
第III章 天頌苑 —— 規劃與設計

天頌苑地盤的地質狀況

3.1 天頌苑地盤位於附表所列地區³之內，地質特性是土地表面覆蓋着沉澱物，底下則是變質的沉積岩。正如上文第2.11段解釋，安誠曾於1994年為整個天水圍第31區進行初步地盤勘測。由於石層中有細小的大理石溶洞及基岩層局部下陷，最初的布局圖須加以修訂，並把各座大廈重新排列。安誠於1995年年底再次進行詳細的地盤勘測，以探測經修訂的圖則內各座大廈下面的土壤狀況。在該兩次地盤勘測中，安誠在天頌苑共鑽了53個鑽孔。

3.2 據安誠報告所載，該地盤是由魚塘填平得來，表面是大約厚15米的沙填料、河口沉積物及沖積層。在沖積層及基岩層之間，是一層原地風化岩，其標準貫入試驗(SPT)N值⁴一般隨深度增加，由低於10至遠高於200(在某些位置的基岩層附近可測得此數值)。在原地風化岩層內，由硬質土壤形成的“硬質地層”覆蓋範圍非常廣泛，而在該等硬質地層之下是一些軟質土壤層。基岩層的位置是在-26mPD至-50mPD之間，即在地面之下32至56米。

3.3 安誠在天頌苑所鑽的53個鑽孔的位置見於**附錄8**。為方便說明，**附錄9**顯示第1座及第2座底下的土壤層。

³ “附表所列地區”指列於《建築物條例》(第123章)附表5的地區。新界西北部(顯示於編號GS-SP/714-1、日期為1990年6月8日並由規劃環境地政司簽署及存放在土地註冊處的圖則)是附表5所列的地區之一。

⁴ SPT N值是土壤強度的指標。此數值可透過一項常用的實地測試取得。在測試中，一個標準重物會從一個標準的高度墜下，撞擊鑽孔內的標準採樣器。把該採樣器打入300毫米深所需的撞擊次數，便是SPT N值。SPT N值越高，土壤的強度越大。

3.4 在1995年9月21日及1995年12月6日提交建築小組委員會的兩份設計綱要，並無包括該地盤的地質狀況的詳細資料。在該兩份設計綱要中，只提及該地盤位於附表所列地區，而第31區基岩層的局部下陷情況，可能會令地基類型的選擇受到限制，以及增加建築成本和施工時間。

樁柱設計

樁柱的選擇

樁柱的類型

3.5 有數類獲建築事務監督接受的樁柱，可用於房委會的打樁工程。該等樁柱包括PPC樁、打入工字鋼樁，以及大口徑鑽孔原地混凝土樁。在按工程師設計施工的打樁工程中，房署會在招標文件中說明所用樁柱類型及材料、樁柱數目及基底深度，但房署隨後可在工程項目施工期間，按照合約條文對上述資料作出調整。在設計連施工的打樁工程中，投標者須按合約要求提交樁柱設計建議。投標者可在規格(包括一般規格及特別規格)所列的可使用樁柱類型中選擇其中一種。樁柱的數目及其估計的基底深度，均屬樁柱設計的一部分，由投標者決定。

安誠報告及JMK報告建議的可選用樁柱類型

3.6 根據安誠報告，打入樁(包括工字鋼樁及PPC樁)均可用作天頌苑住宅大廈的樁柱。鑒於該地盤在堅實土層的“硬質地層”之下出現軟質裂縫的情況普遍，安誠建議打入樁須穿過“硬質地

層”，以免出現過度沉降的問題。同時，為使該等樁柱在安裝時可穿過“硬質地層”，亦須進行預鑽，因為猛力打樁可能損毀PPC樁。由於“硬質地層”覆蓋的範圍廣泛，安誠認為進行預鑽會需要動用大量預鑽機械，而該等機械在香港卻非常有設備。此外，由於預鑽工程頗為費時，選用PPC樁的方案可能不切實際，安誠報告因而建議須審慎考慮採用PPC樁的決定。JMK報告的研究結果與安誠報告大致相同。

