

報告摘要

1. 二零一八年五月，有傳媒報道指沙田至中環綫（「沙中綫」）合約編號 1112 - 紅磡站擴建工程在進行紮鐵工序期間有鋼筋螺絲螺紋懷疑被剪短，而東西走廊月台層板與連續牆之間的鋼筋及螺絲帽接駁有施工質量不足之處。紅磡站擴建部分之整體平面圖見附件 A1。
2. 此外，總承建商禮頓建築（亞洲）有限公司（「禮頓」）曾在月台層板與連續牆接駁細節上作出修訂，與建築事務監督所接納之設計圖則不符，亦引起了關注。有見及此，香港鐵路有限公司（「港鐵公司」）就紅磡站擴建部分擬備全面評估策略，並於二零一八年十二月向鐵路拓展處提交建議，以核實工程的實際建造狀況及施工質量，並確認結構完整性。全面評估策略分三階段進行。

第一階段 - 覆核資料

3. 第一階段包括整合建造記錄及核實東西走廊月台層板與連續牆接駁位置的實際建造細節。如有客觀證據或在檢視過程中發現有不完整的地方，而令其實際建造細節存在不確定因素，則會在該處進行工地檢查及測試，以核實實際建造狀況。
4. 二零一八年十二月，經檢視所有現有的資料及建造記錄，並比對由禮頓擬備的修訂圖則（實際建造）後，東西走廊月台層板與連續牆共有 24 個接駁位置需要鑿開作進一步核實現存記錄及證據，以確保承建商的修訂圖則（實際建造）所顯示的實際建造狀況準確。

第二階段 - 實地檢測

5. 第二階段由以下四個部分組成：

階段 2a

6. 階段 2a 的工作包括開鑿（即第一個目的）以核實東西走廊月台層板與連續牆接駁位置的實際建造狀況與承建商的相關修訂圖則（實際建造）是否一致。實地檢測工作於二零一八年十二月展開，並於二零一九年四月完成。經核實，連續牆的 24 個位置中，有 8 個位置與承建商的修訂圖則（實際建造）不符。該結果顯示圖則有不準確的地方，反映在工程期間修訂圖則的過程有不足之處。一些工

地改動未有被完整記錄，及／或於承建商的修訂圖則（實際建造）作更新。此階段 2a 所得的結果將納入向政府提交的修訂圖則。

7. 於階段 2a 開鑿工作中外露的螺絲帽，已透過實地檢查及／或屬非破壞性測試的陣列式超音波檢測核實扭入情況。

階段 2b

8. 階段 2b 的工作包括開鑿（即第二個目的）東西走廊及南北走廊月台層板中以隨機抽樣的方式選出鋼筋／螺絲帽接駁位置的樣本作進一步實地檢查及進行陣列式超音波檢測，並基於統計學原理評估螺絲帽接駁可能的欠妥比率。按照統計學抽樣原則，東西走廊及南北走廊月台層板各有不少於 84 個隨機抽樣的鋼筋／螺絲帽接駁情況會被檢測，以評估在 95% 信心程度下的欠妥比率。全面評估策略中建議採用二項機率統計分析觀察所得螺絲帽接駁情況對整體的影響。二項機率統計的結果需按安裝要求評定為「不合格」或「合格」。在全面評估策略中的第 6.4 段，未符合準則的螺絲帽接駁樣本會被視為不合格及有欠妥之處（見全面評估策略 6.4.21 段）。而有關工程在合約下是否被視作有欠妥之處，則應按照合約條款決定。

9. 就此目的，東西走廊及南北走廊月台層板分別以隨機抽樣的方式，各選取 28 個位置收集最少 84 個樣本。開鑿工作於二零一八年十二月展開，而所有陣列式超音波檢測已於二零一九年四月完成。

10. 東西走廊及南北走廊月台層板最終分別有 102 及 99 個樣本被檢測。當中，東西走廊及南北走廊月台層板分別有 90 及 93 個樣本得出有效結果作統計分析。按照階段 2b 的目的，於陣列式超音波檢測結果中扭入長度少於 37 毫米，或直接量度下扭入少於 40 毫米的螺絲帽，會被視為未符合生產商的安裝要求，以及被視作欠妥。東西走廊月台層板 90 個樣本中有 25 個欠妥，而南北走廊月台層板 93 個樣本中則有 23 個欠妥。根據二項機率分析推斷，在 95% 的信心程度下，東西走廊及南北走廊月台層板螺絲帽的欠妥比率分別為不多於 36.6% 及 33.2%。

