

ISSN 1011-6850

TAIWAN RAILWAY JOURNAL

TRJ 臺鐵資料 季刊 371
Dec. 2019
Winter



交通部臺灣鐵路管理局

Taiwan Railways Administration, MOTC

目錄 Contents

滑坡土石添加水泥作為重建邊坡之多孔透水材料.....簡崇光 Mixing Landslide Debris with Cement to Prepare Porous Material for the Reconstruction of Slope.....Chien, Chung-Kuang	1
橋梁換底工法施作效益-鐵路臺中線(山線)大甲溪橋為例.....張國晴.朱我帆.王敏鎧.劉正傑 The Benefit of Bridge Pier Replacement-A Case Study of Dajiaxi Railway Bridge.....Chang, Kuo-Chang. Chu, Wo-Fan. Wang, Min-Kai. Liu, Chen-Chien	51
散播花香·傳遞愛.....方均蔚.黃琮翰.王兆賢 The Expansion of Flower-Fragrance and Love.....Fang, Chun-Wei, Huang, Tsung-Han, Wang, Chao-Hsien	75
從實體零售到電子商務-淺談臺鐵夢工場的新零售發展.....施彤彤 From Physical Retailer to E-commerce -The New Retail Development of Taiwan Railway Shop (TRS)Shih, Wen-Tung	89

滑坡土石添加水泥作為重建邊坡之多孔透水材料

Mixing Landslide Debris with Cement to Prepare Porous Material for the Reconstruction of Slope

簡崇光 Chien,Chung-Kuang¹

聯絡地址：97057 花蓮市富裕 2 街 32 之 1 號

Address：No.32-1,Fuyu 2nd St.,Hualien City 97057,Taiwan(R.O.C)

電話 (Tel)：04-25951224 轉 118

電子信箱 (E-mail)：r7139@thb.gov.tw

摘要

颱風期間，山區邊坡發生坍塌是相當普遍的，而依坍塌位置的不同，可區分為上邊坡滑落和下邊坡路基流失。為了重建流失的土堤，若採傳統擋土結構興建方式進行，既耗時又耗費成本，嚴重地影響鐵路列車通行進度以及災害重蹈覆轍發生。因此研擬一種以就地取材的方式，能夠提供良好基礎承载力，且又能提高重建速度的回填材料和施工方法。擋土牆回填材中的粗骨材是篩選自邊坡坍塌土石，其角色是作為承受路面交通荷重之承重架構；至於邊坡坍塌土石中的細粒土壤，則是藉由拌入水泥漿後之造粒作用，使形成不會阻塞地下水流粗顆粒材料，創造回填料高透水性效果；而拌入之水泥材料，同時也可強化粗骨材所構成之承重架構，提高其整體強度。本研究研發出之強固透水路基回填材料，可形成具自立性之透水路基材料，配合輕便柔性土工合成材，將可大幅縮短鐵路邊坡重

¹臺鐵局 前花蓮工務段 工務員

建工作期程，提高邊坡穩定性。

關鍵詞：滑坡土石、路基、透水回填材、水泥。

Abstract

Landslides along the mountain road are common in Taiwan during typhoon season. Among them, some are up slope failure; others are down slope failure. For the latter, a large portion of road base may be lost. Traditionally, to reconstruct the road base needs to construct the retaining structure first. But, it usually takes long time and needs large budget. This research aims to develop a method to speed up the road base reconstruction process by making use of the on-site landslide debris and the geo-synthetic material. The coarse aggregate can be screened from the landslide debris and used to form a frame work to carry the load from the surface traffic. The fine particles in the debris are flocculated to larger particles by mixing with cement slurry. Having large particles, a high permeability can be expected. In addition, the cement added to the backfill material can also strengthen the frame work formed by the coarse aggregates. This backfill material can become a porous $c-\phi$ material for the geosynthetic retaining structure which can be used to reconstruct the lost road base of a mountain road.

Keywords: landslide debris, road base, porous material, cement

一、緒論

近年，全球氣候變遷，極端氣候所造成威脅也越趨明顯，颱風數量、強度與短延時的強降雨都有明顯增加。台灣東部地區邊坡常常因受到自然災害侵襲，進而產生滑動崩壞等現象。以民國 101 年 8 月的蘇拉颱風為例，造成北迴鐵路觀音隧道南口(圖 1.1)、和仁隧道北口(圖 1.2)等三處土石流，更使得山區村落對外交通斷絕，成孤島等待救援。此外，台灣處於歐亞大陸板塊和菲律賓海板塊交界處，以至於地震頻繁，且因台灣大部分地區的地質年代較輕，造山運動仍在進行，地殼因受到造山運動的擠壓而摺皺斷裂，導致地表岩體破碎，故常有落石及崩塌的情形發生，對於山區居民的生活與交通造成嚴重影響。因此如何提高邊坡穩定性，並加快山區邊坡擋牆搶修速度，減少此類邊坡災害發生次數是一個值得研究的課題。

台灣山坡地受先天地質和地形條件的影響，每當豪大降雨後，地表逕流之侵蝕，除會造成淺層邊坡崩塌外；當降雨延時長或規模更大時，邊坡地下水位急速上升，使邊坡土體單位重上升、凝聚力下降和主動側土壓力增加，進而造成大規模之邊坡坍塌事件。故此，如何快速恢復通車並在經費以及人力有限的資源下，提高邊坡穩定性將是工程師的一大難題。一般路基之修復工法，不外乎下邊坡築擋土牆工法、上邊坡削坡工法，以及築橋跨越等工法，但以上工法其施工時間太長，無法符合快速恢復通車之需求。另外，常用於路基回填之 CLSM (控制性低強度回填材料，Controlled Low Strength Material) 雖然可以達到快速通車之目的，但因材料本身單位重大、透水性差，對於山區道路路基之邊坡穩定而言，皆為不利因子。因此，本研究首先嘗試增加傳統 CLSM 之透水性，並結合高早期強度且就地取材等優點，研發出適用於路基填補之透水材料，搭配未來現地所規劃之路基填補工法，改善不利邊坡之因子，以達到快速恢復通車，並同時提高邊坡穩定性。



圖 1.1 北迴鐵路觀音隧道南口



圖 1.2 和仁段路基長達數百公尺被土石流淹沒

二、文獻回顧

2.1 山區邊坡之致災原因

依 Taylor (1937)邊坡穩定係數(Stability Coefficients For Earth Slopes)說明，當邊坡土壤凝聚力下降、土壤單位重上升時，將是導致邊坡安全係數下降之主要元兇。然而，由台灣過去大多數山區道路邊坡災害可知，其原因眾多且複雜，但終究離不開自然因素及人為因素之交互作用，茲將各項可能致災原因說明如下：

- (1) 降雨時雨水對裸露之地面產生衝擊形成逕流，造成地表土層之流失、鬆動與侵蝕，部分雨水經由地面孔隙滲入土層，地下水位上升，孔隙水壓與滲流水壓增加，不飽和土壤因雨水滲入而飽和時，土體自重增大，凝聚力折減而產生山坡地滑動；另由於持續降雨，大量雨水經由山溝野溪流至河川，受地形、地質、坡度因素，如河床坡度陡峭使水流加速，侵蝕力增大，使下邊坡支撐力喪失，而向上游侵蝕，河川水流經凹岸時流速加快於凹岸地形或離心漩渦水流沖刷凹岸，破壞坡趾導致坡面坍塌與路基崩塌(圖 2.1.1a)。
- (2) 地震可導致地表條件不佳的地層發生失去穩定之現象，如地表面裂縫、液化、地盤下陷、崩塌、落石、土石流、滑動等。一般而言，在同一地區且相同環境條件下，地震規模越大，離震央越近地震力越大，其對地殼表層及地面的破壞即越強烈。此類地震的地面破壞效應導致之邊坡破壞，包括落石、滑動、土石流等(圖 2.1.1b)。
- (3) 台灣邊坡土壤大多為組織不規則之崩積土壤，成分多由沉泥、黏土，甚至含有機物組成。土壤顆粒內部構造甚為疏鬆，極易聚集流水；表面構造則因風化及植物之生長難於透水，因此易產生較高水壓不利於邊坡穩定(圖 2.1.1c)。
- (4) 台灣位處歐亞板塊和大陸板塊交界處，褶皺將影響地形的發育，造成岩層

傾斜及產生岩體之破裂面等等現象。當然，產生岩體破裂面的原因很多，不論其成因為何，破裂面的發育對於邊坡的穩定性皆為負面的影響；如降低強度、造成沉陷現象、提供滑動面以及造成岩體破碎等。另外，其開口使水分容易進入岩體中，不但增加水壓，也加速了邊坡地質的風化作用，而影響其穩定性(圖 2.1.1d)。



(a) 豪大降雨造成之路基坍塌



(b) 地震導致之道路邊坡崩塌



(c) 表面沖刷造成之路基坍塌



(d) 大地應力造成之岩石邊坡崩塌

圖 2.1.1 常見道路邊坡致災原因和破壞情形(摘自 吳淵洵及周南山³)

2.2 邊坡破壞型式及修復方式

依其於道路之相對位置，則可概分為上邊坡與下邊坡二大類型。任何類型之道路邊坡均可能發生破壞，惟因邊坡型式及誘發災害之自然因素或人為條件不同影響，邊坡破壞模式與型態並不盡相同。為求邊坡整治成效，邊坡災害發生後，需儘快界定邊坡破壞之類型，以擬定因應措施。

2.2.1 上邊坡破壞型式

上邊坡一般為挖方邊坡導致上邊坡地質破碎，導排水系統不良、植生不佳及坡度陡峭，在連續降雨、地表逕流沖刷與入滲之情況下，極易造成邊坡坡體驅動力增加、抗滑能力下降，致使邊坡產生滑動。由於上邊坡削坡所引起之開挖坡趾、增加坡度及破壞坡面等不利因子，不論其削坡規模與範圍之大小，均可能導致擋土設施破壞，崩塌土石堆積於路基或衝毀路基等災害。

2.2.2 下邊坡破壞型式

下邊坡包含自然邊坡及填方邊坡，台灣山區道路下邊坡所發生之災害以填方邊坡較多。路基在擋土設施基礎缺乏穩定之承載力，或下邊坡導排水系統不佳、水流沖刷邊坡等因素邊坡易滑動破壞，造成路基下陷或流失。

2.2.3 邊坡修復工法

邊坡災害之復建宜視實際需求，依短期、中期及長期循序處理。短期以立即恢復交通之簡易便道或便橋，中期加固短期設施或替代方案，長期則以永久性之設計方案為宜。而修復工法又可分為外穩定、內穩定及避險工法，可依破壞型式來判斷何種工法較為適用。如以下為各式工法介紹以及優缺點分析：

1. 外穩定整治工法

邊坡崩塌防治工法於外穩定機制方面，主要工法有護坡、擋土牆及回填土等工法，其中適用於下邊坡路基坍塌修復工法如(表 2.1.1a)。其中下邊坡築擋土牆工法主要藉由牆身自重以抵抗土壓力及水壓力，適用於較陡之坡面。其缺點在於施作擋土牆時需作開挖及基礎構築動作，兩者對邊坡皆為擾動因子，且擋土牆本身自重大對於邊坡穩定亦為不利因子，況且施工時間較長，故整體來說下邊坡築擋土牆工法仍有諸多缺點需要改善。

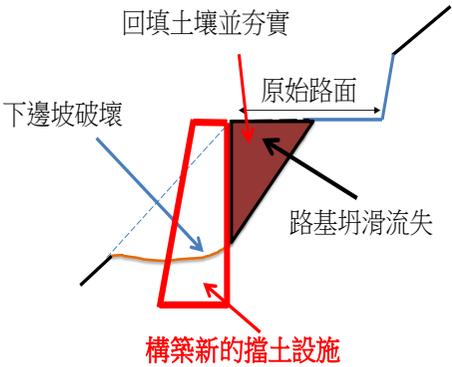
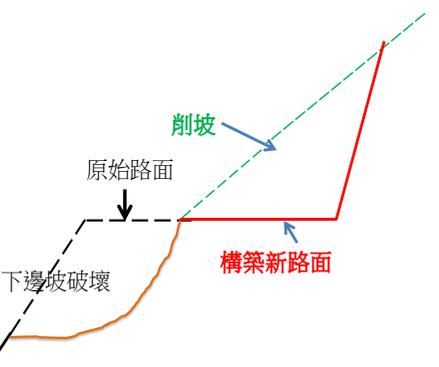
2. 內穩定整治工法

以高張力鋼材穿過可能產生滑動之土體或岩體，將其錨碇於穩定之地盤內，如(表 2.1.1b)。上邊坡削坡工法：在下邊坡路基完全坍塌後，利用開挖上邊坡構築新的路基；同時於上邊坡坡面打設地錨或岩釘，達到穩定邊坡之功用。上邊坡削坡工法之缺點，除了施工時間長外，由於再次對於邊坡開挖，導致坡面傾角變大，誘發邊坡之再次坍塌。

3. 避險整治工法

避險工法主要用於坡度較大之破碎地質陡坡，因易受風化及豪雨等因素造成大規模之土石崩落，直接採用橋工或改道方式避開危險路段(表 2.1.1c)。當其他防治工法不適用時，於彎道處可採用橋樑，避開危險坡地，雖然可以跨越地質敏感帶，但坍塌現場不一定有適合橋墩落座的地質及位置，且造價最高施工時間長。

表 2.1.1 常用於下邊坡坍塌路基之搶修工法

<p>(a) 下邊坡擋土工法</p>	 <p>回填土壤並夯實</p> <p>原始路面</p> <p>原始路面</p> <p>下邊坡破壞</p> <p>路基坍塌流失</p> <p>構築新的擋土設施</p>	
<p>(b) 上邊坡削坡工法</p>	 <p>削坡</p> <p>原始路面</p> <p>原始路面</p> <p>下邊坡破壞</p> <p>構築新路面</p>	
<p>(c) 築橋跨越工法</p>		

2.3 濾層篩選設計

2.3.1 濾層概述

1922~1960 年間，K.Terzaghi 運用滲流網、混凝土壩下游趾壓重、下游壩趾上揚浮力、水庫逆向管湧等概念，從土體結構方論證了土體滲透破壞的機制，從防止在滲流水流作用下土體移動方面論證了濾層料作用，從減小上揚力方面論證了排水作用，由平衡上揚力方面論證了壩體壓重作用等。依據於北非均勻砂土地質修建堆石壩時，為防止滲流水流經過潛在的混凝土防滲牆的裂縫，將砂土帶入堆石土中造成滲透破壞，而設計濾層的工程實務經驗，以及大量的實驗室試驗研究工作，於 1992 年提出的用濾層防止土體滲流破壞的理論和濾層準則(摘自 郭慶國、金亞玲⁴)：

$$\frac{D_{15}}{d_{85}} < 4$$

$$\frac{D_{15}}{d_{15}} > 4$$

D 和 d 分別指濾層與被保護料的粒徑，下標指通過該粒徑的土料在級配曲線上所佔的含量。Terzaghi 用濾層防止滲透破壞的理論和濾層準則問世之後，更明確了土壤的滲透破壞機制、濾層之濾土和排水作用之關係，而且還為設計濾層提供了具體方法。

此濾料設計應用後，解決了滲透之問題，高土石壩、堆石壩發展很快，超過百米之大壩增多。在 1922~1960 年間，土壩、土石壩、堆石壩採用 Terzaghi 提出均勻、多層反濾層之工程，皆無發生管湧破壞，即使從 1960 年至今，使用 Terzaghi 準則均勻多層反濾層之工程，也相當成功。