把PPC樁包括在工程規格內

3.7 由於天頌苑是一項設計連施工的工程項目，因此工程規格列明了投標者在打樁設計中獲准使用的樁柱類型。在1996年5月31日發給投標者的工程規格包括了4類樁柱。該等樁柱包括PPC樁、打入鋼樁、大口徑鑽孔原地混凝土樁及鋼承重樁。專責委員會從安誠報告中得悉使用PPC樁的各種問題，因而質疑為何PPC樁最初會獲納入工程規格內。不同的證人向專責委員會作出了不同的解釋。興業聲稱其已建議把PPC樁從工程規格中刪除。興業於1996年4月送交JMK置評的特別規格擬稿，已述明在該工程項目中只准使用大口徑鑽孔原地混凝土樁及鋼承重樁，只是房署並不接納其建議。據房署職員所述，興業並沒有以書面述明其立場，房署長久以來的做法是，只要符合合約規定，競投設計連施工合約的投標者在使用樁柱方面，可享有最大的靈活性。由於安誠報告沒有把PPC樁從可用樁柱類型中剔除，房署須把此類樁柱列出供投標者選擇。房署職員承認，在各類樁柱中，以PPC樁的成本最為廉宜，而天頌苑的工程項目的估價，亦是基於採用PPC樁來釐定。然而，最終應使用何種樁柱，完全由承投設計連施工合約的承建商決定。專責委員會找不到任何證供顯示，在對標價最低3份標書(全

部建議採用PPC樁)進行技術評估期間，興業、房署或任何方面曾對採用PPC樁提出異議。

瞭解地質狀況

3.8 房署土力工程師(天頌苑)孫北昭先生(他在投標前階段負責提供土力技術意見及設計參數)知悉，可供投標者選擇的樁柱類型包括大位移打入樁，例如PPC樁。他向有關的結構工程師建議舉行投標前會議，以便向投標者簡介該地盤的土質情況。他的建議與房署跟香港建造商會所達成的協議一致，就是應為天水圍打樁工程安排舉行投標前會議。房署於1996年5月22日舉行投標前會議，向有意投標者概述天頌苑地盤在土力方面的限制。投標者沒有機會看到安誠報告，因為房署的慣常做法是不會向投標者提供地基意見報告，以免日後可能出現申索時，令房署處於不利位置。不過，投標者可向香港建造商會或房署索取探土資料。專責委員會察悉，建新曾出席投標前會議，並取得安誠所鑽鑽孔的探土資料。

加鑽額外鑽孔以評估樁柱的基底情況

3.9 在投標前會議上，投標者就特別規格第19.88條要求在合約工程展開時，須在打樁前鑽20個確證鑽孔的規定表示關注，原因是可供中標者完成該等鑽孔的時間將會很少。房署因而同意在工程展開前鑽該等鑽孔，並委聘一名土地勘測合約承造商進行該項工程。由於預算費用的限制，房署的土地勘測合約承造商到1996年7月底，只完成了10個鑽孔(編號由HY1至HY10)。

3.10 投標文件中並沒有述明房署當時正進行地盤勘測工程。房署憂慮在標書交回後才在投標文件中納入此項額外資料，可能導致出現合約上的複雜問題。房署認為，若承建商認為有需要，承建商還是有責任進行地盤勘測。額外的鑽孔資料只會在合約開始後，提供予中標的承建商參考。房署於1996年7月4日向投標者發出特別規格第19.88條的補註，當中規定承建商須自費鑽足夠的鑽孔，以證明其設計恰當。換言之，當投標者擬備標書時，他們並未獲得提供有關地質狀況的額外資料。

3.11 資料顯示，建新在合約期內共鑽了14個額外鑽孔(編號由HY11至HY24)。額外鑽孔的工程是由1997年3月至6月期間進行。在第1座及第2座附近或範圍內的鑽孔是在1997年5月期間所鑽，那時所有樁柱已打入土地。HY1至HY24的位置見**附錄10**。

