

第七章 延壽在維護工程中的定位

7.1 現行橋梁維護執行現況

對於本研究執行結果，了解國際間對於橋梁系統的維護管理工作，已都開始運用生命週期管理(Life Cycle management)的概念。任何橋梁皆有其設計使用年限，如何對橋梁以最小之整體經費進行維護，讓橋梁可承受來自環境的各類衝擊並持續提供可接受的功能，而可達到或超越其設計使用年限，則是目前國內外橋梁管理單位所關切的課題。誠如本文第 3.1 節所提及的維護管理策略，把橋梁維修等級分為：(1)定期性維護(route)、(2)預防性維護(preventive)、(3)反應式維護(breakdown)、(4)升級式維護(upgrade)等四大維護等級。其觀念並不是說明哪一種維護等級為最好或最差，而是要建立此四大等級在橋梁維護工程中，並須相互搭配與利用，方能達到最大的效用。本章將具體說明此四大維護等級在以往高公局對橋梁延壽工作中的執行現況，以及未來對橋梁維護工程中應有的思維。

圖 7.1 為橋梁維護工程所需搭配的維護等級示意圖。若將橋梁構件分為服務性與功能性，在各主要性能下，事實上都須進行被動式維護與主動式維護手段，差別在於若橋梁構件屬於服務性質，其被動式即為前述的反應式維修觀念，即壞了再修的工作；而主動式就為定期式例行巡檢清理工作。而若橋梁構件屬於功能性質，其被動式為當構件危及橋梁整體安全下時所做的反應式維修工作；而其主動式觀念就為如何在橋梁受損之前，利用系統建立資訊、生命週期模式、最佳化維修與經濟模式的分析，在構件完全喪失功能前所做的預防性維修或升級式維修。

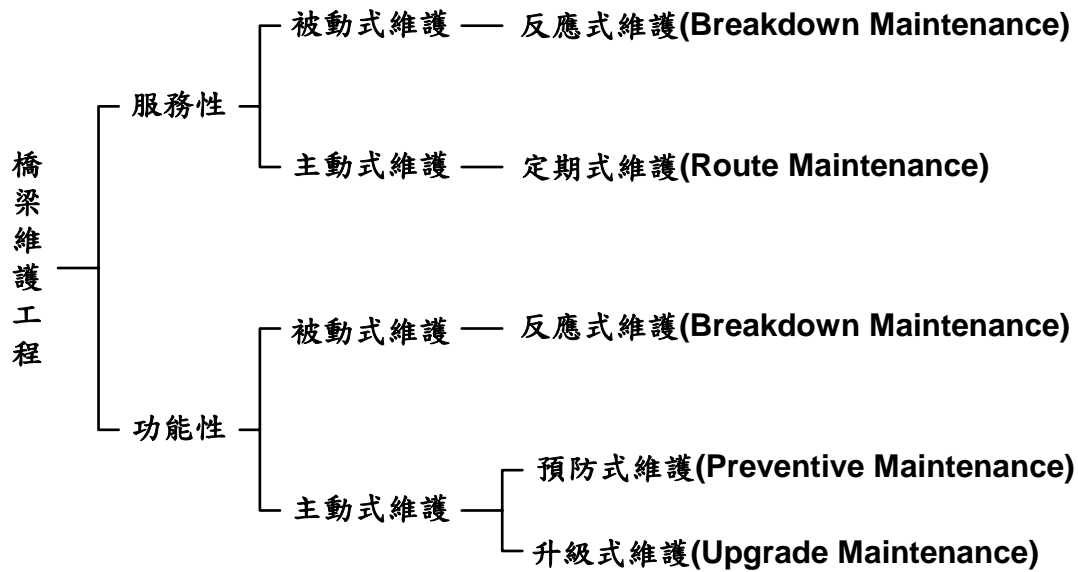


圖 7.1 橋梁延壽的維護等級分類

然而本研究經由前章四座橋梁案例分析後，彙整高公局之圓山橋、淡水河橋以及中沙大橋自新建以來，對橋梁之例行性維修、維修補強研究、耐震分析研究、橋梁功能評估研究，以及管理系統方面的研究提升，其中統計採用本研究所能收集的歷年維修、補強資料，作成下表 7.1~7.3 所示。其統計圖如圖 7.2~7.4 所示，圖中發現：

1.圓山橋

圓山橋在歷年的維修工作中，其 79.5%的比例在於橋梁構件功能性的反應式維修，也就是當構件有損壞或劣化時，才進行修補；其次是服務性構件的定期與反應式維修，再者和功能預防性的維修也有紀錄，這可能與長期監測有關。

2.淡水河橋

淡水河橋在歷年的維修工作中，有 57.6%的比例在於橋梁構件功能性的反應式維修，也就是當構件有損壞或劣化時，才進行修補；其次是 22.7%的服務性構件的定期，而服務性定期維護的觀念在於做定期巡檢的維修來達到降低橋梁到服務性構件上(如橋面板、伸縮縫等)的

完整性以及使用人的舒適度提升，但無法對橋梁整體安全性達到效果；再者，在功能預防性的維修有較少的紀錄。

3. 中沙大橋

中沙大橋在歷年的維修工作中，有高達 75.5% 的比例在於橋梁構件功能性的反應式維修，也就是當構件有損壞或劣化時，才進行修補，且大多為橋墩柱之裂縫修補；其次是 12.5% 的服務性構件的反應式，而其維護的觀念在於當裂縫出現且有預算時，才進行的修補，只能治標不能有效治本，其原因可從表 7.3 可看出，中沙大橋在歷年的補強工程中是三座橋中最多的，且根據第 6.3.2 節所說明，所有的工程幾乎為颱風過後造成橋基沖刷損壞後才進行的整治工程，這也再度說明了無論是服務性的反應式維修以及功能性的反應式維修，在橋梁的生命週期中，並不能有效的解決橋梁真正的問題，只能解決當時發生的情況，無作其他預防性的維護(或較少)，其成效是不大的。

表 7.1 圓山橋歷年維修補強工作

項次	構件特性	項目	維護等級
維修工程 (取維修比例高)	服務性	伸縮縫防水處理、修補 混凝土(12%)	反應式維護
	功能性	墩柱修補裂縫(13%)	反應式維護
補強工程	服務性	72 年加鋪瀝青混凝土	反應式維護
		89 年伸縮縫整修工程	反應式維護
	功能性	69 年鋼鍵施預力	預防式維護
		87 年鋼箱補強工程	預防式維護
拓寬/新建	82 年日本橋台頂高工程(未實施)		--
	85 年汐止五股拓寬工程(非橋梁本體)		--
監測工程	67 年台大地震監測		預防式維護
	67 年水準量測		預防式維護
	89 年昭凌鉸接點監測		預防式維護

