土木工程建設與文明

陳清泉

土木工程（civil engineering）是一門善於應用自然界廣大能源，並創造人類福祉的科技。廣義的土木工程是土木與構造相關的設施、工程及建設的簡稱。由於土木工程涵蓋範圍相當廣，包括：屋、樓、城、堡、塔、道路、鐵路、橋梁、隧道、港、船塢、水庫、壩、堰、堤、圳渠、涵管、池塘等相關的研究、規畫、設計、建造、維修、養護、管理等，可了解土木構造物都與人們生活的食衣住行等基本需求息息相關。

人類文明表現在人們生活品質和水準的進步及提升，文化則指當地人們生活的歷史、社會、文學、教育、藝術、宗教、習俗、技術等活動狀態、紀錄、軌跡等，自人類有史以來，人們生活相關活動似乎無不與土木構造直接或間接相關。

哲理驅動土木建設

自有歷史記載以來，對於人類文化及文明具卓著正面影響的哲理及驅動者，在東方可推周公（西元前1100～1043年）制禮典章倡導「敬德保民」，孔子（西元前551～479年）、孟子（西元前372～289年）和儒家先賢等傳播仁義道德倡導「世界大同」，及至王陽明（西元1472～1529年）倡導「格物致知」等。古聖先賢數千年來弘揚以儒家哲理爲中心，傳導敬德保民、大同世界、格物致知、修齊治平等哲理，成爲東方文明及文化的基本核心動力。

較英明主政者，則秉持這些哲理，制定興邦裕民的法令制度、建造規範等，進而配合人民百姓的食衣住行等基本需求，推動相關的基本建設。

近代藉由「格物致知」與科學創新相配合，進而累積、傳授及創造與土木工程相關的智識和技術，於是建造出很多具有文明水準及文化意涵的屋宇、宮殿、城牆、圳渠、堰閘、堤壩、水庫、道路、鐵路、橋梁、隧道等土木工程構造物。歷經數千年來的建設，累積留下的東方文明及文化遺跡，眞是不勝枚舉。

在西方，對於人類文明及文化具重大正面影響者，可推古希臘蘇格拉底（Socrates，西元前470～399年）倡導「辯證法」，柏拉圖（Plato，西元前427～347年）倡導完美主義及抽象形式，及亞里斯多德（Aristotle，西元前384～322年）所倡導「邏輯」的實證、推理等。兩千多年來先賢的開釋及弘揚，潛移默化，到14至16世紀間歐洲的文藝復興大放光芒，使得藝術、科學、文學、工學等各類思想、知識、創作等，開始蓬勃發展而累積更豐富的成果；也使自由、民主、博愛等近代思想漸漸發展，並鼓勵科技創新。

伴隨著文藝復興及近代思想，歐洲各國開始進行工業化、企業化及自由貿易，建造許多精美的屋宇、城堡、宮殿、教堂、橋梁、圳渠、道路、鐵路、港埠等土木工程建設，留下西方文明及文化遺跡。由此可體會到人類文明演進及文化融合，與土木建設的關係非常密切。

歐洲於18世紀中葉工業革命及企業思潮興起，尤於1781年瓦特發明蒸氣機，1829年史蒂芬生發明蒸氣火車頭，工具開始機械化，增進起重及搬運能力，進而加快鐵路與公路的建造，拉近城鄉距離，加快人們及貨物交流。19世紀末愛迪生及特斯拉開發直流電及交流電，使世界各都市及鄉村能大放光明；另有20世紀初期福特大力發展汽車工業，使得各國公路及橋梁的建設更爲迫切。但在20世紀初至中葉，卻歷經兩次世界大戰，使歐亞各主要國家的城鄉、屋舍、工廠、交通設施等構造物受到嚴重摧殘。

第二次世界大戰於1945年結束後，各國較英明主政者秉持上述東西方哲理，爲避免戰爭、振興經濟及追求世界和平，並爲增加人民就業機會而加速土木工程相關的社會基礎建設，如：公路、鐵路、橋梁、隧道、自來水、水庫、下水道、捷運、高速公路、高速鐵路、航空站、港口、都市更新等各種大型建設。加上民主思潮興起，配合旺盛的自由貿易、企業機制及資本市場，促使民間企業相繼進行大樓、公寓、房舍、商場及觀光設施等興建、擴建或更新。

