

# 國道工程 回顧與展望

◎ 關鍵詞：國道工程、環境保護、生態維護、全面品管、永續發展

- 1 交通部國道新建工程局／局長／曾大仁
- 2 交通部國道新建工程局／主任工程司／李勝宗



中山高速公路於民國67年全線通車後，第二高速公路、北宜高速公路及國道6號南投段亦相繼完工通車，目前國內完成之國道總里程已近1,000公里。數十年來，工程單位經由施工經驗之累積與回饋，並結合產業及學術界對技術及管理層面之研究探討，國道運輸功能已大幅提升。隨著時代進步，國人對生活品質的要求亦日益提高，國道建設中亦逐步融入環境保護、水土保持、景觀美學等理念。在國家資源及財力有限情況下，未來國道建設除重視新工法、新材料之研發引進，以達到安全、經濟、效率等要件外，更應注重環境保護與生態維護，落實生命週期全面品質管理，以期達成永續發展之理想。

## 壹、前言

臺灣地區公路系統原以省道為主幹，縣鄉道為支線，奠定了民國40年代至60年代台灣經濟發展的基礎。隨著經濟的繁榮，部分省道，尤以西部幹線已無法負荷日益增加之交通量。及至60年代，政府推動十項建設，待臺灣第一條高速公路--中山高速公路於67年10月全線通車，帶動區域間經濟活動，加速中小企業發展，使得國民所得大幅提高，車輛持有率及運輸需求急遽成長，致使中山高速公路逐段呈現壅塞現象，尤以北部路段為甚，嚴重影響西部走廊運輸效率。故政府於民國76年分段開始興建第二高速公路，二高全線於93年1月完工通

車。為兼顧臺灣東西部均衡發展，改善區域交通，第二高速公路興建同時，政府亦陸續推動國5北宜高速公路及國6南投段建設，該二計畫分別於95年6月及98年3月完工通車，整體國道路網已從臺灣西部平原逐步往山嶺區延伸（圖1）。

隨著時代進步，國民所得增加，國人對生活品質的要求亦日益提高，國道路網推動，不應僅考慮運輸需求，亦須兼顧環境保護、水土保持、生態景觀、生活品質等面向；且在國家有限資源及國際激烈競爭情況下，未來工程應當以更有效率，兼具創新之思維來推動，以符合永續發展為需求。



圖1 臺灣區國道路網平面圖

## 貳、國道建設回顧

從民國58年即開始規劃設計之中山高速公路至今（98）年甫完工通車的國道6號南投段，國道公路建設一路走來已40個年頭，每條高速公路之成長歷程有其不同之時空背景，也見證了社會環境的變遷，其規設理念及所採用之工法、材料亦隨著時代進步而異，以下謹就各代之國道工程作一回顧。

### 一、國道1號中山高速公路

自40年代以來，臺灣西部幹線公路（臺1線）交通量幾乎成幾何級數成長，原有公路容量不足，造成交通嚴重癱瘓，影響國計民生。民國55年10月，當時的省公路局提出「西部幹線闢建新線直達公路計畫芻議」，並於58年1月與美國帝力凱撒工程顧問公司（DeLeuw Cather International Consulting Engineers）簽訂南北高速公路顧問服務契約，由政府自籌部分資金及配合國外貸款，於臺灣西部縱貫走廊，北起基隆，南迄高雄逐段興建一條高速公路，並優先辦理北部三重至中壢段工程 [1]。

#### (一)工程概要

中山高速公路全長373 km(公里)，本工程於民國60年8月開工，67年10月全線完工通車。剛完工時，除臺北及高雄都會區部分路段為6車道或8車道外，其餘338 km均為4車道。本高速公路共設32處交流道，平均間距約11 km。全線由北而南共設10處收費站，收費系統採主線柵欄式收費。



#### (二)設計與施工

中山高速公路主體構築型式主要分為路堤、路塹、橋梁、隧道等，依據路線所經區域之地形、地質、排水、人口分布、土地利用情形及建設成本等因素作配置考量。中山高速公路建設時期因政府財源有限，故建設成本為重要考量因素，全線路堤約占90%、橋梁9.8%、隧道僅占0.2% [2]。

中山高速公路之路面除在10個收費站前後因考量車輛起動與煞車頻繁，以及在三重台北交流道附近約1 km長路段因配合連續性橋梁，採用混凝土剛性路面鋪築外，其餘路段均鋪築柔性路面，其鋪設之瀝青混凝土多直接使用廠拌瀝青混和料，以自動控制鋪築機鋪設，與以往省道相較，不僅施工速度增快，技術與品質均大幅提升 [2]。

中山高速公路橋梁設計除考量結構安全外，施工性及經濟性亦為主要考量因素，除非特殊情況，上部結構大多採用標準斷面，下部結構則因應地形、地質、跨度而設計不同形式之橋墩、橋台與基礎。上部結構除圓山橋採場鑄懸臂工法施工、大直橋採預拱鋼梁外，其餘河川橋大多採用預鑄預力I型梁吊裝工法，橋孔跨徑約為20~40m之間，而穿越橋及跨越橋則以就地支撐場鑄箱型梁工法為主 [3]。