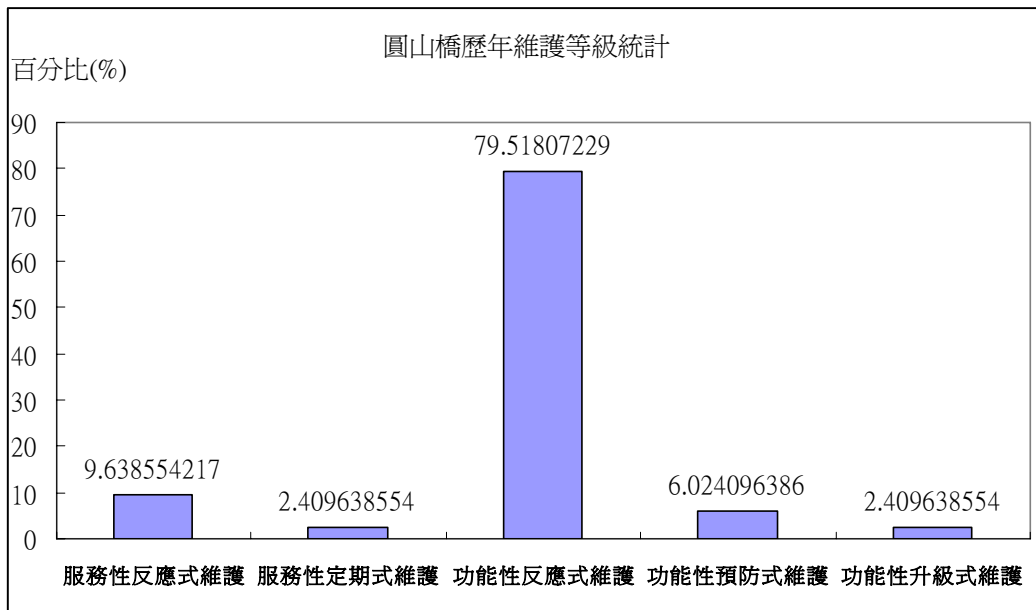


圖 7.2 圓山橋歷年維護等級分類圖

表 7.2 淡水河橋歷年維修補強工作

項次	構件特性	項目	維護等級
維修工程 (取維修比例高)	服務性	排水設施清理洩水孔(9%)	定期式維護
		橋面版修補混凝土(9%)	反應式維護
	功能性	墩柱修補裂縫(11%)	反應式維護
補強工程	服務性	78年橋面版檢測	反應式維護
		87年橋面版補強	預防式維護
	功能性	80年橫隔樑補強	反應式維護
		90年基樁完整性檢測	預防式維護
拓寬/新建		--	--
監測工程		--	--

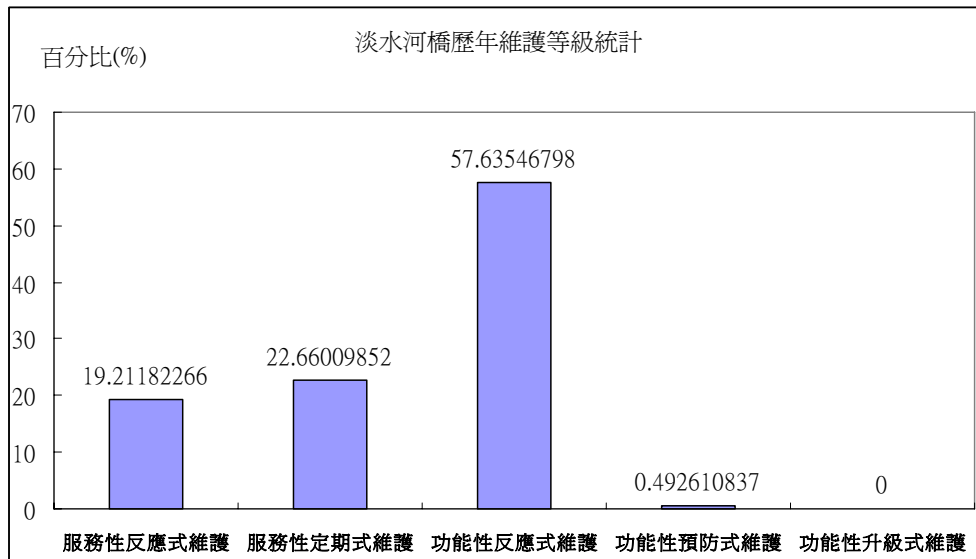


圖 7.3 淡水河橋歷年維護等級分類圖

表 7.3 中沙大橋歷年補強工作

項次	構件特性	項目	維護等級
維修工程 (取維修比例高)	服務性	橋面版裂縫觀測、扭緊螺栓(19%)	反應式維護
		護欄混凝土修補(9%)	反應式維護
		伸縮縫修補裂縫(5%)	反應式維護
	功能性	墩柱修補裂縫、塗刷保護層(26%)	反應式維護
		基礎掏空回填支撐、修補、裂縫修補(15%)	反應式維護
		橫隔梁修補裂縫、塗保護料、修補混凝土(14%)	反應式維護
補強工程	功能性	80年橋墩保護工程	反應式維護
		81年橋墩保護工程	反應式維護
		82年橋墩保護工程	反應式維護
		83年橋墩加固工程	反應式維護
		84年下游潛堰工程	預防式維護
		84年橋墩保護工程	預防式維護
		85年橋墩鋼板樁工程	反應式維護
		86年拋石補強工程	反應式維護
		87年基礎補強工程	預防式維護
		88年樑柱補強工程	反應式維護
		90年截水工程	反應式維護
90年潛堰搶救工程	反應式維護		

