文件編號: BC 28/2021

香港房屋委員會建築小組委員會議事備忘錄 香港房屋委員會業界「公營房屋發展的創新建築方法」論壇 及 使用「組裝合成」建築法的最新進展報告

目的

本文件旨在向委員彙報有關香港房屋委員會(房委會)舉行主題為「公營房屋發展的創新建築方法」的業界論壇及在公營房屋發展中使用「組裝合成」建築法的最新進展。

背景

- 2. 在 2020 年 3 月,我們向建築小組報告了房委會在公營房屋項目中採用「組裝合成」建築法之前,會先進行一個搭建試驗,以測試「組裝合成」建築法各方面的可建造性(見 BC 18/2020,QH 1/2020 號文件)。於 2020 年 12 月搭建試驗完成後,我們在 2021 年 1 月 28 日與建築小組及投標小組委員分享了搭建試驗的經驗,以及在房委會中使用預製混凝土技術和「組裝合成」建築法的最新情況。
- 3. 在 2021 年 5 月 14 日,我們舉辦了「公營房屋發展的創新建築方法 2021」的業界論壇,以收集行業合作夥伴和持份者的觀點和想法,探討如何克服在公營房屋項目使用「組裝合成」建築法帶來的挑戰。我們亦邀請持份者分享適用於提高生產效率,縮短施工時間,提升品質和控制成本的創新技術和建造機器人科技的應用經驗。有關業界論壇和「組裝合成」建築法搭建試驗的內容會於本文中詳述。

業界論壇

4. 房委會透過是次業界論壇,就以下三個主題聚焦與業界交流與 合作:

(a) 主題 1-場外預製技術和「組裝合成」建築法

汲取業界的意見以改善在公營房屋項目中採用場外預製技術 和「組裝合成」建築法的物流安排;

(b) 主題 2-創新與技術

探索可提高建築效率、質素和成本效益的合適創新技術;和

(c) 主題 3-建造機器人

尋找市場現有的建造機器人技術,並在公營房屋項目中推廣使用,以減少依賴工地勞動力並提高生產效率。

- 5. 超過 500 名來自建築小組、投標小組、研發機構、專業團體、 學術界、顧問公司、承建商、專家、政府政策局和不同部門的與會者(參 見**附件甲**)參與是次論壇。
- 6. 在小組討論中,與會者討論了房委會如何發揮其優勢,進一步推廣房委會的場外預製技術和「組裝合成」建築法,並擴展其應用到機械、電氣和管道裝置,開拓更先進的建築技術和建築機器人科技,以幫助提高建造公營房屋生產力,改善工地安全,並避免過度依賴正步向老齡化和緊絀的勞動力。論增中具體建議詳列如下。

主題 1-場外預製和「組裝合成」建築法

經驗積累

7. 使用模組化建築技術需要在項目前期提早完成工程方案,以及投入更多的設計與工程技術的資源,根本地改變了整個設計和建造過程。但參與者普遍認為,在可以發揮「組裝合成」建築法真正效益之前,建築專業人員和承建商需要一段時間了解「組裝合成」建築法的組件在製造和安裝的複雜性。因此,與會者認同房委會應審慎地透過先導項目探索「組裝合成」建築法,並先與業界攜手製定於不同工地限制下的解決方案,然後才在合適的公營房屋項目中廣泛採用「組裝合成」建築法。

選擇合適的「組裝合成」建築法項目

8. 除了那些交通網絡充足、地形簡單、附近有可用存儲空間的項目外,房委會的發展項目普遍為地盤面積較小或受到不同的工地限制 例如陡峭的山勢地形,有限的存儲空間等),都不適合採用「組裝合成」建築法。參與者建議房委會要仔細選擇合適的項目,以獲得該技術帶來的益處。