#### (三)中山高速公路拓寬工程

政府十大建設完成後帶動臺灣經濟繁榮，交通量急遽成長，已完成的中山高部分路段交通量已趨於飽和。為提升交通品質，乃從民國68年起，將三重至林口段由6車道拓寬為8車道、林口至機場交流道由4車道拓寬為6車道，且為配合其後交通量需求，陸續辦理下列拓寬計畫 [1]：

##### 1.林口--楊梅段拓寬計畫

為提高通往桃園國際機場之服務品質及因應北部路段急遽膨脹之交通量，乃於民國73年開始將林口至機場交流道由6車道拓寬為8車道；機場交流道至楊梅交流道之車道拓寬為6車道，全長約26 km，本拓寬計畫於76年完工。

##### 2.汐止--五股段高架拓寬計畫

鑑於臺北都會區交通成長超乎預期，交通嚴重壅塞，為解決該

地區交通困境，自汐止交流道以南至五股交流道，全長約21 km，利用路權內之邊坡採高架方式進行拓寬，其中汐止至淡水河橋兩側各2車道，淡水河橋至五股交流道兩側各為3車道。本路段於民國80年9月陸續開工，至86年10月全部完工。

### 3.楊梅--高雄段拓寬計畫

自民國82年北二高通車以來，造成中山高楊梅交流道以南多處路段交通嚴重阻塞，故楊梅以南至高雄，全長301 km亦分階段進行拓寬，主要於沿路兩側各增加1車道。本計畫於83年11月起分段開工，至96年12月完工。

### 4.國道1號五股至楊梅段拓寬工程

中山高速公路北部路段行經臺灣政經中心，聯結桃園國際機場，帶來大量車流，雖於民國70年代經過拓寬，但道路

本拓寬工程北起銜接汐五高架，南止於楊梅收費站以北（統一里程31k~71k），原則採高架拓寬方式。車道配置上，五股交流道~泰山轉接道及中壢戰備道以南為雙向各2車道，泰山轉接道至中壢戰備道路段為雙向各3車道，並於泰山轉接道至中壢轉接道間之內側車道設置為高乘載專用道。本工程平面配置及斷面示意圖如圖2與圖3所示。預計98年底全部發包，101年底完工通車。

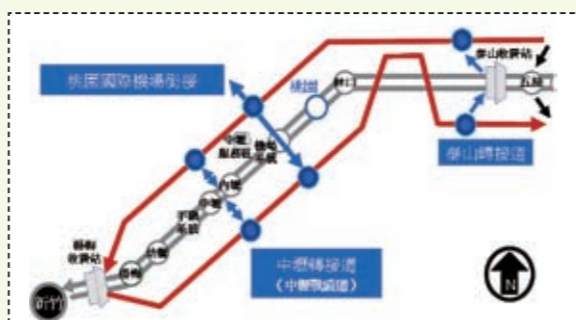


圖2 五楊段拓寬工程平面示意圖  
(摘自五楊段拓寬工程規劃報告)



圖3 五楊段拓寬工程斷面示意圖  
(摘自五楊段拓寬工程林口中壢段設計簡報資料)

服務水準仍持續下降，因此政府決定中山高五股楊梅段進行拓寬改善，此改善計畫已於民國97年8月完成可行性研究，同年12月起接續辦理規劃設計作業。

## 二、國道3號第二高速公路

中山高速公路自通車以來，其大量而快速的運輸功能，使臺灣地區的公路運輸呈現嶄新面貌，對國家整體經濟發展貢獻至鉅。惟隨著國家經濟持續快速成長，國民所得日益提高，車

輛持有率急遽增加，中山高各路段逐漸呈現飽和現象，為紓解中山高擁擠的交通，擴大高速公路服務範圍，國道高速公路局於71年研提「臺灣地區國道高速公路系統中長期計畫芻議」，並奉核定於75年開始推動北部第二高速公路汐止新竹段建設，76年7月北二高開始動工興建。二高後續計畫亦於78年7月奉行政院核定推動。

民國79年1月國道新建工程局奉准成立，接續辦理北二高施工以及二高後續計畫規劃設計作業，二高全線（含國道2、3、4、8、10號）規劃作業於79年12月完成，並陸續分段興建。

### (一)工程概要

第二高速公路北起基隆，南至屏東林邊，主線長432 km，環支線長86 km。主線除中和至鶯歌及霧峰至南投為8車道，九如至林邊為4車道外，其餘均為6車道，環支線大多為4車道。二高全線共有系統性交流道13處，服務性交流道55處，收費站11處，服務區7處。本計畫自民國76年7月開工，93年1月全線通車。

### (二)設計與施工

二高全長518 km，建設規模龐大，規設與施工皆需審慎考量社會成本、環境保護、經濟效益等因素，再加上臺灣地區特殊地形與地質條件，因此橋梁與隧道長度之比率大為增加。為有效提高工程效率，諸多新理念、新工法及新材料被引進，不僅增進施工效率、節省成本、提升品質，亦落實扶植國內優秀廠商、培育眾多優秀工程人員，工程執行過程曾獲多項工程獎項之肯定。

#### 1.路線規劃

二高路線之幾何設計標準係以交通部75年頒布「公路路線設計規範」為主，並

參考美國AASHTO、日本道路公團等有關之設計準則。除北部行經丘陵及山嶺區路段採90~100 km/hr設計速率外，其餘主線設計速率均以120 km/hr為標準；環支線除銜接地區道路之路段外，皆以100 km/hr為設計標準。

