

第 7 章

香港特別行政區政府

基本工程儲備基金

政府總部

環境運輸及工務局

政府部門

路政署

橋樑路面變形

香港審計署

二零零三年三月三十一日

橋樑路面變形

目 錄

	段數
撮要及主要審計結果	
第 1 部分：引言	
橋樑構築物	1.1 – 1.2
橋樑路面過早變形	1.3 – 1.6
路政署	1.7 – 1.11
帳目審查	1.12
第 2 部分：路面過早變形	2.1
橋板路面	2.2
路面的設計使用年限	2.3
路面變形	2.4 – 2.5
專責修葺工程	2.6
修復工程	2.7 – 2.9
審計署對路面過早變形的意見	2.10 – 2.21
審計署對路面過早變形的建議	2.22
當局的回應	2.23 – 2.24
第 3 部分：調查路面變形的原因	3.1
顧問研究	3.2 – 3.5
顧問研究的結果	3.6 – 3.7
審計署對調查路面變形的原因的意見	3.8 – 3.15
審計署對調查路面變形的原因的建議	3.16
當局的回應	3.17 – 3.18
第 4 部分：路面厚度的規格	4.1
橋板路面	4.2
不同類別的瀝青路層	4.3
路面總厚度和結構層厚度	4.4
容許減少瀝青路面結構層的厚度	4.5 – 4.8
顧問研究的結果	4.9 – 4.14
審計署對路面厚度的規格的意見	4.15 – 4.33
審計署對路面厚度的規格的建議	4.34
當局的回應	4.35 – 4.36

目 錄 (續)

	段數
第 5 部分：以分段施工法建成的橋樑的防腐蝕措施	5.1
為橋板作防腐蝕措施的需要	5.2 – 5.3
在香港以分段施工法建成的橋樑的防腐蝕措施	5.4
有關防腐蝕措施的技術報告	5.5 – 5.7
審計署對以分段施工法建成的橋樑的防腐蝕措施的意見	5.8 – 5.22
審計署對以分段施工法建成的橋樑的防腐蝕措施的建議	5.23
當局的回應	5.24 – 5.25
附錄 A：汀九橋、西九龍快速公路高架道路、汲水門橋和馬灣高架道路的資料	
附錄 B：大事年表	
附錄 C：中文版從略	

橋樑路面變形

撮要及主要審計結果

A. 引言 香港的橋板通常鋪上瀝青，作為路面。有報告指出，最近建成的四條橋樑，即汀九橋、西九龍快速公路高架道路、汲水門橋和馬灣高架道路在通車後不久出現路面損壞變形的情况，須進行大規模的修葺和路面重鋪工程。這些橋樑路面出現變形的程度頗不尋常，且過早出現 (第 1.2 至 1.4 段)。

B. 帳目審查 審計署最近對該四條橋樑路面出現過早變形的情况作出審查 (第 1.12 段)。審查結果概述於下文 C 至 F 段。

C. 路面過早變形 該四條橋樑的路面和有關防水膜的設計使用年限為 20 年。不過，由於路面變形，當局須在該四條橋樑進行專責修葺工程，使路面修補至可用狀況。為重鋪汀九橋、汲水門橋和馬灣高架道路整幅路面而進行的修復工程，預計於二零零三年年底竣工。路面變形並非完全因正常損耗所致，而是與路面敷設防水膜有關。截至二零零二年九月，為進行專責修葺工程和修復工程而須封閉行車線共 371 日。為進行餘下修復工程，預期須另行封閉行車線 300 日。一九九八年十月，一位立法會議員查詢汀九橋路面過早變形的原因。當時的工務局局長在回應時表示，由於當局仍在研究路面變形的問題，故未能就路面出現變形的原因作出結論。不過，政府在作出初步回應後，並沒有向立法會報告這項研究的進展 (第 2.3 至 2.10、2.12、2.13 及 2.19 至 2.21 段)。

D. 需要就路面變形的原因展開進一步研究 一九九八年十一月，路政署委託顧問進行研究，調查路面變形的原因。一九九九年十月，顧問向路政署提交第一期研究報告。根據顧問的報告，路面過早變形可能與下列因素有關：(a) 防水膜與瀝青面層之間的黏附力低；及 (b) 瀝青面層的厚度減少。審計署認為，路政署有需要對防水膜的應用作進一步的研究與探討。另外，路政署亦需要發出指引，訂明應在什麼情況下在橋樑工程項目應用防水膜 (第 3.3 至 3.4、3.6、3.9 及 3.11 至 3.15 段)。

E. 需要改善路面厚度的規格 根據路政署在一九八五年和一九九五年發出的技術通告，沒有鋪設多孔面層的瀝青路面，其總厚度應為 100 毫米。不過，對於鋪有多孔面層的高速公路，則有條款容許減少路面的厚度。該四條橋樑的瀝青路面，大致上是根據該兩份通告的規定設計的。結果，這些路面的結構層厚度 (總厚度減去多孔面層厚度) 較建議的 100 毫米相差 30 毫米至 45 毫米不等。顧問認為，減少路面厚度，只適合於沒有使用防水膜的情况，他建議瀝青路面結構層的最低容許厚度應不少於 100 毫米。審計署注意到，路政署在制訂橋板瀝青路面的厚度規格時，並沒有預

計應用防水膜所產生的影響。二零零一年十一月，路政署發出一份新的技術通告(路政署技術通告第 11/2001 號)，其中再沒有提及有關容許減少路面厚度的規定。審計署認為有需要採取其他措施，以確保所有瀝青路面的結構層厚度能達到所要求的結構強度，尤其當設計涉及防水膜的應用(第 4.2、4.6 至 4.9、4.12 至 4.19 及 4.27 段)。

F. 需要加強視察以分段施工法建成的橋樑 在香港以分段施工法建成的橋樑，其段與段之間的接縫很容易滲水，因而可能侵蝕鋼筋混凝土橋板。防水膜是防止腐蝕的第一道防線。根據原本的設計，該四條橋樑是在整個板面敷設防水膜。審計署注意到，路政署為該四條橋樑進行專責修葺時，祇清除了損壞的防水膜，但並沒有作出更換。在進行修復工程時，只在段與段之間的接縫而不是在整個板面重新敷設防水膜。這是與原先設計有出入的。審計署亦注意到，觀塘繞道(香港第一條以分段施工法建成的橋樑構築物)的橋板沒有敷設防水膜，並曾出現生銹跡象。至於近期竣工的紅磡繞道，原本設計包括在橋板敷設防水膜。不過，在建造期間，由於關注到路面變形可能與防水膜的應用有關，故決定不在紅磡繞道敷設防水膜。審計署認為有必要加強視察橋樑，以密切監察以分段施工法建成的橋樑的結構完整性和耐用程度(第 5.4 至 5.17 及 5.22 段)。

G. 審計署的建議 審計署提出了下列主要建議，認為路政署署長應：

路面過早變形

- (a) 密切監察該四條橋樑的路面情況，確保可用狀況良好(第 2.22(a) 段)；
- (b) 向環境運輸及工務局和立法會提交詳細報告，闡釋引致該四條橋樑路面過早變形的原因，以及為補救這個問題而採取的行動(第 2.22(b) 段)；
- (c) 日後主動就性質不尋常及對財政有重大影響的事項告知環境運輸及工務局。此外，亦應向立法會匯報，以加強向公眾負責(第 2.22(c) 段)；

調查路面變形的原因

- (d) 根據第一期研究的結果及隨後採取的措施(特別是根據昂船洲高架道路合約進行的測試)，考慮展開進一步研究，以確定汀九橋、西九龍快速公路高架道路、汲水門橋和馬灣高架道路路面出現過早變形的根本原因(第 3.16(a) 段)；
- (e) 進一步研究防水膜的應用，以便就下列事項制訂指引：
 - (i) 防水膜應在什麼情況下應用，以及日後進行橋樑工程項目時，最有效敷設防水膜的方法(第 3.16(b)(i) 段)；及

- (ii) 制訂防水膜和瀝青面層之間黏結強度的規格，以供日後的橋樑工程項目使用 (第 3.16(b)(ii) 段)；

路面厚度的規格

- (f) 為了盡量減少路面過早出現變形的風險，審慎評估日後橋樑工程項目瀝青路面的厚度，以確保在設計使用年限內，路面的狀況良好，可供使用 (即無需進行重大的修復工程) (第 4.34(a) 段)；
- (g) 日後審慎考慮各種會影響所制訂的建造和維修道路的規格和指引是否合適的情況，並因應最新的發展情況，從速修訂這些規格 (第 4.34(b) 段)；
- (h) 鑑於路政署技術通告第 11/2001 號沒有訂明路面的最低厚度，考慮採取其他措施，以確保橋樑路面設計的結構層厚度是足夠的 (第 4.34(d) 段)；

以分段施工法建成的橋樑的防腐蝕措施

- (i) 加強視察，以密切監察以分段施工法建成的橋樑的結構完整性和耐用程度 (特別是汀九橋、西九龍快速公路高架道路、汲水門橋、馬灣高架道路、紅磡繞道和觀塘繞道) (第 5.23(a) 段)；及
- (j) 繼續進行橋樑防腐蝕措施的研究，並在適當情況下，制訂橋樑防腐蝕措施的指引 (第 5.23(b) 段)。

H. 當局的回應 當局同意審計署提出的大部分建議。

第 1 部分：引言

橋樑構築物

1.1 香港的道路網絡由橋樑、高架道路、行車天橋等多種橋樑構築物組成。在本報告書內，“橋樑構築物”一詞以下簡稱為“橋樑”。在九十年代，數條長跨度橋樑相繼落成啟用，組成了往來赤鱗角香港國際機場與香港各處的運輸網絡。截至二零零一年十二月，香港共有 1 021 條橋樑。

1.2 香港的橋樑大多是混凝土橋樑 (註 1)。混凝土橋樑利用大量以鋼鐵造成的鋼筋和預應力鋼筋束 (受拉纜索) 以加固橋樑結構和橋板，而橋樑板面上則通常鋪上瀝青，作為路面。

橋樑路面過早變形

1.3 有報告指出，下列四條最近建成的橋樑路面出現變形：

- (a) **汀九橋** 汀九橋是一條斜拉橋，全長 1 177 米，橫跨藍巴勒海峽，連接汀九岬角與青衣島。汀九橋屬三號幹線的一部分；三號幹線是貫通新界西部和西北部與港九市區和香港國際機場的運輸通道。汀九橋在一九九八年五月通車；
- (b) **西九龍快速公路高架道路** 西九龍快速公路長達 4 000 米，連接葵涌高架道路與西區海底隧道收費廣場，北段架空而建，南段則設於地面。該條快速公路在一九九七年二月通車。西九龍快速公路出現變形的路面，主要局限於高架道路部分，即本報告書所指的西九龍快速公路高架道路；
- (c) **汲水門橋** 汲水門橋全長 820 米，是全球最長的一條兼有行車路和鐵路的斜拉橋。汲水門橋連同青馬大橋為往來香港國際機場提供直接通道。汲水門橋在一九九七年五月通車；及
- (d) **馬灣高架道路** 馬灣高架道路長達 503 米，連接青馬大橋與汲水門橋，於一九九七年五月通車。