		93年潛堰保護工程	預防式維護
		94年潛堰修復工程	反應式維護
拓寬/新建		90年支承墊置換工程	升級式維護
監測工程		--	--

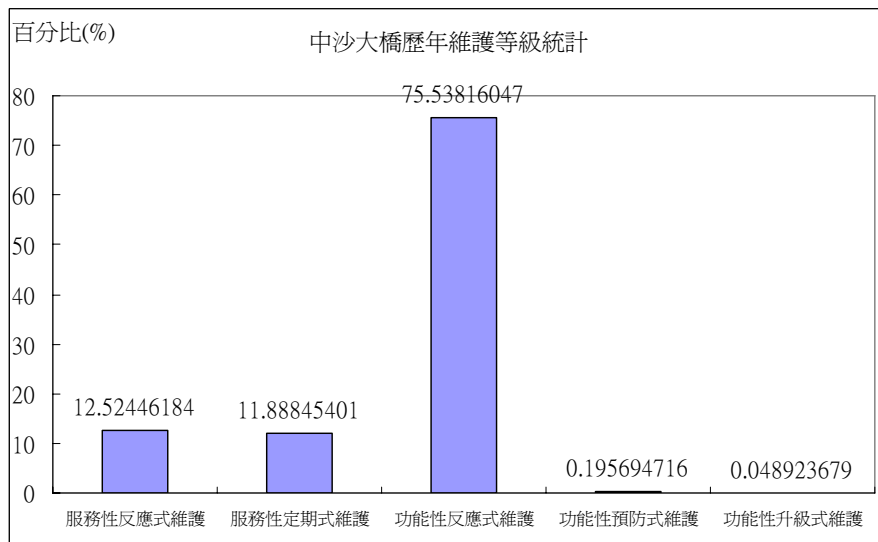


圖 7.4 中沙大橋歷年維護等級分類圖

所以綜合上述統計來看，可得知高公局橋梁雖然近年來一直不遺餘力的進行橋梁維護工程，似乎也一直對橋梁進行「延壽」之工作，看似進行了大量的維修工作，但經由上述分析得知，高公局在預防式與升級式工作的數量較少，而定期性的維護和反應式的維護較多。

反應式維護係指橋梁設施經由一般目視檢測或通報系統發現破壞發生，因其破壞程度、範圍可能對用路人產生安全或通行影響，而採取之維護管理措施。定期式維護管理係指針對「定期維護」等級所採取之維護管理策略，如割草、修剪樹木、疏通邊溝、伸縮縫清掃…等。而兩者皆屬於被動式的維護觀念，也就是說，當構件設施有損壞時所做的整治。

而其在預防式維護觀念，在於為「預防維護」等級所採取之策略，其係指透過監測資料或維護管理歷史資訊，來訂定維修或養護策略，此種維修方式之維修時機位於破壞開始發生時間點之前，其以較

短之干擾時間及較少之功能昇所需能量對橋梁進行維護管理。但高公局這方面，由數據顯示較少考慮。這也就是為何管理單位時常在做修補工作而無法達到預期的成效之故。

7.2 主動定期式維護管理策略

傳統的定期式維護管理觀念如第 3.1 節所敘述，係指針對橋梁結構或設施未損壞所施行之定期措施，此定期式維護管理措施之主要功能為維持橋梁行旅之舒適性與安全性，亦可略為減緩橋梁老劣化之趨勢，或略為降低橋梁因災害發生造成之損害程度與範圍。此養護工作在高公局歷年統計中可看出有極大量的工作也一直持續地進行。

如從國道高速公路局工程維護管理經費來看，編審標準係依中央政府總預算編制辦法標準，但該標準並無維護費、興建費之區分，而預算來源係由公務預算，包括汽車燃料使用費之分配款等來源，因為許多維護費用亦含於其他項目中，故確實應用於橋梁系統之維護費用將更高。若以結構安全角度研判，老舊橋梁不一定代表不安全，管理維護之良窳才是橋梁安全之關鍵因素。高公局 92 年度用以辦理橋隧維修一項，平均所需費用為 1.1 億元(未包含工資)，與 91 年度比較成長了 0.37%，是所有維修項目中第二高之支出。如何有效運用及分配這些經費，實為國家橋梁延壽工作中的重點工作。根據高速公路局年報有關國道在 92 年度各項管理維護經費彙總如表 7.4。表中顯示在 88 年度所支用的維護總費用為 16 億 9 千多萬，約為當年度通行費(見表 7.5)收入(209 億 2 千多萬)的 8.07%；在各維護項目支出中於 92 年度以路面維修的支出最高約佔當年度維護總支出的 32%(5 億 5 千多萬)，其次為安全設施維護的 2 億 5 千萬元；可見鋪面的品質仍為主要的管理維護重點，再其次為安全設施維護佔 15.56%，植生景觀佔 12.68% 及橋隧維修僅佔 6.81% 等，其中安全設施維護費用佔高比例推測應與

高速公路發生車禍所造成有關，植生景觀則應與國內愈來愈重視環保及綠化等有關。而高公局在 92 年度之收支預算表如表 7.6。其中維護預算支出為 17.8 億元，佔了所有勞務成本的 47.89%。

表 7.4 高速公路養護經費(來源：92 年高速公路年報) 單位：千元

項目	北區工程處	中區工程處	南區工程處	合計	比例	與 91 年比較(%)
路基邊坡維護	52,214	9,254	14,414	75,882	4.47%	0.17
路面維修	383,080	89,709	86,774	559,563	32.95%	0.09
橋隧維修	71,571	17,852	26,316	115,739	6.81%	0.37
排水設施維護	20,038	3,570	7,930	31,538	1.86%	0.12
植生景觀維護	87,896	76,015	51,451	215,362	12.68%	-0.15
安全設施維護	133,646	54,742	69,019	257,407	15.16%	-0.12
建築物維護	104,358	6,051	45,955	156,364	9.21%	5.52
養護工薪資	17,509	15,727	20,500	53,736	3.16%	-0.03
主要養護材料	24,239	13,841	25,000	63,080	3.71%	-0.09
其他	62,330	97,146	10,250	169,726	9.99%	1.01
合計	956,881	383,907	357,609	1,698,397	100.00%	0.15

表 7.5 各年度高速公路通行費收入表

年 度	通行費實收數
88 年(含)以前	1,994 億 5,125 萬 7,846 元
89 年	177 億 4,068 萬 4,410 元
90 年	181 億 668 萬 2,616 元
91 年	190 億 1,774 萬 4,454 元
92 年	209 億 2,252 萬 772 元
合 計	2,752 億 3,889 萬 98 元

表 7.6 92 年度高公局作業收支執行狀況表 單位：千元

項 目	全年 預算數	全年 決算數
業務收入	34,077,355	30,928,224
一、勞務收入	23,667,231	22,004,361
1.服務收入	885,696	1,052,149
2.通行費收入	22,781,535	20,952,212
二、其他業務收入	10,410,124	8,923,863
1.汽燃費收入	10,378,124	8,897,768
2.雜項業務收入	32,000	26,095
業務成本與費用	5,763,719	4,725,771
一、勞務成本	4,609,577	3,718,848
1.維護成本	2,129,146	1,781,128
2.管理成本	2,480,431	1,937,720
3.其他勞務成本	-	-
二、管理及總務費用	1,154,142	1,006,923
業務賸餘	28,313,636	26,202,453
業務外收入	1,178,527	1,070,993
業務外費用	9,288,632	9,030,270
業務外賸餘	- 8,110,105	- 7,959,277
本期賸餘	20,203,531	18,243,176

圖 7.5 及圖 7.6 為高公局各工程處在 92 年度時，各項維護支出的比較圖，如前述在路面維護方面總支出將近 4 億多元，故在此方面應可視為未來管理維護與技術發展的重點。綜合上述即可了解橋梁在維修養護階段所花費的成本是相當高且無法避免的。