2.3.2 國內外濾層設計之相關規範

1. 交通部「公路排水設計規範」²

砂石濾層之定義，為地下排水溝埋設透水管之管周回填料，或為維持地下水流及防止堵塞現象，應使用級配良好之天然砂礫或碎石做單層或多層之濾層，

且每層最少厚度 15cm，其粒徑分佈應符合下列之規定：

$$\frac{D_{15}(\text{濾料})}{d_{85}(\text{路床土壤})} \leq 5$$

$$\frac{D_{15}(\text{濾料})}{d_{15}(\text{路床土壤})} \geq 5$$

$$\frac{D_{85}(\text{濾料})}{d(\text{透水管開孔孔徑或間隙})} \geq 2$$

濾料之顆粒粒徑分佈曲線與被保護土壤者近於平行，如圖 2.3.1 所示。式中， D_{15} 、 D_{85} 分別為粒徑分佈曲線上重量通過百分比為 15%及 85%之粒徑。單層濾層無法滿足上述條件時，應考慮採用多層濾層，各個濾層與其緊鄰濾層應符合上述條件，每層濾層之最小厚度為 15cm。就在土壤中間之濾層稱之為轉濾層。

2. Terzaghi and Peck 建議

$\frac{D_{15}}{d_{85}} < 4$ ，防止被保護土壤之細粒流失；

$\frac{D_{15}}{d_{15}} > 4$ ，牆後不產生過量水壓力

3. 美國海軍工程屬 NAVFAC

$\frac{D_{15}}{d_{15}} > 4$ ，牆後不產生過量水壓力；

$\frac{D_{15}}{d_{85}} < 5$ ， $\frac{D_{50}}{d_{50}} < 25$ ， $\frac{D_{15}}{d_{15}} < 20$ ，防止被保護土壤之細料流失。若被保護土壤為

顆粒均勻($Cu < 1.5$)之材料，則 $\frac{D_{15}}{d_{85}}$ 可增加至 6；如被保護土壤為顆粒級配大($Cu > 4$)

之材料時， $\frac{D_{15}}{d_{85}}$ 可增加至 40。

$\frac{D_{15}}{\text{透水槽寬度}} > 1.2 \sim 1.4$, $\frac{D_{15}}{\text{透水孔孔徑}} > 1.0 \sim 1.2$, $D_{max} < 7.5\text{cm}$, 防止材料分離

濾層小於 200 號篩者，應小於 5% ，以防止內部細粒料流動。

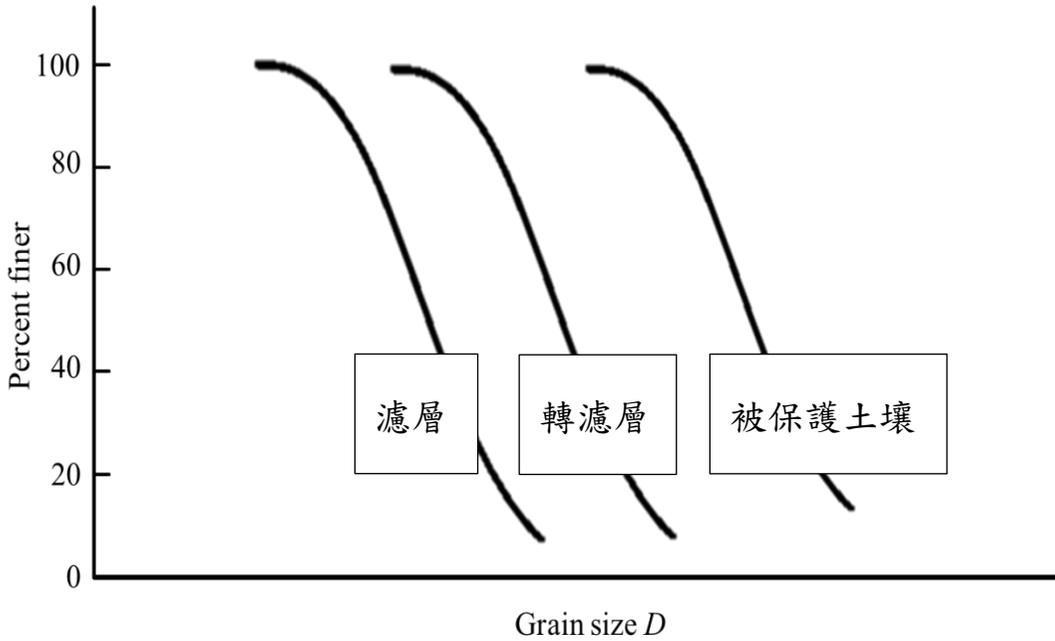


圖 2.3.1 粒徑分佈曲線 (摘自 郭慶國、金亞玲⁴)

2.4 控制性低強度材料

若以混凝土的觀點來說，控制性低強度材料（Controlled Low Strength Materials；CLSM）為一種 28 天抗壓強度不超過 84 kg/cm^2 （約 8.2 MPa ）之混凝土，以膠結料、水、砂、石，透過配比技術，使之具有一定強度，將來又能便利以人工或機具方式再開挖的低強度水泥質材料。其組成材料與一般混凝土相類似，但對於組成材料的要求，尚無製造混凝土材料般的嚴格規定。本章節主要介紹 CLSM 之定義、基本特性，及國內外相關之研究，同時整理其 CLSM 之相關文獻，以為後續章節探討之依據。

2.4.1 控制性低強度材料定義與簡介

依美國混凝土學會(American Concrete Institute [ACI]⁶) 229R 對 CLSM 之定義：控制性低強度材料主要用途乃是替代傳統回填夯實所使用的材料，是一種具自我充填性質的黏結材料。依照 ACI 116R 觀點來看，CLSM 定義為一種 28 天抗壓強度不超過 84 kg/cm^2 (8.2 MPa) 的材料，而目前大部分國外在使用之 CLSM 抗壓強度則不超過 21 kg/cm^2 (2.1 MPa)。最主要考量原因為將來以人工或機械方式來開挖的再開挖性在配比方面根據台灣營建研究院(2002)整理出 CLSM 與一般混凝土配比上的差異，CLSM 使用之膠結料水泥每立方公尺約 $0.1\sim 0.2 \text{ t}$ ，為一般混凝土用量的一半，其水灰比在 $1\sim 1.5$ 之間；若採用現場棄土拌合生產之 CLSM，其水灰比在 $2\sim 4$ 之間，遠高於一般混凝土 $0.4\sim 0.55$ 。CLSM 為方便再開挖，單位體積 CLSM 之粗骨材每立方公尺含量控制在 $0.2\sim 0.4 \text{ t}$ 間，低於一般混凝土粗骨材每立方公尺用量 $0.7\sim 1.1 \text{ t}$ 間。

CLSM 的主要用途為替代級配料及回填土壤做為填方之用，由於 CLSM 工作性佳，故只需輕微搗實，適用於狹小空間或機具無法進入的施工場所，用以替代土石回填料。如大型管線開挖後之回填工程、狹窄的管溝內回填及路面或建築物下面孔洞或結構基礎之基底。CLSM 之工作特性介於水泥混凝土與土壤性質之間，余德全(2001)研究指出 CLSM 組成之基本材與混凝土之材料相同，且拌合設備與澆置方式亦相同，凝結固化後的工程性質則近似於緊密土壤，其工程性質受到相當多的因子影響與控制，致使 CLSM 的工程性質存在廣泛的變

異性，故各主管機關對於 CLSM 皆有不同規範。

2.4.2 CLSM 之基本工程性質

1. CLSM 之抗壓強度

CLSM 為一種 28 天抗壓強度不超過 84 kg/cm^2 (8.2 MPa) 的材料，無圍壓縮強度常被當作量測 CLSM 承載力的重要指標，一般抗壓強度 $3.5\sim 7.0 \text{ kg/cm}^2$ ($0.3\sim 0.7 \text{ MPa}$)。而目前國外在使用之 CLSM，大部份之抗壓強度則不超過 21 kg/cm^2 (2.1 MPa)，除考量 CLSM 作為填方材料所需之強度外，主要原因是將來以人工或機械方式來開挖的再開挖性。

2. CLSM 之沉陷性

CLSM 發生沉陷的原因在於體積的減少及 CLSM 壓密沉陷量增加，造成水分喪失或空氣排出；超過水化作用所需的用水量，會被表面周圍的土壤吸收，變成游離水而呈現表面泌水現象。大部分的沉陷現象發生於澆置階段，其沉陷的程度需視被釋出的游離水含量多寡而定，若使用較低含水量之配比，將會產生較少的沉陷量，或甚至不會有明顯沉陷發生，但會影響工作性。

3. CLSM 之品質檢驗方法

根據美國材料試驗協會(American Society for Testing and Materials[ASTM])所規定控制性低強度材料拌合完成後，應進行混凝土標準坍度錐試驗(ASTM C143)量測坍流度、管流度試驗和坍度試驗，以檢驗及確保 CLSM 的流度性與充填能力。試驗方面主要是依據中華民國國家標準(Chinese National Standards[CNS])或 ASTM 相關規範，由於採用之 EPS 屬於非制式材料，使用非制式材料因目前沒有明確的規範規定，所以在使用這些非制式材料時還是需要特別注意，這些非制式材料可能含有高鹼性的成份、高氯離子含量以及重金屬的存在。因此，非制式材料在用於產製 CLSM 上，需了解這些材料本身成份對水泥水化反應的影響；對於工程面上，需考量工作性、強度、適用性等。根據內政部營建署，對於非制式 CLSM 材料之相關規定，如表 2.4.1，國內各主管機關對於 CLSM 皆有不同規範，但主要仍以行政院公共工程委員會所頒布施工綱要規範第 03377 章為基準做為延伸。

表 2.4.1 CLSM 與一般混凝土之比較(彙整自內政部營建署, 2002)

使用原料(kg/m ³)	控制性低強度材料(CLSM)	現場棄土拌合生產回填料	一般混凝土
水泥膠結料	100 ~ 200	100 ~ 200	250 ~ 450
卜作蘭材料	50 ~ 100	-	0 ~ 100
水	180 ~ 220	200 ~ 500	180 ~ 220
W/B	1 ~ 1.5	2 ~ 4	0.4 ~ 0.55
粗粒料	200 ~ 400	-	700 ~ 1100
細粒料	1280 ~ 1480	-	700 ~ 1000
剩餘土石土	-	1300~ 1700	-
摻料	速凝劑 發泡劑	早強劑	減水劑 強塑劑

三、試驗計畫

3.1 試驗材料

水泥

本研究所採用水泥為台灣水泥公司生產的普通卜特蘭 I 型水泥，性質符合 ASTM C150 或 CNS 61 之水泥規格。

拌合水

本研究拌合水取自台北市自來水廠提供之一般可飲用水，符合 CNS13961 之自來水品質要求。

土壤

本篇採用台北市大安區蟾蜍山土壤，由鑽探報告中所得，此基地由地表面至地表下 1m 為風化表土層，組成主要為粉土質黏土，材料經由清洗過篩及比重計得到試驗結果如表 3.1.1 所示，並繪製成現地土壤之粒徑分佈圖，如圖 3.1.1。將其土壤拿回實驗室做烘乾打碎處理，並使用通過#4 篩作為室內配比之細粒土壤材料。

粗粒料

本篇所採用粒料為天然開採之河石及河砂，材料經清洗及過篩處理，且於烘乾後加以封存。其粒料基本性質、篩分析等基本試驗結果如表 3.1.2、表 3.1.3 所示。

表 3.1.1 土壤篩分析及比重計試驗結果

篩號	孔徑(mm)	停留百分比 (%)	過篩百分比 (%)
#4	4.75	0	100.00
#20	0.85	6.348	93.652
#40	0.425	0.577	93.075
#60	0.25	0.131	92.943
#100	0.15	0.498	92.445
#200	0.075	0.420	92.025
比重計試驗	0.0525	3.000	89.000
	0.0371	3.000	86.000
	0.0265	5.000	81.000
	0.0179	7.210	73.790
	0.0100	5.903	67.887
	0.0073	5.903	61.983
	0.0052	7.379	54.604
	0.0044	4.427	50.177
	0.0038	2.361	47.816
	0.0034	1.181	46.635
	0.0012	20.071	26.564
底盤		26.564	0

表 3.1.2 粗粒料基本性質

粒料來源	壽豐溪河石
物理性質	粗粒料
OD 比重	2.66
SSD 比重	2.69
吸水率(%)	0.8

表 3.1.3 粗粒料篩分析結果

篩號	孔徑(mm)	停留百分比 (%)	過篩百分比 (%)
1"	25.40	0	100
3/4"	19.05	0	100
1/2"	12.70	17.97	82.03
3/8"	9.35	38.30	43.72
#4	4.75	43.31	0.41
底盤		0.411	0

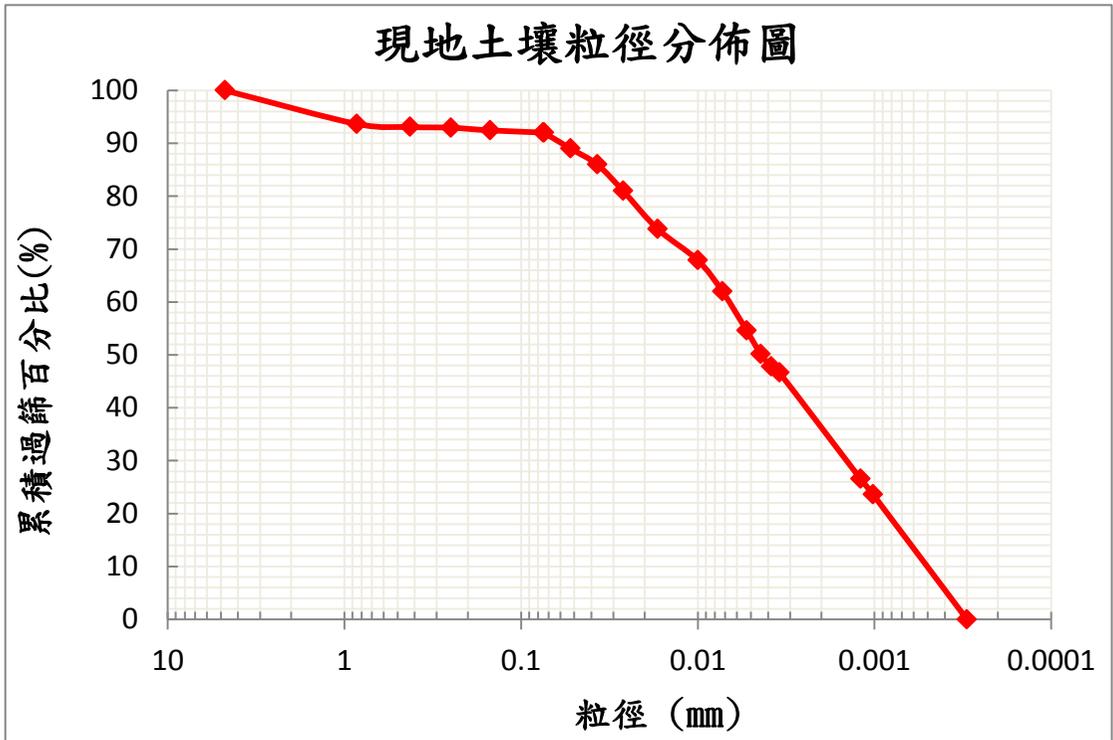


圖 3.1.1 現地土壤粒徑分佈圖

3.2 試驗濾層設計

因現地坍方土壤粒料過小，導致回填於邊坡易產生粒徑流失，所以土壤粒徑需做改善，因此本研究採用濾層設計，透過粗骨材粒徑曲線，依式 3-2-1、3-2-2 的濾層經驗公式，求得土壤最佳造粒範圍曲線(如 圖 3.2.1)。本研究濾層設計採用 Terzaghi 與 Peck 所提出之經驗公式，D 和 d 分別指濾層與被保護材料的粒徑，下標指通過該粒徑的土料在級配曲線上所佔的含量。