第二高速公路路面以柔性路面為主，但剛性路面鋪築範圍已大幅增加，包括部分爬坡車道、收費站、部分隧道路面及服務區的重車停車場等。另為因應大幅增加之交通量及重車超載等問題，中南二高設計時，將密級配瀝青混凝土面層設計由10 cm增加至15 cm，並將瀝青膠泥等級由AC-10改為AC-20，以提升路面穩定性。開放級配之孔隙率亦予以適度調整，以利於路面排水，增進行車安全 [4]。

#### 2.橋梁工程

第二高速公路共有橋梁353座，總長約157.5 km，約占主線長度37%。為使工程進行順利，工程單位乃有計劃地引進自動化、機械化等先進施工方法，同時結合區域景觀，橋梁造型嘗試多樣變化，並因應耐震設計觀念，不斷研發應用新材料，帶領國內橋梁技術邁入新里程。二高興建時期引進之橋梁新工法主要有節塊推進工法、支撐先進工法、預鑄節塊工法、預鑄斜撐版配合場鑄箱型梁合成工法等。引進之新材料有高性能混凝土、鉛心橡膠支撐墊等。本路線較具代表性之景觀橋有瑪陵坑拱橋、碧潭橋、竹東跨越橋（π型橋）、水上跨越橋（拱橋）以及高屏溪斜張橋主跨徑長330 m，橋塔高183.5 m，為當地顯著之地標（圖4）。



圖4 高屏溪斜張橋 (齊柏林攝)

### 3. 隧道及大地工程

第二高速公路完工後全線共有14處28座隧道，路線長度共13.7 km（雙孔為27.4 km）。主線隧道大多為三車道斷面，開挖斷面積達120~160 m<sup>2</sup>，其中北二高新店隧道部分斷面為四車道，開挖斷面積高達230m<sup>2</sup>，實為罕見超大斷面公路隧道。除部分隧道因地質或環境因素採懸臂式鑽掘機（Roadheader）等機械開挖外，本路段隧道採新奧隧道工法（NATM—New Austrian Tunneling Method）施作，施工中配合地質地形條件，引進鋼纖維濕式噴凝土、桁型鋼肋、管幕工法等新技術或新材料，洞口亦儘量採淺覆蓋進洞並維持當地自然景觀（圖5）。

為減少用路人行車壓迫感，二高主線上已避免過度高陡之邊坡設計，並盡量以植生護坡取代噴凝土或混凝土護坡。為兼顧邊坡穩定與保護問題，格梁加錨筋配合植生護坡為二高普遍採用之工法。

### 4. 建築及景觀

國道3號沿線建築工程包含服務區、收費站、路邊停車場等設施，景觀工程則包含橋梁、隧道景觀、公路植生、隔音牆造型及公共藝術設置等。由於民眾對生活與環境品質之需求日益提高，高速公路之興建除要達到交通運輸基本功能外，亦應同時著重如何營造公路沿線的景觀美化。如服務區除注重建築造型之美觀與獨特性外，並致力於周遭環境與整體景觀之密切配合（圖6）；在收費站方面強調地方環境與文化特色；橋梁則配合功能需求與當地地形、景觀，營造出具地方特色之地標。

