

九龍達之路
香港城市大學
胡法光運動中心
陳大河綜合會堂
2016年5月20日
屋頂結構倒塌事件
初步報告



屋宇署

2016年6月

引言

1. 2016年5月20日下午約2時30分，香港城市大學（下稱“城大”）胡法光運動中心（下稱“運動中心”）內名為陳大河綜合會堂的多用途體育館（下稱“體育館”）屋頂結構倒塌。該屋頂結構上有淺泥層的綠化覆蓋面。事件中，兩名城大職員受輕傷，另一人受驚。

2. 屋宇署立即派員視察，沒有發現運動中心其他部分有任何明顯結構危險。由於倒塌的屋頂結構遺下大量瓦礫，導致對其安全和穩定性引起關注，而城大又未能安排進行臨時鞏固工程，屋宇署遂委派政府承建商進行所需的緊急工程，以確保受影響的結構及公眾安全。現場的臨時鞏固工程仍在進行。

3. 屋宇署的調查旨在評估屋頂結構在設計和建造上的結構安全及在事發前的狀況、確定倒塌事件的成因，以及考慮跟進行動及加強樓宇安全的措施。

4. 本初步報告涵蓋截至2016年6月13日屋宇署就相關情況的初步調查結果及至今已辨識為須進一步調查的因素。

5. 城大於2016年6月10日公布2016年6月6日的《城大運動中心事件調查委員會報告》（經遮蓋版本）¹，屋宇署正在研究該報告。

¹ 城大上述經遮蓋的報告第14、15及16頁有部分被遮蓋，沒有包括當中提及的任何附錄、證物或文件。

調查方法

6. 本初步報告所載的資料以下列各項為依據：
- (a) 實地視察和調查；
 - (b) 屋宇署備存的記錄，包括運動中心經批准的建築圖則、排水設施圖則及結構圖則等（下稱“批准圖則”）；
 - (c) 從城大獲取的資料及文件，包括事件報告書²、閉路電視錄影片段、校園建築物綠化屋頂的合約文件等；
 - (d) 屋宇署與相關人士的會面記錄；
 - (e) 香港天文台的雨量記錄³；以及
 - (f) 屋宇署就倒塌的屋頂結構的批准設計，進行主要結構方面的初步案頭研究及電腦查核。
7. 就該綠化覆蓋面和倒塌屋頂結構，正進行更多的樣本檢查和測試。
8. 在取得測試結果後，屋宇署會採用電腦建模進行更深入的結構分析，以確立屋頂結構倒塌的成因，以及坍塌的可能過程。

² 這些是 2016 年 5 月 20 日倒塌事件發生前，城大校園發展及設施管理處最近因應有關體育館的投訴及報告擬備的事件報告書。

³ 2015 年 9 月至 2016 年 5 月期間的雨量記錄。

涉事的建築物

9. 運動中心位於以鋼筋混凝土建造的 6 層高康樂及體育大樓內。該康樂及體育大樓的佔用許可證於 1990 年 1 月發出。

10. 體育館位於運動中心 05 樓，淨空高度約為 10 米（*附件 1 – 屋頂圖則*及*附件 2 – A-A 截面圖*）。體育館的屋頂結構以空間桁架裝置建成，其天台水平在 08 樓（該屋頂）。在發出佔用許可證後，屋宇署並沒有就該屋頂呈交改動及加建工程申請的記錄。

11. 該屋頂邊緣不設防護欄障，只能經由豎梯到達，並設計為以 1 比 80 的斜度向兩對邊傾斜，以把雨水排放至毗鄰 07 樓鋼筋混凝土平台的排水明渠。

12. 根據屋宇署備存的批准圖則，該空間桁架裝置的整體尺寸為 42 米長、36 米闊及 2.25 米高。該空間桁架裝置的結構是以熱軋型矩形空心鋼管為弦、冷成型圓形空心鋼管為腹，組成鋼製空間框架，承托 125 毫米厚的鋼筋混凝土樓板。該空間桁架裝置的四邊由一系列間距為 3 米的支座支撐，其批准設計外加荷載為 0.75 千帕斯卡⁴，在當時屬於不能到達⁵的平台的最小外加荷載。（*附件 3 – 空間桁架裝置的總體結構布置圖*）