$$\frac{D_{15}}{d_{85}} < 4 \quad \text{式 3-2-1}$$

$$\frac{D_{15}}{d_{15}} > 4 \quad \text{式 3-2-2}$$

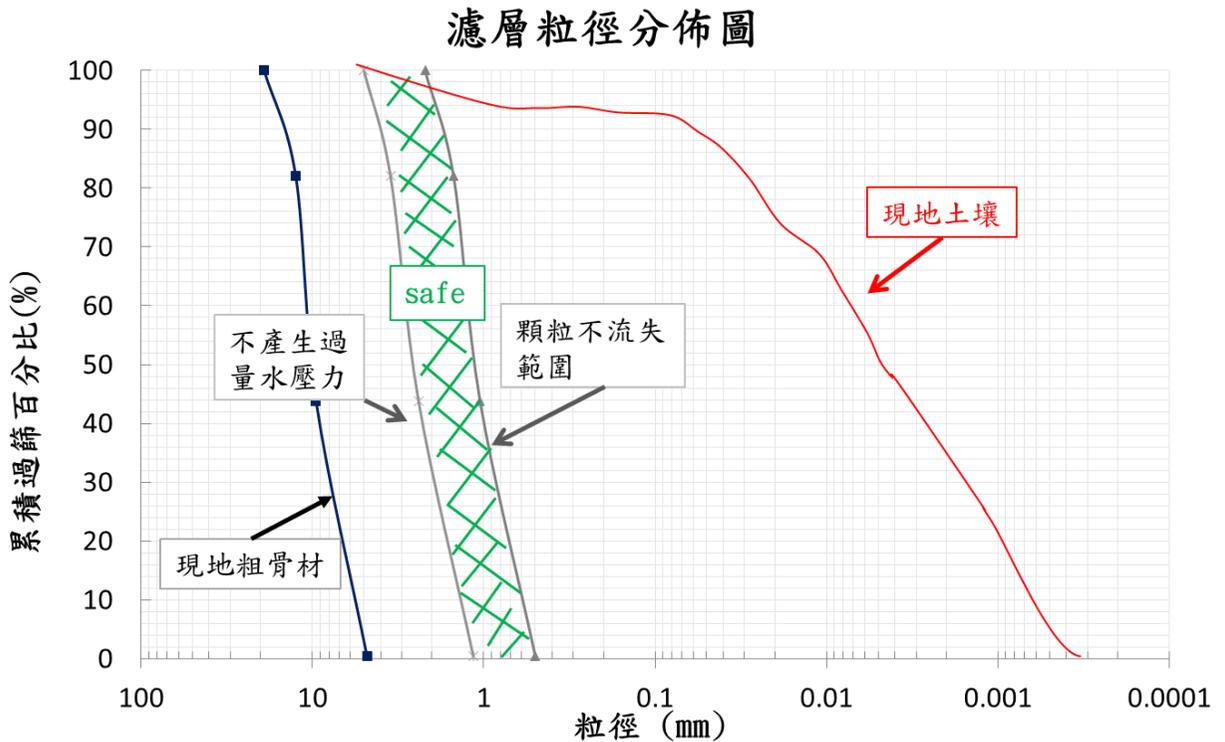


圖 3.2.1 濾層粒徑分佈曲線

3.2.1 濾層改良

改良後濾層之建立及步驟：

1. 先將現地土壤與粗骨材以 3:7 比例與水泥漿設計配比拌合
2. 靜置 24 小時後，將拌合材料進行篩分析試驗繪製粒徑分佈圖
3. 將濾層與被保護之土層以 4 號篩為界線區分
4. 濾層以 1"、3/4"、1/2"、3/8"、#4；被保護土層採用#4、#20、#40、#60、#100、#200，上下加蓋與底盤，分別量測各篩之重量，將土樣倒入篩組，使用搖篩機震盪約 10 分鐘，分別量測留置於各篩之土重，並繪製粒徑分佈曲線。

3.3 試驗架構

本試驗將分成三階段進行，第一階段試驗為固定土壤、粗骨材與水泥，並調整水泥漿中之拌合水量拌合，再搭配澆置後夯實，於硬固後進行單位重、抗壓與滲透性試驗比較，並找尋一最佳拌合水量。第二階段為固定土壤、粗骨材與由第一階段得到之最佳拌合水量，並調整不同水泥漿中之水泥量拌合，再搭配澆置後夯實，於硬固後進行單位重、抗壓、滲透性試驗比較，並得到最佳試驗之水泥量。第三階段為固定土壤與第一、二階段所得到之最佳水量與水泥量。

3.4 試驗配比設計

本透水回填料之設計流程如 圖 3.4.1。試驗之目的以符合以下三大自訂配比設計為原則：

1. 路面交通荷重—由粗骨材形成之架構來承擔
2. 加勁擋土牆構造物之邊坡穩定—由粗骨材之 f 與水泥和加勁材之 c 來提供強度
3. 回填料之透水性—由細粒土壤與水泥漿之造粒作用產生之間的孔隙配比

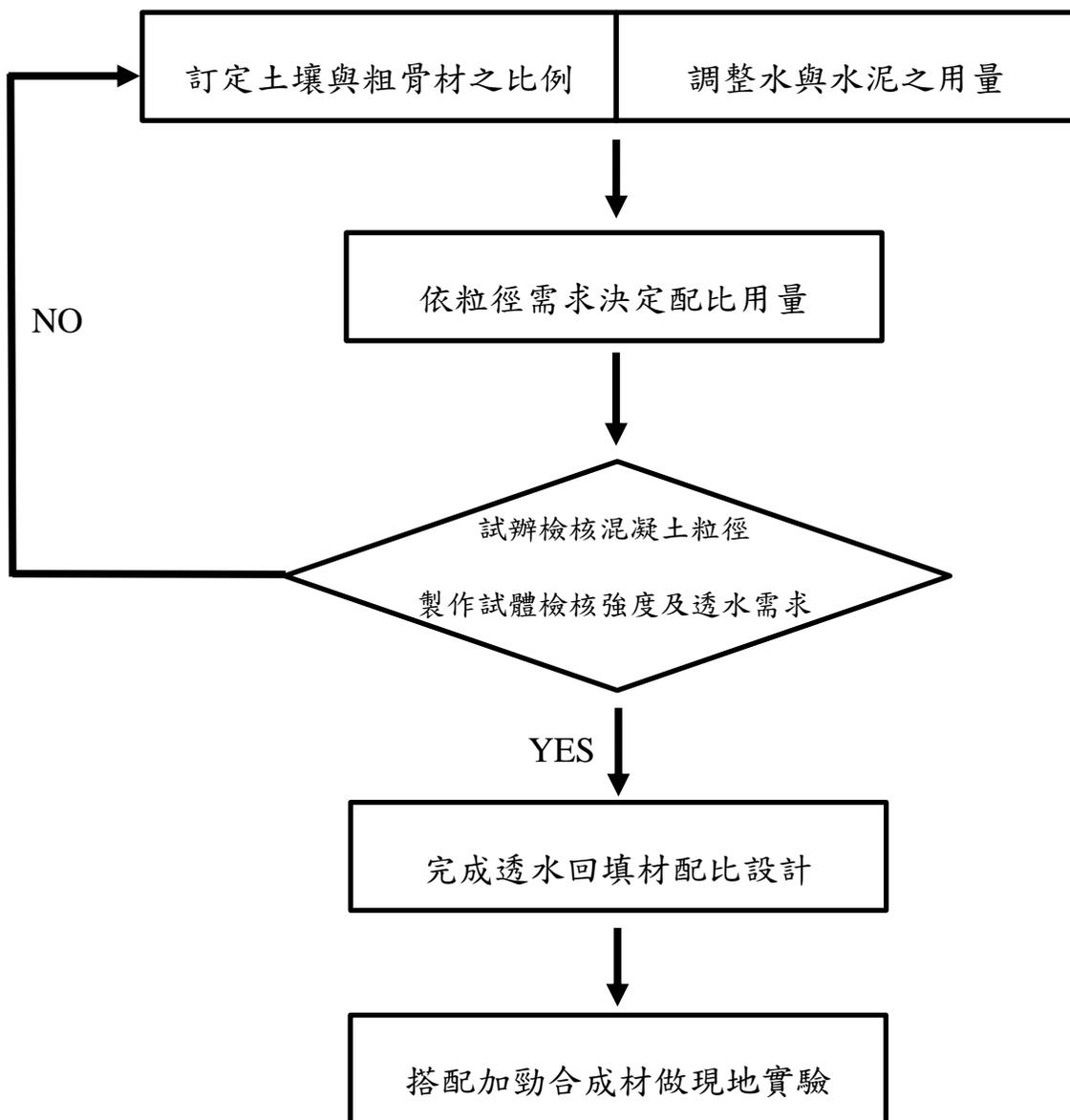


圖 3.4.1 配比設計流程圖

3.5 試體製作

1. 先將配比之拌合水量與水泥以攪拌機拌合。
2. 再將水泥漿倒入細粒土壤與粗骨材加入攪拌機充分拌合。
3. 回填材拌製完成後，經由澆置並夯實於 10 cm(Ø)×20 cm(h) 圓柱模具，待硬化後並進行 7 天、14 天、28 天養護齡期，待齡期到期，取出進行單位重試驗、抗壓試驗、滲透性試驗。

3.6 試驗目標

本試驗目的為藉由就地取材之觀念，將現地土壤與粗骨材倒入水泥漿拌合而成，並達到高透水性、低單位重、高早期強度、高晚期強度之特性。表 3.6.1 為試驗項目，並繪製成 圖 3.6.1 雷達圖表示。

表 3.6.1 試驗之參考目標

試驗項目	參考目標	參考規範
24 小時單壓強度	$> 7\text{kg/cm}^2$	CLSM 內政部營建署
28 天單壓強度	$> 20\text{kg/cm}^2$	CLSM 內政部營建署
滲透係數	$> 10^{-2}\text{cm/sec}$	自訂目標

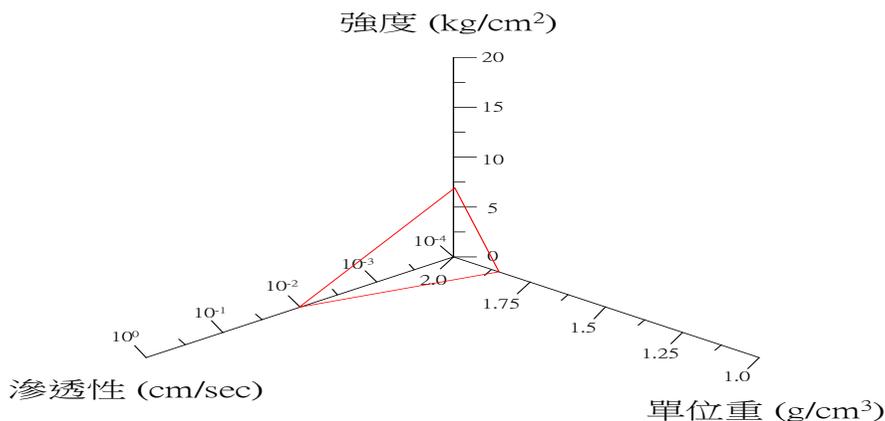


圖 3.6.1 試驗目標之雷達圖

四、試驗結果與現場分析

本試驗主要探討以現地土壤添加水泥漿所製作的回填材料，並達到高透水、高早期強度目標，再添加不同配比水泥漿，進行一系列室內試驗。本章就透水回填材的新拌、硬固性質進行討論，針對新拌的粒徑大小與硬固後材料滲透性及單壓強度加以分析，以判定何者較適合用於邊坡坍方之回填材料，並做最後成本估算。

4.1 配比成本分析

綜合試驗結果，於固定水量為 320g 情況下，其水泥量增加，對於強度無太大變化。用水泥量為 270g 之試體，對於土粒填塞孔隙效應較不明顯。依粒徑濾層分析，將造粒後的材料以 4 號篩為界，分為濾層及被保護之土層，並分析試驗繪製如 圖 4.1.1。被保護的土層以符合濾層設計之粒徑範圍，強度也符合目標，模擬現場試驗時，對其影響差異性小，故選為本次試驗之最佳配比。由於本試驗之回填材最終會於現地施作，若單價過高則會讓設計單位卻步。比較行政院公共工程委員會民國 104 年 6 月市售一般 CLSM 之單價每立方公尺約 NT\$1230~2200(如表 4.1.1)，本試驗依目前市售之成本價格，分析最終之 $1m^3$ 回填材料配比與所需之配比與成本，每立方公尺之單價低於北區一般 CLSM 單價，但略高於東部地區之單價(表 4.1.2)，故採用此種回填材作為輕質材料，可兼具就地取材再利性與市場競爭性，其中 $1m^3$ 所需之用量參考來源為民國 104 年 6 月台灣銀行原物料價格走勢圖。

表 4.1.1 一般市售混凝土價格表(行政院公共工程委員會)

產品項目	計價單位	北區	中區	南區	花蓮	台東
控制性低強度回填材料	元/ m^3	2200	1390	1430	1230	1230
預拌混凝土材料費， $140kg/cm^2$	元/ m^3	1820	1790	1750	1740	1590
預拌混凝土材料費， $175kg/cm^2$	元/ m^3	1920	1890	1850	1840	1690
預拌混凝土材料費， $210kg/cm^2$	元/ m^3	2010	1990	1950	1940	1790

表 4.1.2 $1m^3$ 輕質透水回填材所需材料配比

$1m^3$ 輕質透水回填材所需材料配比(kg)				
使用材料	現地土壤(乾料)	粗骨材(乾料)	水量	水泥量
用量(kg)	510	1200	210	170
單價 (NT\$/kg)	— (現地提供)	0.62	—	3.13
總價 (NT\$/kg)	—	744	—	532.1
$1m^3$ 輕質透水回填材總價約 = NT\$1280				