92年國道各項養護經費統計圖

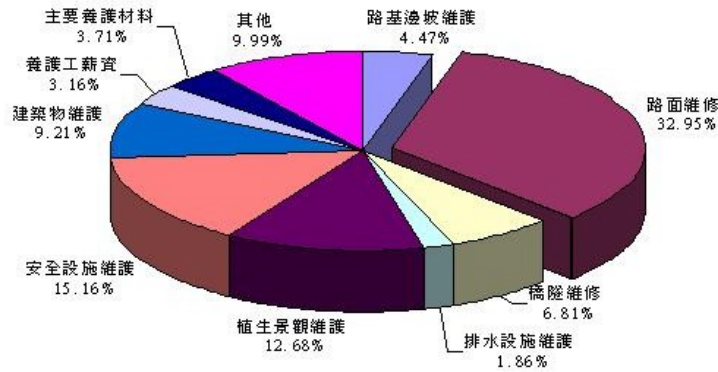


圖 7.5 92 年度國道各項養護經費統計圖

92年度各區工程處養護經費統計圖

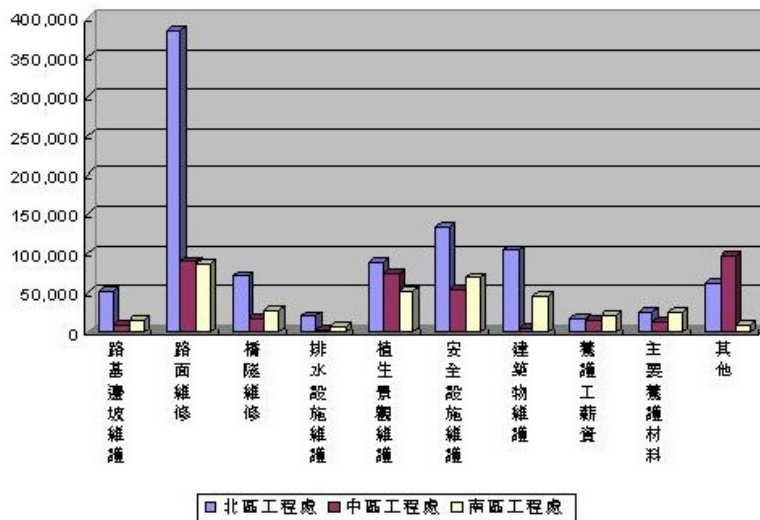


圖 7.6 92 年度國道各項養護經費直方圖

所以如何有效運用養護經費，正確而經濟的利用在每一次的養護工程，是有必要探討的。由上可知，傳統的定期性維護管理方式必須做一修正，成為「主動式定期性維護管理」。

主動式定期性維護管理：即為利用前第四章所提及之橋梁延壽評估系統，初步評定橋梁綜合性狀況，並累積一定的檢測資料、巡檢時間以及每一種維修養護工之項目與經費，先初步統計收及，再利用最佳化模式(第五章)的觀念，「預期」尋求定期巡檢、定期養護在何種巡檢頻

率以及多少養護次數之經濟最佳化模式，以達到最大效益的定期維護管理制度。

如利用此觀念，使用者可先經由評估系統先期找出極需維修的橋梁，並利用最佳化模式，找出適合該座橋梁最佳的巡檢頻率以及養護項目與經費最適化，可大大減少每年定期巡檢下，人力的不足；以及每年定期養護經費的浪費。

7.3 主動預防式維護管理策略

預防式維護管理為「預防維護」等級所採取之策略，如前 3.1 節所述，其係指透過監測資料或維護管理歷史資訊，來訂定維修或養護策略，此種維修方式之維修時機位於破壞開始發生時間點之前，其以較短之干擾時間及較少之功能昇所需能量對橋梁進行維護管理，可知預防式維護管理與反應式維護管理間之差異，為雖然預防式維護之管理干擾次數較為頻繁，但反應式維護管理干擾時間及功能提昇所需之能量會比預防式維護管理生命週期內之總干擾時間及功能提昇所需之總能量為高。

台灣地區之橋梁劣化主要原因在於多受環境災害的影響，如從每年支出因災害所修復的費用來看。表 7.7 顯示 92 年度公路天然災害所花費的修復經費高達 2.1 億元，其中以颱風過境所造成的損失與經費比例最高；再以 921 大地震為例，表 7.8 為九二一震災重建區辦理災後橋梁復建工程的補助費用，尚不含地方配合款，就已高達 4.1 億。表 7.9 為災害政府編列之修復重建預算，高達一千八百多億，並由行政院經建會網站資料顯示：921 集集大震預估對八十八年下半年和八十九年造成三百三十五億九千萬元財政損失，其中中央政府減少三百一十九億三千萬元財政收入，預估財政赤字將提高至三千二百七十九億元。這讓我們知道橋梁災害維護的工作如遇重大天災，所造成的生

命財產損失是比新建所花的成本還高的，這些都是不得不讓我們正視的問題。

表 7.7 92 年度台灣地區公路災害修復經費統計(交通部公路總局)

臺灣省天然災害公路損失情形
13.The Road's Loss Caused by Natural Disaster
中華民國九十三年

災害名稱 Disaster's Name	發生日期 Occurred Day	總修復經費 (千元) Total Expenditure (Thousand)	損 傷 設 施 Damaged Facilities										
			坍 方 (立方公尺) Landslide ()	路 基 (公尺) Subgrade (m)	路 面 (平方公尺) Pavement ()	護 坡 跌 坎 (平方公尺) Protected Slope and Retaining Wall ()	護 欄 (公尺) Guard Rail (m)	橋 梁 (座) Bridge (Set)	涵 管 (座) Culvert (Set)	橋 面 (平方公尺) Floor Deck ()	刷 坡 (立方公尺) Scoured slope ()	邊 溝 (公尺) Side Ditch (m)	其他設施 (處) Others (No.)
總 計 Grant Total		208,759	21,260	3,411	29,818	6,011	392	—	—	—	1,620	5,437	2,931
地 震 Earthquake	92/12.10	5,765	50	1,440	10,100	120	—	—	—	—	—	—	—
颶 風 Typhoon	92/8.3	121,407	14,107	1,190	5,222	2,401	292	—	—	—	—	—	2,931
	92/8.19	540	2,700	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	92/9.1-9.2	118,854	10,447	1,106	3,756	2,116	247	—	—	—	—	—	2,931
水 災 Flood	92/3.18-6.20	7,916	1,060	224	2,876	1,202	74	—	—	—	—	15	—
	92/9.21-10.16	2,871	660	3	20	1,100	74	—	—	—	—	15	—
		5,045	400	221	2,856	102	—	—	—	—	—	—	—
其 他 Others	92/4.9-11.28	79,671	6,043	557	11,620	2,288	26	—	—	—	1,620	5,422	—
	92/1.1-12.31	21,887	5,248	215	5,900	723	26	—	—	—	1,620	5,422	—
		51,784	795	342	5,720	1,565	—	—	—	—	—	—	—

資料來源：本局各區養護工程處。 Source: Various Maintenance Offices, Directorate General of Highways.