為「組裝合成」建築法而設的加強構件式單位設計

9. 與所有混凝土的「組裝合成」建築法項目一樣,最重要能設計適合於施工的組件,亦同時能滿足在時間、成本和品質各方面的要求。因此,房委會現正致力優化構件式單位設計,並融會貫通過去幾十年從構件式單位設計中取得的智慧,以使其更適合「組裝合成」建築法。這些智慧不僅需滿足設計團隊的要求,還同時需兼顧其他考慮因素,例如內部樓面面積、單位組合、無障礙通道、租戶和持份者的意見等。

主題 2 及 3 - 創新與技術及建造機器人

10. 鑑於目前和持續的勞工短缺、老齡化和工地安全問題,房委會的預製技術和「組裝合成」建築法未能達致完全解決所有問題,所以論壇非常重視創新科技方案,和透過使用自動化建造機器人,提高生產力、安全性和建屋質素等。房委會早在幾年前已開始試驗運用機器人技術於瓷磚鋪設、內外牆漆油等工作,講者亦分享了其他可用於公營房屋項目的最先進技術,包括用於現實捕捉 reality capture)的移動點雲技術 mobile point cloud technology)和同時定位與地圖構建 SLAM)技術、人工智能配合無人機做外牆檢查等。房委會將繼續與各持份者合作,探索和試驗有助於公營房屋項目在不同發展階段中,重新設計流程,自動化及加入智慧的創新方案,以便在未來能更聰明、更快捷地建造公營房屋。

「組裝合成」建築法的搭建試驗

11. 我們在國內建造了一個兩層樓高的「組裝合成」建築法搭建試----- 驗,涵蓋了我們四款構件式單位 見**附件乙**),以測試使用「組裝合成」建築法的構件式單位在安裝、可建造性、安全性、品質保證等各方面性能。「組裝合成」建築法搭建試驗已於 2020 年 12 月完成。發現的主要技術問題和相關的設計改良方案已被納入我們在東涌第 99 區 東涌 99)的第一個「組裝合成」建築法先導項目內。

安裝

12. 「組裝合成」建築法對整個建築流程有截然不同的想法,包括在設計和施工過程中必須盡早及連貫地解決建築、機械、電氣和管道裝置的問題。此外,在「組裝合成」建築法的大樓中預先安裝電線,首要原則是要減少組件安裝後接駁電線的工作量。我們已經嘗試將大部分飾面、固定裝置和配件以及電線和相關附件 見**附件丙**)以不同方式預先安裝在「組裝合成」建築法組件中,以測試其技術可行性、施工安全以及在現場組裝對施工程序的影響。通過搭建試驗,我們測試了不同預先安裝及接駁

電線的方式對「組裝合成」建築法可行性的限制,並會在之後的「組裝合成」建築法項目採用最合適的預先安裝及接駁方式^{11世}。

可建造性

13. 因應生產過程中的尺吋控制以及組件安裝時的協調,「組裝合成」建築法可能衍生不少安裝問題。大型組件有至少 5 個相鄰接口,在現場組裝會出現多個對接位,令現場組裝時面對重大挑戰。我們知道「組裝合成」建築法必須要有準確的容許誤差規範,因為誤差可能會降低製造和現場安裝的寬限度。為了避免額外的事後修補工作,我們在規格中指定了容許誤差,在對接位有適當的凹槽以方便安裝後的修補工作,並在「組裝合成」建築法組件中採用了半預製樓板,使安裝過程中有較大的靈活性和誤差寬限。

安全

14. 雖然業界普遍認為「組裝合成」建築法比傳統建築方法安全,但它實際並非全無風險。事實上,在組件生產和現場組裝過程中,人工吊運和操作都是高安全風險的工序,而我們在搭建試驗中發現吊運 12 至 21 噸重的大型組件的安全風險較高。在業界還沒有制定安全風險評估準則之前,房委會將與職業安全健康局合作,制定一套適用於「組裝合成」建築法的安全預防措施,以應對在工廠和工地操作和吊運「組裝合成」建築法組件時所遇到的不同風險。

品質保證

15. 品質監察在「組裝合成」建築法中顯得尤為重要。由於大部分工作在預製工廠進行,一旦出廠便無法修補。房委會必須委派合資格的駐廠人員,包括建築、屋宇設備和結構工程監督的團隊,以確保產品的品質及表現。故此,我們將在東涌 99 的先導項目中,派遣合資格和具豐富經驗的監督人員常駐於預製工廠。