造粒後粒徑分佈圖

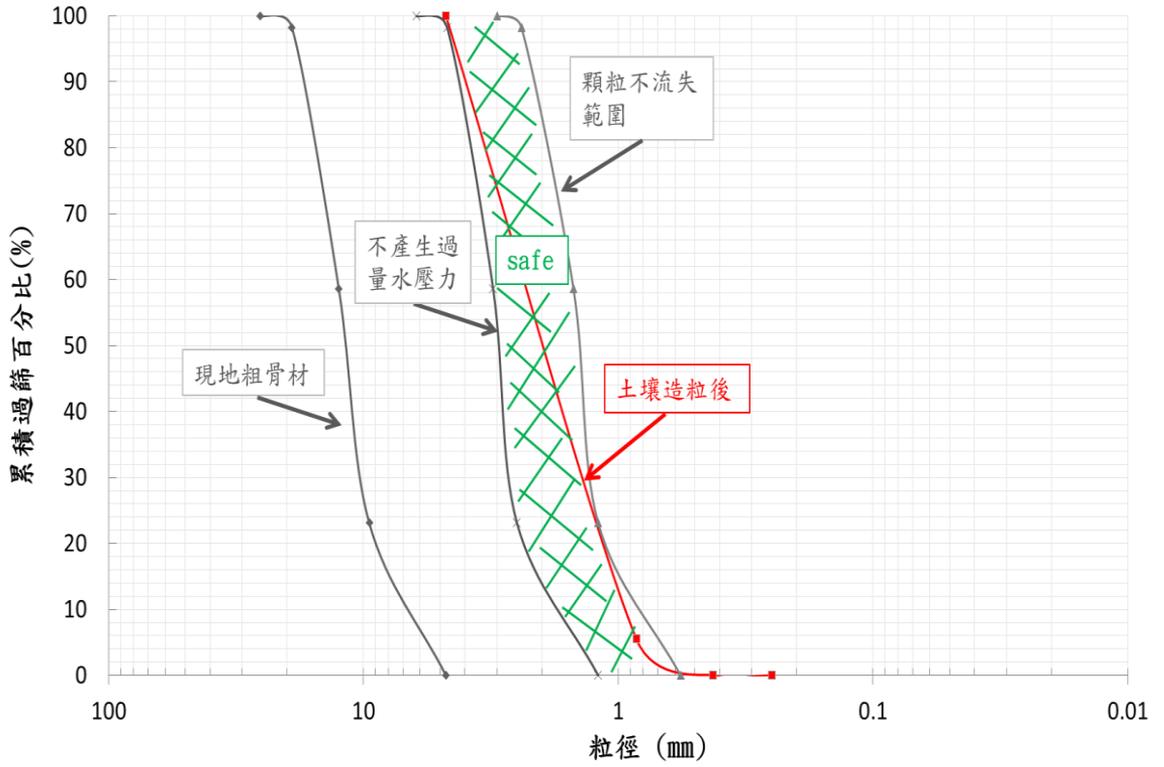


圖 4.1.1 最佳配比之造粒後粒徑分佈圖

五、透水 CLSM 加勁擋土牆現地構築試驗

在前述室內配比試驗中，已由不同配比試驗數據，取得透水 CLSM 回填材在單位重、滲透性及強度等三項工程特性最佳化配比。但在現地試驗中，因骨材和細粒土壤含水量不易精確控制，致使現地拌合 CLSM 回填材用水量，需視拌合過程中拌料濕度來調整；換言之，現地拌合 CLSM 回填料，目測濕度需與室內試驗最佳配比拌料相近，並以體積含水量量測計予以確認。因此現地試驗將拌料在拌合過程中濕度作為控制因子，進行透水 CLSM 回填材拌合。以下將針對透水 CLSM 加勁擋土牆進行說明。

5.1 試驗配置與作業流程

5.1.1 試驗配置

本場址位於台中市梧棲區盟鑫工業公司內，相關位置如圖 5.1.1 及圖 5.1.2。圖 5.1.3 為預計完成後 CLSM 加勁擋土牆示意圖，其底部之長、寬分別為 5 m 及 2.6 m，頂部之長、寬分別為 4 m 及 2 m，高度為 1.8 m 梯型結構。圖 5.1.4 及圖 5.1.5 則分別為鋼柵側向斷面示意圖以及回包側向斷面示意圖，此加勁牆共分 3 層建構而成，每層高度為 0.6 m，左右兩側各回包 0.5 m。

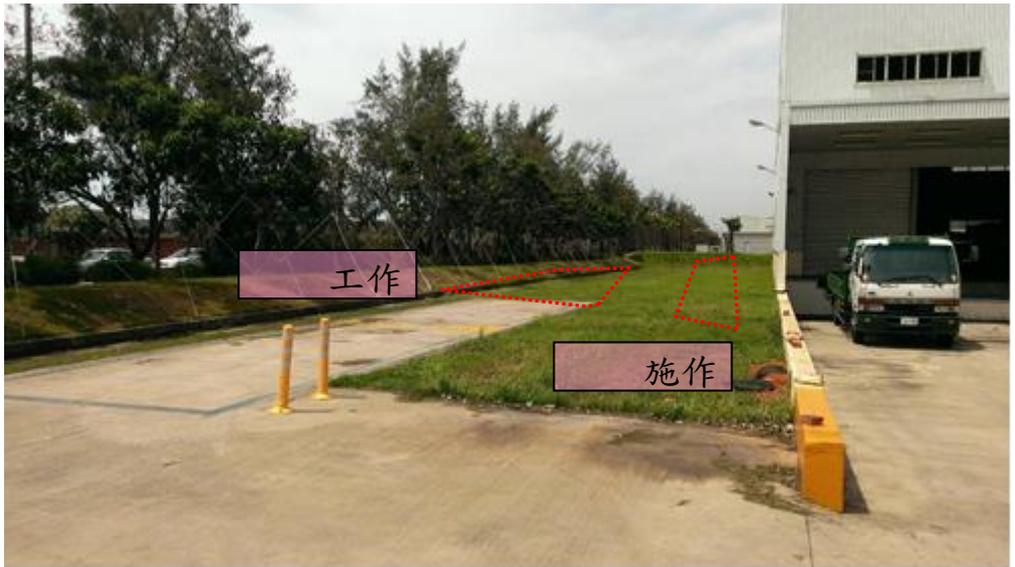


圖 5.1.1 位置圖 I



圖 5.1.2 位置圖 II

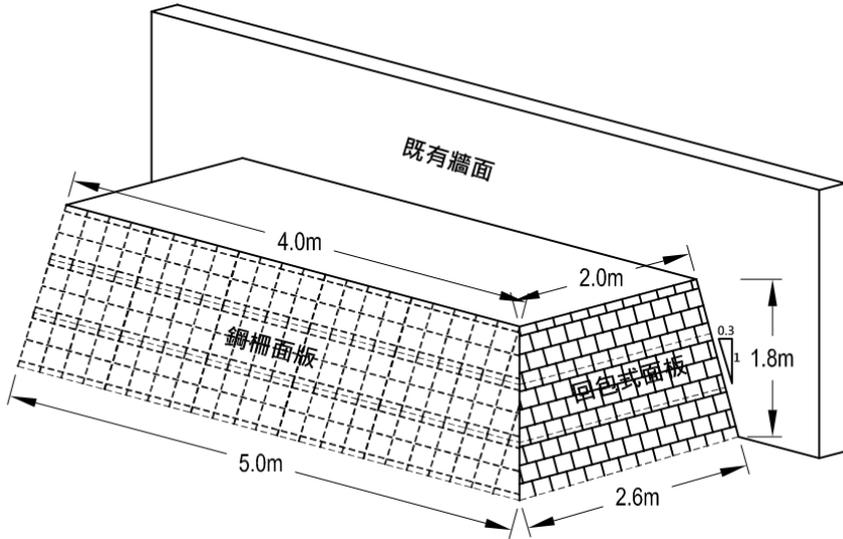


圖 5.1.3 預計完成後之 CLSM 鋼柵式加勁牆示意圖

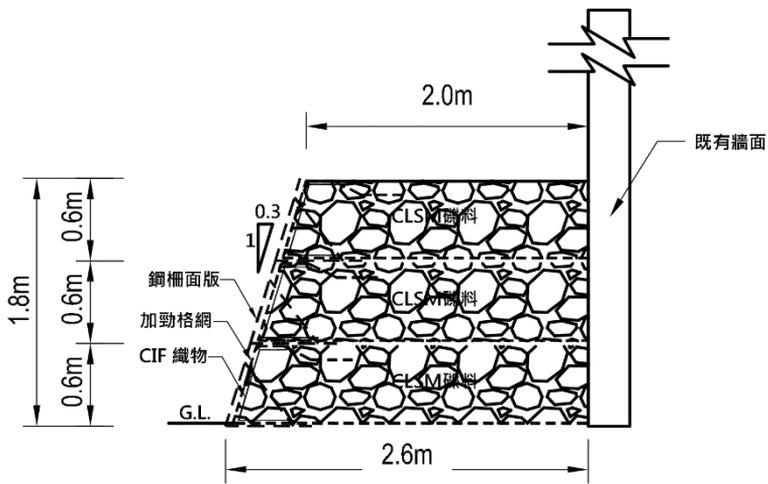


圖 5.1.4 CLSM 鋼柵式加勁牆斷面圖(鋼柵斷面)

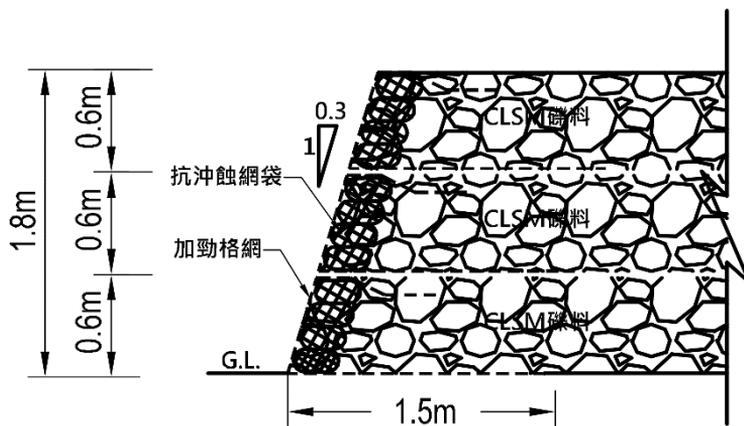


圖 5.1.5 CLSM 鋼柵式加勁牆斷面圖(回包斷面)

5.2 作業流程

茲將規畫及施作流程說明如下，相關試驗作業流程圖則詳圖 5.2.1 所示。

本試驗乃依據「鋼柵式加勁擋土牆工程施工要領」進行施作。

適用範圍：凡合約、圖說中之有關「鋼柵式加勁擋土牆」之工程項目皆屬之。適用於一切構造物在設計圖上註明應為鋼柵式加勁擋土牆者，包括材料、工具及施工。

1. 施工機具：挖土機、手提式壓路機及剪刀等。
2. 使用材料：加勁格網、牆面鋼柵、錨定塑膠釘及不織布(non-woven fiber)等。
3. 注意事項：

加勁擋土牆施作前須先將基礎滾壓整平後方可施作。

挖土機不可直接在加勁格網上行走，須在加勁格網上覆土後方可行

走，以避免施工機械傷害加勁格網影響其強度。

加勁格網：需使用符合規範規定網材，營造廠商應提供安全、潔淨之平坦場所置放加勁格網。若放置在室外應以帆布遮蓋，避免陽光直接照射。

鋼柵面板：需使用符合規範規定鋼柵面板，營造廠需提供潔淨之場所置放鋼柵面板。

勁擋土牆網搭接寬度需大於 15 cm，搭接處需用錨定塑膠釘每隔 2 m 固定一支。

加勁格網埋深(2 m)及回包長度(2 m)需達到設計圖面所需求之長度。

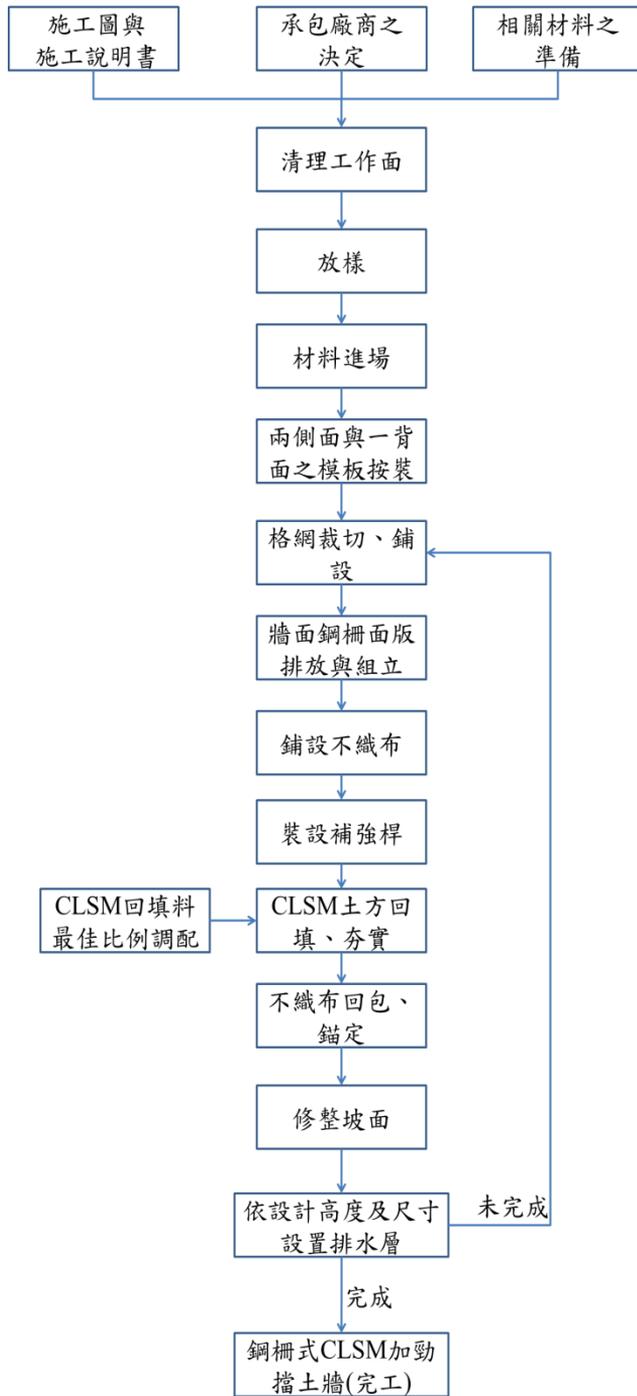


圖 5.2.1 鋼柵式加勁擋土牆施工流程圖

5.3 施工機具及材料

5.3.1 施工機具

因本試驗計畫之目的是要充分利用邊坡於風災和雨災所產生的滑坡土石，作為修補流失路基的回填材料，所需使用之設備可分為土方機械和其他配合設備等。表 5.3.1 所示為本次試驗使用之各項設備。

表 5.3.1 本現地試驗使用設備一覽表

設備名稱	說明	數量
挖土機	PC-120	1 台
CLSM 攪拌桶	4 m ³	1
土包袋鐵桶	可一次性完成 21 個	1

5.3.2 施工材料

使用之加勁格網規範要求如 表 5.3.2 所示，所需之材料數量及尺寸，以及其他相關要求，如 表 5.3.3 所示。

表 5.3.2 加勁格網規範要求一覽表

項目	單位	規格		檢驗規範
抗拉強度	kN/m	100	50	ASTM-D6637
極限延伸率	%	≤ 15	≤ 15	ASTM-D6637

表 5.3.3 試驗工程材料需求一覽表

材料種類	尺寸規格	需用數量	備註
加勁格網	100 x 50 kN/m	120m ²	
土包袋		300 個	
鋼柵面板		6 組	
面板織物		20m ²	
錨釘	10cm 以上	75 隻	
水泥	50kg 裝	72 包	
一般土壤		約6.8m ²	
三分石		約13.1m ²	

5.4 現地加勁擋土牆試驗

5.4.1 加勁擋土牆構築

加勁擋土牆構築係採用挖土機(圖 5.4.1)和大型攪拌桶(圖 5.4.2)先進行材料拌合後，在回填構築擋土牆。回填料採用細粒土壤(圖 5.4.3)、三分石(圖 5.4.4)、水泥(圖 5.4.5)和水，CLSM 加勁擋土牆試驗工程材料需求如 表 5.3.2 所示。

本次 CLSM 鋼柵式加勁擋土牆配比如 表 5.4.1 所示，基本上是依據室內試驗最佳配比調配而出。而加勁擋土牆則是採用鋼柵面板配合加勁格網，以及土包袋配合加勁格網兩種方式進行構築。在構築過程中，加勁擋土牆共