附錄 A 撮錄該四條橋樑的資料，中間內頁圖一展示汀九橋、汲水門橋和馬灣高架道路的位置，圖二則顯示西九龍快速公路的位置。

1.4 上述四條橋樑通車後不久，便有報告指出路面出現變形，須進行大規模的修葺和路面重鋪工程。這些橋樑出現路面變形的程度頗不尋常，且過早出現。專責修葺路面的費用約為 486 萬元 (見下文第 2.6 段表二)，進行全面修復工程所需的費用則估計為 4,720 萬元 (見下文第 2.7 段表三)。

註 1：一個顯著的例外的是青馬大橋；它是一條鋼鐵懸索橋，其結構和橋面的設計均十分獨特。

1.5 這四條橋樑都是採用分段施工法建成的，換句話說，橋板是逐段建造，因而在接合時有不少接縫。採取防腐蝕措施對以分段施工法建成的橋樑非常重要，可避免段與段之間的接縫滲水，引致鋼筋生銹。

1.6 這四條橋樑的橋板都敷設了防水膜，以防腐蝕。香港在採用分段施工法建成橋樑前，應用防水膜的情況並不常見。敷設防水膜，是為了在上層的瀝青路面與下層的鋼筋混凝土橋板之間提供一道不透水屏障。這四條橋樑的路面過早出現變形，與在橋板應用防水膜有關的。

路政署

1.7 路政署負責工務計劃下道路工程項目的施行，當中包括道路和橋樑的規劃、設計和建造工程的監督。此外，路政署亦負責道路網絡的維修，特別是道路的安全和可用性。

1.8 **道路維修工程** 路政署轄下的三個分區辦事處，分別負責九龍區、新界區和港島區道路和橋樑的維修工程。至於青馬管制區(註2)，則作出了特別安排。路政署根據《管理、營運及維修合約》，把管制區內道路設施的管理、營運及維修外判給私營公司(以下簡稱“青馬管制區營運商”)辦理。路政署轄下的青馬管制區監察部負責監察青馬管制區營運商在道路設施維修方面的表現。由於汀九橋、汲水門橋和馬灣高架道路位於青馬管制區範圍，因此維修工作由青馬管制區營運商負責，而西九龍快速公路高架道路的維修工作，則由路政署九龍區辦事處負責。

1.9 **道路維修工程的經費** 路政署道路維修工程的經費來自下述兩類撥款：

- (a) 政府一般收入帳目下的維修撥款，供進行例行維修工程。維修撥款用作支付例行維修工程的費用，這些工程包括路面凹坑的修葺、小型路面重鋪工作、道路公共設施的維修和緊急修葺服務；及
- (b) 基本工程儲備基金下的整體撥款，供進行小型基本工程項目。這些項目可包括路面重建或重鋪工作、改善或鞏固路旁斜坡和一些小型改善工程。在整體撥款下，每項工程項目的金額上限為 1,500 萬元。工程項目的估計費用如超過 1,500 萬元，則須獲立法會財務委員會批准撥款。在這種情形下，則須擬備文件，清楚說明有關的建議、理由、對財政的影響(包括非經常和經常費用)、開始施工日期和竣工日期，以及有關的重要背景資料。

註 2：青馬管制區是一個綜合的快速公路網，貫通香港國際機場與九龍半島和新界西北部。管制區由葵涌高架道路、藍巴勒海峽大橋、長青隧道、汀九橋、青嶼幹線(包括青馬大橋、汲水門橋和馬灣高架道路)和部分北大嶼山快速公路組成。

1.10 按照路政署編訂的《維修事宜行政手冊》，路面重鋪工程的面積如不超過1 000平方米，應用維修撥款支付；面積超過2 000平方米，則應用整體撥款支付。至於面積多於1 000平方米但少於2 000平方米的路面重鋪工程，負責有關工程的工程師可酌情決定用維修撥款或整體撥款支付。

1.11 *青馬管制區內道路維修工程的經費* 青馬管制區內的道路維修工程，是從青馬管制區營運商代政府收取的青嶼幹線使用費收入中支付的。根據《管理、營運及維修合約》的規定，在合約期內定期維修工程所需的費用，已包括在支付給青馬管制區營運商的定額管理費內。至於不定期維修工程，當局會向青馬管制區營運商發還有關的維修費用，另加一筆監督費用。

帳目審查

1.12 審計署最近對該四條橋樑路面出現過早變形的情況進行審查。審查工作主要集中在下列範疇：

- (a) 路面過早變形 (見下文第2部分)；
- (b) 調查路面變形的原因 (見下文第3部分)；
- (c) 路面厚度的規格 (見下文第4部分)；及
- (d) 以分段施工法建成的橋樑的防腐蝕措施 (見下文第5部分)。

審計署認為上述範疇均有可改善之處，並針對問題提出了一些建議。

第 2 部分：路面過早變形

2.1 本部分探討該四條橋樑路面過早變形的問題。審計結果顯示，路面變形會縮短路面的預計使用期限，並須動用大筆費用進行修葺工程和修復工程。

橋板路面

2.2 香港的橋板通常鋪上瀝青路面，而瀝青路面一般由兩個路層組成，下層為承重層，上層為磨耗層。在速度限制為每小時70公里或以上的高速公路，路面的最上層通常會鋪以多孔面層。由於該四條橋樑均屬高速公路，因此都鋪設了多孔面層。中間內頁圖三顯示在橋板上鋪設的典型瀝青路層，下文第 4.3 段會進一步探討各個瀝青路層的特點。

路面的設計使用年限

2.3 路面的設計使用年限是指道路在定期檢查和例行維修的情況下能發揮預定功能的期限。在香港，路面底層瀝青物料的設計使用年限為 20 年，而鋪於瀝青路面的最上層，例如高速公路上的多孔面層，則沒有指定的設計使用年限。根據路政署的資料，在正常情況下，多孔面層通常須每隔三至五年重鋪一次。汀九橋、西九龍快速公路高架道路、汲水門橋及馬灣高架道路的瀝青路面均遵照上述規格設計和建造。按照工程合約的條文，該四條橋樑的路面及有關防水膜（多孔面層除外）的使用期限預期為 20 年。

路面變形

2.4 路面變形即預定的路面狀況出現改變，以致路面有異於預定的狀況，這可能是因與荷載（車輛）或非荷載（環境）相關的影響所致。路面變形會影響路面的可用性，亦可能反映路面結構性不足。路面變形對道路安全和行車質素均有影響。

2.5 雖然瀝青路面和有關防水膜的設計使用年限為 20 年（見上文第 2.3 段），但汀九橋、西九龍快速公路高架道路、汲水門橋及馬灣高架道路的路面，均在通車後不久出現變形。該四條橋樑早期和不尋常路面變形的情況概述於下文表一。

表一

該四條橋樑的早期路面變形情況

橋樑	首次發現路面缺陷		詳情
	通車日期	日期	
汀九橋	一九九八年 五月五日	一九九八年 七月二日	道路啟用後 2 個月，慢線的瀝青面層出現嚴重移位和起泡。
西九龍快速 公路高架道路	一九九七年 二月二十日	一九九七年 八月八日	道路啟用後 6 個月，瀝青面層出現嚴重車轍和移位。
汲水門橋	一九九七年 五月二十二日	一九九八年 七月二十日	道路啟用後 14 個月及在新機場啟用後不久，慢線出現車轍。
馬灣高架道路	一九九七年 五月二十二日	一九九八年 七月二十日	道路啟用後 14 個月及在新機場啟用後不久，慢線出現車轍。

資料來源：路政署的記錄

正如上文表一所示，該四條橋樑的路面均在通車後不久出現變形。以汀九橋為例，路面在一九九八年五月通車後僅兩個月即發現有缺陷。其後，更有進一步報告指路面情況繼續惡化。中間內頁照片一和二分別顯示在汀九橋和西九龍快速公路高架道路路面出現的缺陷。

專責修葺工程

2.6 為了把路面修補到可用狀況，當局曾進行專責修葺工程。這類專責修葺工程屬臨時措施，旨在修補路面的缺陷。截至二零零二年九月，該四條橋樑的部分路面已進行專責修葺工程。下文表二顯示有關修葺工程的施工範圍和所需的費用。

表二

在該四條橋樑的變形路面
進行專責修葺工程的施工範圍及費用
(截至二零零二年九月)

橋樑	路面面積		修葺面積 百分率	修葺費用 (註 1)
	總面積	修葺面積		
	(a)	(b)	(c) = $\frac{(b)}{(a)} \times 100\%$	
	(平方米)	(平方米)		(百萬元)
汀九橋	35 545	7 875 (註 2)	22%	1.31
西九龍快速公路 高架道路	61 104	17 935 (註 2)	29%	2.81 (註 3)
汲水門橋	21 334	1 749	8%	0.40
馬灣高架道路	17 100	1 077	6%	0.34
總計	135 083	28 636	21%	4.86

資料來源：路政署的記錄

註1：並不包括承建商在保養期內進行的修葺工程(如有)的費用。

註2：修葺的面積包括承建商在保養期內修補路面缺陷的修葺工程範圍。

註3：由於西九龍快速公路高架道路的承建商就該處的路面缺陷負上責任，路政署已向該承建商追討327萬元，因此，政府在該項專責修葺工程的開支淨額為零。

正如上文表二所示，汀九橋和西九龍快速公路高架道路有超過20%的路面曾進行專責修葺工程，汲水門橋和馬灣高架道路須進行修葺的路面面積百分率則相對較小。

修復工程

2.7 專責修葺工程旨在對路面缺陷作出臨時修補，以維持正常交通流量。當局必須找出變形問題的根源，以進行適當的修復工程(例如：重鋪整幅路面和修補有缺損的防水膜)。路政署在一九九八年十一月委聘顧問就該四條橋樑的路面變形問題進行研究，該項顧問研究在一九九九年十月完成。研究的詳情載於下文第3部分。在完成顧問研究後，路政署開始擬定修復工程的施工計劃。下文表三臚列修復工程的施工時間表和預算費用。

表三

該四條橋樑的路面修復工程

橋樑	修復工程時間表		預算費用	
	由	至	(百萬元)	(百萬元)
汀九橋	二零零二年三月	二零零二年九月		27.30
西九龍快速公路 高架道路	(註)			
汲水門橋	二零零二年十二月	二零零三年九月		11.44
馬灣高架道路				
慢線	二零零二年七月	二零零二年八月	2.30	
中、快線	二零零二年十二月	二零零三年九月	6.16	8.46
總計				47.20

資料來源：路政署的記錄

註：截至二零零二年十二月，仍未有計劃為西九龍快速公路高架道路進行修復工程。

2.8 根據路政署的記錄，修復工程的施工範圍如下：

- (a) 把現有瀝青面層全部刨去，包括多孔面層和其下的瀝青路層；
- (b) 清除有變損的防水膜；
- (c) 重新敷設新的防水膜；及
- (d) 採用瀝青物料重鋪路面。

2.9 如上文第 2.7 段表三所示，修復工程的預算費用總額為 4,720 萬元。截至二零零二年十二月，汀九橋和馬灣高架道路慢線的修復工程已經完成，汲水門橋和馬灣高架道路中、快線的修復工程則預定在二零零二年十二月展開，目標竣工日期則為二零零三年九月(註 3)。