房委會籌劃中的「組裝合成」建築法項目

16. 除了首個在東涌 99 的「組裝合成」建築法先導項目,我們還會在以下合適的公營房屋項目採用「組裝合成」建築法:

註 在搭建試驗嘗試了三種在「組裝合成」建築法組件之間的預先安裝及接駁電線方法。其中,預留電線在組件樓板下適配線盒內的方法最適合現場後續接駁工序。

(a) 德田街公營房屋發展項目

項目包括一幢 33 層高的大廈,共有 462 個單位(每層 14 個單位)。地基工程將於 2023 年第一季進行招標,而建築工程預計於 2027 年第一季完成。該項目位於交通繁忙的地區,臨時存儲空間非常有限。基於工地限制,我們可以測試安裝物流問題的解決方法。

(b) 安達臣道石礦場 R2-6 用地和 R2-7 用地公營房屋發展項目

項目包括三座大樓,合共 1410 個單位,其中兩座 28 層高的大樓 每層 18 個單位)位於 R2-6 用地,另一座 17 層高的大樓 每層 26 個單位)位於 R2-7 用地。地基工程將於 2021 年第三季進行招標,而 R2-7 及 R2-6 用地的建築工程預計分別於 2024年第四季及 2025 年第二季內完成。由於附近還有其他相類規模並採用傳統施工方法的項目,可以作為與「組裝合成」建築法項目於成本和時間比較的合適基準。

未來路向

17. 房委會將不遺餘力地推動業界為「組裝合成」建築法在公營房屋項目發展中廣泛應用做好準備,並與業界合作解決已知的挑戰,例如有限的上游組件供應商,混凝土「組裝合成」建築法在高層樓宇結構應用上的高度複雜性等。對於不宜使用「組裝合成」建築法的項目,我們會繼續沿用房委會的場外預製技術。我們認為兩者相輔相成,皆可在時間及能力方面提升公營房屋產量。我們亦正積極推廣使用其他科技,如機器人科技和發展及建築工地流動系統進行工地監管工作,以進一步提高生產力。

提交參考

18. 本文件提交各委員參考。

建築小組委員會秘書歐陽敏儀

電話 : 2761 7465 傳真 : 2761 0019

副本送: 房委會投標小組委員會委員

檔號 : HD(SEDC)412/24 發展及建築處)

發出日期 : 2021年6月18日

<u>附件清單</u>

附件甲 - 香港房屋委員會業界論壇公營房屋發展的創新建築方法 2021

附件乙 - 公營房屋發展項目的「組裝合成」建築法的搭建試驗

附件丙 - 在「組裝合成」建築法搭建試驗中預先安裝飾面、裝置、配

件、機電設備和水喉裝置

香港房屋委員會業界論壇 公營房屋發展的創新建築方法 2021

<u>論壇議程</u>

日期:2021 年 5 月 14 日(星期五)時間:下午二時正至下午五時五十分

時間	論壇議程						
13:30 - 14:00	論壇接待						
14:00 - 14:05	論壇介紹						
14:05 - 14:15	歡迎致辭						
	[由梁健文先生(房屋署副署長(發展及建築))致辭]						
主題 1 - 場外預製技術及「組裝合成建築法」							
	場外預製技術及「組裝合成」建築法 [由王偉洪先生(房屋署總結構工程師/發展及建築)介紹]在組裝合成建築項目(「組裝合成」建築法)中的屋宇裝備裝置的法例要						
14:15 - 15:40	求及「裝配式設計」屋宇裝備(BS DfMA)於公共房屋發展的機遇 [由張裕成先生(房屋署總屋宇裝備工程師/2)介紹] 「裝配式設計」(DfMA)於水泵組件及其他屋宇裝備組件的應用 [由陳志堅先生(香港機電工程承建商協會政府聯絡小組成員)介紹] 小組討論						
15:40 - 15:55	Break						
主題 2 - 創新與科	¥技						
15:55 - 16:50	▶ 創新與科技 [由葉成林博士(房屋署總建築師/發展及標準策劃)介紹]▶ 項目推展數碼化						
	[由馮耀文先生(發展局總助理秘書長(工務)1)介紹] > 小組討論						
主題 3-建築機器							
16:50 - 17:45	➤ 新建樓宇外牆檢測 [由張偉先生(香港吉歐系統有限公司商務拓展經理)介紹]➤ 建築機器人技術 [由劉雲輝教授(香港中文大學天石機器人研究所所長)介紹]						
	□ 当会体						
17:45 - 17:50	閉幕致辭 [由梁健文先生(房屋署副署長(發展及建築))致辭]						
17:50	論壇結束						