11. 由於在階段 2a 外露的螺絲帽並非隨機抽樣，其陣列式超音波檢測結果並沒有納入統計分析。

12. 在 48 個欠妥的樣本中，8 個樣本的主鋼筋 (main reinforcement bar) 沒有連接螺絲帽，5 個樣本的鋼筋看似曾被剪過。這些結果顯示雖然剪短鋼筋末端螺紋部分的情況確有出現，但並不普遍，惟其他螺絲帽接駁出現不足之處則較為廣泛。

13. 東西走廊月台層板的 A 區及香港體育館區，主要以帽樑 (capping beams) 連接連續牆。開鑿結果顯示，連續牆頂部帽樑的 11 條主鋼筋中，有 2 條沒有與連接東西走廊月台層板及 A 區與香港體育館區帽樑內的螺絲帽妥善接駁。因此，在計算這些位置的螺絲帽接駁欠妥比率時，會一併考慮這些螺絲帽兩邊的連接情況。

14. 螺絲帽接駁出現不足之處的最可能成因包括紮鐵施工質量欠佳，卻沒有在工程期間進行的監察中被發現。

15. 上述有關螺絲帽接駁的結果會在第三階段的結構評估反映。

階段 2c

16. 階段 2c 包括檢視現存建造記錄，以檢查連續牆的建造過程中有否出現不妥當的情況。在全面評估範圍內的所有 243 幅連續牆板均被檢視。

17. 檢查及測量申請表格 (RISCFs) 及螺絲帽的檢查記錄是被審視的重要證據。儘管承建商就鋼筋籠的安裝及灌注混凝土前檢查所提交的檢查及測量申請表格大致齊備，但有未按時提交及批核檢查及測量申請表格的情況，一些螺絲帽檢測記錄亦未齊備。

18. 其他相關資料，特別是已簽署的製作鋼筋籠施工圖及相關照片記錄亦有被審視。這些資料顯示，連續牆在建造期間一般有工程人員進行工地監督及巡查，亦無發現明顯的施工質量問題。因此，無需對連續牆作進一步的開鑿檢測，其結構按第三階段評估而言，可視為完整。

階段 2d

19. 階段 2d 的工作包括檢測東西走廊月台層板上的蜂巢現象、牆身／支柱／吊牆與東西走廊月台層板底部之間的縫隙，以及核實抗剪箍筋和水平施工縫的施工質量。有關檢測工作採用了非破壞性測試及目測檢查，從而減少進一步開鑿結構。

東西走廊月台層板底部的蜂巢現象

20. 東西走廊月台層板底部的混凝土，於二零一八年七月發現蜂巢現象後，在月台層板底部已進行自動錘敲 (automatic hammer) 及敲

鎚(tapping hammer)勘察，找出有懷疑的區域後，再進行開鑿檢測，核實實際狀況。

21. 檢測發現大約 12%的檢查區域出現淺層蜂巢狀現象（即深度少於 50 毫米），另有大約 7%的檢查區域出現較深層的蜂巢狀現象（即 50 至 350 毫米深度）。這些蜂巢現象可能與混凝土施工質量未如理想有關。

牆身／支柱／吊牆與東西走廊月台層板底部之間的縫隙

22. 檢測發現牆身／支柱／吊牆與東西走廊月台層板底部之間有 31 處未經填補或曾以不合適物料填補的縫隙，其中亦有一些被發現有鋼筋及螺絲帽接駁問題。出現縫隙的成因很可能是混凝土施工質量未如理想，而這些情況沒有於工程期間所進行的監督中被發現。

抗剪箍筋檢測

23. 檢測蜂巢現象的過程中，亦發現抗剪箍筋有不妥當的情況。考慮到工地的實際環境及剪應力的分佈，選取了東西走廊月台層板底部 18 個位置作進一步調查。該些位置於二零一九年四月進行開鑿，以檢視抗剪箍筋安裝的施工質量及實際建造狀況。

24. 開鑿工作顯示全部 18 個位置均有抗剪箍筋不妥當的情況。包括未有安裝抗剪箍筋、鋼筋尺寸過細(smaller bar sizes)及錨固長度不足(insufficient anchorage lengths)。這些不妥當的情況與設計並不相符，亦反映建造及監督問題，而且這些情況也可能存在於月台層板的其他部分。