表 7.8 「九二一震災重建區辦理災後橋梁復建工程補助專案」總實施進度與請款情形。(來源：交通部公路總局網站) (單位：仟元)

縣市別	橋梁數	已發包數	預估經費	總工程費	已撥經費
苗栗縣	16	16	45,840	39,449	39,500
南投縣	18	15	390,000	345,544	207,039
嘉義縣	8	5	88,000	22,828	31,629
台中市	1		105,000		
雲林縣	2	1	17,050	1,002	1003
合 計	45	37	604,890	408,825	279,120

表 7.9 921 大地震國家編列重建預算統計

台灣 921 大地震經費			
災 害 因 應 措 施	指 揮 單 位	行政院 9 2 1 震災災後重建推動委員會	
	中央政府編列之重建預算	新台幣億元	十億美元
	(我國資料為政府重建經費需求額)	1,802	5.7
	災害救濟金(含臨時屋成本)	270	0.8
	撫恤金	26	0.1
	瓦礫、廢棄物處理	35	0.1
	防二度災難(山崩、土石流)措施	28	0.1
	復原及重建基礎建設	297	0.9
	公共建設之避震措施		
	房屋重建援助及蓋國宅	133	0.4
	整地及都市重新開發	36	0.1
	健康、醫療及福利	193	0.6
	重建教育設施	390	1.2
	協助中小企業	393	1.2

而近年來高公局查核五千萬元以上的新建工程可見附錄五。在與前節所提及的歷年養護資料來看，雖新建工程不為例行性的維修項目，但在橋梁老化至不符合設計要求，或不敷當地區域的使用量時，其新建或拓寬工程此種升級式維護觀念，也是橋梁延壽或維管的手段之一。

而主動式預防維護管理為積極式維護管理的一種，其係指透過監測資料與破壞原因探討，及生命週期維護管理進行破壞原因之根除及維修，使橋梁設施結構之生命週期內維修所需總能量達到最小，且維修之總干擾時間最短(如圖 3.4 所示)。可知傳統預防式維護管理由於未根治設施破壞原因，因此修護完成後之功能劣化趨勢與原設施相同；但主動式預防維護管理對於破壞原因加以根絕，因此修護後之設施功

能劣化趨勢將更為緩和。比較主動式預防維護管理與傳統預防式維護管理，雖然主動式維護因對破壞發生原因探討及修護，使每一干擾期之干擾時間較長，若長期比較其干擾頻率將減少許多，干擾時間之加總亦降低不少。

設施採主動式預防維護策略於短期間內管理成本及使用者成本雖均較預防式維護策略為高，但長時間比較積極式維護策略之總成本則較預防式維護策略減少甚多，因此主動式預防維護策略應為工程設施永續經營所需採用之維護策略。

使用者若採取主動式預防維護管理，經由第四章所提及評估系統，針對不同橋梁所做出之災害評估表格，「預期」初步得知橋梁災害潛勢發生的情形，並選定災害較為嚴重的橋梁，利用詳細之非破壞與破壞檢測或長期監測的手法，徹底瞭解橋梁受損原因，並採用最佳化模式，得知最佳非破壞檢測頻率時機以及最經濟的工法方案選擇，來達到橋梁受損原因徹底根除的最大效益。

7.4 橋梁維護管理系統架構建立

此架構模式，乃根據上節「主動式定期維護管理」與「主動式預防維護管理」觀念，並結合第四章之橋梁延壽評估管理系統下，所初步研擬的構想。

7.4.1 軟硬體需求規格規劃

資訊技術一日千里，資料庫與網路整合技術已日趨成熟，各單位皆積極利用相關新興技術推動政府「電子化/網路化政府」計畫。為了提升環境資料之管理與供應流通，本研究期以 Windows 2003 Server 作業系統平台，結合 SQL server 2000 資料庫，並使用 Visual

Studio.NET 2003 進行系統開發工作，配合相關軟、硬體技術，建置一套完整橋梁維護管理系統，以符合使用者之功能需求，設計人員必須針對現有資料種類與內容、網路及軟硬體環境、功能需求等做一完整深入的整理及分析，才能整合現有資源，順利完成系統建置目標。系統開發之軟、硬體需求規格規劃如圖 7.7 所示。

在硬體規劃方面，為考慮將來系統之效能及管理上之需求，建議採用分散式架構設計，亦即將應用系統與資料庫分離，以減輕資料庫伺服器主機之負擔。硬體設備架構設計上為考量養護巡查需求，需即時將相關資訊回傳通報中心，因此，查報設備建議以 PDA 為系統平台，並可建議結合數位相機或數位攝錄影機等影像設備，再搭配 GPRS 傳輸設備，可於現地將即時將影像及相關屬性資料回傳至中心。