分 3 層構築，採用 7 批次之拌合桶拌合作業。拌合過程係以挖土機依 表 5.4.1 之配比，分別將三分石骨材和土壤挖入攪拌桶中，再加入水泥和水後，以挖土機在桶中拌合均勻。因三分石骨材和土壤之初始含水量略有變化，所以為調配出該次骨材和土壤之合適用水量，每批次攪拌時，拌合水量均略有不同，如表 5.4.2 所示。後續將對不同水量、齡期之拌合材料的強度、單位重及透水性質加以說明。



圖 5.4.1 挖土機照片



圖 5.4.2 攪拌桶照片



圖 5.4.3 使用之土壤照片



圖 5.4.4 使用之三分石照片



圖 5.4.5 使用之水泥照片



圖 5.4.6 使用之鋼柵面板照片



圖 5.4.7 使用之加勁格網照片



圖 5.4.8 土布袋填充用之鐵桶照片



圖 5.4.9 使用之土包網袋照片

表 5.4.1 加勁擋土牆 CLSM 回填料配比

	每立方米	總拌合量
粗骨材（三分石濕料）	1200 kg	29376 Kg (約 3.1 方)
土壤(濕料)	510 kg	12,484 Kg (約 6.8 方)
水量	41~47 kg	1525 kg
水泥量	147 kg(約 3 包)	3,600 (約 72 包)

表 5.4.2 不同次拌合加入水量

拌合(批次)	加水量 (kg)	體積含水量(%)
1	480	33
2	270	30
3	150	24
4	150	23
5	165	23
6	170	22
7	140	19

鋼柵式加勁擋土牆施工步驟流程說明如下：

1. 整地後放置鍍鋅鋼柵面板



2. 鋪設植生不織布或織布及加勁格網，格網於搭接處以錨釘每隔 2 m 固定一支。



3. 加入補強桿固定鋼柵面板。



4. 分層回填至設計高度，並將不織布或織布回包。



5. 排放第二層鋼柵面板，重複步驟二～四完成所有加勁層。



5.4.2 加勁擋土牆參數試驗結果

圖 5.4.11 為完成後之加勁擋土牆照片，在試驗的過程中，為了解本次試驗加勁擋土牆單位重、滲透性及強度等參數是否有達至預定標的，於每批次回填材拌合完畢後，進行取樣並置入紙模中，製成試體以供抗壓試驗用。加勁擋土牆共採用 7 批次攪拌，因每批次攪拌用水量均有所差別，因此每次攪拌均進行試體取樣，製成 3 顆試體，分別進行 1、7 及 28 天齡期強度、單位重及滲透性試驗。

攪拌桶拌合過程中材料濕度控制，分別以目測和體積含水量計來檢測，圖 5.4.10 所示為以室內試驗求得最適配比下，所拌合出回填料情況，現場拌合即是以此為目視標準進行拌合配比調配。其所對應之體積含水量如表 5.4.2 所示，第 3 ~ 6 批次之體積含水量約為 23%，與室內試驗結果(22%~24%)相近；第 1 和 2 批次體積含水量偏高，分別約為 33 和 30%；第 7 批次之體積含水量較低，約為 19%。



圖 5.4.10 以室內試驗求得之最適配比所調配之回填材料



圖 5.4.11 完工後之 CLSM 鋼柵式加勁擋土牆照片

由圖 5.4.11 完工後鋼柵式加勁擋土牆可看出，透水 CLSM 回填材料被土包袋和地工合成物所包覆，不直接暴露在陽光和大氣中，對維持回填材料長期穩定性，有很大的幫助。

此試驗採用兩種加勁擋土牆型式：一為鋼柵式加勁擋土牆，另一為傳統回包式加勁擋土牆。前者在鋼柵組立上，工序較為複雜，精準度要求較高，也較為費時；相較之下，後者施工簡單容易，只需將加勁格網鋪設完成，再疊上土包袋，作為 CLSM 回填料之側撐，即可進行 CLSM 回填料鋪築，較適合與透水 CLSM 回填料配合使用，可充分發揮「透水 CLSM 加勁擋土牆」工法，簡單快速特色。實務上，只需短短幾天，便可重建滑落之路基，恢復通車。

將試驗結果針對每組試體其強度、單位重及滲透性進行比較(如圖 5.4.12 ~圖 5.4.14)。由於第一及第二批次拌合試體，因未能掌握現地採用骨材和土壤之含水量，致使加水過多，土壤和水泥漿之拌合物，充填了骨材間之孔隙，造成試體孔隙甚小，滲透性不佳($K \sim 10^{-6} m/sec$)。而在第三批拌合時，減少添加水量，試體孔隙增大且多，滲透性也有明顯提升($> K \sim 10^{-6} m/sec$)，較接近室內試驗結果。其後拌合批次，結果與第三批相近。

圖 5.4.12 為各批次拌合在不同齡期下抗壓強度，由圖中可看出，各拌合批次所得的試體，隨著齡期增加，其強度也隨之提升。其中，第 1 和 2 批次的試體，因添加水量較多，骨材間孔隙被土壤和水泥漿拌合物充填了，試體密度和內部力量傳遞機制提高，因此在各齡期抗壓強度均大於 70 kg/cm^2 ，相較其他批次水量添加較少的試體，高出甚多，但因其滲透性很低，因此不是本次試驗合適配比。至於第 3 ~ 6 批次之拌合試體，1 天齡期抗壓強度大致可維持在 40.8 ~ 59.3 kg/cm^2 之間；7 天齡期抗壓強度大致可維持在 53.7 ~ 79.5 kg/cm^2 之間；28 天齡期抗壓強度大致可維持在 79.0 ~ 104.8 kg/cm^2 之間。然而，上述強度值均遠較內政部營建署之 CLSM 抗壓強度要

求(1 天齡期 $> 7 \text{ kg/cm}^2$, 28 天齡期 $> 20 \text{ kg/cm}^2$) , 高出太多, 因此本試驗每立方公尺 CLSM 使用 3 包水泥用量, 還可以酌減至 2 包左右。

圖 5.4.13 則為各批次拌合在不同齡期下單位重, 由圖中結果可知, 第 1 和 2 批次試體單位重均在 2.15t/m^3 以上, 第 3 ~ 6 批次試體單位重介於 $1.91\sim 2.05\text{t/m}^3$ 之間, 第 7 批次試體單位重約為 1.87t/m^3 。基本上, 各批次拌合試體單位重變化不大, 大致可維持在 $2 \pm 0.2\text{t/m}^3$ 範圍內。其中, 單位重較大的試體所展現出來的抗壓強度亦較高, 但是滲透性會降低很多(如第 1 和 2 批次試體)。同樣地, 單位重較小的試體所展現出來抗壓強度則較低(第七批次試體)。事實上, 要維持回填料有適當的強度和承重能力, 單位重不宜太低, 2t/m^3 左右的單位重應為合適值。

圖 5.4.14 則是各批次拌合試體在不同齡期下滲透性質, 由圖中可以發現, 在試體 1 天後, 其滲透性便不會再有明顯變化, 大致可以維持在 10^{-2}cm/sec 之範圍(第 3 ~ 7 批次), 可作為透水性回填料使用; 但若試體孔隙遭填充, 則其滲透性可降至 10^{-6}cm/sec 以下(第 1 和 2 批次), 失去其高透水特性。

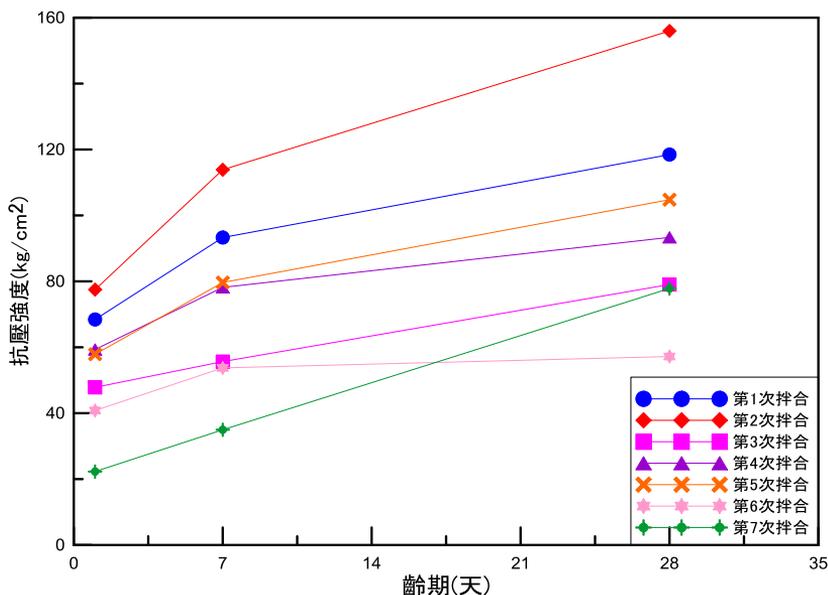


圖 5.4.12 各次拌合在不同齡期下之抗壓強度

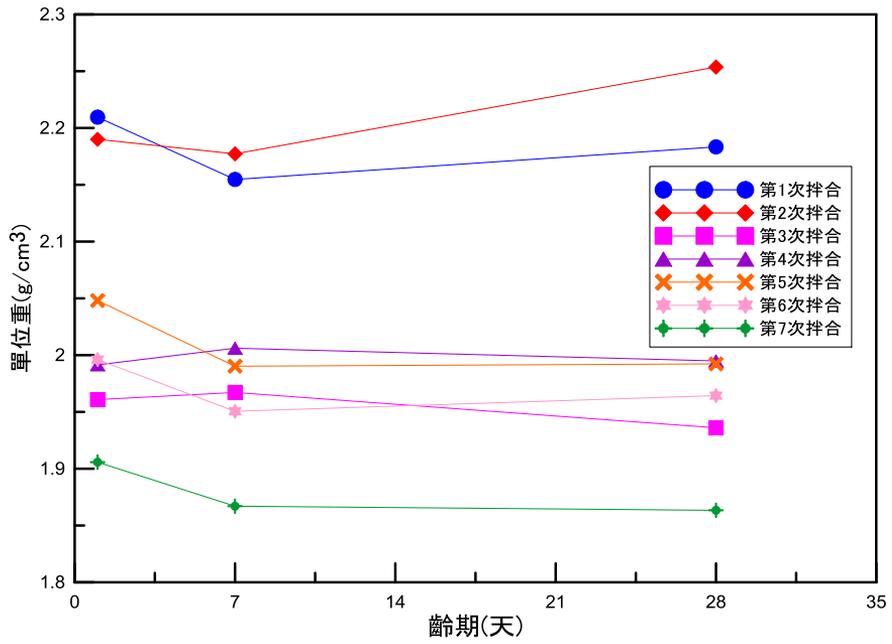


圖 5.4.13 各次拌合在不同齡期下之單位重

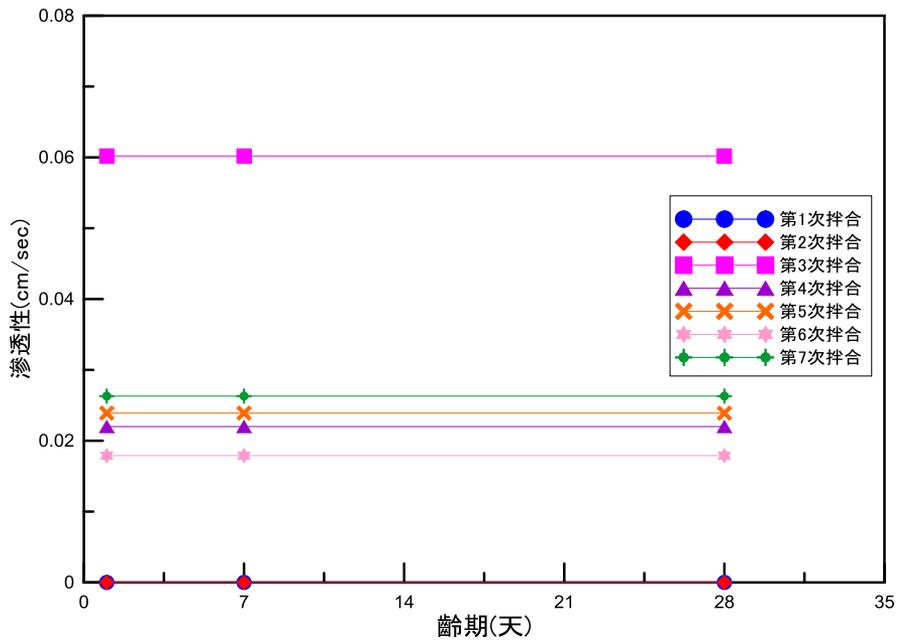


圖 5.4.14 各次拌合在不同齡期下之滲透性

最後，將抗壓強度、單位重及滲透係數與 表 5.4.3 所列齡期 1 天與齡期 28 天目標值進行比較，可以發現每一批次拌合試體抗壓強度均遠大於預定設定目標；而在滲透性部分，則僅第 1 及第 2 批次拌合未達至預定目標；單位重部分，則僅第 1 及第 2 批次拌合與目標值差異較多外，其他批次拌合均接近目標值。由 7 次拌合的結果可明顯地看出，第 6 及 7 批次之拌合最符合原先設計之預定目標。

表 5.4.3 試體各項參數目標值

	抗壓強度	單位重	滲透係數
齡期 1 天	$> 7 \text{ kg/cm}^2$	1.84 kg/cm^3	10^{-2} cm/sec
齡期 28 天	$> 20 \text{ kg/cm}^2$	1.84 kg/cm^3	10^{-2} cm/sec
參考來源	內政部營建署 CLSM 材料	內政部營建署 CLSM 材料	自定目標

六、結論

本計畫之主要目標是為因風災或雨災受損邊坡尋求快速簡單的復建方式，而研發高透水性並具有一定強度的加勁擋土牆回填料。此類擋土牆具備良好的自立性，而且透水性良好，在大雨過後，也可迅速地將牆體內部地下水排出，不致累積在擋土牆內部，影響其穩定性。回填料主要是以取自山區道路坍方所產生之土石材料為基材，加入少許的地工合成材料和水泥，提升回填料早期強度和自立性，用來填補因坍方而失去的路基。因其中有添加水泥，因此在灌置過程中，只需以怪手壓實即可，不需嚴格地進行夯實和輾壓動作，就可得到很好的強度，施工便利性極高，充分發揮就地取材精神。而由本次的加勁擋土牆現地構築試驗分析結果可知，所設計的透水 CLSM 回填料大致符合本計畫預期目標，然而在試驗過程中，仍發現少許問題可加以改善，茲說明如下：

試體強度、滲透性及單位重均與拌合水量息息相關，若拌合水量過多時，將使土體滲透性幾近於零，故於現場施作時，應隨時控制拌合材料之濕度，使接近於室內試驗最佳配比濕度，如此拌合材料之工程性質方能滿足透水 CLSM 回填材料之要求。

總結七次的拌合結果，所有拌合試體強抗壓強度均遠大於原先設計之抗壓強度值，究其原因應是拌合時水泥用量太多所導致，後續可將水泥用量酌予減少，例如減為 2 包，即可滿足工程需求，不需浪費。

採用之骨材和土壤，除儘量採用現場坍塌之土方來就地利用外，也可考慮國內現有的再生骨材，增加可用廢棄材料去化，間接減少對環境生態的衝擊問題。

參考文獻

1. 行政院公共工程委員會施工綱要規範(2007)，「第03377章：控制性低強度回填材」，台灣。
2. 交通部(2009)，「公路排水設計規範」
3. 吳淵洵、周南山(2006)。「台灣山區道路邊坡災害及搶修處理工法之探討」。臺灣公路工程，第 32 卷，第 12 期，第 2-32
4. 郭慶國、金亞玲(2002)，「砂石瀘層準則的研究與進展」，水利水電科技進展，第22卷第1期。
5. 營建研究院(2002)，「控制性低強度材料於土木工程應用之研究成果報告」，內政部營建署委託計畫。
6. American Concrete Institute. Committee 229R, (1999). “*Controlled low strength materials, (CLSM)*”, American ,Author.
7. Reprinted in: Contributions to Soil Mechanics 1925 to 1940, Boston Society of Civil Engineers, pp.337-386.
8. Taylor, D. W. (1937), “Stability of earth slopes,” Journal of Boston Society Civil Engineers 24(3),Reprinted in: Contributions to Soil Mechanics 1925 to 1940, Boston Society of Civil Engineers, pp.337-386.