東西走廊月台層板與連續牆接駁位置的水平施工縫

25. 在階段 2d 中，工業剛性內窺鏡(Video Rigid Scope)用作檢測東西走廊及南北走廊月台層板混凝土出現蜂巢現象。在 4 個東西走廊層板連接連續牆的施工縫的混凝土連接面(interface) 位置中，亦採用了工業剛性內窺鏡檢查其狀況。

26. 在 4 個工業剛性內窺鏡位置當中有 2 個發現不妥當的情況。月台層板與連續牆之間的連接部分有一個位置出現縫隙。而在另一位位置所抽取的混凝土樣本則被發現有麻布的殘餘部分。

27. 外聘顧問獲委託就工業剛性內窺鏡檢測中所得的混凝土取芯樣本及結果作檢視，顧問認為不妥當的情況是與施工縫建造期間的施工質量問題有關。

28. 於混凝土蜂巢狀現象、抗剪箍筋及水平施工縫檢測所發現之不妥當情況，會納入第三階段評估作考慮。

其他第二階段結果

鏽蝕

29. 第二階段檢測期間，一些外露的螺絲帽接駁組件被剪去及扭出。當中大部分被扭出的鋼筋螺紋位置有生鏽的跡象。經港鐵公司專家作詳細檢測後，包括在南北走廊月台層板進行額外樣本檢查，確定鏽跡出現於表層，而且很可能是在安裝鋼筋初時有水分被困於螺絲帽所致。整體的生鏽情況未有令鋼筋螺紋部分的尺寸改變，故沒有對整體螺絲帽接駁的拉力造成重大影響。大部分已檢查的樣本的生鏽情況已停止。為確保日後不會出現生鏽的情況，月台層板與連續牆之間的接駁位置會進行灌漿或採取其他預防滲水措施，以減少有水滲入東西走廊月台層板與連續牆接駁位置。

滲水

30. 在第二階段檢測期間，發現一些月台層板已被開鑿的位置有滲水／積水情況。這很可能是由於滲水經連續牆板之間的施工接縫位置，以及南北月台層板與連續牆之間的接駁位滲入而引致。滲入的水含有鹽份，意味可能是海水。為減低有水滲入混凝土層板，會進行灌漿以密封可能滲水的位置。

157 號不合規格通知書的有關檢測

31. 因應在 157 號不合規格通知書中的連續牆板 EM100 被指有鋼筋螺絲頭螺紋懷疑被剪短的指控，東西走廊月台層板底部與連續牆之間的位置有 7 個螺絲帽已被外露進行檢測，當中 5 個連接着月台層板鋼筋的位置採用陣列式超音波檢測，以檢視其扭入長度。

32. 7 個螺絲帽接駁當中，有 1 個樣本因檢測方法受局限而被剔除。其餘 6 個螺絲帽接駁中，有 3 個沒有連接鋼筋及／或被剪，餘下 3 個則符合生產商的安裝要求。

33. 157 號不合規格通知書是因應東西走廊月台層板底部頂層鋼筋有不合規格螺絲帽接駁所發出。受制於工地環境，此檢測未能到達 157 號不合規格通知書中有關的鋼筋層。不合規格螺絲帽接駁的成因很可能是施工質量未達標準，而此情況並沒有於工程期間所進行的監察中被發現。由於結果顯示這個位置出現較高的不合規格螺絲帽接駁比率，此發現將納入第三階段評估作考慮，以分析這個位置的結構完整性。

第三階段 – 結構評估

34. 在第三階段結構評估（「評估」），獲委託的外聘顧問將第一及第二階段的檢測結果納入考慮，為紅磡站擴建部分的箱形結構進行評估。

35. 外聘顧問在展開評估前，已考慮將用作分析的設計要求。在設計階段初期，有多個因素對設計者而言乃未知之數，特別是最終的建築布局及詳細建造方法。故原定設計在建造時預留額外空間及彈性，以應付其後設計及建造階段可能出現的不確定因素。然而，由於構築物已完成詳細設計及建造，這些額外空間及彈性可再被審視。此外，在車站日後使用時，在採取一些適當限制及防範措施的前提下，就結構的原定設計的假設採納一些其他改動也是可以接受的。因此，評估中會考慮兩個方案，分別為原定設計及更新設計。