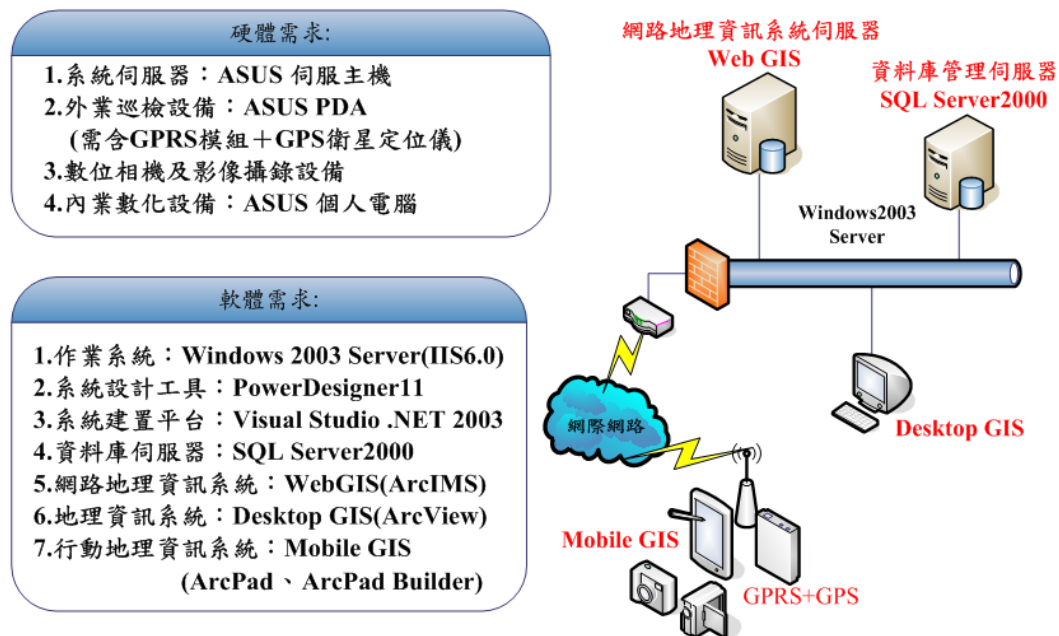


圖 7.7 軟、硬體需求規格規劃

7.4.2 資料庫架構規劃設計

本研究之關聯式資料庫規劃設計部分將以 PowerDesigner 11 為輔助工具(Case Tool)，成果將包括概念資料模型(Conceptual Data Model, CDM)及實體資料模型(Physical Data Model, PDM)等，其中概念資料模型是以實體關聯模型(E-R Model)為理論基礎，與關聯式資料庫管理系統(RDBMS)無關，實體資料模型則是進行與 DBMS 相關之正規化實體儲存結構(Schema)設計，Schema 範例格式如圖 7.8 所示。

資料表編號		資料表名稱			英文名稱	
M01-T01		巡查基本資料表			T_INSPECT	
編號	鍵值	欄位名稱	型別大小	欄位說明	預設值	關聯編號
1	P.K.	INSPECT_ID	varchar(20)	巡查編碼	Null= False	
2		PXF_NO	char(10)	維護單位代碼		PUB-T01
3		BIDA_ID	varchar(20)	合約編碼/標案編碼		C01-T01
4		INSPECT_KIND	char(2)	查報修復類別		
5		INSPECT_MET	char(2)	查報方式/通報方式		
6		DAMAGE_PLC	varchar(200)	巡查地點/損壞地點/地址		
7		LOC_NO	char(7)	巡查(損壞)區域代碼		PUB-T02
8		INSPECT_DATE	datetime	自行巡查時間		
9		INSPECT_RETU	char(2)	巡查回報方式		
10		HARMFUL_REM	text	不良情形說明/措施毀換情況		
11		HANDLE_REM	text	處理情形說明/處理結果		
12		ACCEPT_DATE	datetime	受理日期/通報日期		
13		REPAIR_DATE1	datetime	預定修復日期/預定完成日期		
14		REPAIR_DATE2	datetime	修復日期/改善完成日期		
15		REPAIR_NOT	text	未修復原因說明		
16		INSPECT_NAME	varchar(20)	查報人員姓名		
17		REPAIR_NAME	varchar(20)	修復人員姓名		
18		HANDLE_NAME	varchar(20)	承辦人員姓名		
19		ANN_NAME	varchar(20)	通報民眾姓名		
20		ANN_EMAIL	varchar(30)	通報民眾電子郵件		
21		ANN_MOBILE	varchar(10)	通報民眾手機號碼		
22		ANN_RESPONSE	bit	處理完成是否即時通報		
23		INSPECT_REM	text	備考/備註		

說明：

- 「巡查編碼」欄位為通報日期+查報修復類別+查報方式+流水碼(ex:930922-02-04-001)
- 「查報修復類別」欄位為 01 道路及橋隧、02 路燈及照明、03 公園綠地路樹、04 兩污水系統、05 截流抽水站、
- 「查報方式」欄位為 01 電話查報、02 區公所查報、03 自行查報、04 民眾網路通報、
- 「巡查回報方式」欄位為 01 書面回報、02 網路回報、03 無線傳輸回報、

圖 7.8 資料庫設計架構(Schema)範例格式-巡查基本資料表

資料庫規劃設計範疇包括第四章橋梁延壽評估系統內各模組、台灣地區橋梁管理系統資料庫(維修模組、檢測模組以及基本資料)、地理資訊屬性資料庫，其中並加入養護計畫基本資料表、巡查基本資料表、排程基本資料表、巡查回報表、即時通報表及相關公路設施之基

本資料表等電子化表單欄位架構之設計規劃。並將整合串連橋梁基本資料庫、防救災管理資料庫、生命週期管理之工務管理資料庫(先期作業、規劃設計、採購發包、施工管理、營運維護)等，詳如圖 7.9 資料庫整合規劃架構圖所示。

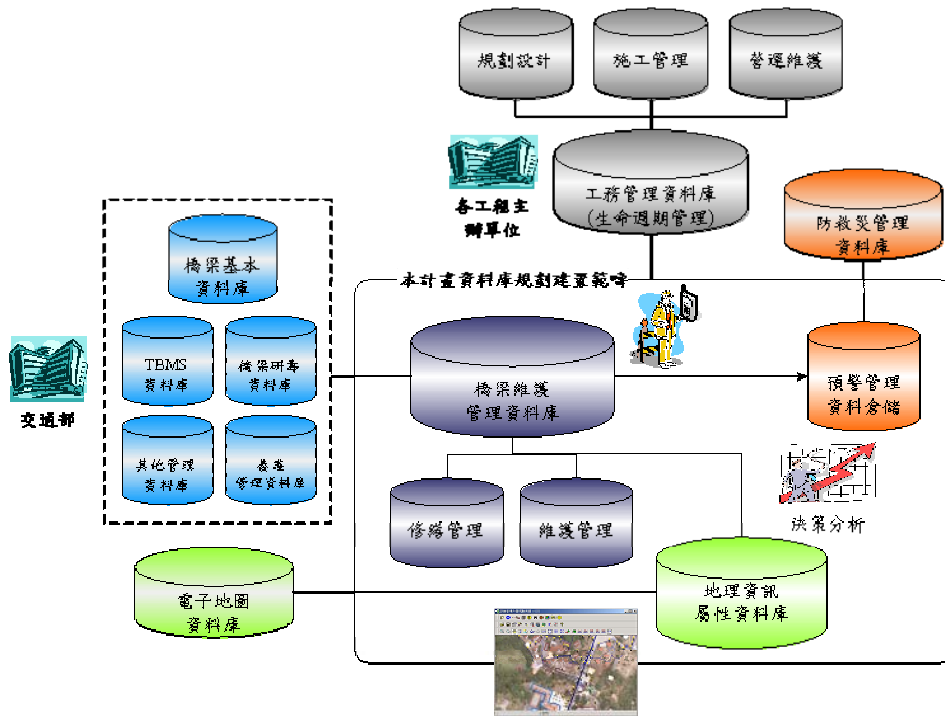


圖 6.4 資料庫整合規劃架構圖

圖 7.9 資料庫整合規劃架構

本研究將只進行相關系統之整合串連工作，不進行實際系統整合作業，系統整合之初步規劃構想建議採前端系統串連、系統取代及後端資料庫同步三種方式：(1)若系統間各自獨立未有資料重覆時，則建議直接以串連方式進行整合。(2)新系統功能若含蓋舊系統所有功能，則建議以取代方式處理。(3)系統間若有部份功能相同或資料會重覆建置時，則建議採用網路服務(Web Services)技術進行後端資料庫的即

