

資料文件

立法會交通事務委員會

深圳灣公路大橋香港段混凝土高架橋 預應力鋼纜斷裂事件調查事宜

本文件就深圳灣公路大橋香港段混凝土高架橋預應力鋼纜斷裂事件的調查結果向委員匯報。

深圳灣公路大橋香港段

2. 橫跨后海灣的深圳灣公路大橋，於 2007 年落成啓用，是一條全長約 5.5 公里的三線雙程分隔車道，連接香港的流浮山及深圳的蛇口。深圳灣公路大橋根據粵港分界線劃分為香港段及深圳段，分別長約 3.5 公里及 2 公里。該橋主要由多跨混凝土高架橋及兩條分別位於香港及深圳海事航道上的鋼結構斜拉橋組成（見附件）。香港段混凝土高架橋以預制混凝土塊件建造，並以多條內置及外置式預應力鋼纜組成結構組件，架設在橋墩上。深圳灣公路大橋香港段的保養維修由路政署負責，路政署聘用了專業人員為橋樑結構作定期檢查。

鋼纜斷裂事件

3. 路政署人員於 2019 年 2 月 15 日在深圳灣公路大橋香港段進行例行檢查期間，發現往香港行車方向近流浮山的一段混凝土高架橋內，其中一條直徑約 160 毫米的外置式預應力鋼纜斷裂。在發現鋼纜斷裂的情況後，路政署即時安排部門的工程師聯同專業工程顧問，到現場視

察。經檢查後，確認高架橋的結構安全沒有受到影響¹，亦沒有發現任何異常情況。

4. 路政署迅速安排保養承辦商進行維修，更換該條斷裂鋼纜。因應結構檢查和維修工作的需要，深圳灣公路大橋往香港方向在當其時實施了臨時交通安排，暫時封閉了相關路段三條行車線的其中兩條，並留有一條行車線，使車輛能夠通行。更換斷裂鋼纜的工程已於 2019 年 3 月 14 日完成，所有臨時封閉的路段亦隨後於 2019 年 3 月 15 日開放。

鋼纜斷裂事件調查小組

5. 為全面了解鋼纜斷裂事件的成因，路政署成立了調查小組進行深入調查。小組由一名路政署助理署長帶領，成員包括路政署的工程師及三名在橋樑結構、預應力系統及材料分析方面的專家²。調查工作就四個範疇進行了檢視，包括相關橋樑的建造材料、結構設計、建造過程及維修保養事宜。

調查方法

6. 斷裂的外置式預應力鋼纜長約 280 米，跨越一段高架橋的多個橋墩。鋼纜由高密度聚乙烯保護管包裹，管內注滿水泥漿以作保護。調查小組實地檢查了該鋼纜，以及該鋼纜兩端的錨碇。此外，調查小組亦查驗了斷裂鋼纜現場的殘留物，並沿鋼纜不同位置收集樣本進行檢測。

7. 調查小組檢視了該段高架橋的設計，核實設計是否按照標準和相應參數進行。調查亦涵蓋了相關橋樑在建造工程合約中的技術規格和施工圖則和記錄等資料，與設計資料及現場各結構構件的布置作比對。

¹ 在設計深圳灣公路大橋高架橋的結構及其外置式預應力鋼纜系統時，已考慮有鋼纜需要更換的情況而預留足夠的安全系數，即使缺少其中一條鋼纜，橋面仍可正常行車。

² 三名專家分別為香港大學土木工程系系主任區達光教授、香港科技大學土木及環境工程學系客座教授麥康年教授及香港大學機械工程系前客座副教授林超雄博士。

此外，調查小組查核了鋼纜斷裂事件涉事的高架橋的檢查和維修保養記錄，審視該橋的結構檢查和維修工作的狀況。

調查結果

8. 調查小組認同深圳灣公路大橋的結構安全並沒有受鋼纜斷裂事件影響。綜合有關材料、設計、施工及維修保養各方面的詳細資料顯示，預應力鋼纜系統的設計及鋼纜本身的物料符合當時的設計標準及相關的材料規格，而鋼纜安裝位置亦符合設計要求。調查小組亦沒有發現任何涉及維修保養不足的情況。

9. 調查發現該鋼纜的斷裂是因為長期鏽蝕令鋼纜承載能力下降所致。調查小組認為在該鋼纜斷裂一端的錨碇附近的鋼纜保護管內積存了氣囊，提供了條件使該範圍的鋼纜出現鏽蝕的情況。鋼纜因為長期鏽蝕，截面面積減少以致承載能力相應下降，最終導致鋼纜斷裂。