審計署對路面過早變形的意見

路面未能達致預期的使用期限

2.10 汀九橋、西九龍快速公路高架道路、汲水門橋及馬灣高架道路均屬傑出的工程項目，對香港運輸基建有重大的貢獻。該四條橋樑的路面總建造費用為 6,884 萬元(見下文第 2.11 段表四)。不過，由於出現過早變形的情況及隨後的修復工程，路面(不包括多孔面層)和防水膜都未能達致預期 20 年的使用期限。

建造工程及修復工程的費用高昂

2.11 下文表四臚列該四條橋樑路面的建造及修復工程的費用。

表四

該四條橋樑路面的建造及修復工程費用

橋樑	原來建造費用 (百萬元)	修復工程費用 (百萬元)
汀九橋	13.99	27.30
西九龍快速公路高架道路	44.10	(註)
汲水門橋	6.44	11.44
馬灣高架道路	4.31	8.46
總計	68.84	47.20

資料來源：路政署的記錄

註：截至二零零二年十二月，仍未有計劃為西九龍快速公路高架道路進行修復工程。

註 3：截至二零零三年二月，汲水門橋和馬灣高架道路中、快線的預定修復工程尚未展開。

如上文表四所示，該四條橋樑路面的建造費用為6,884萬元。除需進行為數486萬元的專責修葺工程外(見上文第2.6段)，也需要進行修復工程。以汀九橋來說，修復工程費用相當高昂，達2,730萬元，差不多為路面建造費用1,399萬元的兩倍。同樣，汲水門橋和馬灣高架道路修復工程的預算費用，亦超出該兩條橋樑原來的路面建造費用。

結構上的缺陷引致過早變形

2.12 路政署的工程師注意到，路面變形並非正常損耗所致，而是與路面敷設防水膜有關。二零零一年六月，路政署研究拓展部就青馬管制區監察部建議的修復工程提出以下意見：

- (a) 從缺陷的情況來看，汀九橋的路面龜裂，並非單純由損耗造成。傳統的多孔面層物料一般不會出現這樣的損壞情況；及
- (b) 路面的底層很可能出現突發性移位，形成車轍和局部窪地。因此，祇推斷多孔面層的使用期限行將終結，未必能夠反映實況。倘路面缺陷純粹與多孔面層有關，進行正常路面重鋪工程應足以把路面恢復原狀。

2.13 二零零一年十月，青馬管制區監察部總工程師向路政署署長申請發出修復汀九橋的施工令。該總工程師表示，自一九九八年五月通車以來，汀九橋曾因路面變形而須經常進行專責修葺工程，經修葺的路面面積達20%以上。最理想的做法，是修補有缺損的防水膜和全面更換及加厚整幅路面。路政署署長批准為汀九橋進行修復工程的建議(見下文第3部分有關路政署對於路面變形的原因所作的調查。)

2.14 所需進行的修復工程超出例行維修工程範圍。為了對防水膜進行修葺工程，整層路面必須刨去，然後進行重鋪。汀九橋的路面亦因而加厚了，見下文第4.22段。

2.15 路政署在回應審計署的查詢時表示，進行汀九橋、汲水門橋及馬灣高架道路的修復工程並非為了修補結構上的缺陷或修補防水膜，而是為了更換30毫米厚的多孔面層。在正常情況下，多孔面層須每隔三至五年重鋪一次(見上文第2.3段)。不過，審計署發現，路政署並沒有分開列明修復工程中有關重鋪多孔面層的費用。審計署注意到，路政署在一九九七年二月曾就青馬管制區內的不定期維修工程作出長遠預測，預測的項目包括重鋪汀九橋、汲水門橋及馬灣高架道路多孔面層的預算費用，款額分別為471萬元、339萬元及200萬元(合共1,010萬元)。因此，在費用較高昂的修復工程的費用中，只有部分與正常重鋪多孔面層有關(見上文第2.7段表三)。

修復工程的經費

2.16 汀九橋、汲水門橋及馬灣高架道路均位於青馬管制區，修復工程是以不定期維修工程形式進行。如上文第1.11段所述，青馬管制區的道路維修工程費用是由青嶼幹線的使用費收入支付，而路政署署長是批核款項當局，款額並沒有限制。修復工程的費用會

減少青馬管制區營運商向政府繳付的使用費收入淨額，而該筆款項是用來償付政府一般收入帳目“青馬管制區的暫支款項”暫支帳內的未清帳款(註4)。

2.17 所有道路維修工程(在青馬管制區內的除外)均設有指引和財政限額，以釐定合適的經費來源(見上文第1.9及1.10段)。面積超過2 000平方米的路面重鋪工程，費用應由整體撥款支付。此外，個別工程項目的費用如超過1,500萬元，必須獲得立法會財務委員會批准。

2.18 汀九橋、汲水門橋及馬灣高架道路個別重鋪路面工程的面積都遠超出2 000平方米。以汀九橋為例，修復工程的預算費用為2,730萬元，大大超出整體撥款所規定的1,500萬元財政限額。倘汀九橋的修復工程是按路政署的正常程序申請撥款，而並非根據青馬管制區的撥款安排，就必須取得立法會財務委員會的撥款批准。

有缺損的路面對道路安全和交通流量造成的影響

2.19 路面變形除了引致專責修葺工程和修復工程的開支外，亦對道路安全和交通流量構成影響，因為在進行專責修葺工程和修復工程期間必須封閉行車線。下文表五顯示該四條橋樑因進行這類工程而須封閉行車線的時間。

註4：該暫支帳於一九九七年五月開設，用以向青馬管制區營運商支付款項。如收入不足以支付營運商的酬金，政府會透過此暫支帳支付不足之數。此暫支帳會由於使用費收入超過營運商的酬金而得以結清。

政府帳目委員會在二零零一年十一月檢討政府二零零零至零一年度的政府一般收入帳目時，要求當時的庫務局局長解釋使用費收入及相關收入與青馬管制區營運商酬金出現重大差異的理由。該局長解釋，出現差異的原因如下：(a) 實際的交通量較預期為低；(b) 使用費金額下調；及(c) 新機場延遲啟用及出現無法預見的經濟放緩。該局長亦指出，預期暫支帳可在二零零六年或之前結清。該暫支帳在二零零一年三月三十一日及二零零三年一月三十一日的未清帳項分別為2.95億元及2.04億元。

表五

封閉該四條橋樑的行車線以便進行專責修葺工程和修復工程的期間
(截至二零零二年九月)

	封閉行車線的期間 (註 1)			總計
	專責修葺工程 已進行	修復工程		
	(a)	(b)	(c)	(d)=(a)+(b)+(c)
	(日數)	(日數)	(日數)	(日數)
汀九橋	24	176		200
西九龍快速公路 高架道路 (註 2)	100			100
汲水門橋	24		200	224
馬灣高架道路	8	39	100	147
總計	156	215	300	671

資料來源：路政署的記錄

註1：封閉行車線的期間指已進行或預定進行修葺工程及修復工程的期間。在這段期間內，每日均須封閉行車線一段時間。路政署並沒有現成的詳細資料，說明封閉行車線的實際時數。路政署表示，行車線經常會間歇性封閉，而且只會維持數小時。在所有個案中，交通流量並沒有因為封閉行車線的安排而受影響。

註2：截至二零零二年十二月，仍未有計劃為西九龍快速公路高架道路進行修復工程。

截至二零零二年九月，為進行專責修葺工程及修復工程而須封閉行車線共 371 (156+215) 日。汲水門橋和馬灣高架道路餘下的修復工程預定於二零零三年九月或之前完成，預計將須另行封閉行車線300日。在封閉行車線期間會影響交通流量，亦會對公眾造成不便。

路面過早變形引起立法會的關注

2.20 一九九八年九月，本地一份報章報道汀九橋出現路面過早變形的情况。路政署於同日發出新聞稿，向公眾保證汀九橋的結構是安全的，不會影響車輛行走。一九九八年

十月，一位立法會議員查詢汀九橋路面過早變形的原因。當時的工務局局長在書面答覆中告知立法會：

- (a) 當局在一九九八年八月中發現汀九橋北行慢線的路面變形，並已即時進行修補工程；
- (b) 已同時進行場地勘察及實地測試，並對測試結果進行詳細分析；及
- (c) 由於研究尚在進行中，故未能就路面出現變形的原因作出結論。

2.21 審計署注意到，路政署並沒有就該四條橋樑路面過早變形的問題向環境運輸及工務局提交全面報告。審計署亦注意到，政府在當時的工務局局長向立法會作出初步答覆後，一直沒有告知立法會有關調查路面變形問題的進展。審計署認為，由於問題的性質並不尋常，加上涉及的修葺和修復工程費用龐大，因此政府應該把調查的進展和為解決問題而採取的行動告知立法會。

審計署對路面過早變形的建議

2.22 審計署建議路政署署長應：

- (a) 密切監察該四條橋樑的路面情況，確保可用狀況良好；
- (b) 向環境運輸及工務局和立法會提交詳細報告，闡釋引致該四條橋樑路面過早變形的原因，以及為補救這個問題而採取的行動；及
- (c) 日後主動就性質不尋常及對財政有重大影響的事項告知環境運輸及工務局。此外，亦應向立法會匯報，以加強向公眾負責。

當局的回應

2.23 路政署署長同意審計署的建議，並表示會把顧問的研究結果告知環境運輸及工務局局長和立法會。路政署日後會繼續與環境運輸及工務局聯繫，就重要事項向立法會作出報告。此外，他亦表示：

- (a) 由於橋樑 79% 的路面面積並沒有出現變形或有缺陷的跡象，加上有缺陷的路面經修葺後運作良好，因此沒有證據顯示路面和防水膜未能達致設計使用年限；
- (b) 修復工程是為了更換30毫米厚的多孔面層。在技術上來說，把整層瀝青物料刨去，是恰當的做法。至於是否需要在施工縫重新敷設防水膜，則取決於防水膜在刨去瀝青物料的過程中有沒有被刨掉或出現鬆脫；

- (c) 就汀九橋而言，把結構層的厚度由55毫米增加至70毫米，是藉機會排除顧問研究所述其中一個可能引致路面變形的原因（即路面厚度）（見下文第3部分）；及
- (d) 由於路面過早變形並非設計上的錯誤，而立法會亦沒有進一步跟進此事，加上顧問的研究未能對引致路面變形的原因作出定論，因此沒有向立法會提交進一步資料。

2.24 環境運輸及工務局局長表示十分欣賞審計署為這份報告所作出的努力，並表示會按照既定程序，就立法會關注的事宜向立法會作出報告。

第 3 部分：調查路面變形的原因

3.1 本部分探討路政署為找出路面變形的根本原因而採取的行動。審計結果顯示，路政署有必要就香港日後所建橋樑工程項目應用防水膜一事作進一步的研究與探討。

顧問研究

3.2 一九九八年年中，四條橋樑路面過早出現變形，令人關注路政署就瀝青面層和防水膜的使用所釐訂的規格是否足夠。為此，有需要找出路面變形的根本原因。

3.3 一九九八年十一月，路政署委託一間顧問公司（下稱“顧問”）進行一項名為“熱帶地區橋樑路面損壞”的研究，檢討香港及其他國家在設計、建造及使用防水膜方面的各項事宜。顧問研究（所需的一筆過費用為90萬元）於一九九八年十一月展開。研究的目標是：

- (a) 對香港最近建成而使用防水膜的橋樑工程項目進行研究；
- (b) 檢討其他國家的現行做法，特別是氣候與香港相若的國家；
- (c) 找出可能引致香港橋樑瀝青面層變形的原因；及
- (d) 建議進一步的研究和行動。