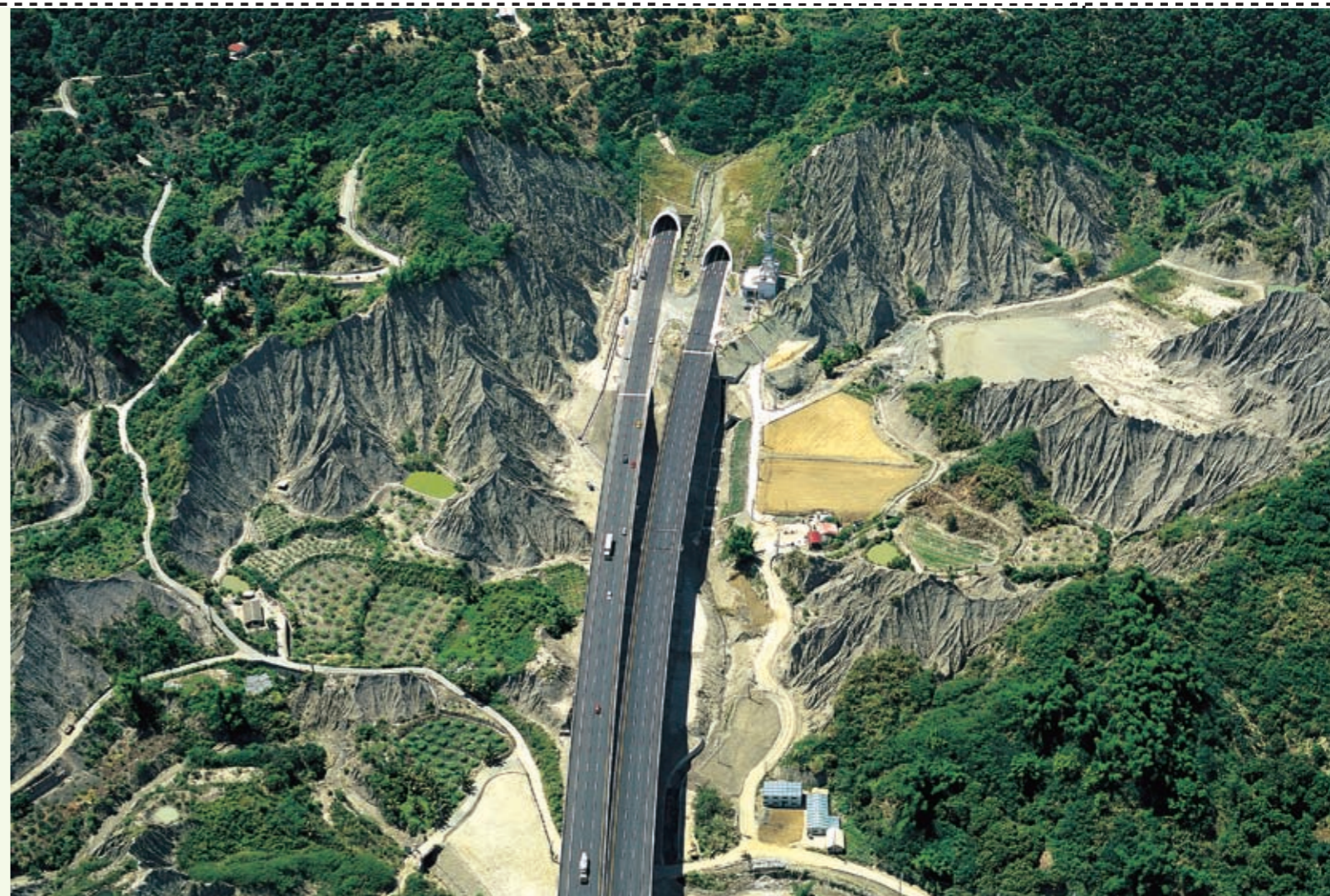


圖5 中寮隧道北洞口 (齊柏林攝)



圖6 東山服務區

### 5. 交通設施

交通設施範圍廣泛，包含交通控制系統、機電系統、收費站、地磅站、護欄等，與行車安全息息相關。國道交通設施主要依據交通部與內政部頒布之標誌、標線、號誌設置規則，並參考國外相關規範及國工局編訂之標準圖進行規劃設計。由於第二高速公路係分段興建，交控系統除需注重整體路段系統之整合與一致性外，進場建置期程亦需與土建標進度密切配合。與中山高速公路相較，二高隧道之數量與長度均大幅增加，尤其北部基隆至中和段主線即布設

了10處隧道，形成綿延之隧道群，其機電安全設施包含電力、照明、通風、消防、火警偵測及監控等子系統。

二高全線共有11處收費站，均採主線柵欄式收費系統設計，以人工收費方式作業。為因應電子自動收費之潮流，高公局已於民國88年起於樹林及龍潭收費站設置主線電子自動收費系統，並於汐止收費站測試大貨車電子收費系統，以作為未來全面實施電子收費之參考依據。目前中山高及二高部分收費車道已設置電子自動收費系統，並採人工與電子收費方式併行作業。

#### 6. 用地取得

第二高速公路縱貫臺灣西部走廊，沿線共經過18縣市，總計徵收撥用土地達4,854公頃，補償費計達1,366億餘元 [5]。民國76年用地取得作業之初，因適逢國內社經環境變遷，民意高漲，用地取得作業困難。為求有效解決問題，國工局除貫徹依法行政、注重溝通協調、保障業主權益外，並研採諸如「交通建設工程用地徵收獎勵專案」、「臺灣地區國道高速公路工程用範圍內拆除住宅及工廠重建處理案」；同時為處理龐大土地資料，乃建立「用地地籍資料庫」；另因用地取得作業人力龐雜，時程緊迫，為配合人力精簡，國工局亦推行用地取得作業委外制度，均屬全國首創，且對用地取得作業產生莫大助益。

### 三、國道5號北宜高速公路

宜蘭位處臺灣東北部，東邊面臨太平洋，另三面群山環繞，因此造就了宜蘭特殊的聯外交通風貌。為加速臺灣東部繁榮發展，縮短臺北都會區和蘭陽地區的行車時間，政府自民國77年正式推動「國道南港宜蘭快速公路計畫」，之後奉示將規劃路線由宜蘭頭城延伸至蘇澳，計畫名稱修改為「北宜高速公路計畫」。

#### (一) 工程概要

北宜高速公路起自北二高南港系統交流道，經石碇、坪林後，以12.9 km長的雪山隧道穿越雪山山脈直抵蘭陽平原。路線出雪山隧道南口後，以高架橋繼續南行，經宜蘭、羅東至蘇澳，全長共55 km，除部分爬坡路段外，全線均以雙向各2車道布設，主線並於終點預留進入蘇澳山區路線以備未來與蘇花段相接。本計畫南港頭城段因屬山嶺區，設計速率為80 km/hr，車道寬度為3.5 m；頭城蘇澳段為平原區，其設計速率為120 km/hr，車道寬調整為3.65 m。本路線共有6處交流道，分別位於石碇、坪林、頭城、宜蘭、羅東及蘇澳，另有服務區及收費站各1處，分別位於石碇及頭城。

