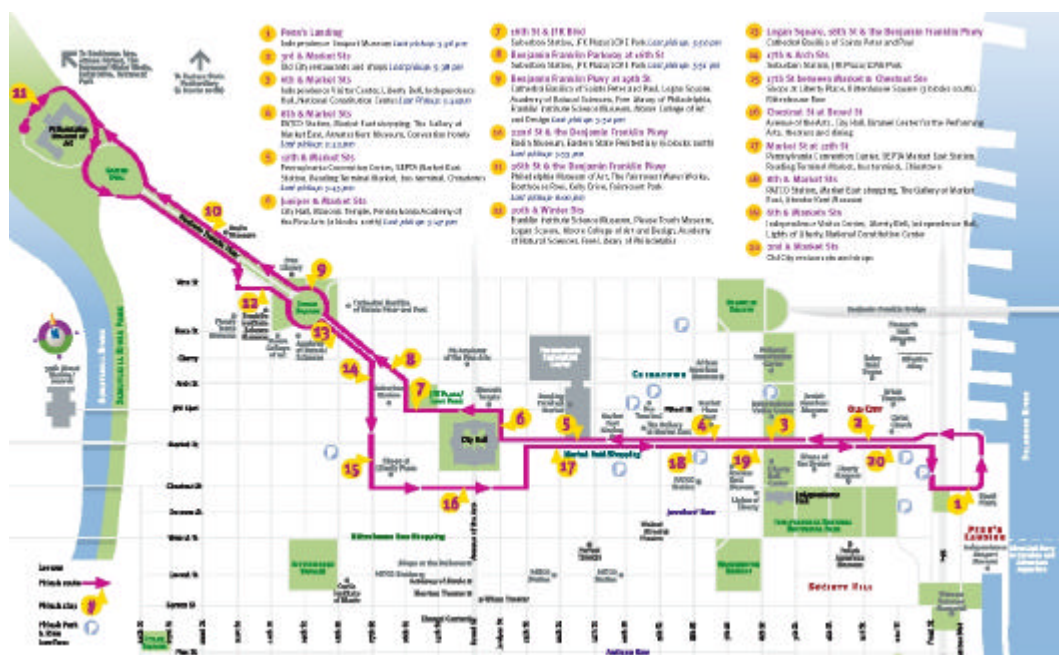
PHILADELPHIA The City of Independence www.gophila.com

MVP MUSEUM VISITOR PASS www.visitpa.com

CENTER CITY DISTRICT www.centercityphila.org

PHLASH is a grant from the U.S. Federal Highway Administration through FDOT and DMV.

圖 2.22 PHLASH 簡介



第三章 心得與建議

3.1 心得

1. 橋梁之維護管理為未來公部門努力之重點

針對現存橋梁結構，因應氣候等環境影響、交通量激增等因素所產生之材料老劣化及結構之過度使用問題，唯有加強日常的維護修整方能有效維護橋梁安全並延長使用年限，也才能有效降低結構之生命週期成本。而針對劣化情形嚴重的橋梁，考量交通衝擊過大及政府預算有限等因素，在無法立即拆除重建之前提下，如何以適當有效的補強修建方式加以補強，以確保橋梁安全均為橋梁維護管理之課題。

2. 新科技新系統儀器之應用，可有效掌握重要交通設施現況，用以規劃設施養護作業、提昇預算執行效率。

如 WIM 系統之研發改良，各種新的即時監測系統之開發，包括無線傳輸技術之應用等均使交通設施監測資料的蒐集及傳遞可達即時性、結構性，尤其針對橋梁上超載車輛通行造成橋梁安全之隱憂，若能加強監測系統之準確性，可考慮作為取締之方式參考，應可有效發生嚇阻作用並提升執行效率。其餘相關發展成熟系統之引進，或加以本土化之改良應有助於提升管理效率。

3. 景觀與環境保護為未來交通建設推動不可忽視的考量因素

隨著民眾對生活品質的要求，未來交通建設之推動不再是單純考量通行功能及新建成本，相關人文、景觀、環境保護觀念的導入已是建設推動不可或缺的重點工作，如何將交通建設精緻化，營造建設之新意象，是未來交通建設順利推展的前提。而針對工程、景觀、生態等領域的整合，突破人員各自專業領域的侷限與偏執，乃是未來提升交通建設精緻化努力方向。以景觀而言，並非需要花俏之結構形式或花費龐大的景觀造景經費，有時回歸自然、減少人造構造物之量體不但能節省經費，在景觀上更能收奇效。其重點在於主事者是否具備充分的人文景觀思維，設計者也需更加精進其規劃設計能力，在安全的範圍內適當的利用自然地形，發揮設計創意，減少 over design，才能有效減少結構量體。

3.2 建議

1. 建立完善橋梁檢監測系統

橋梁給予適時適當的維護能有效確保橋梁安全並延長橋梁使用年限，而橋梁的維護方案必須根據其本身之狀況與使用情形加以評估，因此完善之橋梁檢、監測制度與檢測資料之蒐集、評估與追蹤，就成為橋梁維護工作之重點。而國內橋梁主管機關眾多，包括交通部、內政部營建署及各縣市政府等，為有效整合橋梁資訊，交通部早於民國 90 年完成臺灣地區橋梁管理系統，提供一資訊化之橋梁維護管理平台。針對相關橋樑資訊之分析評估包括對問題橋梁之篩檢與對橋梁劣化情形之持續追蹤及因應年度有限之經費系統化的排定維護乃至於補強之優先順序，均為系統持續更新改良之方向。

2. 強化新系統、新技術的導入

對於國內外新研發或發展成熟之自動化檢、監測技術，應適時導入國內應用或試用，尤其以現今基層單位養護人力不足，自動化系統之採用應可有效提升養護工作效率。但新系統之導入並非一蹴可及，包括系統本土化之修正、人員之教育訓練及系統之推廣均需相關資源與人力投入。

3. 強化交通建設推動過程中，景觀、生態、工程領域之整合機制

鑒於民眾對環境品質要求的提昇，未來工程建設的推展勢必比以往要求更加精緻化已是必然的趨勢。首先必須針對工程、景觀、環境保護等專業領域的整合乃是推動公共建設精緻化之基礎工作，現今各個專業領域各自為政，甚至互相對抗的情形，往往使得公共建設推展曠日費時，相關生態、景觀部分也多流於形式，未能發揮領域整合之綜效，此部份掌握最大資源之公部門應積極作為主導地位，逐步建立整合機制。

4. 強化顧客導向思考模式為提升施政效率方向

行政效率的良窳可從相關軟硬體設施對陌生旅者呈現出之主觀友善程度感受作為一評估標準。以交通設施為例，包括交通資訊取得管道、各交通工具票證之整合程度，均代表行政機關橫向整合的成效，此部分美國之城市交通運輸的確有許多地方值得借鏡。