3.4 這項研究擬作為第一期研究，集中於確定黏結問題及其他可能引致路面過早變形的因素。在第一期研究完成時，顧問應就可能引致路面變形問題的原因達致初步結論。顧問應就如何盡量減少日後橋樑路面出現分離和過早變形的問題作出初步建議。不過，該等建議或會因應第二期進一步研究的結果作出檢討和修訂。路政署打算：

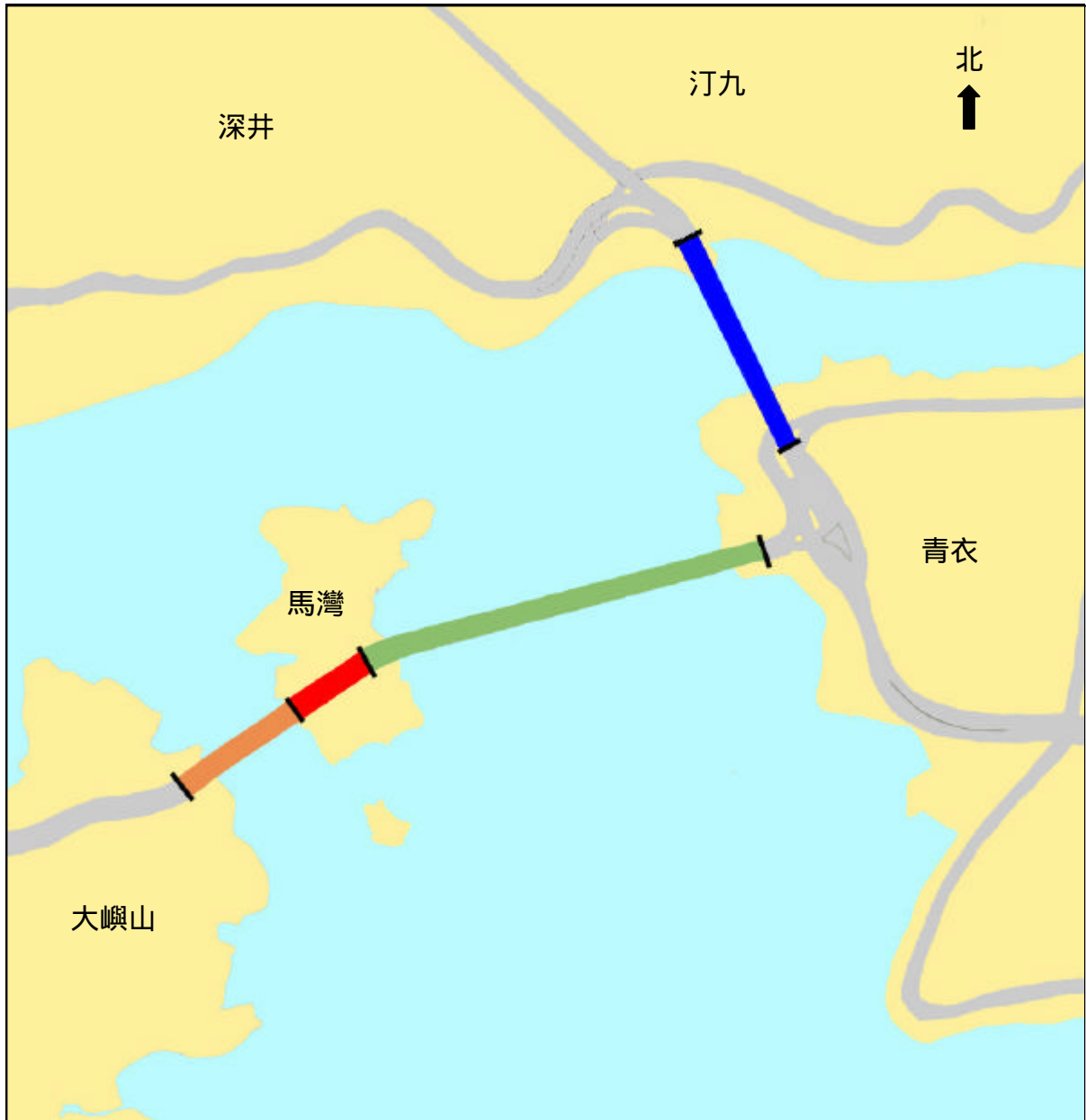
- (a) 在完成第一期研究後進行第二期研究，以謀求解決問題的適當辦法，並就日後的橋樑工程項目敷設防水膜確立規格；及
- (b) 在完成第二期研究後，會就如何盡量減少日後橋樑工程項目路面出現分離和過早變形的風險，向工程師提供進一步指引。

3.5 顧問在進行研究時，考察了多個橋樑工程項目，包括第 1 部分所述曾出現路面變形的四條橋樑。顧問曾與工程人員、承建商、供應商和行業公會人士會面。就部分考察的工程項目而言，顧問實地視察了出現變形的路面，並參觀有關的調查測試和修葺工程。顧問又向防水膜製造商發出問卷，收集有關防水膜應用的資料。為研究防水膜上瀝青面層的應力分散情況，顧問開發了一個簡化的路面平面數值模擬（詳情見下文第 4.11 段）。

圖一

汀九橋、汲水門橋和馬灣高架道路的位置

(參閱第 1.3 段)



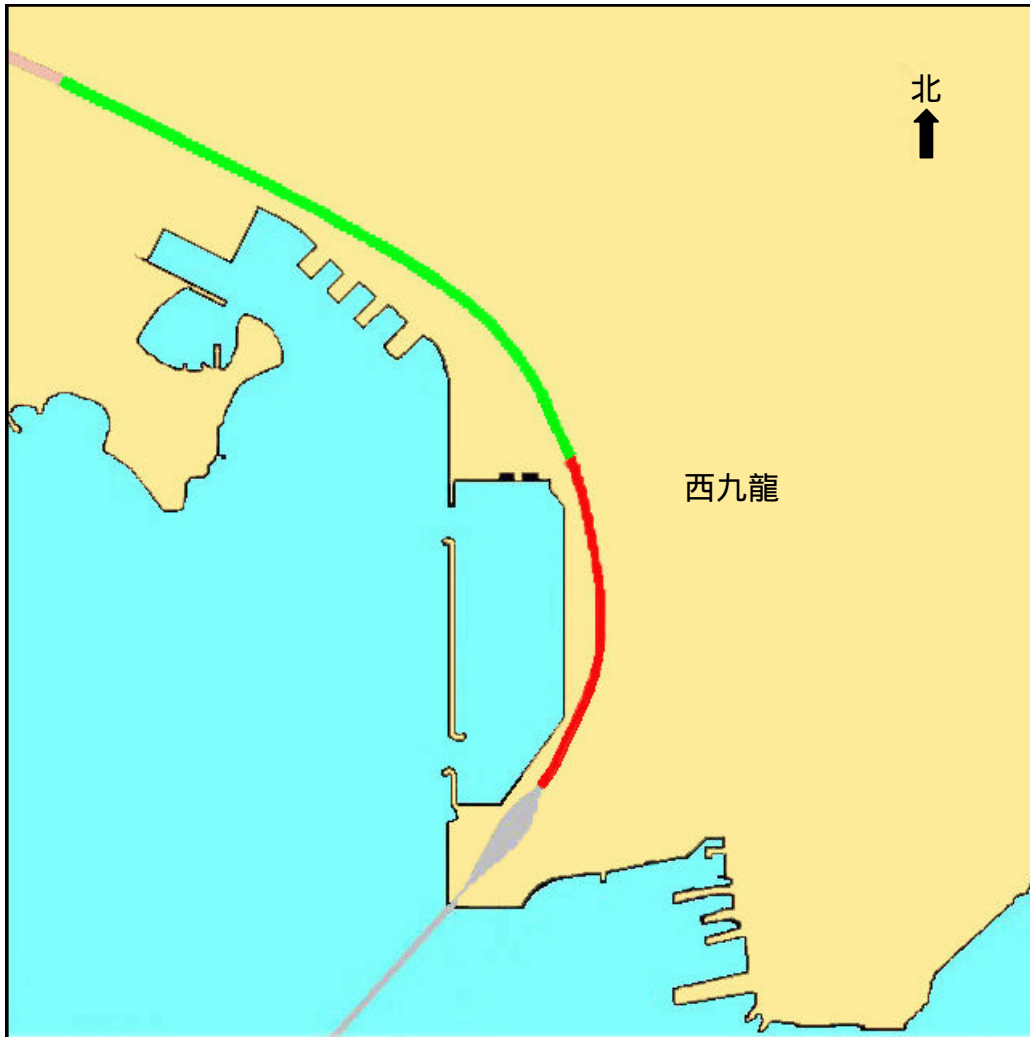
- 說明：
- 汀九橋
 - 汲水門橋
 - 馬灣高架道路
 - 青馬大橋

資料來源：路政署的記錄

圖二

西九龍快速公路的位置

(參閱第 1.3 段)