本計畫南港頭城段地形險峻，且通過水源水質保護區，為維護自然景觀及降低對環境衝擊，全線大多以隧道橋梁構築。北宜高全線共有5處隧道，單線總長20.1 km；橋梁總長28.6 km，其餘5.8 km為路堤路塹，橋梁隧道長度約占全線90%。本計畫自民國80年7月從雪山隧道導坑開始施工，95年6月全線完工通車。

#### (二) 設計與施工

本計畫5處隧道中，除雪山隧道採雙



圖7 冬山河橋

主坑加一分離式導坑外，其餘四處隧道均為雙孔單向行車設計。隧道內車道寬度為3.5 m，淨高為4.6 m，與國道工程其他隧道標準不盡相同。隧道開挖以鑽炸方式，採新奧工法施工，惟12.9 km長的雪山隧道因基於工期、環境、地形及工程技術等考量，採鑽炸法與全斷面隧道鑽掘機（TBM）混合施工。由於雪山隧道斷層及剪裂帶密布，豐沛之地下水以及南段綿延約4 km長之四稜砂岩，TBM進展不盡順利，最後改以較具彈性之鑽炸法並從通風豎井增闢工作面，前後歷經15年時間方完成。

占全路線長度53%的橋梁工程亦為本計畫特色之一。通過水源水質保護區之橋梁大多選擇懸臂工法、節塊推進及支撐先進等工法，避免就地支撐等傳統施工方式。本路段橋墩高度介

於25~60 m，最高橋墩位於烏塗溪橋，高達65.5 m [6]。

本計畫頭城蘇澳段位於蘭陽平原，考量該區域之土地利用及未來發展，除起點銜接頭城交流道約0.5 km為路堤外，餘皆以四車道高架橋構築，橋下局部布設四線平面側車道。為節省用地，橋梁採雙向共構方式配置，上部結構主要採用場鑄箱形梁配合預鑄斜撐板斷面或預鑄節塊預力箱形梁斷面，下部結構採單柱配置。蘭陽平原位於強震區，地層大多由砂土及粉土構成，故本段主線橋基大多使用1.5 m直徑之全套管基樁，樁長約35~55 m。本段主要景觀橋為冬山河橋，該橋係採南下及北上車道分離，且側車道與主線合併施作，橋長為375 m，主孔跨徑187 m，拱高約20 m，造型為預力混凝土箱形梁加勁式拱橋，如圖7所示。

(三)環境保護與區域發展

北宜高速公路行經翡翠水庫水源水質保護區，外界常質疑本道路之興建是否影響自然環境及蘭陽地區發展。依據翡翠水庫管理局網站資料顯示，自北宜高速公路通車以來，水庫水質不但並無惡化，甚至呈現大幅改善現象，其卡爾森優養指數（簡稱CTSI）甚至接近貧養（水質較佳）狀態，如圖8所示 [7]。

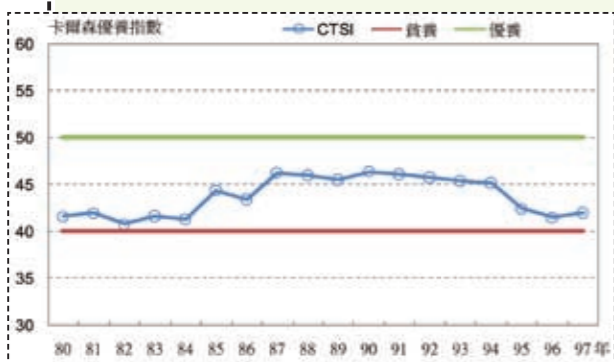


圖8 翡翠水庫歷年卡爾森優養指數趨勢圖

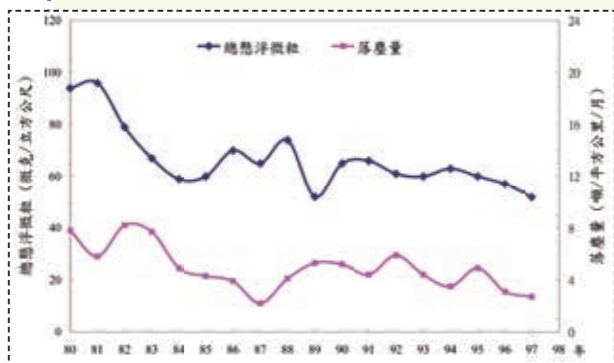


圖9 宜蘭縣歷年空氣品質趨勢圖



圖10 宜蘭住宿服務業歷年遊客、房間數及稅收趨勢圖

北宜高速公路通車後，帶給蘭陽地區民眾行的便利，也帶來大量車流。依據宜蘭縣政府環保局在蘭陽地區所設的空氣品質監測站顯示，該區域自民國80年來之總懸浮微粒（TSP）始終維持在標準值250 μg/m<sup>3</sup>以下，落塵量均低於低污染（0~5 噸/平方公里/月）或輕微污染（5~10 噸/平方公里/月）之標準值，且自北宜高通車以來該兩項指標皆低於歷年來平均值 [7]，如圖9所示。

縮短城鄉距離、促進區域均衡發展、活絡地方經濟亦為北宜高速公路興建主要目標。北宜高通車不僅縮短臺北宜蘭之行車時間，對蘭陽地區產業發展助益頗大。依據宜蘭縣政府統計資料，自85年來宜蘭住宿服務業歷年遊客、房間數及稅收均逐年增加（圖10），並無因長隧道開通而對當地產業造成負面影響 [7]。

