

地工技術

深挖地下室之力與利



陳正興



陳正興博士於民國 39 年出生，現任國立台灣大學土木工程學系教授及國家地震工程研究中心大地工程組組長。

陳教授畢業於台灣大學土木工程學系(63 年)及研究所(67 年)。畢業後服務於中興工程顧問社水工部兩年，參與台北市基隆河防洪整治及翡翠水庫等計畫之基礎設計工作。民國 69 年獲教育部留考公費赴美國加州柏克萊大學土木系攻讀地震工程，民國 74 年返回台灣大學土木系任教迄今，期間曾任土木系副主任及國家地震工程研究中心組長、副主任等職。

陳教授之研究領域相當廣，主要專注於大地地震工程與現地試驗方面，曾主導羅東與花蓮地震試驗國際合作計畫，高鐵基礎最佳化、南科地盤振動試驗等計畫，為產學合作之標範。在學術研究方面，曾獲國科會傑出研究獎與中國工程師學會工程論文獎，在教書方面，曾獲教育部及台灣大學之教學優良獎。

陳教授一向積極參與工程界服務工作，歷任中國土木水利工程學會大地工程委員會主任委員，地工技術基金會董事、副總編輯、執行長與董事長，中華民國大地工程學會秘書長與理事長。長期以來一直積極推動國內相關建築法規與設計規範之修正及性能化，參與工程建設之諮詢顧問等工作，促進國內工程設計與施工之進步。

本期地工技術專輯的主題為都會區深開挖工程，主編謝旭昇博士特要我寫贈言，主要的理由是我參與過很多的深開挖審查案，應有一些心得可分享，作為「贈言」實不敢當，請大家不妨看看作為參考。

回顧台灣深開挖工程的發展，三十年來的「地工技術」已刊載過無數案例，實為最完整的一部發展史。二、三十年來，台灣深開挖工程的設計、施工、監測與管理等方面均有驚人的進步，技術已達世界一流。就以開挖深度來論，台灣的深開挖工程已挖得非常深，例如北捷新蘆線道岔段的明挖深度已超過 40 公尺；民間建築案的地下室已挖至地下八層，開挖深度有達 31.5 公尺深者，而開挖 20 餘公尺者，比比皆是，已相當普遍；至於基樁工程施工最深者已達 90 公尺，而連續壁挖掘最深者亦達 100 公尺。再以施工困難度來論，台灣的深開挖工程「困難度」很

高，幾個都會區都屬疏鬆軟弱的沖積土層，地下水位又高，施工困難度高，又大部份建案密度高基地小，往往緊鄰建物施築，稍有不慎，極易造成損鄰事件，甚或災變，台北高雄捷運的施工均曾發生數次大型災變，而民間建築案地下開挖之損鄰事件更是頻傳。

台灣深開挖工程的「深」與「難」是造成工程技術進步的原動力，二、三十年來在地工同仁的努力下，突破各種困難，從「失敗經驗」中學習，施工技術逐漸進步成熟，現在大型災害已少，鄰損事件亦漸次減少，成就顯著，值得肯定。台灣這麼深與難的深開挖工程，已不是教科書上所能看到，而在台灣卻很普遍，工程經驗與成就足可寫成一本真正的「深開挖工程」。