經六十多年來的積極建設，已快速提升了人們精神及物質的文明水準，也相對產生新文化。由此可體認土木工程關係著富國裕民建設，實可視爲一種提升人類文明水準的社會基礎建設，並使生活環境改善，且深耕文化與促使經濟繁榮。

土木類文化資產

文化遺產（cultural heritage）又稱文化資產，廣義而言，是具有歷史、文化、藝術、科學等價值或綜合價值，並經主管機構登錄的下列資產，計有：古蹟、歷史建築、土木設施、聚落、遺址、文化景觀、古物、傳統藝術、民俗及有關文物，以及自然景觀等。由於土木工程涵蓋範圍很廣，舉凡人們生活的食衣住行等需求相關的土木工程構造物等，常具有歷史、文化、藝術或科學（含工程）等價值，若經文化主管機關指定或篩選、清查後登錄者，都可成爲土木文化資產。

在各國的文化資產中，若能符合聯合國教科文組織（United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, UNESCO）的標準，經申請審查通過者，可列爲世界文化遺產（World Cultural Heritage）名單中，而做適當的文化資產保存，例如：金字塔、倫敦橋、長城、都江堰、故宮、天壇、明十三陵等。

近半世紀以來，除了爲供應人們「食」、「衣」的需求，所做爲農漁牧業增產所需的水利建設外，也爲人們「住」類的需求，於城、鄉建設住宅、樓房、自來水、汙水排水等，更加上爲大眾「行」的需求，進行鐵路及公路網的擴充，海運及空運網的建設等，促進各方人

員來往、貨物暢通及文化交流，進而促使經濟迅速繁榮擴及全球。

各國各地區爲增強陸、海、空運輸能力，陸續擴建鐵路、公路網，以及地鐵、捷運系統、高速公路、高速鐵路、磁浮鐵路、海港、機場等土木相關建設。因此，對於加速文化交流，並快速提升各地區人類文明的水平，土木建設所做貢獻及成效有目共睹。

「有形文化資產」大部分屬於土木建築類資產，其中形體較大者，計有：古蹟、歷史建築、建築與土木設施、聚落、遺址等。廣義土木（含建築）設施的文化性遺產，依構造特性可以分爲：建築（屋、樓、牌樓、塔及墓）、橋、隧、路（鐵路及公路）、壩堰堤、門（城門及水門）、河（運河及水圳）、港（碼頭、船塢、燈塔及港區）、廠房（發電廠、自來水廠及汙水廠），及其他（水井、上下水道、炮台、礦場等）共計10大類。

聯合國教科文組織（UNESCO）至今登錄的世界文化遺產已有911項，其中含文化遺產704項，自然遺產80項，自然與文化雙遺產27項，其中與土木相關的世界文化遺產占絕大部分。由此可見，數千年來土木建設對人類文明的貢獻確實很大。

以我國百年來曾管轄過地區（含中國大陸）而言，由於土地廣闊人民眾多，歷史悠久文化深遠，獲得聯合國教科文組織審查通過而登錄的世界文化遺產，成爲亞洲地區最多的地區，至今已計有約四十處，尚在逐年增加中。其中較著名的如：北京故宮、天壇、明十三陵、頤和園、長城、山東曲阜孔廟、西藏布達拉宮、山西平遙古城、雲南麗江古城、四川都江堰、高句麗王城、澳門歷史城區、安陽殷墟、福建土樓等；尚在審查中的有：盧溝橋、趙州橋、秦嶺古棧道、古絲路、南河大運河等。

至於其他國家的文化遺產，則包括：金字塔、希臘神殿、羅馬古城、競技場、歌德式教堂、石拱橋及運水溝拱橋、尼羅河古水壩等；尚在審查中的有：巴拉馬運河、蘇伊士運河、舊金山金門大橋等。