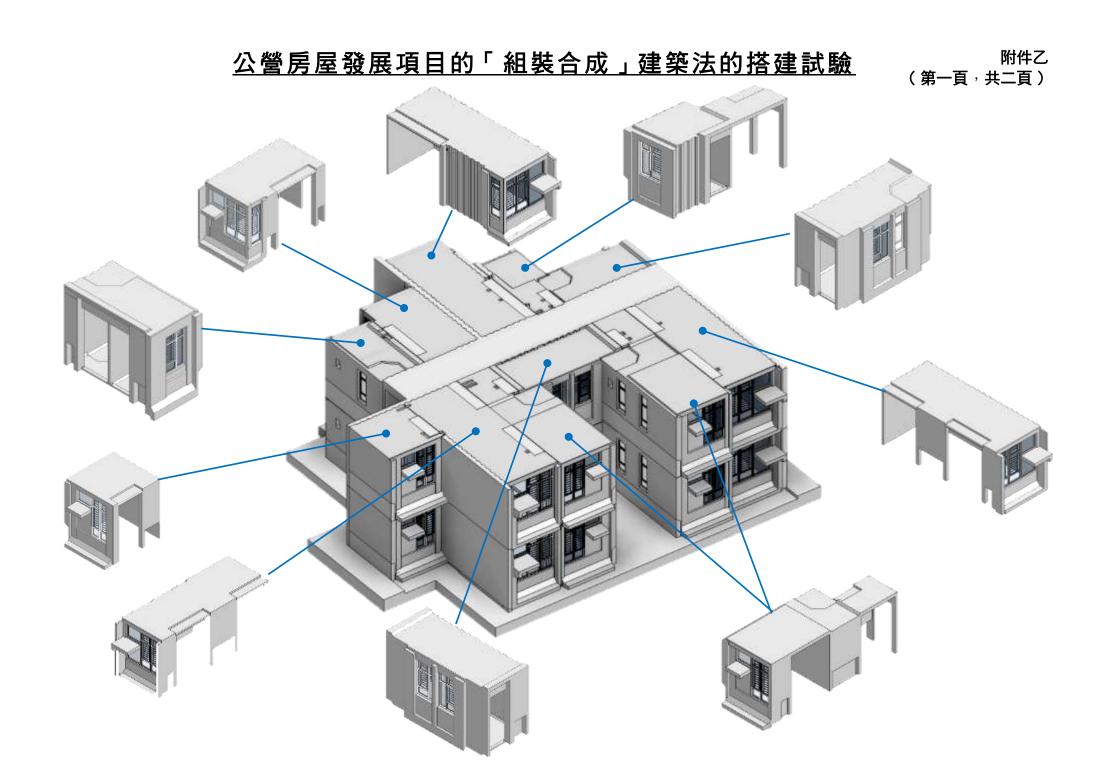
全體合照



香港房屋委員會業界論壇 公營房屋發展的創新建築方法 2021

持份者出席名單

1	建築小組委員會委員/ 投標小組委員會委員	21	香港建造商會有限公司
2	發展局	22	香港機電工程商聯會
3	建築署	23	電梯業協會
4	屋宇署	24	香港中文大學
5	土木工程拓展署	25	香港科技大學
6	機電工程署	26	香港理工大學
7	消防處	27	香港高等教育科技學院
8	運輸署	28	香港房屋協會
9	水務署	29	香港吉歐系統有限公司
10	建造業議會	30	納米及先進材料研發院有限 公司
11	香港建築師學會	31	香港科學園
12	香港工程師學會	32	天石機器人研究所
13	香港測量師學會	33	香港中華煤氣有限公司
14	英國特許建造學會	34	香港電訊有限公司
15	英國特許水務學會	35	香港寬頻有限公司
16	建築環保評估協會有限公司	36	預製組件工廠
17	建築師事務所商會	37	建築物料實驗室
18	香港顧問工程師協會	38	建築承建商
19	香港電器工程商會有限公司	39	建築顧問公司
20	香港註冊消防工程公司商會有 限公司		



附件乙 (第二頁,共二頁)



在「組裝合成」建築法搭建試驗中預先安裝的建築飾面、裝置及配件

項目/位置		飾面/裝置/配件	預先安裝	工地安裝
外牆		丙烯酸漆料	✓	
天花板	全單位	抹灰層及內牆乳膠漆	√	
內牆	客廳/睡房	抹灰層及內牆乳膠漆	√	
	廚房/浴室	瓷磚、抹灰層及內牆乳膠漆	√	
地板	客廳/睡房	混凝土搪平地台	√	
	廚房/浴室	水泥批盪及防滑過底磚	✓	
門檻/	單位大門	混凝土石壆及防滑麻石磚		√
淋浴間圍邊	廚房/浴室		√	
門	單位大門	防火木門		√
		鐵閘及鐵閘鎖		√