⁴ 建築事務監督於 1989 年 2 月 3 日批准的圖則編號 HKCP/101 指明了該設計外加荷載。該圖則可經由屋宇署樓宇資訊中心或互聯網上的“百樓圖網”查閱，遞交申請及繳付訂明費用便可。

⁵ 根據《建築物(建造)規例》(第 123B 章)第 17 條及表 1，不能到達的屋頂指除僅為保養工程所需而設的通道外，沒有設置任何通道者。

13. 根據從城大獲取的資料及文件，就部分校園建築物（包括體育館所在的康樂及體育大樓）而設的綠化屋頂項目在 2015 年 5 月至 2016 年 2 月期間進行。項目範圍包括更換現存防水膜、設置綠化覆蓋面、安裝自動灌溉系統，以及加設水缸⁶。從城大提供的文件得知，位於體育館屋頂的綠化覆蓋面由數層物料組成，包括植被層及泥土層等。在體育館屋頂鋪設綠化覆蓋面前，並沒有就此向屋宇署呈交建築圖則。

現場觀察

14. 屋宇署進行現場視察，評估該屋頂倒塌造成的損毀程度，以及查證空間桁架裝置的建造是否與經批准的設計相符。然而，由於瓦礫狀況不穩定，屋宇署無法詳細視察倒塌的空間桁架裝置。臨時鞏固工程仍正在進行，在工程完成後，屋宇署會再進行視察。儘管如此，從 05 樓封鎖範圍的觀察如下：

- (a) 整個空間桁架裝置倒塌至下方的體育館樓面，即 05 樓。沿坐標軸線 29 的部分屋頂結構（屋頂 A 部分）變形並靠向 06 樓的觀眾席，綠化覆蓋面滑下。空間桁架裝置的其餘部分平鋪在 05 樓。
- (b) 大部分沿坐標軸線 32 的導向式支座損毀，其鋼製導板及暗樺桿被扯離混凝土樑。沿坐標

⁶ 有關水缸設於學術樓(一)的屋頂。屋宇署於 2015 年 8 月批准有關水缸的建築圖則。學術樓(一)屋頂的相關改動及加建工程在 2015 年 12 月由一名認可人士及一名註冊結構工程師核證為已完成。

軸線 Q 的導向式支座，其鋼製導板及暗樺桿完整無損。沿坐標軸線 29 及 L 的無導向式支座，鋼板完整無損。

- (c) 在 05 樓視察屋頂 A 部分的一部分底面時發現，空間桁架裝置的鋼構件狀況尚好，沒有明顯生鏽。

收集樣本

15. 取自現場的綠化覆蓋面樣本，已與從城大獲取的綠化屋頂項目文件作初步比較。屋宇署將就綠化覆蓋面進行更多的樣本檢查和實驗室測試。

16. 至於綠化覆蓋面下方的屋頂樓板，屋宇署已取走多個芯樣。芯樣顯示金屬板之上由多層組成，包括防水膜、批盪、隔熱物料及鋼筋混凝土。

17. 芯樣的鋼筋混凝土層的厚度，與屋宇署記錄的批准圖則顯示的不同。此外，其他物料層並沒有顯示在批准圖則，而空間桁架裝置的設計計算資料則顯示不同成分的面層。屋宇署須收集更多綠化覆蓋面及屋頂樓板的樣本，以便查證實際的成分。如成分與其他相關記錄不符，亦會查明相差多少。