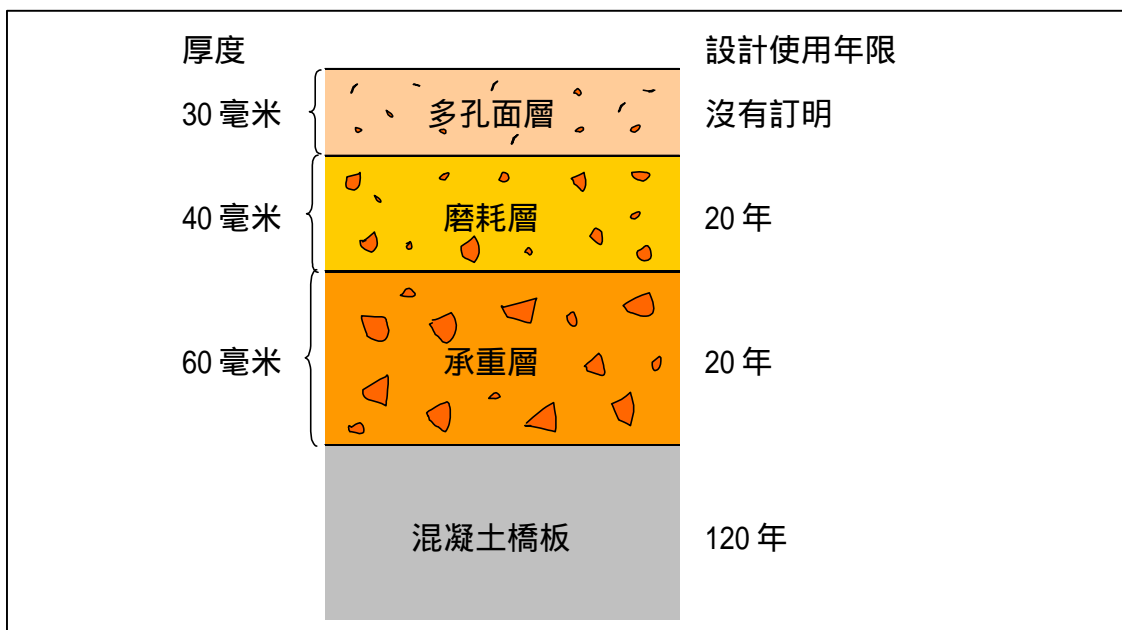


- 說明：
- 西九龍快速公路 — 北段 (高架道路)
 - 西九龍快速公路 — 南段 (地面)
 - 西區海底隧道

資料來源：路政署的記錄

圖三

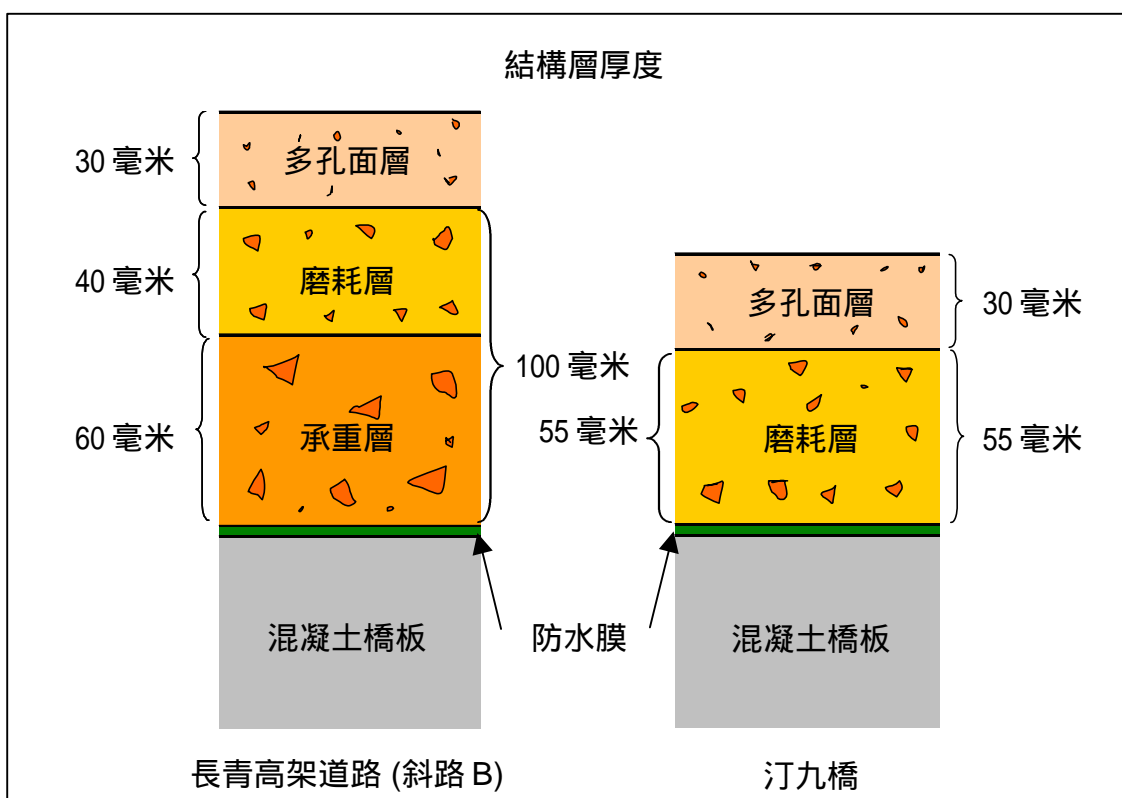
橋板上鋪設的瀝青路面的設計
(典型厚度和設計使用年限)
(參閱第 2.2 及 4.3 段)



資料來源：路政署的記錄

圖四

長青高架道路 (斜路 B)
和汀九橋瀝青路面的厚度
(參閱第 4.13 段)



資料來源：路政署的記錄

照片一

汀九橋路面出現缺陷的例子

(參閱第 2.5 段)



資料來源：路政署在一九九八年八月拍攝的照片

照片二

西九龍快速公路高架道路路面出現缺陷的例子

(參閱第 2.5 段)



資料來源：路政署在一九九八年七月拍攝的照片

顧問研究的結果

3.6 一九九九年十月，顧問向路政署發表一份報告。顧問確定了多項可能引致路面變形的原因，並對這些原因可能對路面變形問題造成的影響進行評估。經確定的主要可能原因為：(a) 防水膜和瀝青面層之間的黏附力低；及 (b) 路面厚度減少 (註5)。

3.7 顧問表示，防水膜與瀝青面層之間的黏結情況有若干不明確之處。要消除這些不明確之處，則須作進一步研究。他建議就下列事宜作進一步調查：

- (a) 實驗室測試；
- (b) 實地測試；
- (c) 地下排水系統模擬測試；及
- (d) 路面數值模擬。

審計署對調查路面變形的原因的意見

變形原因的調查工作尚未全面完成

3.8 如要制訂補救措施，以及確立日後橋樑工程項目應用防水膜的適當規格，先行找出路面變形的原因至為重要。審計署注意到，路政署原本打算把該項調查分為兩期進行研究。

3.9 路政署打算在第一期研究完成後進行第二期研究。顧問已提出若干建議，以便在第二期研究中作進一步調查。不過，截至二零零二年十二月，路政署尚未展開第二期研究。故此，路面變形原因的調查工作未能稱為充分完成。

3.10 路政署在二零零三年二月回應審計署的查詢時，證實在第一期研究完成後沒有進行進一步研究。路政署並通知審計署，在第一期研究完成後已採取下列措施：

- (a) 在西九龍快速公路合約的工程中鋪設實地試驗面板；

註5：其他確定的可能原因是：

- (i) 碎石過早脫模；
- (ii) 使用開式級多孔面層；
- (iii) 碎石未能充分烘乾；
- (iv) 脆弱易碎的碎石；
- (v) 早期行車；
- (vi) 環境溫度高；
- (vii) 磨耗層的混合設計；
- (viii) 未充分的壓實；及
- (ix) 碎石的過量粉塵外層。

- (b) 昂船洲高架道路合約 (註 6) 的條款訂明須對高架道路擬採用的防水膜進行測試。有關測試可提供更多參考資料，以增進現有的知識。在測試完成後，路政署會考慮是否需要就防水膜的應用給予進一步指引；及
- (c) 已發出有關瀝青面層及防止橋板腐蝕的技術通告 (見下文第 4.27 段) 和技術報告 (見下文第 5.5 段)。

展開進一步研究的需要

3.11 路政署在回應審計署的查詢時表示，顧問報告列出若干引致路面變形的有關因素。但調查結果因受到不明確之處所限，未能作出定論。審計署認為，路政署有需要根據第一期研究的結果及採取措施後的情況，考慮展開進一步研究，以確定問題的根本原因，並提供指引和規格，特別是有關在香港橋樑應用防水膜的事宜。

需要就防水膜的應用確立更完備的規格

3.12 上文第 3.6 段已提及，顧問找出若干可能引致變形問題的原因。根據他的評估和路政署的分析，引致過早變形可能與下列原因有關：

- (a) 防水膜和瀝青面層之間的黏附力低；及
- (b) 瀝青面層厚度減少。香港的橋板瀝青面層的厚度通常較其他國家的為薄。厚度減少會引致瀝青面層與防水膜之間接合面所承受的應力增加。本報告第 4 部分會就此事作進一步討論。

由於黏附力低加上引發的應力增加，令瀝青面層在車輛駛過時出現移動，引致過早變形。如所承受的應力較低，或黏附力足夠，便不會出現變形。

3.13 關於黏附力低的問題，顧問認為有若干因素會影響防水膜和瀝青面層的黏結情況。他建議應進一步研究這些因素在香港的情況下對黏結功能所造成的影響。

3.14 顧問亦注意到，各橋樑工程項目有關防水膜與瀝青面層黏結的合約規格有不統一的地方。黏結強度以兩項黏附數值表示，分別為拉伸黏附數值和剪切黏附數值 (註 7)。顧問注意到該四條橋樑工程項目均沒有訂明剪切黏附數值。至於拉伸黏附數值，則只有汀九橋和西九龍快速公路高架道路訂明所要求的最低數值。不過，該兩項工程項目所訂明的拉伸黏附數值各有不同，而且合約規格內並無顧及香港的情況。顧問認為有需要改善合約規格，以確保路面系統能達到預計的使用期限。

註 6：昂船洲高架道路是九號幹線的一部分，連接大嶼山和沙田。該高架道路於二零零二年四月開始建造，預定於二零零六年十二月竣工。

註 7：拉伸黏附數值和剪切黏附數值分別指瀝青面層和防水膜之間抵抗引發拉伸(拉力)和剪切(側向或扭力)所造成分離現象的黏結強度的測量。

3.15 路政署尚未發出指引，訂明應在何種情況下在橋樑工程項目應用防水膜。此外，該署亦未有為確保防水膜與瀝青面層穩妥地黏結而就黏附數值訂定規格。審計署認為，路政署有需要就在香港應用防水膜以防止以分段施工法建成的橋樑出現腐蝕一事展開進一步研究，並制定適當的合約規格（另見下文第5部分）。

審計署對調查路面變形的原因的建議

3.16 審計署建議路政署署長應：

- (a) 根據第一期研究的結果及隨後採取的措施（特別是根據昂船洲高架道路合約進行的測試），考慮展開進一步研究，以確定汀九橋、西九龍快速公路高架道路、汲水門橋和馬灣高架道路路面出現過早變形的根本原因；及
- (b) 進一步研究防水膜的應用，以便就下列事項制訂指引：
 - (i) 防水膜應在什麼情況下應用，以及在日後進行橋樑工程項目時，最有效敷設防水膜的方法；及
 - (ii) 制訂防水膜和瀝青面層之間黏結強度的規格，以供日後的橋樑工程項目使用。

當局的回應

3.17 路政署署長大致上同意審計署的建議。他同意對防水膜的應用展開進一步研究。路政署會繼續蒐集資料，並加深了解在香港環境下設計及建造附有防水膜的橋樑路面的問題。他表示：

- (a) 在橋板面層敷設防水膜是一項複雜和較新的技術。防水膜的性能會受不少因素影響，因此這項技術仍有待改良和汲取本地的實際經驗，方能更臻完善；
- (b) 鑑於有關問題頗技術性，路政署需要進行更多研究，而非倚賴類似顧問進行的研究，才得出有助解決路面變形問題的結論；及
- (c) 路政署會集中研究擬在香港個別工程項目使用特定防水物料的問題。當局會在仍在施工的昂船洲高架道路合約工程中，對多種防水膜進行測試，藉此提供實驗和實地表現方面的數據，供日後設計路面時參考。

3.18 環境運輸及工務局局長表示第一期研究顯然已找出引致路面變形的主要根本原因。路面損壞變形是因多個相關的因素綜合產生的影響所致，而這些因素很難逐一量化，以作區分。

第 4 部分：路面厚度的規格

4.1 本部分探討路政署就橋板瀝青路面厚度所訂定的規格。審計結果顯示，路政署在制訂路面厚度規格方面有待改善。

橋板路面

4.2 在七十年代，香港的橋樑設計是以混凝土板面作為行車路面。一九八五年十一月，路政署制訂了路政署技術通告第 11/85 號“橋板行車路面”，該通告規定新建橋樑應鋪設瀝青面層，詳情如下：

- (a) 使用瀝青鋪設路面雖然會增加橋樑構築物的固定重量，但路面行車質素優越，而且能夠更靈活地敷設和維修起紋的行車路面；
- (b) 瀝青面層可與防水膜一併使用，以密封橋板，從而減低維修費用；及
- (c) 瀝青面層的厚度應設定為 100 毫米。至於高速公路，該 100 毫米的瀝青面層應包括一層多孔面層。