橋梁換底工法施作效益-鐵路臺中線(山線) 大甲溪橋為例

The Benefit of Bridge Pier Replacement—A Case Study of Dajiaxi Railway Bridge

張國晴 Chang, Kuo-Chang¹

朱我帆 Chu, Wo-Fan²

王敏鎧 Wang, Min-Kai³

劉正傑 Liu, Chen-Chien⁴

聯絡地址：臺中市烏日區光日路 225-1 號

Address：No. 225-1, Guangri Rd., Wuri Dist., Taichung City 414, Taiwan (R.O.C.)

電話 (Tel)：04-23373114

電子信箱 (E-mail)：0462575@railway.gov.tw

摘要

自從 1997 年 10 月 7 日豐原到后里段雙軌化完成迄今，大甲溪鐵路橋為臺鐵臺中線連接豐原及后里溝通臺北高雄重要橋梁。茲因近年多次颱風等天然災害，致使大量河水集中沖刷使主河道護甲層下降。前經緊急編列搶險預算陸續調撥消波塊投入橋墩間防護橋梁安全，惟橋梁常年遭河水沖刷，致該沉箱基礎裸露，嚴重影響耐震性能及結構強度，遂於 2009 年開始動工進行橋梁換底工程。

大甲溪橋歷經二次(2009、2018)換底工程，為全國首創鐵路橋梁換底工法，其最能符合臺鐵局於臺中(山)線能夠一邊施工一邊維持旅

¹臺鐵局 臺中工務段 勞工安全衛生室主任。

²臺鐵局 臺中工務段 段長。

³臺鐵局 臺中工務段 副段長。

⁴臺鐵局 臺中工務段 幫工程司。

運的需求，以及施工過程中免架設臨時支撐，大幅避免汛期災害。該效益既能省下每年高額搶險經費與節省人力資源，進而提升臺鐵局旅運行車公共安全，並提升整體企業形象，善盡產學教育責任及提供世界臺灣鐵路橋梁換實證經驗及提升臺鐵局橋梁管理及橋梁養護更先進工程思維。

關鍵詞：大甲溪橋、換底工法、護甲層

Abstract

Since the completion in 1985, Dajiayi railway Bridge stands in the critical position in connecting Fengyuan and Houli in Taiwan Railway Administration's (TRA) mountain line. Due to multiple typhoon lashes and other natural disasters in recent years, the armorings in the main stream channel were exposed and damaged because a great deal of river water concentrated and scoured the riverbed. In order to maintain railway safety, tetrapods (wave-dissipating blocks) have been allocated successively for the protection of the bridge piers since the emergency treatment budget was planned in 1994. However, the bridge foundation exposed due to scours over the years, and seismic resistance and structural strength were deeply influenced. Therefore, TRA initiated the bridge pier replacement project in 2009.

Dajiayi Bridge experienced pier replacement in 2009 and 2018, and the pier replacement project is first seen in Taiwan that applied in the railway bridge. It best fits the interest of TRA's object, that is, to maintain business operation during construction; also, the construction was free of temporary support which greatly avoided damage from floods. The feature of the construction is on the application of new piers on both sides of the old piers. After completion, the old and new caps and beams are combined and the old piers are removed with low vibration; and eventually, the bridge is supported by the new piers. The benefits of this method were:

saving a great amount of emergency rescue budget and work force costs. Furthermore, public transportation safety, overall corporate image, collaboration between industry and academia, empirical validation of bridge pier replacement and TRA's bridge management and maintenance are also promoted via this construction.

Keywords :Dajixi railway Bridge 、pier replacement 、armoring layer

一、臺中線鐵路橋梁沿革

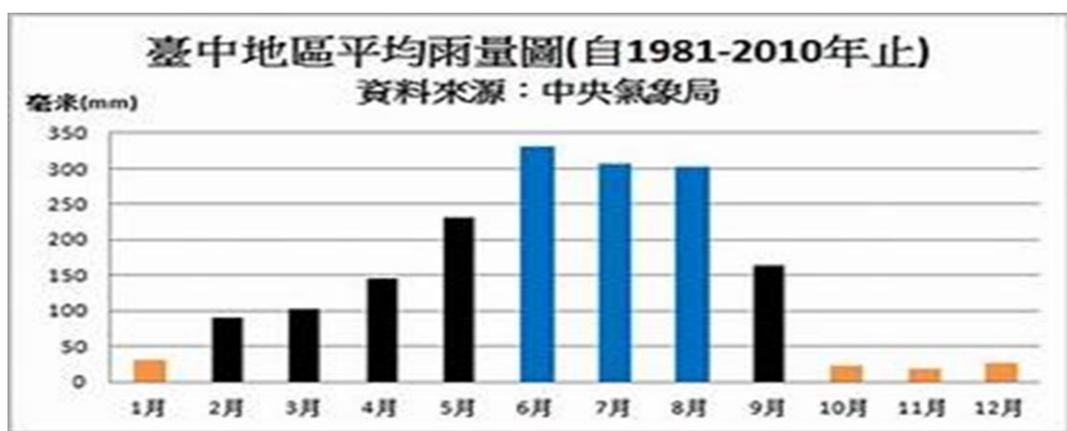
為配合日治時期臺灣鐵路南北銜接，大甲溪橋以原舊山線大甲溪鐵橋(今稱大甲溪花梁鋼橋)位於山線鐵路后里—葫蘆墩間於1906年11月11日開工興建，並於1908年4月10日完工(縱貫線亦於該日全線通車)，並於當年10月24日於臺中公園舉行縱貫鐵路貫通典禮，其結構為6孔62.4公尺(約200英尺)下承式樞結(接)桁架橋。隨著1935年新竹臺中大地震，當時新竹州、臺中州震災嚴重，此區隧道、橋梁、鐵軌損毀至鉅，費時3年始修復完成。1945年台灣戰後時期，山線鐵路由臺灣鐵路管理局(以下簡稱臺鐵局)接管，1950年代末期因該橋已使用50餘年，原桁梁之樞軸及眼圈多已腐朽，且原設計載重僅KS-13，未達標準，故臺鐵進行抽換鋼桁梁工程，並將橋梁載重提升至KS-15標準。新的桁梁為同孔徑鉚結(接)下承式華倫式桁架，於1964年(民國53年)4月19日全數抽換完成。1970年代初期十大建設進行鐵路電氣化工程。目前臺中線大甲溪橋於1990年開工，並於1996年竣工，1997年10月7日豐原到后里段雙軌化完成，且鐵路路線改線至新山線，10月8日停駛鐵橋與九號隧道，舊大甲溪鐵橋正式走入歷史⁵(圖1)。

⁵參考資料:維基百科

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%8F%B0%E7%81%A3%E9%90%B5%E8%B7%AF>。

2.2 氣候及水文資料

從臺中市的氣象記錄可知，這裡冬天不冷，夏天不熱。1 月份平均氣溫為 16 攝氏度左右，略高於台北市，在炎熱的 7、8 兩個月。平均氣溫也不過 28 攝氏度上下，比臺北市還低一些，頗有四季如春之感。同時，臺灣西部地區雖然是颱風襲擊十分頻繁的地區，而臺中盆地卻很少受颱風的侵襲。這裡風速小而穩定，顯然是由於縱列在西部的肚山臺地和八卦山台地所起的作用。它們如同一道屏障，阻擋著颱風的侵入，成為臺灣西部受颱風影響最弱的地方。臺中盆地降雨充沛，年平均降雨量為 1780 毫米，其中 65%集中在 5—8 月，10 月以後雨量銳減，至翌年 1 月，降雨量只有全年降雨量的 6%。(圖 3)



地名	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	合計	統計期間
台中	36.3	87.8	94.0	134.5	225.3	342.7	245.8	317.1	98.1	16.2	18.6	25.7	1642.1	1971-2000

圖 3 臺中區全年降雨圖⁷(單位:mm)

2.3 大甲溪橋上游石岡壩放水量時間與涉及範圍

大甲溪全長 140 公里，流域面積 1,236 平方公里，為全臺灣水力資源最豐富的河川之一。橋址上游石岡壩是多目標綜合開發計畫水利工程，標的包括發電尾水調節、現有灌溉區取水功能改善與公共及工業給水等。在灌溉方面，拓

⁷ 參考資料:yahoo 網頁搜尋及經濟部水利署服務網頁 <http://lxweb.wrb.gov.tw/>。

建現有八寶圳及葫蘆墩圳之進水口及輸水路，以供應車籠埔及大肚山兩新灌溉區所需；在民生用水方面，除烏溪下游北岸部分地區係引用烏溪水源之外，大臺中地區（包括臺中港工業區）地面水均引自大甲溪，由石岡壩引水經處理後設置管線經豐原、大雅至大肚山東麓，並設置淨水廠處理原水後，透過引水隧道供臺中港地區使用，另由石岡鄉埋設管線至朴子口淨水廠處理後輸送至豐原，再延伸供應北屯配水池供台中市區（範圍包括原臺中市（省轄市）、原臺中縣豐原市等鄉鎮市）公共用途⁸，爰大甲溪鐵路橋亦受上游石岡壩放流水引響。（圖 4、5）、臺灣鐵路局配合行車機制(表 1)。



圖 4 大甲溪上游石岡壩水庫位置圖

日期	颱風名稱	石岡壩放流量 (cms)
2004/08/25	艾利颱風	4700
2005/07/19	海棠颱風	2700
2005/08/05	馬莎颱風	3500
2005/09/01	泰利颱風	1600
2005/10/02	龍王颱風	2200
2006/07/14	碧利斯颱風	1200
2007/08/19	聖帕颱風	2000
2007/10/07	柯羅莎颱風	3300
2008/09/14	辛樂克颱風	4360
2009/08/09	莫拉克颱風	5621

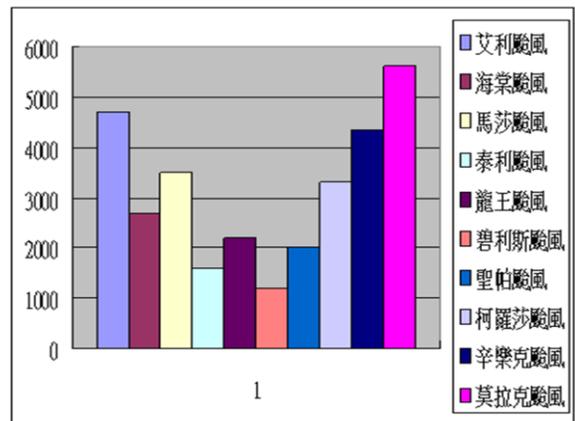


圖 5 石岡壩 2004~2009 年間歷次放流量圖

⁸ 參考來源:維基百科 <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%9F%B3%E5%B2%A>。

表 1 石岡壩放水臺鐵行車配合機制

石岡壩放水量(m ³ /秒)	臺鐵列車行車速度(km/h)
1500	60
2000	40
大於 3000	路線封鎖

2.4 大甲溪橋橋墩逐年颱風災害裸露情形如下

2.4.1 2004 年敏督利颱風

敏督莉颱風造成橋梁下游內埔圳攔水堰溯升、溯降運動(曾光緯，2015)破壞，河水集中沖刷大甲溪特殊之泥岩地質，使主河道下降，大甲溪橋原有河床保護工「攔水堰」基樁裸露。(圖 5)



圖 5 內埔圳攔水堰破壞

2.4.2 2005 年海棠颱風

當時海棠颱風，大甲溪橋 P4-P8 橋墩經量測 24 公尺深度沉箱約裸露 11 公尺，8 月 5 日再經實測結果沉箱裸露 13.5 公尺已超過沉箱深度之 1/2。為維護鐵路行車安全，本局立即於 94 年 8 月成立緊急搶險預算，並調撥消波塊 1350 只(10-15T)，投入橋墩 P3-P5 間防護。(圖 6)



圖 6 緊急搶險調撥消波塊照片

2.4.3 2005 年馬莎颱風

由於颱風帶來的豪雨沖刷，P3-P6 下游攔水堰基樁亦裸露 10 公尺以上，並多達 12 根基樁斷裂，橋梁沉箱裸露 13.5-16 公尺，所剩埋置深度不及三分之一。95 年 4 月大甲溪水流流向改變，消波塊有流失現象，本局再成立預算，製作 570 只消波塊，集中投入於 P6-P7 間。該年豪雨後受馬蹄形渦流(horseshoe vortex)破壞(賴文俊，2001)，經 95 年 6 月 20 日量測 P7 橋墩 20 公尺深度沉箱，裸露約達 2/3，已達 13.5 公尺。12 月本局再成立河床保護預算，於橋墩下游興建一處混凝土格框保護工，期以河床回淤方式保護橋基。(圖 7)



圖 7 當年沉箱裸露及興混凝土格框保護工照片

2.4.4 2008 年辛樂克颱風：

因辛樂克颱風等豪雨沖刷及河床不斷下降，消波塊流失、混凝土格框保護工逐步產生潛沒構造物場運動流損壞(胡家逢，2017)，臺鐵局再於 2008 年成立預算，投入 10、20 及 30T 等消波塊共 1420 只。(圖 8)



圖 8 消波塊堆置情況及蜂巢式擋牆逐步產生損壞照片

2.4.5 近年搶險花費

總計自民國 94 年 8 月起至 97 年 12 月止，臺鐵局為保護橋梁，已先後完成 8 件工程，總工程費約 1.13 億元(平均每年約 3000 萬)。若再包含民國 87 年攔水堰及保護塊等防護，更高達 2.5 億元。(表 2)

表 2 歷年修復大甲溪經費表

	工程名稱	數量	決算金額	開工日期	竣工日期
1	臺中線大甲溪橋P4-P8橋墩緊急加固搶修工程		\$1,849,547	94年08月11日	94年8月17日
2	海崇颱風臺中線大甲溪橋P4-P8橋墩緊急加固搶險後續工程	650	\$3,858,096	94年08月18日	94年8月27日
3	臺中線大甲溪橋P3-P8橋墩下游攔砂壩搶修吊放消波塊	700(15T)	\$14,195,474	94年09月21日	94年11月29日
4	環島鐵路觀光旅遊線計畫(大甲溪橋路基加固工程)	420(30T) 150(10T)	\$15,203,588	95年04月19日	95年7月18日
5	臺中線大甲溪橋橋基河床加固工程	蜂巢式擋牆	\$32,567,637	95年12月25日	96年4月29日
6	臺中線大甲溪橋橋基河床加固工程	420(30T) 150(10T)	\$22,871,497	97年02月20日	97年5月28日
7	辛樂克颱風災害搶修工程(台中線大甲溪橋橋基加護部份)	400(20T)	\$2,981,292	97年09月26日	97年10月10日
8	臺灣鐵路更新軌道結構計畫(臺中線大甲溪橋橋基河床加固工程)	450(30T)	\$20,426,257	97年10月10日	97年12月12日
		總計	\$113,953,388		