(四)雪山隧道通風系統

雪山隧道南北兩洞口高程相差164 m，南下線為下坡，北上線為上坡。本隧道採用縱流式通風系統，設計時決定將南下與北上線不同通風情況加以混合利用，全線共設置3組通風豎井，每組通風豎井之進氣井與排氣井分開設立，相距50 m。另於兩組通風豎井中間及第3號豎井與南洞口間共設置3組通風中繼站，必要時可將南下及北上線之空氣相互調和，形成獨特的通風迴路，如圖11所示。

四、國道6號南投段

民國79年3月，臺灣省公路總局即已完成「中橫快速公路計畫可行性研究」，83年3月

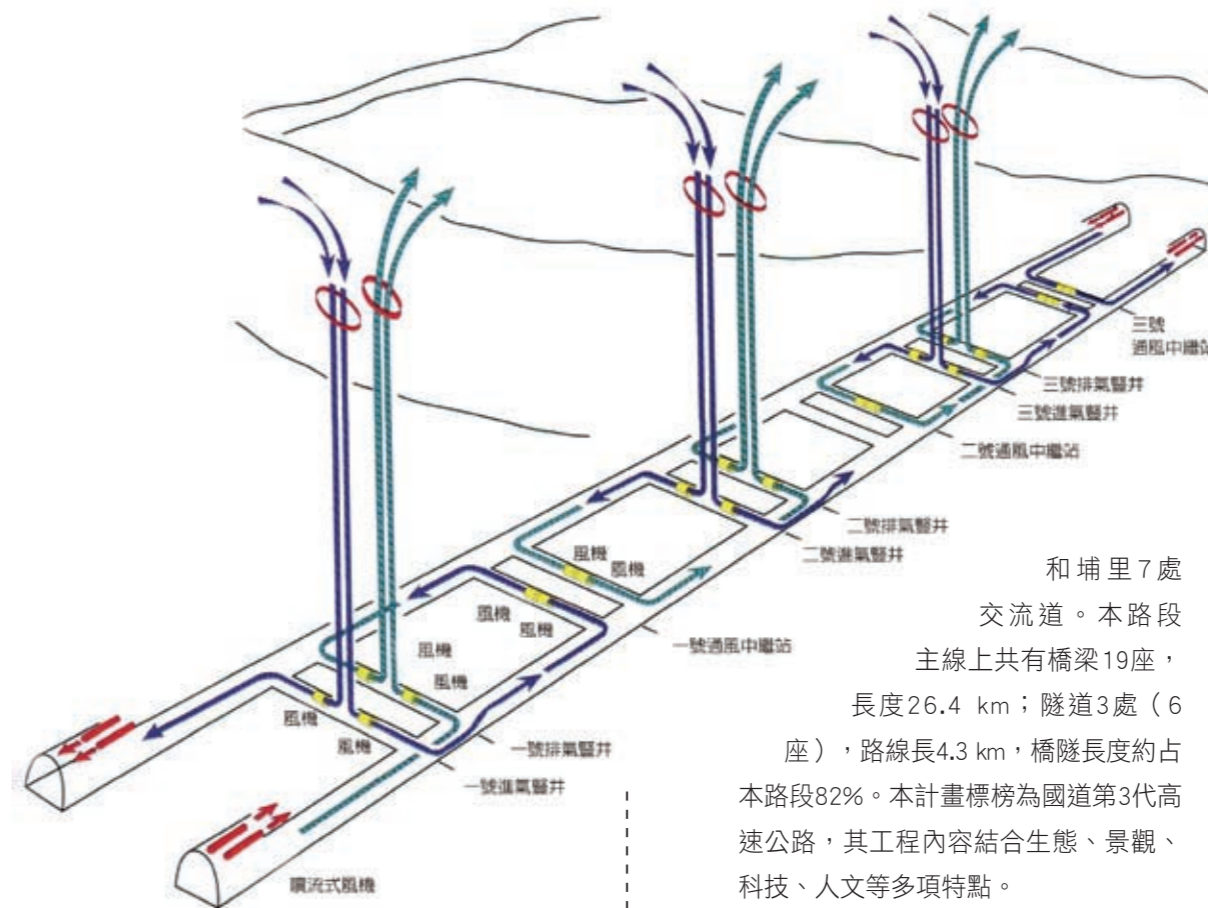


圖11 雪山隧道通風系統圖

國工局接續辦理該計畫第二階段可行性研究，並於次年完成報告。中橫計畫西起台中縣霧峰，東迄花蓮吉安鄉。因該計畫穿越脊梁山脈，存在諸多不確定因素，故政府決定先從霧峰埔里段開始興建，計畫名稱定為「國道6號南投段建設計畫」，87年11月工程開始設計，93年1月動工興建。

(一)工程概要

國道6號南投段為一雙向四車道高速公路，車道寬度3.65 m，設計速率100 km/hr，路線西起臺中縣霧峰，與國道3號銜接，沿線經過草屯、國姓，東迄埔里，總長37.6 km。全線設置有中橫系統、舊正、東草屯、國姓、北山、愛蘭