不同類別的瀝青路層

4.3 橋板的瀝青路面一般由兩層或多層有不同成分混合的瀝青物料組成。路層一般分為承重層、磨耗層和多孔面層。鋪設在橋板上的路面底層通常是承重層，其上則為磨耗層。承重層可分散橋板所承受的交通負荷量，其勻稱表面可供鋪上一層較薄的磨耗層。磨耗層可提供既安全又防滑的表面，並可承受交通的磨耗及壓力。至於高速公路，最上層所鋪設的是多孔面層，可消減輪胎造成的噪音，以及提高防滑效能和改善路面排水的情況。下文表六列出各類瀝青路層的特點。(中間內頁圖三顯示在橋板上鋪設的典型瀝青路層。)

表六

不同類別瀝青路層的特點

瀝青路層	標稱最大 碎石粒徑 (毫米)	建議的路層厚度			結構性質
		最低 (毫米)	最高 (毫米)	典型 (毫米)	
多孔面層	10	30	35	30	非結構層
磨耗層	20	40	50	40	結構層
承重層	37.5	60	80	60	結構層

資料來源：路政署的記錄

註：雖然沒有明確準則，但普遍認為各個瀝青路層的厚度應是標稱最大碎石粒徑的1.5至3倍左右。瀝青路層如偏薄，會因大粒碎石之間的力學互鎖作用，令混合原料難以壓實；瀝青路層如偏厚，或會因過於黏滯而在壓實過程中容易變形。

路面總厚度和結構層厚度

4.4 路面總厚度指各路層厚度的總和。若以分散應力來說，承重層和磨耗層對路面結構十分重要，因為這兩個路層有助把交通工具對橋板造成的車輪荷載分散。承重層和磨耗層因而可視為結構層。反過來說，多孔面層對分散交通負荷量的作用不大，因而視作非結構層。在決定路面結構層厚度時，多孔面層的厚度不會計算在內。

容許減少瀝青路面結構層的厚度

4.5 路政署技術通告第11/85號指出，按照一般規定，瀝青面層的厚度應設定為100毫米，這通常包括承重層和磨耗層兩個結構層。至於高速公路，路政署技術通告第11/85號訂明，多孔面層亦應包括在100毫米厚的瀝青面層內。由於多孔面層並非結構層，因此，路面結構層厚度會因敷設了多孔面層而減少。假如多孔面層的厚度屬30毫米的典型厚度，路面的結構層厚度便會減至70毫米(100毫米減去30毫米)。

4.6 一九九五年三月，路政署發出路政署技術通告第3/95號，取代路政署技術通告第11/85號。路政署技術通告第3/95號指出，為了改善橋板的路面行車質素和更靈活地進行路面維修工作，橋樑構築物的瀝青面層厚度應設計為100毫米。

4.7 路政署技術通告第3/95號亦規定，橋樑上的高速公路若鋪設多孔面層，路面厚度可予減少。該通告規定：

“經考慮就鋪設和壓實瀝青物料而制訂的路面厚度在實際應用的情況，若橋樑的瀝青面層最上層是多孔面層，瀝青面層的設計厚度應減至80毫米。這80毫米厚瀝青面層應包括 50 毫米厚磨耗層及鋪設在其上的 30 毫米厚多孔面層。”

4.8 現把路政署技術通告第 11/85 號及第 3/95 號訂明的路面厚度作出如下比較：

	路政署技術 通告第 11/85 號	路政署技術 通告第 3/95 號
(a) 沒有鋪設多孔面層的瀝青路面的 總厚度	100 毫米	100 毫米
(b) 鋪設多孔面層的高速公路的瀝青 路面厚度：		
(i) 總厚度	100 毫米	80 毫米
(ii) 結構層厚度 (總厚度減去 30 毫米厚多孔面層)	70 毫米	50 毫米
(iii) 與 (a) 項相比，結構層厚度 的減幅，即 (a) - (b)(ii)	30 毫米	50 毫米

顧問對減少結構層厚度有所保留 見下文第 4.9 至 4.14 段。

顧問研究的結果

4.9 正如上文第 3.12 段所載，導致路面過早出現變形的原因之一，可能與路面厚度減少有關。顧問認為，路面厚度對瀝青面層承受車輪荷載的能力和在瀝青面層與防水膜接合面形成的應力強度，明顯具有重要的作用。

4.10 顧問表示，路政署技術通告第 3/95 號容許路面總厚度減至 80 毫米，旨在解決鋪設單層 70 毫米厚磨耗層或承重層物料所遇到的困難。另外，如分兩層鋪設，則每個路層的厚度均會少於建議的瀝青物料厚度 (見上文第 4.3 段表六)。顧問也注意到，路政署標準圖則 (註 8) 顯示典型瀝青路面的總厚度為 130 毫米，包括 30 毫米厚的多孔面層、40 毫米厚的磨耗層和 60 毫米厚的承重層。在磨耗層和承重層之上鋪設 30 毫米厚的多孔面層的路面設計，是達致 100 毫米結構層厚度的其中一個方法。

註 8：標準圖則由路政署發出，用以指引如何擬訂適當的設計詳情和解決經常遇到的問題。

4.11 顧問指出，如路面包括 30 毫米厚的多孔面層，容許瀝青路面總厚度減至 80 毫米，會令結構層厚度只有 50 毫米。這會大大削弱瀝青路面分散應力的能力，導致瀝青路面與防水膜的接合面須承受更大的應力。顧問開發了一個路面數值模擬，以確定瀝青路層厚度和模量的變化如何令應力改變。結果顯示，假如瀝青路面的厚度由 100 毫米減至 50 毫米，路層接合面承受的應力會顯著增加。

4.12 顧問發現：

- (a) 假如沒有敷設防水膜，應力增加也未必會影響瀝青路面承受外加荷載的能力，因為瀝青面層會直接鋪設在混凝土橋板上而產生高黏結力。在這種情況下，路政署技術通告第 3/95 號容許路面總厚度減至 80 毫米 (即結構層厚度 50 毫米) 是可以成立的；及
- (b) 假如敷設防水膜，而瀝青面層與防水膜之間的黏附力低，則未必能承受因路面厚度減少所增加的應力。路面厚度或須增加，以減低應力的水平。

4.13 顧問為了證明上述所作的分析，也列舉其他橋樑工程項目為例，指出敷設防水膜的橋板的結構層厚度如約有 100 毫米或以上，則甚少有變形情況。所列舉的橋樑工程項目如下：

	瀝青路面	
	總厚度 (毫米)	結構層厚度 (毫米)
(a) 長青高架道路 (斜路 B)	130	100
(b) 長青高架道路 (主幹線橋板)	140	110
(c) 藍巴勒海峽大橋	125	95

中間內頁圖四顯示長青高架道路 (斜路 B) 和汀九橋的瀝青路面厚度。

4.14 顧問認為，即使防水膜與瀝青面層的黏附力可能較低，但只要路面厚度足夠，也可承受外加的交通負荷量。解決瀝青路面過早損壞的一個辦法，就是鋪設合適厚度的路面，讓防水膜與路面之間的黏附力足可承受交通產生的應力。顧問認為，日後建造的橋樑工程項目，瀝青路面結構層 (即磨耗層和承重層) 的最低容許厚度不應少於 100 毫米。

審計署對路面厚度的規格的意見

瀝青路面的結構層厚度

4.15 如上文第4.5至4.7段所載，路政署技術通告第11/85及第3/95號規定，如瀝青路面不鋪設多孔面層，結構層厚度一般為100毫米。假如瀝青面層最上層鋪設多孔面層，則有條款要求減少結構層厚度。

4.16 出現變形問題的四條橋樑的瀝青路面，大致上都是根據路政署技術通告第11/85及第3/95號的規定設計的。該四條橋樑的瀝青路面總厚度及結構層厚度列於下文表七：

表七

四條橋樑的瀝青路面厚度

	總厚度	多孔面層厚度	結構層厚度	結構層厚度相對於100毫米厚度的減幅(註)	
	(a)	(b)	(c)=(a) - (b)	(d)=100 - (c)	(e)=(d)/100×100%
	(毫米)	(毫米)	(毫米)	(毫米)	(%)
汀九橋	85	30	55	45	45%
西九龍快速公路高架道路	100	30	70	30	30%
汲水門橋	100	30	70	30	30%
馬灣高架道路	100	30	70	30	30%

資料來源：路政署的記錄和審計署的分析

註：顧問認為結構層厚度不應少於100毫米 見上文第4.14段。

4.17 上文第4.16段表七顯示，該四條橋樑的路面結構層厚度較建議的100毫米少了30%至45%。如上文第4.11段所述，顧問發現結構層厚度減少，會增加瀝青面層與防水膜接合面所承受的應力。假如瀝青面層與防水膜之間的黏附力低，所增加的應力可能是引致該四條橋樑瀝青面層過早損壞的原因。假如高速公路敷設了防水膜，可能不适宜減少結構層厚度。

有關路面厚度的指引不足

4.18 審計署注意到，路政署在制訂規格，訂明橋板瀝青路面厚度，以及鋪設多孔面層的路面，其結構層容許減少厚度時，並沒有預計在瀝青面層與混凝土橋板之間敷設防水膜所造成的影響。

4.19 一九九九年十二月，一個發展工程項目的顧問有意遵循路政署技術通告第 3/95 號的指引釐定橋板瀝青路面的厚度，並就此事徵詢路政署的意見。路政署答覆該顧問時表示，路政署技術通告第 3/95 號有關磨耗層和多孔面層最低厚度的規定，一般適用於“沒有敷設防水膜”的混凝土橋板。假如須敷設防水膜，設計者應根據橋樑構築物類別、防水膜種類及瀝青物料の種類和性質，審慎釐定瀝青物料所需的厚度。

4.20 審計署認為，路政署日後應審慎考慮各種會影響所制訂的規格是否合宜的情況，也應根據或會影響既定規格是否合宜的最新發展情況，從速增訂或修訂以往制訂的規格。

修復工程進行後瀝青路面的結構層厚度

4.21 如上文第 2.8 段所載，汀九橋、汲水門橋和馬灣高架道路修復工程的施工範疇包括採用瀝青物料重鋪路面。

4.22 在二零零二年，路政署重鋪汀九橋瀝青路面時，把該橋路面的厚度由 85 毫米增至 100 毫米，而結構層厚度則由 55 毫米增至 70 毫米。下文表八顯示汀九橋進行修復工程前後瀝青路面的總厚度和結構層厚度：

表八

汀九橋進行修復工程前後瀝青路面的厚度

	路面厚度	
	修復工程前 (毫米)	修復工程後 (毫米)
(a) 總厚度	85	100
(b) 結構層厚度 (總厚度減 30 毫米厚多孔面層)	55	70
(c) 結構層厚度與 100 毫米的差距 見上文第 4.14 段 (100 - (b))	45	30
(d) 差額百分比 ((c)/100 x 100%)	45%	30%

資料來源：路政署的記錄

至於汲水門橋及馬灣高架道路的修復工程，路政署並沒有增加該兩條橋樑的瀝青路面的結構層厚度，即依然是 70 毫米 (見上文第 4.16 段表七)。

4.23 審計署注意到，上述四條橋樑進行修復工程後的結構層厚度只有 70 毫米，這個厚度仍然較建議的 100 毫米結構層厚度少了 30 毫米 (或 30%)。日後所需進行的維修工程可能會因瀝青路面的耐用性和可用狀況而受到影響。審計署認為須密切監察瀝青路面的狀況，並在日後進行維修工程時，考慮是否需要增加結構層厚度。