把預鑽視為克服地下障礙的一種方法

3.12 至於準投標者是否知悉若選用PPC樁，便須進行預鑽一事，專責委員會察悉，房署確曾在投標前會議中，請有意投標者注意可採用預鑽工程，作為克服地下障礙問題的一種方法。有意投標公司的代表曾在會議上提出，若認為有必要進行預鑽，倒不如在工程規格中強制規定。因為若預鑽成為合約的一項條款，合約的價款便會大幅增加。此外，由於市面上所供應的預鑽機械數量有限，如須進行預鑽工程，要在指定的時限內完成合約，實際上是不可可能的。

3.13 儘管有意投標的公司在投標前會議上提出上述意見，在工程規格中卻並無強制規定必須進行預鑽，作為克服地下障礙的方法。特別規格第19.43條訂明，在打樁過程中遇到地下障礙時，承

建商須以其認為切實可行的方式，克服該等地下障礙，費用及時間均須由承建商自行承擔。該等方式可包括重新設計樁柱及／或樁帽，或廢棄、抽出及重新打入樁柱，或以挖掘方法消除地下障礙，或藉預鑽貫穿地下障礙。

3.14 在此方面，房署的結構工程師強調，鑒於是否有必要進行預鑽，須視乎地盤實際土地狀況而定，因此實不宜強制規定必須進行預鑽。至於市面上所供應的預鑽機械數量是否足夠，以及應如何處理“硬質地層”，則是由承建商考慮的事宜。就設計連施工的打樁工程合約而言，根據工程規格所訂，承建商有責任克服地下障礙，而預鑽則是工程規格中所指明的其中一種方法。

3.15 專責委員會察悉，共有12間公司競投天頌苑工程項目的合約。建新在其標書中建議採用1 882支PPC樁，以建造該6座住宅大廈的地基，而樁柱的平均淨長度為26米。建新的標價為7,770萬元，是12間公司中標價最低的公司。第二及第三最低標價的公司所提出的標價分別為7,972萬元及8,014.8萬元。該兩間公司分別建議採用1 995支樁柱及1 962支樁柱，以建造該6座住宅大廈的地基，而樁柱的平均淨長度則分別為30.34米及29米。在房署建議及建築小組委員會的批准下，建新以總價7,770萬元獲批予該合約，而建新須在1996年9月12日至1997年6月11日期間的9個月內完成該打樁工程合約。

3.16 建新的標價較投標前預算的1億256萬元低24.24%，即少了2,486萬元。有關預算是以採用PPC樁為計算基礎，並已計及樁柱估計長度及預計所需的預鑽幅度。專責委員會從一份向建築小組委員會提交的文件中得悉，房署在取得詳細的地盤勘測數據後，估計PPC樁的長度應是38米，而需要進行預鑽的樁柱數目亦應

佔26%。該份文件是於1996年3月提交建築小組委員會，請求該委員會批准增加天水圍第31區第一、二及三期發展計劃的工程預算。然而，在考慮把天水圍工程合約批予建新時，卻似乎未有對PPC樁的估計長度、是否進行預鑽等問題作出考慮。建新的標書所列的平均樁柱淨長度為26米。在投標後，建新曾於1996年7月25日及1996年8月16日，就使用靜力公式計算PPC樁極限抗力的設計數據事宜致函興業，函中估計6座大廈其中5座每支樁柱的總長度為22至24米。

3.17 根據若干個別證人的證供，建新純粹按照靜力公式(即根據樁柱的樁身摩擦力及末端承重能力作為計算基礎)計算PPC樁的估計長度。建新從不認為有需要把樁柱打進基岩。建新估計，運用靜力公式計算樁柱長度，樁柱的基底深度不大可能會到達含有“硬質地層”⁵的地下土層。在最初草擬預算的階段，建新已沒有考慮進行預鑽。雖然建新在其提交的施工說明書中提及以預鑽作為克服地下障礙的一種方法，但該公司並沒有打算採用此方法。專責委員會亦從若干證人向法庭呈交的證供察悉，建新一直着力於提交一個“進取的設計”，以求“取得合約”⁶。