36. 在原定設計方案下，結構完整性的評估是根據原定設計的假設及結構分析模型，以及第一及第二階段檢測的實際建造狀況結果進行。基於這些原定設計的假設及結構模型，原擬議建造的構築物獲接納為符合工程設計方面既有之良好守則並符合《混凝土結構作業守則》所要求的安全水平。

37. 基於原定設計方案所作的評估顯示，如結構要達到原定設計要求，東西走廊及南北走廊月台層板須就螺絲帽接駁的不妥當情況採取相應措施，包括直接或透過帽樑接駁月台層板及連續牆的位置。東西走廊及南北走廊月台層板抗剪箍筋不妥當的情況整體亦要採取相應措施，而連續牆與東西走廊月台層板之間的水平施工接縫位置則要作加固。

38. 經檢視原定設計假定後，港鐵公司及外聘顧問提出一系列修訂的設計假定用作評估。港鐵公司及外聘顧問均認為這些修訂的設計假定，連同第一及第二階段檢測的結果，以及用於評估實際建造狀況及相關物料／承載力的扣減，大致符合港鐵公司的《新工程設計

標準手冊》並能達到當時《混凝土結構作業守則》中所要求的安全水平。

39. 港鐵公司認為這些經修訂的更新設計，是評估構築物是否需要採取擴大工程範圍的適當方法。此舉更能準確地反映實際狀況。這亦涵蓋已選擇的設計改動，以及在進一步的建議施工範圍、成本、時間效益之間獲取適當平衡。與此同時，也顧及構築物本身的功能及性能不受損害。

40. 根據更新設計，並考慮到實際建造狀況以及已進行的視察結果，港鐵公司認為現時車站結構就繼續進行建造工程而言是安全的。

41. 港鐵公司建議在施工質量不足的位置採取適當措施，從而達致當時之《混凝土結構作業守則》所要求的安全水平，並且符合《建築物條例》的規定和工程設計方面既有之良好守則。港鐵公司的《新工程設計標準手冊》亦要遵守。此外，考慮到更新設計結構評估中所採納的更新設計要求，工地日後在使用時將實行一些限制及防範措施，但這些措施並不會妨礙結構構築物的運作以及工地的使用。

42. 已知及提交予相關政府部門的具體行動或修補措施已列於此報告中。如所需的採取措施的詳細範圍仍有待與政府正式商討，這些情況會歸納為「適當措施」一詞。「適當措施」是指用以應對報告所發現問題的相應措施，以期令工程達致當時《混凝土結構作業守則》所要求的安全水平，並且符合《建築物條例》的規定和工程設計方面既有之良好守則。此外亦須遵守港鐵公司的《新工程設計標準手冊》。此用語所涵蓋的行動廣泛，當中可能包括結構改動、修補工程、對構築物及其鄰近區域的長遠監察，以及就日後可能因應構築物的結構、用途及鄰近區域的發展作出修改而加設限制。

43. 根據更新設計，建議的適當措施包括加裝鋼筋、加厚個別層板、加強抗剪箍筋、增加支柱、灌漿等，以應對和處理與施工質量包括螺絲帽接駁、抗剪箍筋、水平施工縫及滲水等事宜。預計需時 4 至 6 個月完成設計及獲得政府的審批，而其後的工序將需時 9 至 12 個月完成。作為適當措施的一部分，港鐵公司會制定長期遠監察，包括以儀器監測及巡查，監察結構的持續完整性。

結論

44. 第一及第二階段工作分別於二零一八年十二月及二零一九年六月完成，當中發現一些不足之處。第三階段將實際建造狀況及第一及第二階段所得的結果納入評估，相關工作於二零一九年七月初完成。
45. 經開鑿的位置將進行修補工程。於全面評估策略所發現的不足之處，會採取建議的適當措施，在有關設計獲接納後，預計需時 9 至 12 個月完成工序。
46. 全面評估策略的結果以及建議採取的適當措施，相信足以處理過去一段時間就紅磡站擴建部分結構完整性的各種關注。根據更新設計，並考慮到實際建造狀況以及過往的視察工作，港鐵公司認為現時車站結構就繼續進行建造工程而言是安全的。
47. 港鐵公司將會探討方案，就紅磡站擴建部份的結構向政府提供額外質素保證及/或作出保證承諾。

備註：此中文報告摘要為英文版本的譯本，如中、英文兩個版本有任何抵觸或不相符之處，應以英文版本為準