4.24 在汀九橋的個案中，路政署曾考慮在該橋樑鋪上兩層合共 100 毫米厚的結構層，其上再鋪設 30 毫米厚的多孔面層。不過，此舉會增加瀝青路面的固定重量。路政署聽取橋樑設計者的意見後，決定把汀九橋的路面總厚度定為 100 毫米，即 30 毫米厚的多孔面層和 70 毫米承重層。審計署注意到，基於鋪設多孔面層的規定和因結構方面的考慮而需規限瀝青路面承受的固定重量，導致建造汀九橋路面的結構層時難以達到 100 毫米的厚度。審計署認為，路政署須探討如何在 100 毫米總厚度內鋪設具適當結構強度的路面。為此，審計署注意到，路政署曾試用其他特別瀝青物料，例如瀝青砂膠和石瀝青砂膠，也曾考慮研製一種更堅硬和密度更高的混合瀝青物料，以提高結構強度。這類特別瀝青物料較傳統物料更能防止路面出現車轍，而且所需鋪設的層面相對較薄。舉例來說，青馬大橋的行車路面就是採用瀝青砂膠鋪設的。該橋樑的鋼製橋板與路面之間敷設了一層防水膜，而較薄的路面則鋪設一層 40 毫米厚的瀝青砂膠。

4.25 路政署回應審計署的查詢時表示，青馬大橋的路面自通車以來一直保持良好可用狀況。該署沒有計劃推廣使用瀝青砂膠，因為這類物料不但價錢較昂貴，而且在本港採用的經驗非常有限。雖然某些特別瀝青物料 (例如瀝青砂膠) 的使用期限較傳統鋪路物料為長，但這類物料的中期至長期性能尚待確定。此外，其他如成本和供應等因素，也會影響該署是否決定採用這類物料。審計署認為，路政署有需要繼續研究其他可供採用的特別瀝青物料，以改善橋樑瀝青路面的結構強度。

修訂路面厚度的規格

4.26 如上文第 4.14 段所載。顧問認為，日後進行的橋樑工程項目，橋板瀝青路面的最低容許結構層厚度不應少於 100 毫米。一九九九年九月，路政署各部的代表出席會議，討論顧問報告的研究結果並決定修訂路政署技術通告第 3/95 號，訂明橋板瀝青路面的結構層厚度應為 100 毫米而不是 50 毫米。假如鋪設多孔面層，總厚度最少應為 130 毫米。

4.27 二零零一年十一月，路政署制訂經修訂的路政署技術通告第 11/2001 號，標題是“橋板行車路面”。該通告把路政署技術通告第 3/95 號容許因鋪設多孔面層而減少結構層厚度的規定撤回。不過，路政署並沒有按照顧問的建議及一九九九年九月會議的決定，在路政署技術通告第 11/2001 號中規定瀝青路面的最低厚度。路政署技術通告第 11/2001 號中第 3(a) 段指出：

- (a) 設計者在考慮相關規格、設計準則和指引後，有責任決定行車路面所採用的瀝青物料種類和各路層的厚度；及
- (b) 各路層的厚度或須予以調整，以限制對瀝青物料及在防水膜 (如有的話) 與行車路面及橋板之間的接合面所引發的應力。

4.28 現把路政署技術通告第 3/95 號和第 11/2001 號制訂的路面厚度比較如下：

	路政署 技術通告 第 3/95 號	路政署 技術通告 第 11/2001 號
(a) 沒有鋪設多孔面層的瀝青路面的總厚度	100 毫米	沒有訂明
(b) 鋪設多孔面層的高速公路瀝青路面的厚度：		
(i) 總厚度	80 毫米	沒有訂明
(ii) 結構層厚度 (總厚度減去 30 毫米多孔面層)	50 毫米	沒有訂明
(iii) 與 (a) 項相比，結構層厚度的減幅， 即 (a) - (b)(ii)	50 毫米	沒有訂明

4.29 路政署在修訂路政署技術通告第3/95號而進行內部諮詢時，所得的意見頗為分歧。有意見認為應訂明瀝青路面的最低厚度，作為橋樑設計者的指引，以及劃一建造橋板路面的方法。審計署認為，為了向橋樑設計者提供指引及劃一建造橋板路面的方法，路政署應在路政署技術通告第 11/2001 號中附加一些有關物料、厚度和規格的典型例子。

4.30 審計署注意到，國際公認的做法是在橋板敷設防水膜時訂明路面的最低厚度。在英國，根據“Waterproofing and surfacing on concrete bridge decks”的標準規定，瀝青面層的最低結構層厚度一般應為100毫米。美國的運輸研究委員會 (The Transport Research Board of the USA) 發表了一份報告，指出瀝青面層的厚度對防水膜的性能有很大影響。該報告又指出，應訂明瀝青面層的最低厚度。

4.31 審計署注意到，路政署沒有在路政署技術通告第11/2001號中訂明瀝青路面的最低厚度(見上文第 4.27 段)。為此，路政署在二零零三年二月表示：

- (a) 橋樑瀝青路面的厚度，須視乎橋樑的個別設計而定，並會因不同的工程項目而異。每項工程項目可選用不同的防腐蝕方法、專用防水膜系統和瀝青物料的混合設計。路政署須一併考慮這些因素，才能制訂不會導致橋樑的荷載達至無法接受程度的合適方案；及
- (b) 設計者既有自由，也有責任選擇路面和防水系統的最佳組合，以作出最具經濟效益和最有效用的設計。路政署雖然沒有就路面的最低厚度作出規定，但在路政署技術通告第11/2001號明確指出選用最適當橋樑路面須考慮的主要因素。設計者須決定所採用路面的種類和最低厚度，以配合所選用的防水膜。

4.32 審計署認為，由於路政署沒有在路政署技術通告第 11/2001 號具體訂明路面的厚度，因此有需要採取其他措施，以確保所有瀝青路面的結構層厚度能達到所要求的結構強度，尤其當設計涉及防水膜的應用時。舉例來說，路政署或有需要徹底檢查日後橋樑瀝青路面的設計和厚度，以確保橋樑結構層厚度是足夠的。

4.33 二零零二年九月，路政署回應審計署查詢時表示，日後的情況如有改變，例如有新的科技可供採用，或有更明確的證據指出路面變形的原因，則該署會修訂路政署技術通告第 11/2001 號。

審計署對路面厚度的規格的建議

4.34 審計署建議路政署署長應：

- (a) 為了盡量減少路面過早出現變形的風險，審慎評估日後橋樑工程項目瀝青路面的厚度，以確保在設計使用年限內，路面的狀況良好，可供使用(即無需進行重大的修復工程)；

- (b) 日後審慎考慮各種會影響所制訂的建造和維修道路的規格和指引是否合適的情況，並因應最新的發展情況，從速修訂這些規格；
- (c) 密切監察汀九橋、西九龍快速公路高架道路、汲水門橋和馬灣高架道路瀝青路面的狀況，並在日後進行維修工程時，考慮可否採用特別瀝青物料 (例如瀝青砂膠)，以提供足夠的結構強度和避免路面過早出現變形；及
- (d) 鑑於路政署技術通告第 11/2001 號沒有訂明路面的最低厚度，考慮採取其他措施，以確保橋樑路面設計的結構層厚度是足夠的 (例如徹底檢查橋樑上瀝青路面的設計)。

當局的回應

4.35 路政署署長及環境運輸及工務局局長同意審計署的建議，認為路政署應審慎評估日後橋樑工程項目瀝青路面的厚度，並審慎考慮各種會影響所制訂的規格和指引是否合適的情況。

4.36 路政署署長同意密切監察橋板的狀況，以及研究在日後的維修工程中，採用特別瀝青物料。他表示：

- (a) 顧問並沒有就路面厚度與路面變形的關係作出定論。路政署已接納顧問的建議，把汀九橋瀝青路面的結構層厚度由 55 毫米增至 70 毫米；及
- (b) 路政署在一九八五年和一九九五年就容許減少結構層厚度發出的技術通告，並沒有計及防水膜的應用。如應用防水膜，路面厚度須符合所採用的防水膜物料和敷設在防水膜上的黏油的規定。防水膜的種類很多。設計者應選擇合適的種類，以配合橋樑的個別設計、所選用的路面種類及厚度。橋板過厚會不必要地加重橋樑的荷載，以致橋樑的設計未能符合經濟效益。

第 5 部分：以分段施工法建成的橋樑的防腐蝕措施

5.1 本部分探討在香港以分段施工法建成的橋樑在防腐蝕措施方面的成效。審計署認為，在這些橋樑工程項目中，防水膜的應用情況有待改善。

為橋板作防腐蝕措施的需要

5.2 在香港，橋樑構築物的設計使用期限通常為 120 年。以鋼筋混凝土建造的橋樑，使用了大量的鋼筋和預應力鋼筋束（受拉纜索）來增強橋樑結構和橋板。鋼筋和內置預應力鋼筋束如受到侵蝕，可能會縮短橋樑的使用期限。修葺或重建出現腐蝕問題的橋樑，不但費用高昂，而且會阻礙交通和對道路使用者造成不便。因此，實有必要在橋板面進行防腐蝕措施，以防止水分滲入橋板。

5.3 在六十年代，某些國家已察覺到混凝土橋板過早變損問題是相當嚴重的，於是進行勘察，以查究潮濕和防冰鹽會否腐蝕埋藏的鋼筋。因此，不少國家（特別是美國和英國）研製了各種防水膜。一九六五年，英國強制規定所有橋樑必須設有防水裝置。

在香港以分段施工法建成的橋樑的防腐蝕措施

5.4 由於香港的路面並無使用防冰鹽，因此，一般的做法是不會在橋樑敷設防水膜。不過，自八十年代後期，香港引入分段施工法，而這種施工法日漸廣受歡迎，因此保護橋板面便顯得愈來愈有需要。以分段施工法建成的橋樑來說，橋板上段與段之間的施工接縫形成了不少段與段之間的接縫。路面上的水很容易透過這些段與段之間的接縫滲入，因而可能侵蝕鋼筋混凝土橋板。有鑑於此，本港以分段施工法建成的橋樑必須敷設防水膜，以防止滲水。因此，在九十年代中期建成的快速公路的橋樑，大多已敷設防水膜。

有關防腐蝕措施的技術報告

5.5 二零零二年八月，路政署發表了《防止混凝土橋板腐蝕》的技術報告。該署在報告中概述了有關各類橋樑防腐蝕策略現行可供採用的科技，並闡明了下列防止橋樑腐蝕的策略：

- (a) 防水膜；
- (b) 環氧樹脂密封鋼筋及鍍鋅鋼筋；
- (c) 陰極保護；及
- (d) 改善施工程序。

5.6 該份技術報告旨在概述有關各種防腐蝕策略可供採用的科技，並以此作為路政署各辦事處的討論基礎。該報告強調，橋樑設計者在考慮各種可供採用的科技和採用何種橋樑構築物後，有責任確定最適當的防腐蝕方法。

5.7 該份技術報告指出，防止橋板腐蝕的方法包括了一系列具有多層保護的措施。如某一保護層失效，其他保護層仍可提供足夠的防腐蝕保護。防水膜是防止水分透過段與段之間的接縫滲入的第一道防線。