3.18 PPC樁的長度及預鑽幅度是計算投標前預算的兩項主要因素，但當房署考慮批出標書時，卻差不多完全未有注意此等因素。在建議把合約批給建新的建築小組委員會文件中，對所需的預鑽幅度隻字不提。此外，專責委員會亦找不到任何證據，顯示房署或建築小組委員會在評審標書時，曾充分考慮可如何克服天頌苑地盤的土力問題。

⁵ 根據安誠的報告，預鑽的深度為地下26至30米。

⁶ 請參閱廉政公署與註冊結構工程師(天頌苑)進行會談的錄影帶抄錄本第1704至1712頁。

政府對在附表所列地區進行PPC樁工程的規定

3.19 天水圍位於附表所列地區。在天頌苑工程項目開始之前，房委會與私人發展商在水圍的發展項目均曾採用PPC樁。鑒於該區地層含有大理石，該區的私人及公共房屋發展計劃在地基工程方面，均遇到重大困難。政府曾於1992年5月27日就在附表所列地區進行地基工程發出一份通告(WBTC No. 16/92)。據該份通告所述，基於附表所列地區的地質情況，在該等地區進行的工程，如涉及挖掘工作、地基或抽取地下水，在設計及施工方面可能會遇到重大困難。因此，該份通告規定在附表所列地區進行永久性地基工程時，須向土力工程處提交所有建議設計與建造詳情，以供審核。此外，亦須提交所有地基施工紀錄，包括打樁及樁柱荷載的結果及其分析。該項規定適用於位於附表所列地區的房委會工程項目，因此亦適用於天頌苑工程項目。

3.20 建新按照該項規定，曾於1996年9月18日向土力工程處提交天頌苑工程項目的地基設計報告。該報告述明，由於在地盤下面的不同深度存在硬質地層，因此可能需要進行預鑽，方可安裝PPC樁。為了盡量避免對周圍土壤造成過度的影響，在進行預鑽時應採用螺旋鑽方法。土力工程處於1996年10月23日確實表明，由於該地盤的地層沒有含溶洞大理石，該處對其地基並無重大的憂慮，並表示承建商日後無須進一步提交地基報告或文件予該處以徵詢意見。然而，土力工程處強調有需要在施工期間作充分監督。

標書所列的樁柱設計

工程規格所載的規定

3.21 根據天頌苑打樁工程合約的工程規格，樁柱設計是由承建商負責。特別規格給予承建商靈活性，只要能符合工程規格所載的規定，承建商所設計的樁柱可達至任何深度。換言之，並沒有強制要求承建商須把樁柱打進基岩層或任何規定的深度。然而，並未打進基岩層的樁柱，其設計必須包括根據設計規劃圖及將會安裝的樁柱深度所計算的沉降預測數據。任何兩支相鄰樁柱之間在施工荷載下的樁柱相對沉降數據，不可超過 $1/300$ 乘以樁柱中心線之間的距離⁷。並未打進基岩層的樁柱設計除須符合沉降幅度的規定外，亦必須根據打樁公式(亦稱動態公式)及靜力公式計算，以求樁柱埋入承重層的長度能符合規定⁸。所打的樁柱必須能抵受指定的最大施工荷載，而根據施工時所取得的測試結果來計算表面摩擦力及末端承重能力，所得的安全系數須不少於2。

施工前的樁柱設計

3.22 正如前段所解釋，根據工程規格所訂，摩擦樁的設計必須符合靜力公式、動態公式、靜力荷載試驗及沉降計算的要求。然而，此等計算數據只能在打樁工程施工期間及完竣後才能核實。投標公司在其標書就樁柱設計所提出的樁柱長度及樁柱極限抗力的計算方法，只屬建議而已。