跟進工作

10. 調查小組認為鋼纜斷裂的主要成因是在灌漿過程中空氣沒有完全排出，保護管內的空氣形成了氣囊。當灌漿程序停止時，水泥漿尚未能夠灌滿保護管，因此未能為鋼纜提供適當保護。

11. 由於鋼纜的錨碇被錨碇保護帽包裹，調查小組建議把深圳灣公路大橋香港段所有較長(即長度超過 200 米)的外置式預應力鋼纜的錨碇保護帽移除，詳細檢查錨碇狀況。調查小組亦建議檢視現時的灌漿方法和鋼纜檢查及質量監測方案，並考慮改善措施，以避免再次出現鋼纜斷裂的情況。

12. 路政署接納調查小組的調查結果及建議措施。截至 6 月底，署方已把深圳灣公路大橋香港段共 71 條(斷裂鋼纜除外)長度超過 200 米的外置式預應力鋼纜的錨碇保護帽移除，並將會安排採用工業電子內窺鏡詳細檢查錨碇內部狀況。

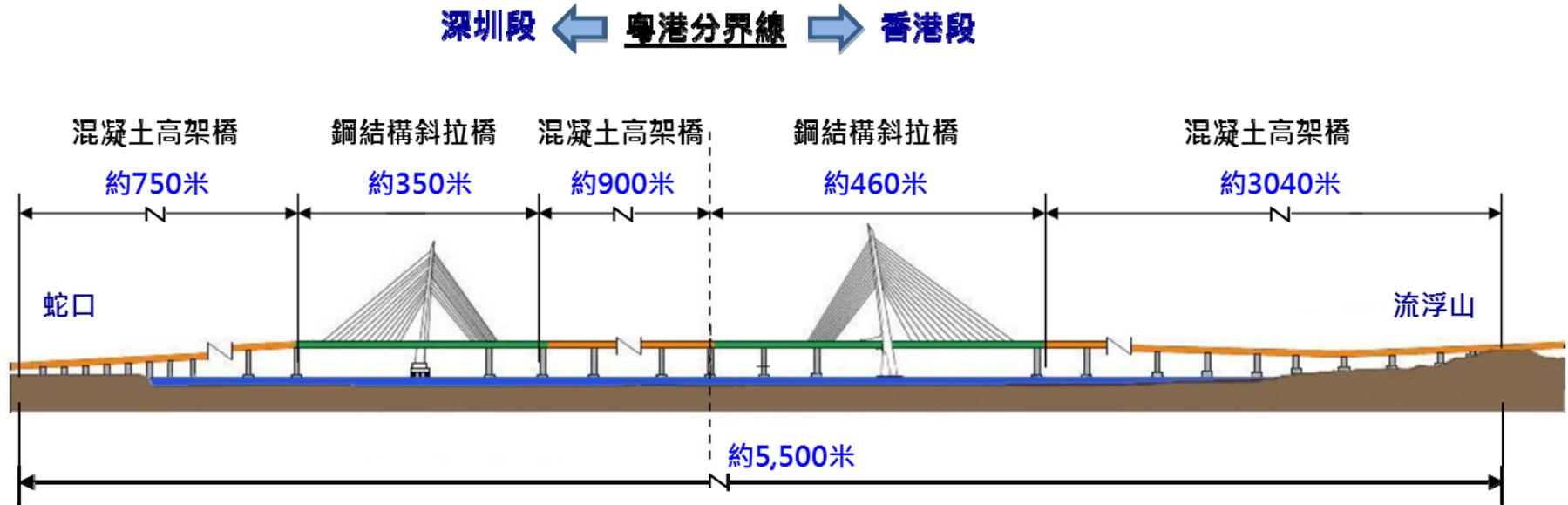
13. 鑑於是次事件，路政署亦主動就全港由署方負責維修保養的橋樑的外置預應力鋼纜進行初步檢查。有關工作已於 2019 年 4 月底完成，並沒有發現有橋樑的鋼纜出現問題而需要更換。此外，路政署亦將會安排抽樣移除相關橋樑的部份外置預應力鋼纜的錨碇保護帽，詳細檢查和核實錨碇與鋼纜的狀況，以確保橋樑的結構安全。路政署會根據有關檢查的結果和錨碇與鋼纜的狀況，檢視灌漿方法和質量監測方案，並考慮改善措施，以避免再次出現鋼纜斷裂的情況。

14. 鋼纜斷裂事件的書面調查報告已上載至路政署網頁（https://www.hyd.gov.hk/en/district_and_maintenance/structures/doc/SBB_HK_Investigation_2019.pdf）（除行政摘要，只有英文）。

運輸及房屋局

路政署

2019 年 7 月



附件 深圳灣公路大橋立面圖