進一步調查

18. 經考慮該屋頂的倒塌規模、截至 2016 年 6 月 13 日收集所得的資料及相關情況，至今下列因素

已辨識為可能導致倒塌事件的因素，須進一步調查：

- (a) 空間桁架裝置的設計缺陷；
- (b) 空間桁架裝置使用不合標準的物料；
- (c) 空間桁架裝置的建造不一致，不符合原本設計；
- (d) 空間桁架裝置工程質量欠佳；
- (e) 空間桁架裝置下方裝設過多屋宇裝備，導致負荷過重；
- (f) 空間桁架裝置欠缺保養；
- (g) 違規改動空間桁架裝置；
- (h) 綠化覆蓋面下方的屋頂樓板導致負荷過重；
- (i) 屋頂上設置的綠化覆蓋面導致負荷過重；
- (j) 排水系統欠妥及屋頂積水；以及
- (k) 屋頂使用不當。

已進行的工作

19. 屋宇署已檢索和審閱過往經署方批准有關運動中心的文件，亦正向城大收集資料和文件並加以研究、進行會面、錄取口供，以及從現場採集樣本。

20. 屋宇署已就批准圖則、原來設計假定、計算資料、電腦建模、接駁詳情及構件設計進行初步案頭研究。就倒塌的屋頂結構的批准設計進行主要結構方面的初步案頭研究及電腦查核顯示，原來設計沒有不符規格之處。在完成於倒塌的屋頂採集樣本及得出物

料測試結果後，會作進一步審核。

21. 屋宇署已採集綠化覆蓋面的樣本及屋頂樓板的芯樣，並會採集更多樣本以作測試，亦會向城大蒐集有關屋頂結構的施工及維修記錄的資料。

綠化覆蓋面

22. 根據城大提供的資料和文件、現場觀察所得及在現場採集的樣本所示，該綠化覆蓋面為一組件式綠化屋頂裝配組合，以基質物料、泥土及植被逐層鋪設在該屋頂上。根據城大的資料及現場觀察所得，綠化覆蓋面以其自身重量置於該屋頂上，不設任何嵌固件。屋宇署尚須進一步調查，以充分確定上文第 13 段提及的綠化屋頂項目的性質及範圍。所有相關因素均會考慮，包括但不限於該綠化覆蓋面的嵌固及永久性的程度、綠化覆蓋面的規模、綠化覆蓋面的擬定用途、在綠化覆蓋面及四周設置的其他設施、裝配及移除綠化覆蓋面的簡易度。

23. 根據在屋宇署記錄的批准圖則，位於 08 樓的屋頂指定為“平台”，屬於不能到達的屋頂設計⁷，屋頂邊緣不設防護欄障。康樂及體育大樓的佔用許可證沒有顯示該屋頂的指定用途。屋宇署會根據至今收集所得的資料和文件、其他將獲取的資料，以及透過事件相關情況的全面分析，進一步查證在該屋頂鋪設綠化覆蓋面有否更改該屋頂的用途。