	廚房	防火木門	√	
	浴室	塑膠摺門/空心木門	√	
五金配件	單位大門	防盜眼、推桿式門柄、門鎖及門鼓		√
	廚房門	推門板、拉門柄及門鼓	√	
	浴室門	門柄及門鎖	√	
		推桿式門柄及門鎖	√	
鋁窗	全單位	窗框、玻璃、窗花及冷氣機窗	√	
衛生設備	廚房	灶台、洗滌盆及推桿式洗滌盆混合 式水龍頭	✓	
	浴室	- 坐廁及廁板 - 掛牆洗手盆及推桿式面盆混合式水龍頭 - 嵌入式淋浴間、推桿式花灑混合式水龍頭 - 軟管及花灑頭 - 高低調節桿	✓	
配件	客廳/睡房	晾衣架支架	✓	
		晾衣架		√
		冷氣機冷凝水去水管	✓	
	浴室	晾衣桿、扶手、浴簾桿、牆鏡、牆 鏡背板、廁紙斗及肥皂架	✓	
排水系統	廚房/浴室	所有 室外 污水/廢水/雨水排水管,反虹吸管及隔氣彎管		✓
		所有 室內 排水管及隔氣彎管	✓	
		地台去水口	✓	

<u>在「組裝合成」建築法搭建試驗中預先安裝的機電設備和水喉裝置</u>

項目/位置		飾面/配件	預先安裝	工地安裝
水管裝置	廚房和浴室	所有外牆水管		✓
		內部水管連單位內隔離閥	✓	
電力裝置	客廳/睡房	藏入式導管系統	✓	
		電線	✓	
		用戶電箱:		
		- 用戶電箱底箱	✓	
		- 電線接駁		✓
		電氣配件:		
		(i) 以下面板-		
		- 插座	✓	
		- 照明開關掣和照明點	✓	
		- 電視/調頻插座	✓	
		- 電話點		✓
		- 連接盒	✓	
		- 等電位接駁	✓	
		(ii) 聽筒式對講機	✓	
		(iii) 門鐘連按鈕	✓	
電力裝置	廚房和浴室	藏入式導管系統	✓	
		電線	✓	
		等電位接駁	✓	
		面板供插座,照明開關掣和照明	✓	
		點,連接盒,等電位接駁		
氣體供應	廚房和浴室	明敷氣體喉管連供應/接駁點		✓
裝置		煙道牆孔蓋板	✓	