2.4.6 豪雨期間緊急措施

(1) 監測石岡壩放流水及天災水位:

倘遇颱風警報或豪雨，內業組人員立即上網查詢當時之雨量，並與石岡水壩即時聯繫確認放水量。當石岡水壩放水量達 $1500\text{m}^3/\text{秒}$ (表 1)，將立即啟動外業組人員現場監視機制。

(2) 臺鐵局臺中工務段人員配合因應對策:

外業組人員於電子監視時(圖 10)，雨量若持續增加，外業人員(圖 9)將會依石岡壩的放水量，並參照對照表(表 1)，依放水量通知列車在通過大甲溪橋時，限制慢行速度或封鎖路線，維護行車安全。



圖 9 外業人員監視機制

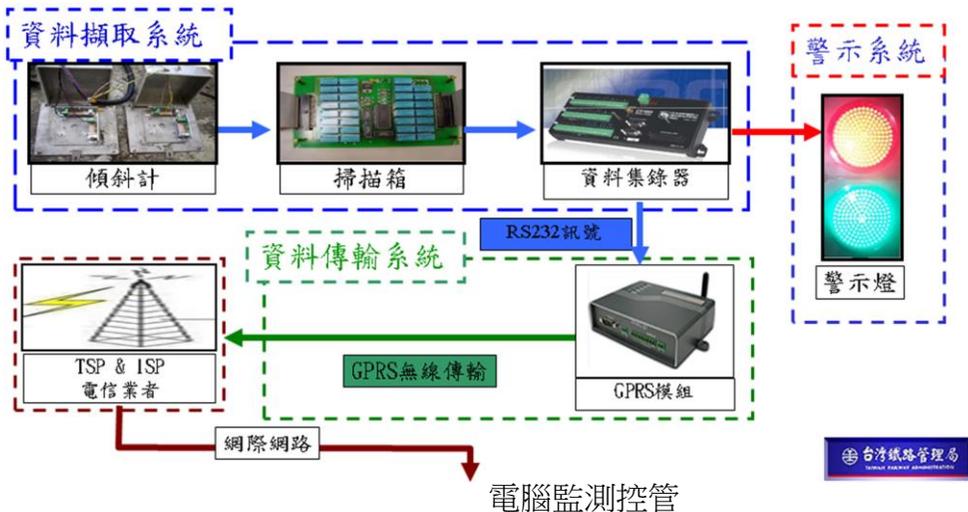


圖 10 橋體監測控管配合橋面旅運燈號配流程图

2.4.7 換底大甲溪橋面臨 6 大困境如下所示

- (1)橋基沉箱裸露，耐震能力待評估。(圖 7)
- (2)汛期水流量大，難以觀測及掌握沉箱基礎狀況。
- (3)大甲溪主河道易改變，且深槽化。(圖 12)
- (4)北隧道、南車站，目前僅一線無法改線。
- (5)工務維護經費有限，每年以消波塊搶險分食養護工作預算。(表 2)
- (6)肩負每日臺中線旅客運輸重任，不可一日中斷。

三、換底工法

3.1 換底工法與托底工法施工差異

3.1.1 托底工法定義

施工期間不得中斷橋上交通，因此必需採用保留橋梁上部結構，改變下部結構之托底工法，以調整該橋墩基礎，使得橋墩基礎所承載之荷重轉換至隧道連續壁上(托底連續壁深度達礫岩層或岩盤之承載層)以確保橋梁結構安全(交通部鐵路改建工程局，2004)。

3.1.2 換底工法定義

在維持橋梁上部結構安全情形下，橋基施工不影響橋面通行，新設橋墩基柱及基礎支撐橋梁上部結構。

3.1.3 換底工法與托底工法施工差異分析(表 3)

業經比較橋梁換底工法與托底工法及考量大甲溪橋安全及降低後續長時間及大量金錢投入維護，爰本案採換底工法。

表 3 換底工法與托底工法施工差異表

	托底工法	換底工法
施工步驟	<p>一、橋下施工範圍內配合橋下淨高，原地面降挖整地，並施築承載托底荷重之連續壁(深 達礫石層)或基樁。</p> <p>二、敲除基樁頂劣質混凝土，施築暫撐鋼架下方之混凝土基座或帽梁。</p> <p>三、架設千斤頂於暫撐鋼架頂部與橋墩帽梁底間，並，轉移橋荷重至暫撐鋼架。</p> <p>四、敲除原橋墩部分墩柱及基腳(保留原柱筋以便日後搭接)。</p> <p>五、暫撐狀態下速施築托底版及復舊墩柱(新舊墩柱接頭灌注不收縮水泥漿)。</p> <p>六、托底版養護屆齡撤除暫撐鋼架及千斤頂等設備，轉移橋梁荷重至托底版(實則傳遞至連續壁來承擔)。</p> <p>七、持續監測數天無異狀後撤除監測中心。</p>	<p>一、施築基樁至地面應插入鋼柱。</p> <p>二、架設地面以上剛柱及沉箱頂部構架。</p> <p>三、打設擋土設施，施築新橋基及底柱，回填並拆除沉箱鋼支撐構架。</p> <p>四、施築中段橋柱，插入鋼柱並架設帽梁構架及帽梁斜撐構件。</p> <p>五、施築上段橋柱，並外包防撞網板，兩側新舊帽梁已早強無收縮混凝土包覆。</p> <p>六、以低震動工法分離舊有墩柱。</p> <p>七、拆除裸露橋基。</p> <p>八、以無收縮水泥包覆中央部分，帽梁，並裝設橫撐構件完成橋基保護。</p>
優點	<p>一、工程費用較換底少。</p> <p>二、施工時間較短。</p>	<p>一、工程費用較多。</p> <p>二、施工時間較長。</p>
缺點	<p>一、工程施作後範圍大。</p> <p>二、施工步驟需考量舊有結構補強較複雜。</p> <p>三、耐用時間較短。</p>	<p>一、施工步驟較簡單。</p> <p>二、耐用時間較長。</p> <p>三、工程施作範圍小。</p> <p>四、後續維護度低。</p>

3.2 換底工法調查如下

3.2.1 一般探討鐵公路橋梁破壞墩基沖刷受損原因大致歸納如下 6 類

- (1)盜採砂石。
- (2)天然災害(豪雨、颱風及地震)。
- (3)洪水沖刷。
- (4)河道沖刷深 V 化。
- (5)重車輛超載。
- (6)橋梁老化。

3.2.2 橋梁補強工法主要分為如下 3 大類 (李慶平，2003)

- (1)淺層(急迫性、短暫性)河床保護工法。
- (2)中深層(中長期性)橋基保護工法。
- (3)深層(永久性)基礎保護工法。

3.3.3 基礎保護或改建思索

橋基保護均採用表面防止洪災損失(李慶平，2003)沖刷施工方式或較淺之固床工設置，其結果並不能有效保護橋墩基礎之沖刷與橋梁安全，換底工法係採用深基礎之施工補強方有式，方可有效解決基礎之掏刷，另再考量交通運輸成本、臨時性便道便橋措施、安全維護措施、施工工期等，爰換底工法對既有交通影響極小，所付出之社會成本遠小於橋梁打除後再新建，有其特殊性及必要性得達到施工目的、節省施工與社會成本，並條件節省施工工序及工期。

另換底工法從經濟面價值而言，其工程經費均高於橋梁新建方式與舊橋打除重建方式，惟從維持原有臺鐵臺中線單(惟)一交通運輸經濟面及工程面考量，該「換底工法」則優於舊橋打除重建方式與橋梁新建方式(詹景量，2011)。爰本研究據以研究大甲溪橋換底工法起源。

年 06 月 30 日竣工。於大甲溪河道中原沉箱深度 24 公尺施作既有沉箱高程面為 EL=218.10，新建基礎底高程面 EL=205.10。(圖 13、14)

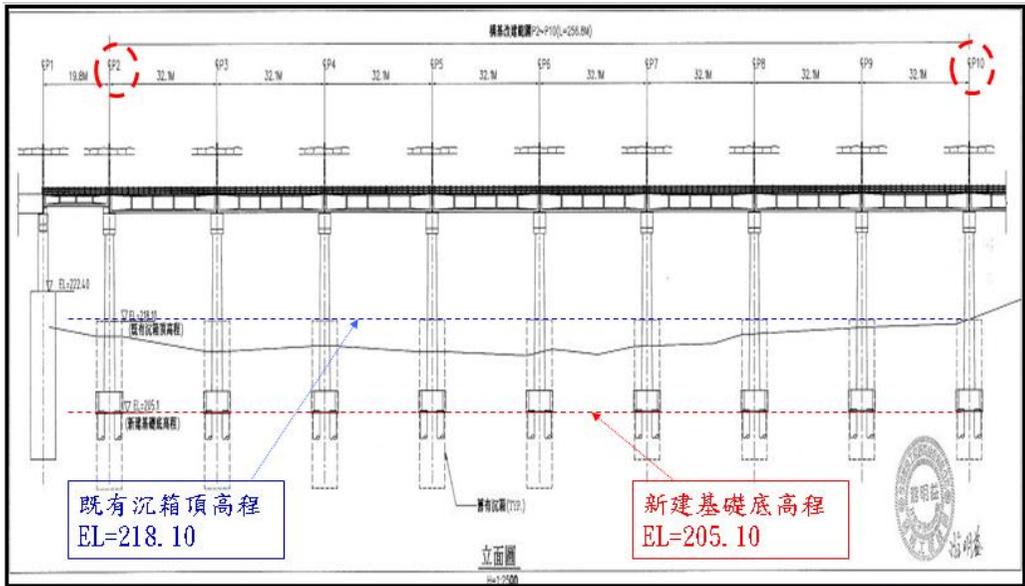


圖 13:第一次 P2~P10 換底改建範圍圖

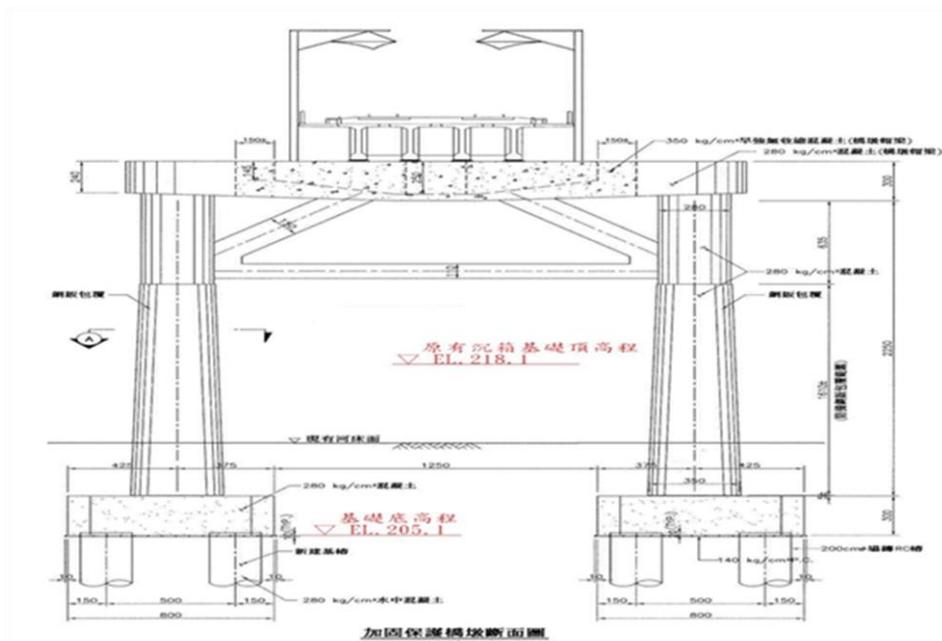


圖 14:第一次 P2~P10 單元橋墩立面圖

3.4.1 施工步驟(圖 15)

- A、第一步驟:施築基樁至地面應插入鋼柱。
- B、第二步驟:架設地面以上剛柱及沉箱頂部構架。
- C、第三步驟:打設擋土設施,施築新橋基及底柱,回填並拆除沉箱鋼支撐構架。
- D、第四步驟:施築中段橋柱,插入鋼柱並架設帽梁構架及帽梁斜撐構件。(圖 16)
- E、第五步驟:施築上段橋柱,並外包防撞網板,兩側新舊帽梁已早強無收縮混凝土包覆。
- F、第六步驟:以低震動工法分離舊有墩柱。
- G、第七步驟:拆除裸露橋基。
- H、第八步驟:以無收縮水泥包覆中央部分,帽梁,並裝設橫撐構件完成橋基保護。(圖 17)

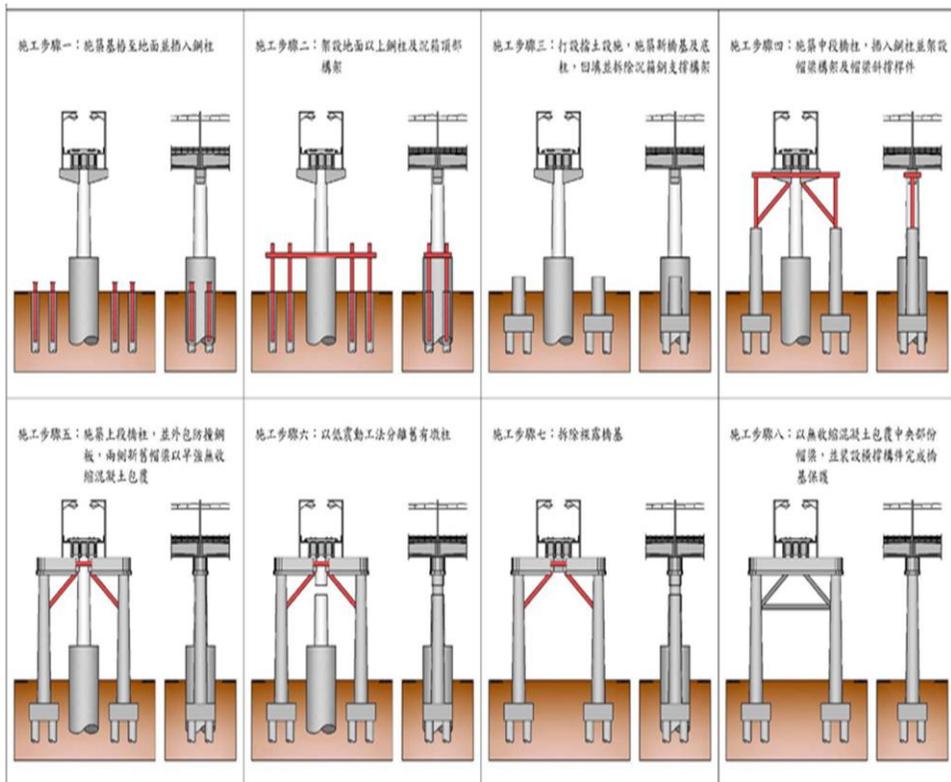


圖 15 第一次 P2~P10 單元橋墩換底施工步驟流程圖



圖 16 步驟四施工照片



圖 17 P2~P10 施工完成照片

3.5 第二次大甲溪換底介紹

為因應河川局未來河道拓寬改道降低大甲溪流速政策，臺鐵局第二次發包環島鐵路整體系統安全提昇計畫（臺中線大甲溪橋 P11~P15 等 5 墩橋基換底工程(圖 21)，設計單位為中棧工程顧問有限公司，施工廠商江興營造有限公司，契約總價為 1 億 6000 萬於 2018 年 2 月 28 日開工，預定於 2019 年 8 月 20 日竣工。預定於高灘地處開挖原沉箱基礎 15 公尺換底工程。(圖 18)

