

深入瞭解： 三角洲輸送和抗震能力

薩克拉門托聖華金三角洲位於舊金山灣區東部，是美國地震活動最活躍的地區之一。由於有許多活躍的斷層系統，美國地質調查局預測，到 2043 年，灣區某個地方至少會發生一次 6.7 級或以上震級地震的可能性為 72%。三角洲本身有幾條活躍斷層。三角洲輸送設計和施工管理局 (DCA) 在水資源部 (DWR) 的指導下工作，制定了一項擬議三角洲輸送專案，旨在解決所有擬議設施的這一風險，提高州水利專案的抗震能力。

舊金山灣區地震時間軸



1850-1966 年的地震，來自 Bakun, W.H., 1999 年，舊金山灣區的地震活動：
《美國地質學會公報》，第 89 期，第 764-784 頁，以及 1967-2014 年地震，來自北加州地震台網。

來源：USGS

三角洲活躍地震震源

三角洲地區所在地是一系列稱為「盲沖斷層」的斷層系統，斷層可能會造成部分相當大的地面擾動，但在地震事件不會產生地表破裂。三角洲已知的盲沖斷層包括 Midland、Montezuma、Thornton Arch、West Tracy 和 Vernalis 斷層。如果這些斷層的任何一個發生 6.25 到 6.75 級地震，都會在三角洲地區產生劇烈震動。

液化：三角洲的地震風險

當強烈的地面震動導致地面失去強度而表現得更像粘性流體時，即表示發生液化。由於以下兩個關鍵特徵，三角洲土壤在大地震事件容易液化：來自各種水流與歷史河道的淺層地下水及鬆散砂質沉積加上粉質沖積物。在這些情況下，持續時間較長的中等地震即可以引發液化。任何新三角洲基礎設施的設計都必須考慮到液化問題。

三角洲隧道：為大地震而設計

三角洲輸送專案隧道和所有專案設施的抗震可靠性對於地震後繼續供水極為重要。45 英里三角洲輸送專案隧道採用的抗震設計標準基於所謂的最大設計地震 (MDE)，即平均每 2,475 年發生一次的極端地震事件。根據這一標準和其他標準，三角洲輸送專案設施的設計和建造將能夠承受由極端地震事件引起的預計地面震動和由此產生的地面負載和變形。



內部視圖顯示的水泥段設計表明,隧道能夠比上方地面結構更好抗震。

於地震保持持續完好:內置隧道靈活性

一般來說,隧道在地震會比上方地面結構(如橋樑和建築物)表現更好。隧道結構受周圍土壤約束,相較於在地震時獨立於地面移動的建築和橋樑結構,不受強振動放大的影響。此外,另一個好處是,擬議三角洲輸送專案隧道位於地表以下約 110 英尺。由於地震地面運動振幅也隨深度減小,隧道破壞的可能性即隨深度減小。由於目前的擬建隧道位於地表以下 110 多英尺,對於可能發生在隧道上方較弱飽和土壤沉積物的液化,隧道襯砌預計不會遭受其所帶來的影響。

穿越 West Tracy 斷層:特殊隧道襯砌

所有擬議替代方案的隧道都會穿過一個斷層,即位於 Byron 附近線路南端的 West Tracy 斷層。DCA 的工程師和地質學家諮詢團隊對該斷層在地震事件期間可能發生的潛在位移進行了廣泛分析。初步結果表明,在斷層交叉處可能需要一種特殊的隧道襯砌,包括更靈活的襯砌、更高的混凝土強度、更重的加固物、使用連續鋼條或鋼隧道襯砌,或結合處理,方能減輕斷層位移影響。

所有 DCP 設施:考慮地震的設計

每一個擬議 DCP 結構(如進水口、隧道豎井和排水口)的設計過程都會確保抗震能力。該過程包括對地下資料的審查,基於 MDE 的分析以及在地面承受最大峰值地面加速度的設計。這一過程的結果促成了重大改變。範例包括北三角洲兩個擬議進水口的地面改善和堤防設計。在靠近現有貝瑟尼水庫(Bethany Reservoir)的 DCP 的南端,擬議抽水設施以及其他基礎設施將建設位於最強硬的土壤之上。

為加州建造可靠的供水系統

DCA 的任務是規劃、許可、設計以及在提議專案得到 DWR 批准的情況下建立一個現代化、頂尖、永續、具復原性、具環保行動力、具有成本效益的三角洲輸送專案,以解決長期以來的需求,確保可負擔州水利專案的可靠性,以尊重三角洲作為一個地方的獨特性及其社區的方式服務於加利福尼亞的子孫後代。

facebook.com/deltaconveyance

twitter.com/dcdcainfo

bit.ly/3CllGlx

WWW.DCDCA.ORG

7.10.2023