由此可證，數千年來國內外土木工程界先賢先進們，累積高度智慧，不斷創新技術，秉持深厚哲理，並付出寶貴心血及生命，克服萬難所完成的許多不朽建設構造物，對人類文明及文化的貢獻確實很大，獲得國際各界的肯定讚譽，並具有歷史永恆價值。

百年來土木科技演進及建設成果

於1818年成立的英國土木工程師學會，公認是世界最早的土木工程學會。1828年，該學會爲土木工程定義爲：「土木工程是善於應用自然界廣大能源，並創造人類福祉的科技。」換言之，土木工程是在累積人類各種智慧，有效及永續地應用大自然各種能源建造出新構造物，這些構造物都是無中生有的新創作，並有助於提升人類的生活品質；即土木科技是一門有助於文明躍升的科技。

近年來因分工較細，土木工程可細分爲下列專長學門：結構工程、水利工程、大地工程、運輸工程、測量工程、營建管理、環境工程、建築工程、城鄉規劃、電腦輔助工程等。

民國剛建立時，由於清朝帝制腐敗，加上外國武力入侵，內亂不已，河流未治、洪水氾濫，民生凋敝萬事待興。相關公共設施及建設非但毫無新建擴展，甚至許多房舍、公路、鐵路、橋梁、樓房、港口、堤堰等遭受戰亂破壞。

二次大戰結束中央政府遷台後，政府秉持儒家哲理，努力爲邁向世界大同、復興中華及富國裕民的方向，陸續推出十大建設（1973年起）、十二項大建設（1979年起）及十四項大建設（1984年起）。配合各項政策，促使經濟建設發揮功效，使國民所得每年急速上升，每人平均國民所得（GNP）由光復初期（1951年）約158美元，年年上升迄今約18,400美元，成爲經濟快速成長的亞洲四小龍之一。在重大土木工程建設方面，分別就其重點闡述於下：

城鄉建設方面　光復後，陸續興建中央及地方行政機關辦公廳舍，如1994年完成台北市政府大

台北101大樓，高508公尺，屋頂高448公尺，1999年7月開工，2004年底啓用，是當時世界最高樓的結構。

樓、2002年完成台北縣政府大樓等。興建大、中、小學各級學校新校舍，興建大小都會區如台北市、高雄市、台中市等的文化活動中心、圖書館、演藝大廳等。由於經濟持續繁榮，工商科技發達，許多高樓大廈、公寓、商場及廠房如雨後春筍般地出現在各大都市、商圈及工業區，近期建造曾是世界第一高樓的台北101大樓，就在2004年底啓用。

水利建設方面　日據時期於1920～1930年間所建造的烏山頭水庫及嘉南大圳灌溉系統，使雲林縣、嘉義縣及台南縣地區的農田約15萬公頃得以成爲良田，並在同時期建造日月潭水庫做爲灌溉、發電、觀光用。1945年光復後，政府陸續完成較著名的水庫有：曾文水庫、石門水庫、德基水庫、翡翠水庫、南化水庫、明德水庫等，以增進灌溉、給水及發電功能，部分有防洪及觀光的用途。

交通建設方面　光復後，台灣省公路局繼續延伸公路長度、擴大路幅、改善路面品質等。1973年起興建高速公路，迄今完成1～10號

石門水庫，1956年興工，1964年完工，具灌溉、發電、給水、防洪、觀光等多目標。

台灣高速鐵路，2000年3月開工，2007年元月起營運，台北至高雄總長304公里。

雪山隧道，總長12.9km，1991年7月開工，2006年6月通車，是目前世界公路長隧道第5名。

國道高速公路，合計總長度達1,010公里。配合相關鐵、公路的橋梁及隧道的新建、改建、更新等工程不計其數。著名的雪山隧道於2006年通車，是世界長隧道的第5名。擴建北迴鐵路及興建南迴鐵路，同時期進行西部幹線鐵路電氣化工程及相關車站更新。2000年起興建高速鐵路及各車站，2007年元月通車，已可由台北達高雄左營，長達304公里。