時同步及更新作業，整合同步之資料可包括 XML 及 GML(OpenGIS) 等資料交換標準，以避免使用者重覆輸入資料。

7.4.3 系統架構與模組說明

本系統乃結合第四章橋梁延壽評估系統中原有的基本資料模組、服務功能模組、構件潛勢模組、構件劣化模組以及修復補強工法模組等，另加入巡檢養護模組、緊急通報模組、地理資訊模組以及整合決策模組；前評估階段所記錄之資訊均可直接或經由分析間接作為下一階段橋梁維護管理之參考。表 7.10 所示將功能模組分為路網層級及專案層級，其中路網層級功能模組提供予中央主管層級及橋梁管理層級單位進行路網層級橋梁管理作業，而專案層級功能模組則提供橋梁維護層級單位進行專案層級橋梁延壽管理作業之用。圖 7.10 為橋梁維護管理系統各功能模組、需求資料和模組功能解說。

表 7.10 使用者功能模組需求說明

層級	功能模組	欄位	使用者層級區分			
			中央主管層級	橋梁管理層級	橋梁維護層級	
專案層級	1.基本資料模組	電子圖說		√	√	
		基本資料		√	√	
		幾何資料		√	√	
	2.巡檢養護模組	DERU 資料		√	√	
		巡檢紀錄		√	√	
		養護表單		√	√	
		相片簿		√	√	
	3.構件潛勢模組	地震評估		√	√	
		沖刷評估		√	√	
		土石流評估		√	√	
	4.構件劣化程度模組	服務構件指標		√	√	
		結構構件指標		√	√	
		耐久性評估		√	√	
	5.修復補強工法建議模組	維修成本最佳化		√	√	
		檢測頻率最佳化		√	√	
		工法成本最佳化		√	√	
		施工紀錄		√	√	
		維修記錄		√	√	
	路網層級	6.優選排列模組	服務功能指標	√	√	
			橋梁綜合指標	√	√	
7.緊急通報模組		受災橋梁資料	√	√		
8.地理資訊模組		GIS 欄位	√	√		
9.整合決策模組		--	√	√		

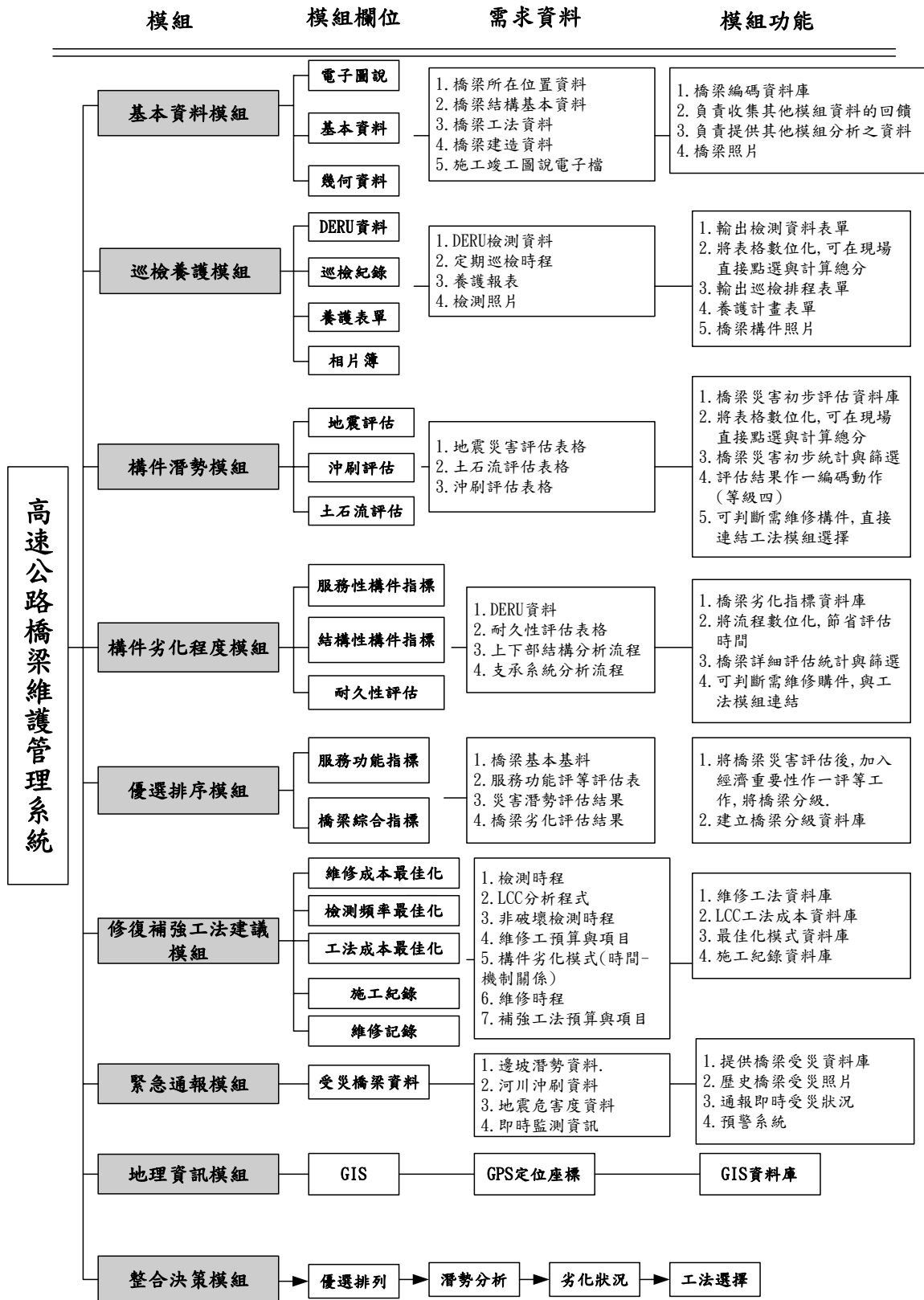


圖 7.10 橋梁維護管理系統各模組功能解說

一、基本資料模組

橋梁基本資料庫為整個橋梁維護管理系統的運作核心，其內容主要依據第四章所敘述之基本資料欄位與編碼，主要在此加入一橋梁施工照片與電子竣工圖檔，以供日後使用者變更設計參考之用。使用者能方便地輸入、編輯各項基本資料。而此模組主要提供橋梁維護層級人員操作使用。系統使用者可於本模組中對轄區內之橋梁基本資料進行橋梁的列印、新增、編輯、刪除等作業，並提供使用者對該轄區內之橋梁進行自由查詢。表 7.11 為模組功能說明。