和埔里7處交流道。本路段主線上共有橋梁19座，長度26.4 km；隧道3處（6座），路線長4.3 km，橋隧長度約占本路段82%。本計畫標榜為國道第3代高速公路，其工程內容結合生態、景觀、科技、人文等多項特點。

(二)設計與施工

國道6號南投段行經河流、山谷等地形，路線70%都以橋梁布設，橋梁之設計有其獨特之處，如本路段橋墩全面採用自充填混凝土，跨越橋亦首次試用輕質混凝土。除此之外，橋梁之造形亦兼顧力學與美學，如國姓高架橋長2,032 m，橋梁平均高度約為53 m（圖12），尤以跨越烏溪主河道之橋墩高達66 m，為目前國內國道最高橋墩。愛蘭交流道聯絡道為本路段進入埔里地區之指標，位於眉溪、南港溪合流口附近，視野開闊，為塑造地標意象，跨越南港溪之高架橋採脊背橋（Extradosed bridge）設計。脊背橋係利用較矮之橋塔配合外置預力之方式，減少上構之梁深，而其外觀又兼具斜張橋之視覺效果（圖13）。



圖12 國姓高架橋 (齊柏林攝)



圖13 愛蘭交流道脊背橋 (可文中攝)

國道6號南投段之路面工程大規模使用多孔隙瀝青混凝土 (PAC) 及石膠泥瀝青混凝土 (SMA) 等路面材料。路

堤路塹段鋪面之設計依序鋪築30 cm厚級配粒料底層、30 cm厚廠拌地瀝青處理底層、10 cm厚密級配瀝青混凝土、5 cm厚石膠泥瀝青混凝土和3 cm厚多孔隙瀝青混凝土，路面總厚度為78 cm；混凝土橋面版上則依序鋪築4 cm厚密級配瀝青混凝土和3 cm厚多孔隙瀝青混凝土；鋼橋面版上為依序鋪築4 cm厚熱鑄膠泥瀝青混凝土 (Guss asphalt) 和4 cm厚多孔隙瀝青混凝土 [8]。

### (三)環境生態友善設計

國道6號南投段依山傍水而行，沿線景緻優美，工程設計過程中，依「路線迴避」、「衝擊減輕」、「補償替代」等原則，採行各項對環境與生態友善之設計。路線盡量避開環境及生態敏感區，並以對原地干擾最少為原則，故沿線逾80%均以橋梁隧道通過，且橋梁上構儘量採用懸臂工法、支撐先進等工

法施工，以減少就地支撐的量體；河川橋以大跨徑設計減少落墩數，降低對河川之影響。位於山坡地之橋基儘量採用對地表破壞較少之工法，如井式基礎等，並以設置鋼棧橋之方式搭建施工便道以保持原地地被生態 (圖14)。本路段有一處高架橋橋台直接設置於隧道內，可減少大面積開挖 (圖15)。



圖14 鋼棧橋

本道路亦大量融入生態工法設計理念，如保留開挖路段表土覆蓋於邊坡，以保存當地種源並增益綠化效果；路側排水溝設置生物脫離坡道，讓誤入溝中小動物能自行脫困。本路線東草屯交流

道及愛蘭交流道周邊為農田，交流道腹地又與灌溉水路或溪流串連，故兩交流道因地制宜設置生態池 (圖16)。生態池係以2池或3池相連，池區水位高低不一，以蓄流一定水量於池中，採緩流水域之靜水池態設計，可有效提供生物復育之環境條件。



圖 15 埔里隧道西洞口 (可文中攝)



圖 16 愛蘭交流道生態池 (可文中攝)

### 參、國道工程未來展望

臺灣地狹人稠，天然資源有限，如何運用有限的資源，在進行工程建設之同時，加強國際間競爭力，提升國人生活水準且兼顧環境永續發展，可為我公路工程界共同努力的目標。國道建設曾帶動了臺灣經濟發展（圖 17），其未來展望大致可從下列層面探討：

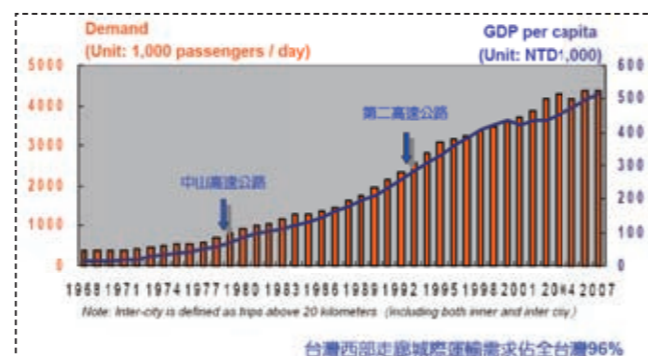


圖 17 交通與經濟發展圖  
(摘自歐晉德博士「臺灣高速鐵路建設」簡報檔)

#### 一、國道路網

臺灣西部走廊為國內政經中心，70%以上人口滙集於此區域，全臺灣超過90%之運輸需求亦集中於此廊帶。西部平原過度開發，不僅造成國土不當的利用，亦影響國人的生活品質。為了區域均衡發展、活絡臺灣經濟，完整且安全之幹道公路網有其必要性。未來臺灣地區整體幹道公路，當以經濟、安全且環保之方式往東部等地區連結，以永續經營的理念推動國家建設。

