

現場交通科學

(每月第一、三週一刊出)

有伸有縮才能耐久

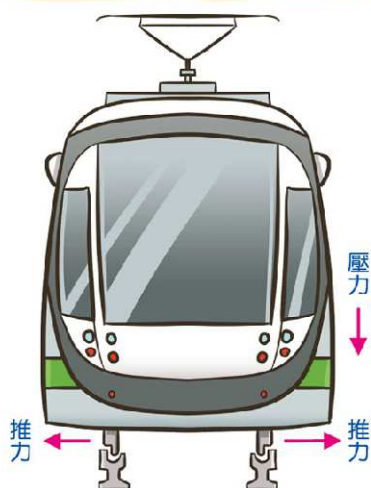
文・攝影／鄭羽哲 圖／柯欽耀

給輕軌電車走的鋼筋混凝土



▲埋入式軌道是輕軌的最大特色。

輕軌電車行駛時的應力作用



為什麼輕軌的軌道基礎要用鋼筋跟水泥？這樣才能支撐列車，同時避免軌道被列車推動位移。

大家一定很常聽到「鋼筋混凝土」這個名詞，它不僅是蓋房子的常見材料，也常常被用於道路與機場的道路路面，或作為軌道的支撐結構。

對於穿梭在都市間的輕軌電車來說，一定要選用可耐久且不易受損的基礎結構，以確保系統能長時間穩定運行。這時候，就只有鋼筋混凝土所構成的結構才能擔起這個重任啦！

電車行駛施加推應力。當輕軌電車行駛過軌道，電車會帶給軌道什麼樣的應力呢？

因為電車本身有重量，所以第一個力就是「重力」。對於軌道底下的結構來說，要承受車輛重量所產生的「壓」應力，並將應力平均分散於土壤上，以避免軌道結構變形。

再來因為電車移動不像汽車一樣是直線的往前走，而是像蛇行，車輪輪緣會一直碰觸到軌道邊緣，這時軌道就要承受垂直於軌道方向的「推」應力。

這個側向的推應力，對於軌道結構來說，是往側邊或是往上的「拉」應力。因此，對於支撐軌道的

結構來說，必須同時而對往「下」的「壓」，以及往左右兩邊「拉」的兩種應力。那麼，單純的「混凝土」可以解決這個問題嗎？

答案是肯定的。

混凝土相對來說不能承受應力拉扯；一遇上拉扯的應力，很快就會四分五裂，變成毫無用處的廢棄物。

鋼筋能承受側向拉力

其實，結構物不只需要承受「壓」力，即使是一般建築物，地震時也要承受側向來的「拉」力，所以光靠很容易碎裂的混凝土，沒辦法保護大家的安全。

正因如此，結構工程師就在抗「壓」的混凝土中

組合了抗「拉」的鋼筋，形成「鋼筋混凝土」；在澆鑄過程中，讓混凝土和鋼筋合為一體，製成耐伸也耐縮（耐壓）的結構材料。

輕軌道床穩固又減噪

最快於十月試營運的高雄輕軌，在施工鋼筋混凝土道床程序上，是直接鋪設鋼軌及鋼軌與混凝土道床間的緩衝材料於道床結構的鋼筋網上，再澆鑄混凝土材料進行固定。

如此一來，道床結構不僅可以支撐輕軌列車，承受各種方向的應力，也能幫助使用鋼輪鋼軌的輕軌系統減少運行時的噪音與振動。

在鋼筋混凝土的道床完成後，輕軌系統的鋼軌就會被「埋」在混凝土結構中。因此，只要在道床鋪上道路結構，就可以讓車輛、行人經過軌道；在沒有汽、機車行駛的區域，還能覆蓋一定厚度的土壤，讓輕軌路線形成綠意盎然的「植草路廊」。

什麼是混凝土？

所謂的「混凝土」，是透過一定比例的砂石，加上膠凝材料（例如黏土）和一定比例的水所製成。膠凝過程中，砂石會彼此黏合，讓乾固後的混凝土成為非常好的結構體，以支撐各種重量，具有非常好的抗「壓」力。



▲以穩定的道床為基礎，就能因應不同需求鋪設不同的路面。



▲輕軌道床的鋼筋網，是道床很重要的基礎結構。