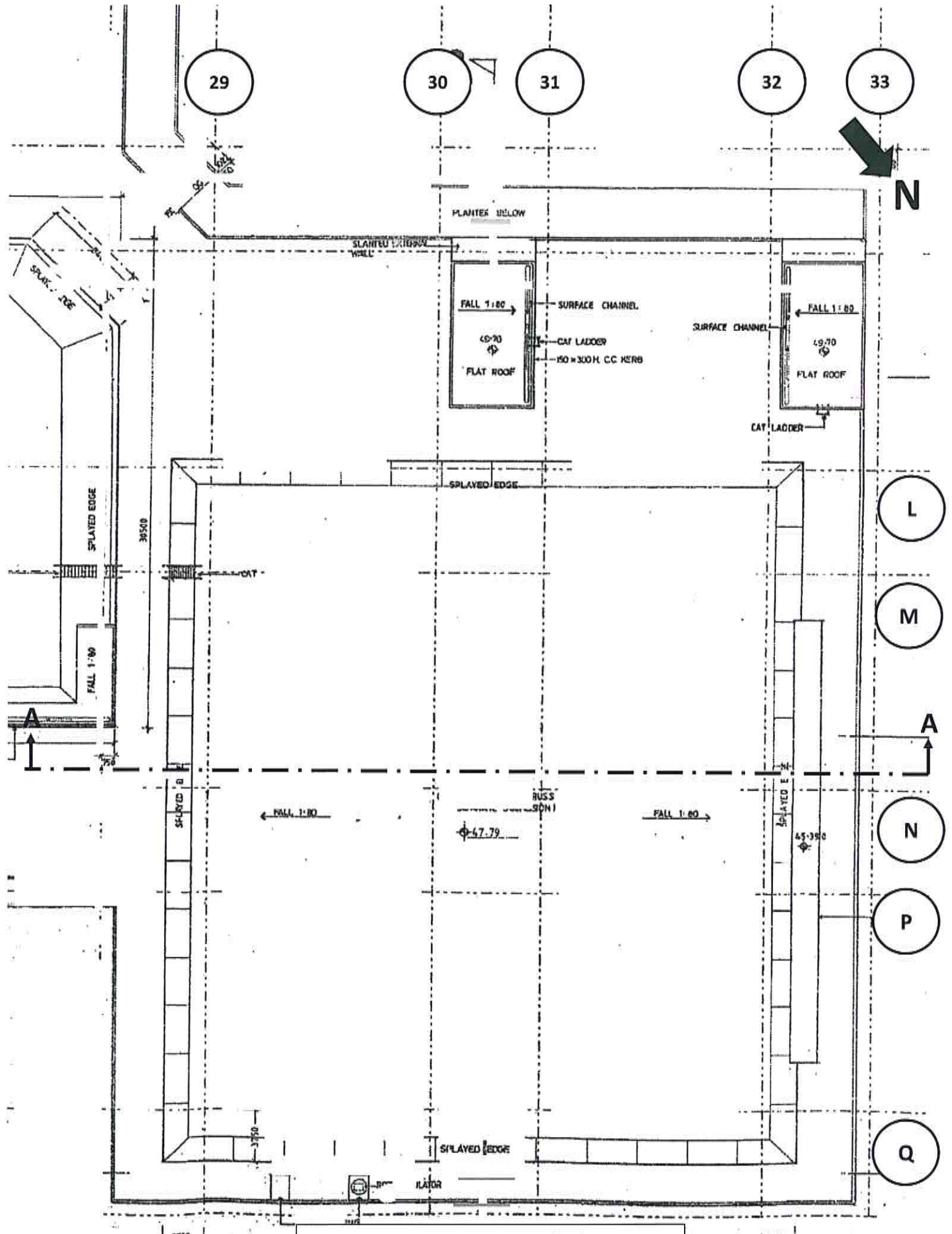
⁷ 見上文第 10-12 段。

未來路向

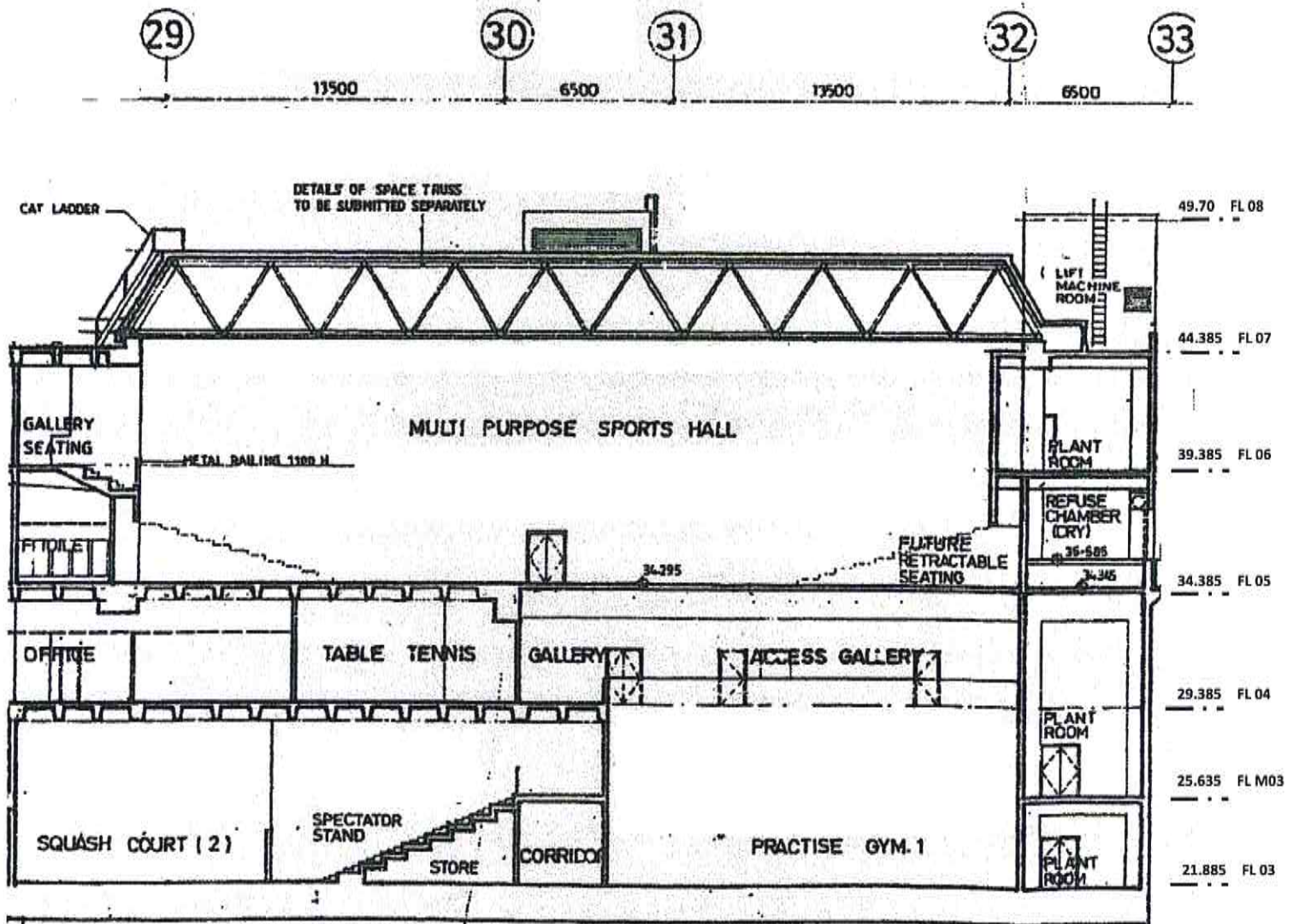
24. 現場仍在進行臨時鞏固工程，因此屋宇署在調查期間，難以到達所有位置視察和採集樣本。屋宇署會繼續進行臨時鞏固工程和調查，包括採集樣本、為樣本及物料進行實驗室測試，以及詳細現場驗證。在得出物料測試結果後，屋宇署會進行詳細分析，包括電腦建模及計算。