從力學上來說，大樓基礎本就應有足夠的埋置深度以維持其穩定性，但台灣大樓地下室之開挖深度是否以力學基礎作為設計考量呢？答案

是否定的。

以下就以所參加過幾個審查案的心得與讀者分享。先以桃園地區一住宅區建案為例，基地面積約 4,500 m²，法定容積率為 200%，但若加上各種容積獎勵(其中包括停車獎勵 40%及其他獎勵)，使得允建容積率可高達 350%以上，因此可規劃興建地上 21 層的大樓，另再加地下 4 層及梯廳、設備空間等不計容積率的部分，因此實建樓地板面積可達基地面積之 700%以上，這數字很驚人吧！為何需要興建地下四層的停車空間呢？法定停車位因實建容積增加依比例增為 1.75 倍，另又為停車獎勵使得總停車位約需再增為 1.5 倍，故地下室需倍增為四層才能滿足容積獎勵的停車需求。今檢視此基地之地層條件：由地表面以下依序為粘土層(厚 2m，N=10)、礫石層夾砂土(厚 10.5m，N>50)、而 12.5m 以下為砂泥岩層。本案地下四層之開挖深度達 16.5m，不僅貫穿具良好承載能力之礫石層，且貫入岩層達 4m 之多。對於這樣一棟建築物而言，基地地質條件良好，少量開挖即可達承載層，力學分析上根本不須深挖基礎，但因建築之需求，必須開挖至 GL.-16.5m 之深度，興建地下四層之樓地板面積總樓地板面積之 40%，這麼高比例的樓地板面積不計容積，又可藉停獎獲得 40%的容積，這對建商而言，是多麼誘人的商機，難怪地下室愈挖愈深，根本原因乃利之所趨也！本案例地質條件良好，深挖的工程問題相對較少，若遇地質條件不利的情況，深挖的困難度與風險均非常高，工程師須硬著頭皮去面對，如台北天母地區有一案例，其地質條件是不利於深挖的，但也為了商業利益硬是多挖一層，結果封底未能成功而導致大範圍地盤的沉陷，工程師嚐盡苦頭，何其無辜！所以台灣地下開挖之深度實際決定於建商之「利」，而非工程設計之「力」，奈何「利益」大於「力學」！

上兩例並非特例，許多在都審時遇到的建案情形都很類似，為了增加地上容積率必須深挖地下室，都市計畫容積管制的原意已被過多的容積獎勵破壞殆盡，而地下室開挖深度不受限制變成是幫兇，深挖是爭取容積獎勵不可或缺的武器，

工程師何其無奈！

台灣地下開挖之深度之所以那麼深，完全是建築法規陋習下之畸形產物。愈多愈深的開挖，給工程師愈多的工作機會，看似好事，但若從環境永續的觀點來看，在都會區作大規模且深度過深的開挖是有負面影響的，例如大量工程廢土的問題、開挖致地層應力鬆弛的長期效應、地層保水與地下水文變化的問題，將來深層地下室如何拆除及土地再利用等問題，太多太深的地下障礙物對環境永續利用都是不利的；又從使用面來看，地下七八層的使用功能其實很差，開車進出轉到頭暈，地下室底層通風差，空氣品質難維護，又若不幸有災害或緊急事故時，深層地下室的安全逃生問題令人擔憂，這些問題都值得主管都市規劃與土地利用的機關加以檢討，應要有「城市遠見」才對。

最近看到新北市中和區華中段臨新店溪的建案，都市設計審議時限制該區段之地下室僅能開挖兩層，因此有些建案將地下二層連同地面一二層規劃作為停車使用，地上三層為梯廳、四層以上才是住宅。這個規劃很值得肯定，一方面使住宅樓層之高度超越醜陋的堤防，視野開闊可俯視河濱公園；另一方面限制地下室樓層數可減少地下開挖量體，除減小對環境的衝擊外，同時亦較適合此處之地質條件，此區原本就是新店溪沖積而成的高灘地，地層尚未完全壓密，地質條件不利於基礎承載或地下開挖，限制開挖深度其實是一個正確的選擇。針對此例，我認為都審時限制開挖深度之立意甚佳，因地制宜，扼止濫挖，使建築規劃與開挖工程朝良性發展，值得按讚。

在此呼籲「地下開挖深度應該管制」，雖然可能使大地工程師之工作份量減少，但站在環境考量的觀點上，我想大多數人還是會贊同的，大地工程師的職責是察地之性，用地之利，合理有效地開發土地，創造理想的生活空間。個人認為，地下開挖不應再求深，而必須朝精緻化發展，工程師須運用大地工程的知識，以環境為本、地工技術為器，在設計方面力求工程少量化、功能優質化，以最合宜的方式創造地下使用空間，才是大地工程師的天責。