審計署對以分段施工法建成的橋樑的防腐蝕措施的意見

防水膜的修補

5.8 *路面變形影響防水膜的效用* 根據該份技術報告，倘水分透過防水膜滲入混凝土，或防水膜上的瀝青面層因黏結不足而龜裂，則防水膜會視作失效。在這種情況下，防水膜不能再發揮防水作用。路面變形亦可能會令防水膜受損，以致未能有效地防止滲水。

5.9 如上文第 2.6 段所載，汀九橋、西九龍快速公路高架道路、汲水門橋和馬灣高架道路在通車後不久，便須進行專責修葺工程。這些專責修葺工程主要包括修補瀝青路面。損壞的防水膜在清除後，並沒有隨即敷設新的防水膜，祇會在進行修復工程時才再度敷設。

5.10 *在進行修復工程時並沒有全面修補防水膜* 根據海外在工程方面的指引和做法，防水膜必須形成一層連貫的薄膜，均勻地黏結在板面上，才能發揮效用。當初在該四條橋樑敷設的防水膜，便是根據這個做法而設計，即在整個板面敷設防水膜，沒有間斷。

5.11 如上文第 2.7 段所載，在進行修復工程時，會重鋪該四條橋樑其中三條的全部路面。根據修復工程的合約文件，防水膜只會敷設在段與段之間接縫範圍而非整個板面。汀九橋路面的修復工程在二零零二年九月完成，但敷設新防水膜的範圍，只佔汀九橋總板面 17% 左右。這與在汀九橋敷設防水膜的原先設計有出入，因為原先的設計是在整個板面敷設防水膜。審計署認為，該四條橋樑需要進行修復瀝青路面時，路政署應考慮是否需要在整個板面重新敷設防水膜。路政署在二零零三年二月回應審計署查問時表示，除非出現難以預料的情況，否則該署認為沒有必要在整個板面重新敷設防水膜。

以分段施工法建成而沒有敷設防水膜的橋樑

5.12 *紅磡繞道在建造期間取消敷設防水膜* 紅磡繞道是一條連接紅磡道與梳士巴利道的雙程分隔車道，並包括通往公主道和漆咸道的高架道路。紅磡繞道在一九九九年八月通車。該繞道的高架道路屬於以分段施工法建成的鋼筋混凝土橋樑構築物。紅磡繞道的原先設計，是屬意在橋板敷設防水膜。承建商曾採用各種不同的防水膜，在該繞道進行多次實地試驗。

5.13 在一九九八年十一月紅磡繞道建造期間，該四條橋樑工程項目因採用防水膜而先後出現路面變形問題。路政署關注紅磡繞道會否出現類似問題。鑑於防水膜的應用有不明確之處，路政署決定不在紅磡繞道敷設防水膜。該署認為當完成調查路面變形的原因（見上文第3部分）後，便會就防水膜的應用問題找出圓滿的解決方法。該署屆時便會考慮是否需要在紅磡繞道敷設防水膜，以及在正常修復該繞道板面時敷設防水膜。

5.14 路政署在回應審計署的查詢時表示已撤回原先在紅磡繞道橋板敷設防水膜的建議，而且亦沒有改用其他物料以作代替。該署並無就紅磡繞道沒有敷設防水膜而建議採取彌補的措施。不過，該繞道段與段之間的接縫及預應力鋼筋管道的接縫均已敷設特製的密封膠。審計署認為，路政署日後在進行紅磡繞道維修工程時，須考慮在該繞道敷設防水膜。

5.15 **觀塘繞道出現生銹迹象** 根據路政署的記錄，觀塘繞道是香港第一條以分段施工法建成的橋樑構築物。觀塘繞道是六號幹線的一部分；六號幹線是一條連接港島與沙田的高速通道，全長4.8公里，貫通東區海底隧道九龍出口與大老山隧道。觀塘繞道在一九九一年落成啟用。

5.16 審計署注意到，根據路政署的記錄，觀塘繞道橋板並沒有敷設防腐蝕的防水膜。由於恐怕會滲水，故在該繞道段與段之間的接縫密封了環氧樹脂膠。不過，在一九九三年二月的討論中，路政署得悉這些接縫即使已經密封，但仍不能防水。為了緩解滲水問題，路政署為大多數在九十年代中期以分段施工法建成的快速公路橋樑敷設防水膜。

5.17 一九九九年九月，在討論顧問報告（見上文第3.3段）的會議中，路政署助理署長（總辦事處）指出，敷設防水膜是有必要的，以防預應力鋼筋因瀝青路層滲水而生銹。他指示結構部進行調查，以勘察現有各條橋樑預應力鋼筋束生銹的嚴重程度。結構部總工程師在回應時表示，觀塘繞道確實存有這個問題，因為該繞道的預應力鋼筋數年前已發現生銹。不過，有關觀塘繞道生銹問題的視察記錄和進行上述調查的研究結果，並未能提交作審核查閱。

5.18 路政署在二零零二年十二月回應審計署詢問時表示，在一九九二年已發現觀塘繞道段與段之間的接縫有銹漬，這表示接縫可能有滲漏情況。不過，其後進行的視察並沒有再發現滲漏的現象。這顯示滲漏途徑的裂縫已自行密封，預應力鋼筋因而沒有腐蝕。近期的橋樑視察顯示觀塘繞道的狀況良好。

5.19 觀塘繞道出現滲漏和銹漬的報告，顯示防腐蝕措施對以分段施工法建成的橋樑至為重要。由於觀塘繞道尚未敷設防水膜，審計署認為路政署日後在觀塘繞道進行維修工程時，應考慮是否需要敷設防水膜。

5.20 路政署在二零零三年二月回應審計署詢問時表示，除非出現難以預料的情況，否則該署認為沒有必要為紅磡繞道和觀塘繞道重新敷設防水膜。

需要加強視察以分段施工法建成的橋樑

5.21 路政署已努力不懈，對橋樑的防腐蝕措施進行研究，並擬備一份技術報告，闡述有關各種防腐蝕策略可供採用的科技。路政署應對橋樑防腐蝕措施進行更深入的研究，以修訂有關的科技和工程慣例的指引和規格。

5.22 上文第 5.8 至 5.19 段所載的情況，使人關注到在香港以分段施工法建成的橋樑所使用的防水膜在防腐蝕方面的效用。缺乏具有效用的防水膜防止水分滲透，以分段施工法建成的橋樑可能會較容易受到侵蝕，因而影響 120 年的設計使用年限。審計署認為有必要加強視察橋樑，以密切監察以分段施工法建成的橋樑的結構完整性和耐用程度。

審計署對以分段施工法建成的橋樑的防腐蝕措施的建議

5.23 審計署建議路政署署長應：

- (a) 加強視察，以密切監察以分段施工法建成的橋樑的結構完整性和耐用程度 (特別是汀九橋、西九龍快速公路高架道路、汲水門橋、馬灣高架道路、紅磡繞道和觀塘繞道)；及
- (b) 繼續進行橋樑防腐蝕措施的研究，並在適當情況下，制訂橋樑防腐蝕措施的指引。

當局的回應

5.24 路政署署長同意會密切監察以分段施工法建成的橋樑的結構完整性和耐用程度。他表示：

- (a) 香港通常不會在橋板敷設防水膜。在以分段預製施工法中採用防水膜，是提供多一道防線，以防段與段之間的接縫滲水；
- (b) 路政署所得的經驗是，敷設和保養防水膜所需的費用龐大，因此只會在有顯著得益的情況下，才會敷設防水膜；及
- (c) 在進行汀九橋修復工程時，即使沒有在預製混凝土橋面敷設防水膜，該橋樑的情況仍然可以接受。至於施工接縫較容易滲水的問題，則在接縫範圍敷設防水膜，仍是較佳的做法。

5.25 環境運輸及工務局局長表示，就正常的混凝土板面而言，普遍認為最有效的防腐蝕措施是採用優質的混凝土，形成足以覆蓋鋼筋的混凝土保護層。

附錄 A
(參閱第 1.3 段)

汀九橋、西九龍快速公路高架道路、
汲水門橋和馬灣高架道路的資料

	汀九橋	西九龍快速公路 高架道路	汲水門橋	馬灣 高架道路
長度 (米)	1 177	2 700	820	503
建造費用 (百萬元)				
費用總額	2,077	641	2,180 (註)	
鋪設瀝青面層 和敷設防水膜 的費用	13.99	44.10	6.44	4.31
通車日期	一九九八年 五月五日	一九九七年 二月二十日	一九九七年 五月二十二日	一九九七年 五月二十二日
功能	把新界西部和 西北部與港九 市區及赤鱗角 香港國際機場 連接起來。	貫通葵涌高架 道路與西區海 底隧道收費廣 場。	連同青馬大橋 為往來香港 國際機場提供 直接通道。	連接青馬大橋 和汲水門橋。
附註	是全球最長的 斜拉橋，設有 三個橋塔。	是一條雙程分 隔車道，屬全 長四公里的西 九龍快速公路 的一部分。	是全球最長的 一條兼有行車 路和鐵路的斜 拉橋。	是一條全長 503 米的快速 公路，兼有行 車路和鐵路。

資料來源：路政署的記錄

註： 汲水門橋和馬灣高架道路是根據單一份合約建造的。路政署並沒有備存該兩條橋樑個別建造費用的分項數字記錄。

大事年表

日期	主要事項
一九八五年十一月	路政署制訂路政署技術通告第 11/85 號，規定新建的橋樑應鋪設 100 毫米厚的瀝青面層。
八十年代後期	香港引入以分段施工法建成橋樑。
一九九一年	首條以分段施工法建成的觀塘繞道竣工和通車。
一九九二年	觀塘繞道段與段之間的接縫出現銹漬。
一九九五年三月	路政署制訂路政署技術通告第 3/95 號，取代路政署技術通告第 11/85 號；新通告訂明，橋樑的快速公路如鋪設了一層多孔面層，則可減少路面的厚度。
一九九七年二月	西九龍快速公路通車。
一九九七年五月	汲水門橋和馬灣高架道路通車。
一九九七年八月	西九龍快速公路高架道路路面首次出現缺陷。
一九九八年五月	汀九橋通車。
一九九八年七月	汀九橋、汲水門橋和馬灣高架道路路面首次出現缺陷。
一九九八年九月	本地一份報章報道汀九橋路面過早出現變形。
一九九八年十月	一位立法會議員詢問汀九橋路面過早出現變形的原因。
一九九八年十一月	路政署委聘顧問研究橋樑路面變形的問題。該項研究只擬作第一期研究。
一九九九年八月	紅磡繞道通車。
一九九九年十月	顧問完成第一期的研究，並發出最後報告。
二零零一年十一月	路政署制訂路政署技術通告第 11/2001 號，以取代路政署技術通告第 3/95 號；該修訂通告訂明，橋樑設計者須負責確定所採用的瀝青物料和行車路層的厚度。

日期	主要事項
二零零二年四月	昂船洲高架道路在二零零二年四月動工，並訂於二零零六年十二月竣工。
二零零二年八月	路政署發表《防止混凝土橋板腐蝕》的技術報告。
二零零二年八月	完成馬灣高架道路慢線的修復工程，費用估計為 230 萬元。
二零零二年九月	完成汀九橋的修復工程，費用估計為 2,730 萬元。