#### 二、工程技術

未來的國道工程技術發展將以高效率及符合環保訴求為原則，如發展漸進式橋梁工法 (Top-down method)、預鑄節塊橋墩或鋼管桁架橋等工法以降低對自然環境破壞並增進施工效率與品質。材料之採用應考慮節能減碳及資源再生利用，如高性能混凝土及輕質混凝土之研發等 [3]。因應氣候急遽變遷及臺灣河川特性，水理分析、橋河共治將是下階段國道設計不可或缺重點內涵。



未來的國道隧道工程仍占相當大的比率。由於臺灣地質變異性大，地下水豐沛，且隧道施工困難度高，故往往成為多數計畫的關鍵工程，未來隧道工法的選擇將以朝向安全、經濟、快速且符合環保原則為主。隧道之測量、鑽掘作業、地質探查測繪均為自動化且結合電腦作業；支撐之選用須兼顧安全、品質、安衛等需求，如自動化操作之濕式噴凝土、預鑄環片、高性能混凝土及自鑽式岩栓系統等均可列為主要的支撐構件。

路面工程技術不論在國道新工或養護管理作業均扮演重要角色，第二代高速公路（二高及北宜高）在路面設計上已有很大的進展，第三代高速公路（國6南投段）已全面使用石膠泥瀝青混凝土及多孔瀝青混凝土。今後吾人除了對已鋪設之新材料加以追蹤研究，累積實務經驗，進一步可針對臺灣的天候條件與交通實際狀況，落實本土化設計。

### 三、交通設施

為期高速公路建設能達國際水準，設施工程必須不斷引進新技術、新產品以滿足建設之需，例如電子收費系統、智慧型公路設施均屬之。為符合使用者付費原則，未來收費將改採里程收費方式；重車上匝道時，先採動態地磅篩選管理。長隧道通風系統將配合空氣品質、能見度、防火、維護及安全經濟等因素，送氣型半橫流式或排氣型縱流式（點排式）等效果較佳之通風系統將納入設計考量。

### 四、環境、生態及景觀

路廊規劃階段即盡可能迴避環境敏感區，以不破壞原有生態環境及景觀為原則，並避免大填大挖之設計且落實植生保護。於交流道等適當地點設置生態池，營造橋梁及各式建物之

景觀及落實綠建築等相關規定亦為今後努力方向。

### 五、用地取得

國道建設順利與否，用地取得扮演重要的一環。未來用地取得作業，除了與地方政府密切配合、加強與當地民眾溝通外，對於與時代脫節的法令規章亦應積極研修改進。隨著社會之民主化、經濟發展及科技進步，土地之利用已由傳統的平面利用轉為立體使用，用地取得已不能單純從功能需求考量，而需從法令、社會、科技等全方位思考。

### 六、全程計畫管理

國道工程的作業階段大致可分為可行性研究、規劃、設計、發包、施工、營運及維護等階段，其生命週期可長達百年之久。未來的國道工程應強調全生命週期的計畫管理，各階段的品質、進度、成本應綜合考量，全程管理。

### 肆、結語

自從民國58年著手進行中山高速公路規劃以來，國道建設已邁入40年，國道的成長，見證了臺灣經濟的奇蹟，也提升了國民生活水準。早期的國道公路規劃設計尚需藉重國外專家的協助，目前我國工程人員已具備獨立作業的能力。第一代高速公路主要以成本及運輸功能為重點；隨著民意的抬頭及科技進展，第二代高速公路橋梁隧道等構築比率大增，環境保護及景觀美學等概念日益受到重視。現階段則以永續發展理念，將工程與環境、人文、社會、經濟等各面向密切結合，並注重生命週期的全面品質。

由於地形上的限制及歷史發展的軌跡，地狹人稠的臺灣政經中心幾乎都集中於西部走廊，如何在妥善的國土規劃及維護環境資源前提下，完成全島幹道公路網建設，以維持臺灣均衡發展，為吾人今後努力目標。

### 參考文獻

1. 張荻薇、楊松隆等，「臺灣土木史叢書·道路工程篇」，中國土木水利工程學會，臺北（2008）。
2. 陳寶章，「國道規劃之回顧與展望」，國道工程之回顧與展望—國工局十週年局慶學術研討會，臺北，第5-6頁（2000）。
3. 方文志、陳國隆，「臺灣地區國道橋梁工程之昨日、今日與未來」，土木水利雙月刊，第三十六卷，第四期，第111-125頁（2009）。
4. 楊松隆、黃裔炎、高均約，「國道路面工程技術探討」，第二高速公路工程論文專輯（光碟片），國道新建工程局，臺北，第3-5頁（2003）。
5. 紀惟澤等，「第二高速公路興建專輯·用地取得篇」，國道新建工程局，臺北（2004）。
6. 陳國隆等，「北宜高速公路興建專輯·橋梁工程、大地工程篇」，國道新建工程局，臺北（2006）。
7. 鼎漢國際工程顧問公司，「國道5號南港蘇澳段通車前後調查分析計畫，第2階段成果報告」，第7.8-8.9頁，國道新建工程局（2009）。
8. 陳議標等，「國道6號南投段興建專輯·規劃篇」，國道新建工程局，臺北（編印中）。

國道1號新營高雄拓寬路段