屋宇署

2016年6月

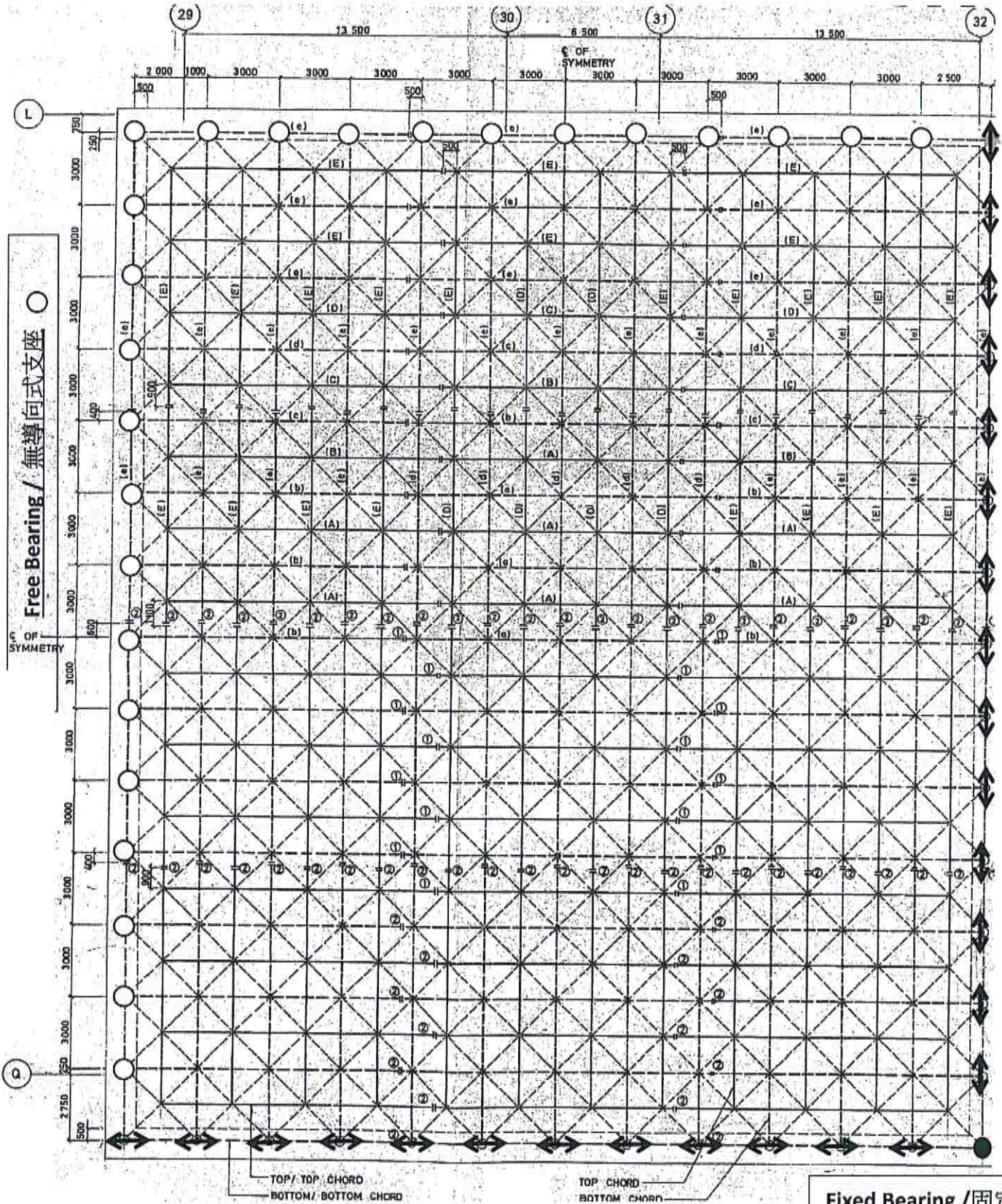
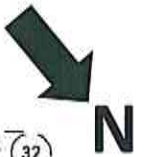


ANNEX 1 - Roof Plan
附件 1 - 屋頂圖則
 (Floor 08 / 08樓)



ANNEX 2 - Section A - A
附件 2 - A - A 截面圖
 (Hu Fa Kuang Sports Centre / 胡法光運動中心)

Free Bearing / 無導向式支座 ○



Free Bearing / 無導向式支座 ○

Guided Bearing / 導向式支座
(\leftrightarrow Free / 活動方向)

Fixed Bearing / 固定支座 ●

Guided Bearing / 導向式支座

(\leftrightarrow Free / 活動方向)

ANNEX 3 - General Structural Layout of the STS
附件 3 - 空間桁架裝置的總體結構布置圖