此外，陸續擴建高雄港、基隆港及花蓮港，興建台中港、蘇澳港、台北港等。1974年起興建桃園國際機場、高雄小港機場等於1979年起啓用。興建台北捷運系統於1996年陸續開通，高雄捷運系統於2008年開通。

環境建設方面　1907年開始興建台北自來水廠，且陸續於台灣各市鎮興建自來水廠及供水系統，光復後更積極興建及擴建，迄今已達130個自來水廠，並興建汙水處理廠及排水系統等。此外，擴大進行河川整治，如：台北市基隆河整治、員山子分洪工程、宜蘭冬山河整治、台北市及高雄市河岸公園興建及整建等。

能源建設方面　光復時從日人接收的電力僅3.3萬瓩，之後陸續興建主要電廠，計有火力發電廠10座、水力發電廠11座、核能發電廠4座，及風力發電廠數十座，以及興建相關輸配電系統含鐵塔、輸配電站等，迄今可提供電力約4千萬瓩。

以上百年來完成難以計數的重大土木工程建設及許多中小型土木建設，大大地改善國內生活品質及投資環境，促使百業興隆，經濟持續繁榮，使得台灣已成爲亞洲不可忽視的經濟體，並具高度文明及深度文化。

土木工程的展望

近百年來，全球歷經第一次及第二次世界大戰，公共設施遭人爲破壞或年久失修者比比皆是。1945年大戰結束後，各國政府很艱辛地經過六十多年的努力，配合突飛猛進的科技，完成無數重大公共工程建設，才能得到目前繁榮的景象。

各國爲繼續提升生活水準，並保持人類文明品質，都很努力地愛惜並維持這種和平共榮共處的環境，也促使科技及人文科學的發達。依人類數千年歷史軌跡延伸及文明發展趨勢，得以推論：爲促使人類文明水準繼續提升，應不斷精進土木工程相關科技水準，並繼續推動土木工程相關的基礎建設。

土木相關科技尚須不斷精進者有：數學、力學、材料、結構、耐震、抗風、電腦輔助、建築構造、營建管理、大地防災、水利防洪、交通運輸、環境維護、量測定位等。可配合其他科學領域共同發展的有：電子資訊、電腦應用、精密機械、生物醫學、化工材料、機械人、自動化、航空太空等科技，冀能相輔相成如虎添翼，則大有發展空間。尚可配合人文學科如：文學、哲學、美學、雕塑、藝術等，以深耕文化內涵，並能繼續提升文明水準。

全球會繼續不斷地進行土木工程相關基礎建設，重要者可歸類如下：

水利建設方面—水庫系統、灌溉系統及排水系統等的興建、更新、擴建等，以提供更充沛的灌溉能量，更優良的農、漁、牧及觀光產業的環境。

城鄉建設方面—屋群建造、高樓發展、城市更新、自來水及汙水排水系統擴建、公園興建、街道與環境改善、地下街興建等，以提供更優裕住的環境。

交通建設方面—興建、擴建及更新鐵路、公路、高速鐵路及高速公路。橋梁、隧道等配合興建、擴建及更新；機場港口新建及擴建；磁浮鐵路的研發與興建。

能源建設方面—興建水力發電廠、核能發電廠、風力發電廠、太陽能發電設施、洋流發電廠等，以及興建相關輸配電系統、輸配電站、鐵塔、管道等。

海中建設方面—爲擴大海洋利用，興建人工島、鑽油平台、海中城等。

地下建設方面—爲擴大土地利用，於沙漠中及水域下興建地下街、地下城等。

太空建設方面—爲拓展外太空領域，開發臨近星球，興建月球基地城、火星基地城、太空站、太空城等。

由以上的闡述，可以了解土木工程建設與人類文明是相輔相成的。由於土木工程相關基礎建設的完成，可不斷提升人們生活品質，因而促進人文的發展，深耕各地文化，而提升文明水準。土木工程不愧是一種文明工程。謹以小詩結語之：「土木繁衍萬事榮，工程濟世裕民鴻，文明永續風華重，建設優文化益弘。」

陳清泉
臺灣大學土木工程系