⁷ 特別規格第19.23(1)條。

⁸ 特別規格第19.27(2)條。

3.23 建新在其標書中建議的平均樁柱淨長度為26米。在該公司於1996年7月12日遞交標書至當局於1996年9月3日發出中標通知書期間，興業與建新曾就施工方法及以靜力公式計算樁柱極限抗力(即表面摩擦力加末端承重能力)的方法互通函件。專責委員會察悉，建新在1996年7月30日提供了一套初步的靜力計算數據，用以證實各座大廈的樁柱估計長度符合規定。按照計算數據，建新估計第1座的樁柱長度為22米，負表面摩擦力⁹為3米。建新獲告知在計算中所用的負表面摩擦力的最小數值，並不符合特別規格第19.31(1)條所指定的7.5米。其後，建新於1996年8月16日把負表面摩擦力的數值修訂為8米，而所估計的樁柱長度仍然是22米，但從計算所得出的樁柱極限抗力，卻較1996年7月30日函件中所載的數字還要高。建新在有關函件中所載的兩套靜力計算數據，載於**附錄11**。

3.24 專責委員會曾查問為何建新獲准透過增加負表面摩擦力的數值來提高樁柱極限抗力，而不用增加樁柱長度。房署認為，鑒於建新最終必須證實所打樁柱的長度符合指定標準，樁柱的估計長度及所引用的數值均無關重要。另一方面，JMK的解釋卻是，建新雖採用了較高的 N_q 值以用作計算末端承重能力，但該數值依然在特別規格所列參照標準中規定方法的範圍內。因此，JMK不能拒絕接受該擬議方法。專責委員會察悉，特別規格所引述的參照標準中所提述的 N_q 值，數值範圍由35至高達200不等。JMK一再強調，只有在施工期間以動態公式作出計算，並向工作樁進行荷載測試，才可核實實際的樁柱極限抗力。

⁹ 填土在填海土地向下移動，對樁身施加的向下牽引力。

3.25 專責委員會從呈交法庭的證據察悉，不論建新在其計算中所用的負表面摩擦力數值是多少，樁柱的設計長度均變得越來越短。在1996年9月23日的樁柱分布圖，第1座每支樁柱的總長度為27至32米，而第2座每支樁柱的總長度則為31至36米。然而，1996年10月11日的經修訂樁柱分布圖顯示，第1座每支樁柱的總長度縮短至22至22.5米，而第2座每支樁柱的總長度則縮短至22.5至23.5米¹⁰。

3.26 專責委員會發現，儘管由投標前的地盤勘測至投標過程完成的各個階段，有關方面曾做過若干工作，以確定地質狀況，並找出預防措施，以處理一些複雜的情況，但在有關過程中，此等技術方面的事宜似乎並沒有獲得充分處理。在整個投標過程中，從地盤勘測所得資料，以及就“硬質地層”及“預鑽”所提出的預防措施，均沒有獲得充分重視。專責委員會找不到證據，證明房署以警覺的態度評審標書內樁柱設計在此方面的建議。正如第一份報告指出，房署所着重的是標價¹¹。

3.27 就承建商可採用對本身有利的不同 N_q 數值，而當局在此方面卻缺乏監管一事，專責委員會對此亦有所質疑。JMK解釋，只要符合工程規格內其中一個參照標準所述的方法，有關的計算便會獲得批准。然而，專責委員會察悉，即使在工程規格所列的其中一個參照標準，亦提醒在使用任何在此載列的數值時，務須小心謹慎¹²。CMW亦提出警告，根據工程規格中載列的不同參照標準計算所得的 N_q 值差異極大，並強調在同一個工程項目中，所用的參照標準必須一致。

¹⁰ 請參閱審訊的總結詞謄本第81及82頁。

¹¹ 請參閱第一份報告第3.40至3.43段及第8.7至8.9段。

¹² M J Tomlinson的“Pile Design and Construction Practice”(“樁柱設計與建造實務”)第三版。