表 7.11 基本資料模組功能說明

模組名稱	基本資料模組
功能描述	1.橋梁編碼資料庫 2.負責收集其他模組資料的回饋 3.負責提供其他模組分析之資料 4.橋梁照片
需求資料	橋梁所在位置資料、橋梁結構基本資料、橋梁工法資料、橋梁建造資料、施工竣工圖說電子檔
輸出	基本資料表單、幾何圖說檔

二、巡檢養護模組

本模組為橋梁維護管理所新增模組，就養護計畫所需協助支援的養護作業項目，進行評估優先序及是否可以電子化的方式協助進行如養護計畫擬定、相關文件管控、績效評估擬定及資源分配管理等工作。並結合 BMS 之目視檢測資料，加入定期目視檢測時程紀錄與不定期紀錄欄位，目的是收集每年橋梁檢測時間與頻率，以及 DERU 資料作後續分析之用。表 7.12 為模組功能說明。

表 7.12 巡檢養護模組功能說明

模組名稱	巡檢養護模組
功能描述	1.輸出檢測資料表單 2.將表格數位化,可在現場直接點選與計算總分 3.輸出巡檢排程表單 4.養護計畫表單 5.橋梁構件照片
需求資料	DERU 檢測資料、定期巡檢時程、養護報表、檢測照片
輸出	DERU 檢測報表、檢測相片、養護報表、巡檢紀錄

三、構件潛勢模組

此模組主要沿用第四章橋梁評估系統流程模組，其主要將台灣地區橋梁常見之受災情形，區分為地震、沖刷與土石流，並利用各災害評估表格建立橋梁災害潛勢資料，此資料將為後續綜合指標和分析之後。表 7.13 為模組功能說明。

表 7.13 構件潛勢模組功能說明

模組名稱	構件潛勢模組
功能描述	1.橋梁災害初步評估資料庫 2.將表格數位化,可在現場直接點選與計算總分 3.橋梁災害初步統計與篩選 4.評估結果作一編碼動作 5.可判斷需維修構件,直接連結工法模組選擇
需求資料	地震災害評估表格、土石流評估表格、沖刷評估表格
輸出	地震災害評估表格、土石流評估表格、沖刷評估表格

四、構件劣化程度模組

此模組主要沿用第四章橋梁評估系統流程模組，其主要將橋梁目視檢測資料中的 DERU 值，區分為結構性橋梁構件與服務性橋梁構件(其說明見 4.4 節)，除建立各項指標之外，也將混凝土材料之耐久性評估表格納入，將材料耐久性量化分析，並利用各指標值與評估表格建立橋梁構件劣化資料，此資料將為後續綜合指標和分析之後。表 7.14 為模組功能說明。

表 7.14 構件劣化程度模組功能說明

模組名稱	構件劣化程度模組
功能描述	1.橋梁劣化指標資料庫 2.將流程數位化,節省評估時間 3.橋梁詳細評估統計與篩選 4.可判斷需維修構件,與工法模組連結
需求資料	DERU 資料、耐久性評估表格、上下部結構分析流程、支承系統分析流程
輸出	服務性構件指標 PI 值、結構性構件指標 PI 值、耐久性評估值

五、優選排列模組

本模組主要用以提供橋梁管理單位，針對其所轄所有橋梁，進行橋梁維護管理之優選排序，以使其有限之經費及人力能作有效之運用。本模組整合橋梁重要性評等指標(服務功能性指標)以及前述模組之服務構件 PI 值、結構構件 PI 值指標、災害評估分數結合成橋梁綜合

性指標(見 4.4 節)，供使用者決策橋梁優選排列。表 7.15 為模組之功能說明。

表 7.15 優選排列模組功能說明

模組名稱	優選排列模組
功能描述	1.將橋梁災害評估後,加入經濟重要性作一評等工作,將橋梁分級. 2.建立橋梁分級資料庫
需求資料	橋梁基本基料、.服務功能評等評估表、災害潛勢評估結果、.橋梁劣化評估結果
輸出	重要性評等(服務功能性)、橋梁綜合性指標

六、修復補強工法建議模組

此模組主要沿用第四章橋梁評估系統流程模組以及第五章最佳化模式分析結果，共區分為維修最佳化欄位、檢測頻率最佳化、工法成本最佳化、施工記錄以及維修記錄。其中本研究最佳化模式已初步擬定維修門檻最佳化模式，而施工紀錄主要需要各工務段養護單位紀錄每一次橋梁補強、例行性維修之時間、項目、經費，以供後續管理者編列維修養護預算之用，以及決策者利用橋梁生命週期成本估算時最佳參數資料。表 7.16 為模組功能說明。

表 7.16 修復補強工法建議模組功能說明

模組名稱	修復補強工法建議模組
功能描述	1.維修工法資料庫 2.LCC 工法成本資料庫 3.最佳化模式資料庫 4.施工紀錄資料庫
需求資料	檢測時程、.LCC 分析程式、.非破壞檢測時程、維修工預算與項目、構件劣化模式(時間-機制關係)、維修時程、.補強工法預算與項目承系統分析流程
輸出	最佳化模式篩選、施工紀錄報表、維修記錄項目與金額報表

七、緊急通報模組

為使災害發生後能迅速掌握災情並予以反應提供橋梁管理、維護層級使用者與交通部之間的聯繫管道，其中加入重要災損橋梁之即時監測預警系統和長期監測橋梁資料，並希望整合地區災害潛勢、危害度分析系統。將橋梁所在區域之自然災害潛勢分析出來，以供使用者參考。以期協助上級單位掌握災情和橋梁即時現況。表 7.17 為模組之功能說明。

表 7.17 緊急通報模組功能說明

模組名稱	緊急通報模組
功能描述	1.提供橋梁受災資料庫 2.歷史橋梁受災照片 3.通報即時受災狀況 4.預警系統、監測系統
需求資料	邊坡潛勢資料、河川沖刷資料、地震危害度資料、即時監測資訊
輸出	自然災害潛勢數化 GIS 檔、監測資料、預警影像、受災橋梁資料

八、地理資訊模組

本模組可於 GIS 圖層中經由 GIS 查詢功能查詢某座橋梁於圖層上周邊之相關資料，和由緊急通報模組產生之自然災害潛勢分析數化檔，表現在圖層上。

九、整合決策模組

沿用第四章所及之橋梁延壽評估系統流程，利用物件導向式收集上述模組資訊，經由基本資料、優選排序、潛勢分析、劣化狀況、最後利用最佳化模式提供出工法以及維修對策。