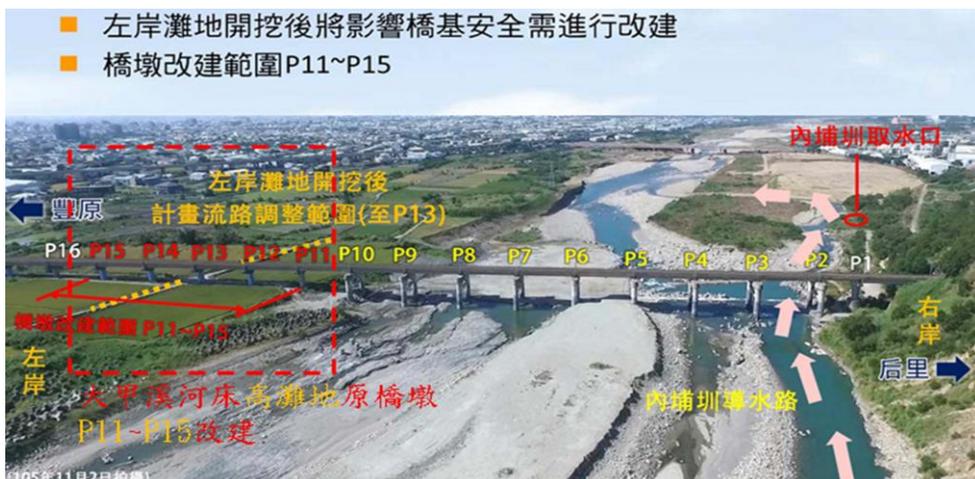


圖 18 第二次 P11~P15 換底改建範圍照片

3.5.1 工程施工項目及金額比例

本工程分為六類為項目為假設工程、橋基換底工程、大地工程、橋梁監測、勞安衛生管理費、品管及材料抽驗費。(圖 19)

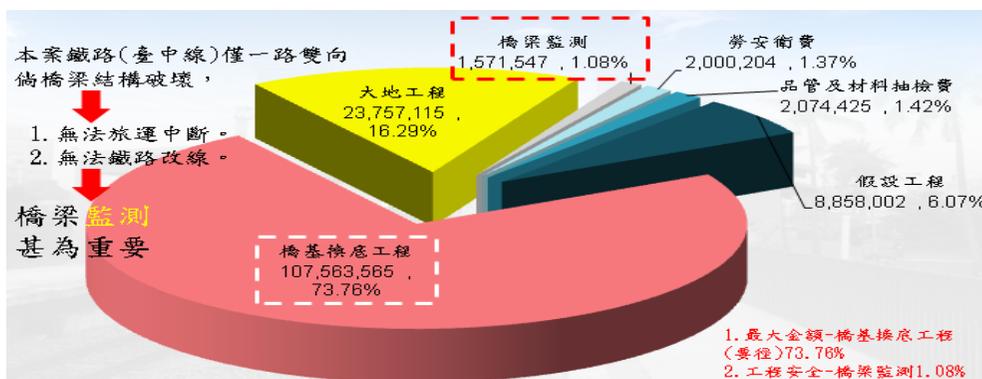


圖 19 本工程六類項目圖

3.5.2 工程施工圖說

第二次大甲溪換底工程主要為 P11~P15 間 5 墩基礎改建(圖 21)，改建前為單柱，改建後為雙柱(圖 20)。

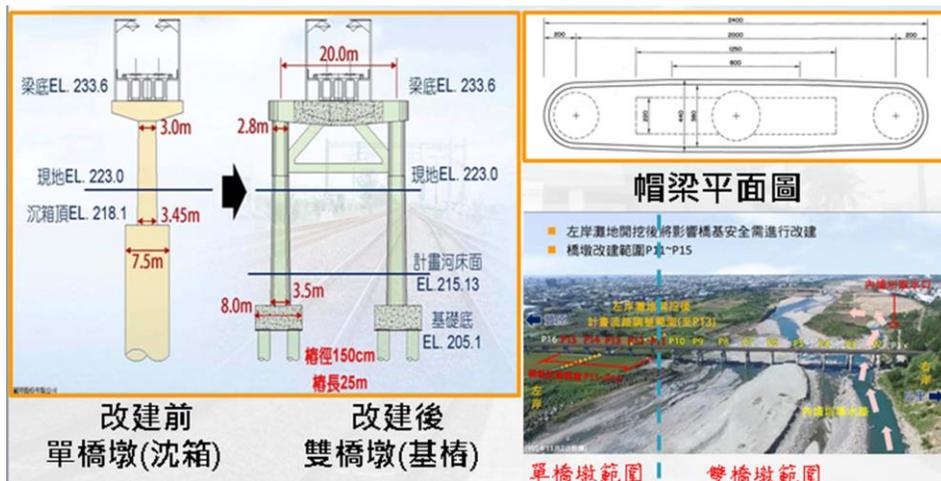


圖 20 第二次 P11~P15 換底改建位置及改建前後圖說

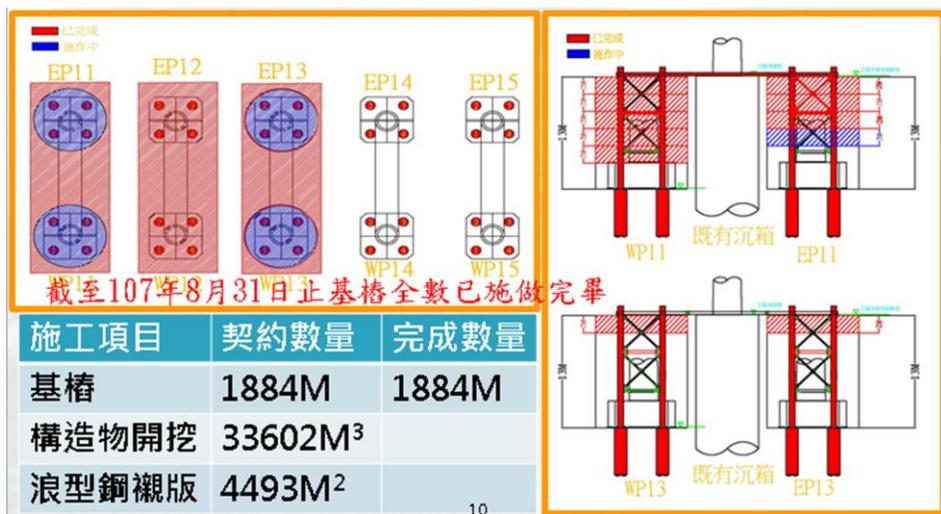


圖 21: 第二次 P11~P15 換底基礎圖說

3.5.3 施工步驟:

該施工步驟僅第三步驟打設擋土(背填鋼板)設施(圖 22),施築新橋基及底柱,回填並拆除沉箱鋼支撐構架。與前次有差異外,其餘工法皆相同。

3.5.4 施工亮點：基樁背填擋土(圖 22、23、24)鋼模

- A、基樁下挖 15 公尺擋土環形鋼板支撐，施工周邊 2-3 公尺混凝土地質改良加固地層避免崩塌。
- B、架設環形襯版(每 1~2 公尺)、螺栓加固接合固定。
- C、背填環形襯版背面，加壓灌入混凝土固結地層穩定。
- D、向下開挖及重複 B、C 步驟至 15 公尺處。



圖 22:背填鋼板施作照片

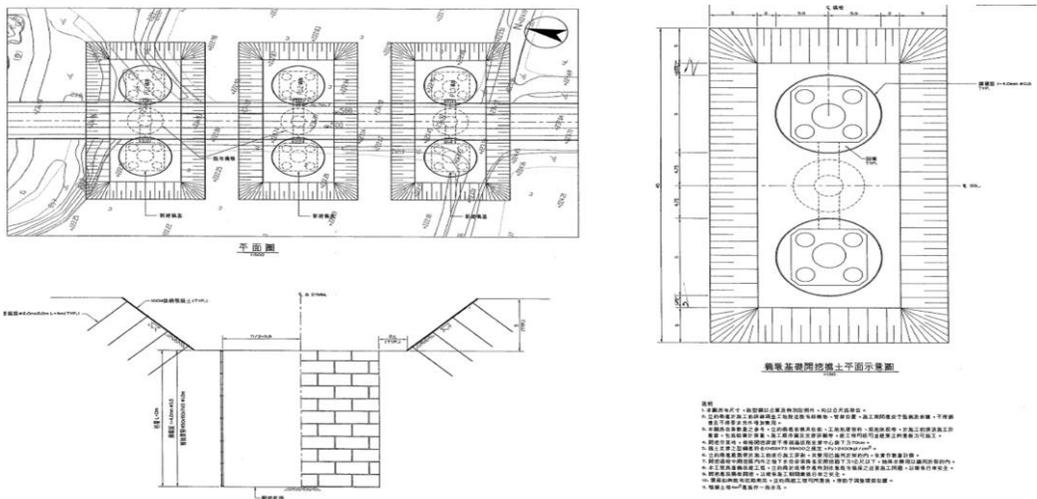


圖 23:背填鋼板平面、剖面圖

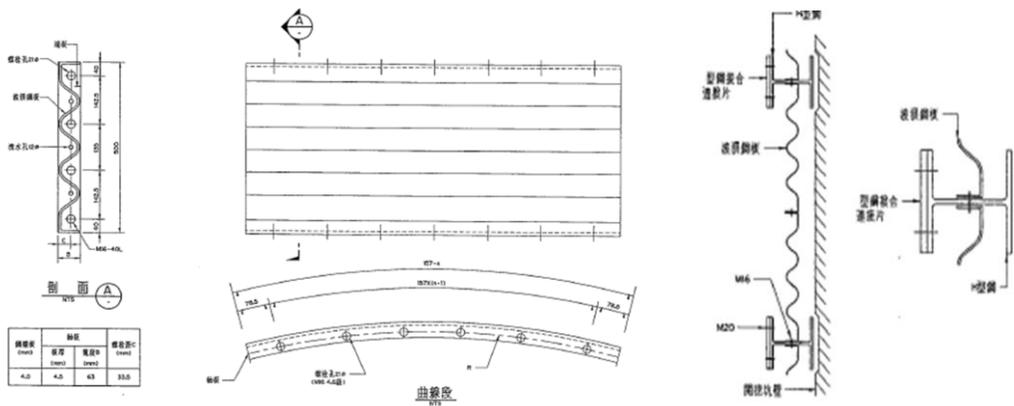


圖 24 背填鋼板細部大樣圖

3.5.5 鐵路橋梁換底工程特色

- A、施工中維持列車運轉(無法改線、不得停駛)。
- B、施工中不得因震動等因素造成橋墩或軌道沉陷。
- C、全國首創鐵路橋梁換底工法。
- D、橋梁周圍空間足夠兩邊可先施築新橋墩。
- E、施工中免設臨時支撐，可大幅避免汛期災害。
- F、新橋墩完成後將新舊橋墩的帽梁以無收縮混凝土結合。
- G、鑽孔並以低震動拆除舊橋墩，將橋梁壓力轉由新橋墩支承。
- H、可大幅提高施工中之安全性。

四、結論

本案臺鐵局經由兩次鐵路臺中線大甲溪橋換底工程，將原先基礎裸露之橋墩進行更換，新橋墩之基礎也更加深，除結構更加穩固，增加溪水之通洪斷面，省下每年投資之高額搶險經費及節省大量人力外，也能夠大幅增加行車上的安全，提升整體企業形象，並善盡產學教育責任(圖 26)，以及提供世界臺灣鐵路橋梁換底實證經驗(圖 27)進而提升本局橋梁管理及橋梁梁養護更先進工程思維(黃富馴，2001)。

4.1 促進產學交流

由於臺鐵局換底工程屬於創新之工法，屬優良的教育教材，於 2018 年 4 月 21 日中興大學土木系師生蒞臨工地現場進行參訪，由工地主任帶領解說施工方法與安全教育，促進產學交流。(圖 25)



圖 25 中興大學土木系師生蒞臨工地現場進行參訪

4.2 工法榮登世界舞台

第一代臺鐵局大甲溪橋換底工程，憑藉其創新的工法，2015 年曾於美國匹茲堡舉辦之國際橋梁會議(IBC)參展，並廣獲世界各國橋梁工程師好評，使臺鐵與臺灣榮登世界舞台。(圖 26)



圖 26 受邀參展嘉賓合影

參考文獻

1. 內政部建築研究所研究報告，(2001)，「綠建築解說及評估手冊」。
2. 黃富馴，(2001)，「河川管理決策支援系統架構初擬與網際網路河川管理資料庫建置之研究」，國立中興大學碩士論文。
3. 賴文俊，(2001)，「應用 PIV 與 FLDV」於矩形柱體來流端週期運動狀態馬蹄型渦流系統之特性研究，國立中興大學碩士論文。
4. 李慶平，(2003)，「洪泛區劃設之研究」，國立中興大學碩士論文。
5. 交通部鐵路改建工程局(2004)，鐵路鴻跡：鐵路改建工程局三十週年工程實務論文集，頁 154。
6. 林商裕、林炳森、許植甯，(2005)「臺中區卵礫石層反應之初步模擬分析」，朝陽學報第十期，頁 153。
7. 詹景量，(2011)，「梁橋基礎保護工法研究與探討」，逢甲大學碩士論文。
8. 曾光緯，(2015)，「孤立波於 1:5 斜坡床溯降時之邊界層分離、渦流結構與水躍流場特性探討」，國立中興大學碩士論文。
9. 胡家逢，(2017)，「獨立波通過潛沒構造物之周邊流場及漩渦結構特性探討」，國立中興大學碩士論文。

散播花香·傳遞愛

The Expansion of Flower-Fragrance and Love

方均蔚 Fang, Chun-Wei¹

黃琮翰 Huang, Tsung-Han²

王兆賢 Wang, Chao-Hsien³

聯絡地址：30060 新竹市中華路 2 段 493 號

Address：No.493, Paragraph 2 Zhonghua Road, Hsinchu City 30060, Taiwan(R.O.C)

電話 (Tel)：03-5253507

電子信箱 (E-mail)：0709785@railway.gov.tw

摘要

三姓橋車站 2016 年啟用，屬於「臺鐵捷運化後續計畫」，為配合臺鐵都會區捷運化政策，擴大服務更多的旅客之考量作規劃而興建。依據「公共藝術設置辦法」公有建築物應設置公共藝術，公共藝術創作應具有地域特色、人文風貌、歷史脈絡，藉由藝術的植入，妝點單調的運輸空間，美化建築物及環境，提升車站空間品質，加強車站的地緣特色並增加車站建設的親和力。三姓橋公共藝術「散播花香·傳遞愛」歷經 2 年的徵選過程及作品設置，終於 107 年 11 月 1 日完成。

關鍵詞：公共藝術、三姓橋車站

¹臺鐵局 臺北工務段 技術助理

²臺鐵局 臺北工務段 分駐所主任

³臺鐵局 臺北工務段 段長

Abstract

According to the project 'TRA Rapid Transit Systematize in Metropolitan Area', Sanxingqiao station was built under the consideration of serving more passengers and was opened in 2016. Abide by the regulations 'Regulations Governing the Installation of Public Artwork', featured public art with local, cultural and historical context should be planned and staged in a public building. By installing artwork to decorate and beautify the station itself and the environment, it strengthens the local features of the station and Increase the affinity of station construction. The artwork selection and installation of Sanxingqiao station with the theme 'Spreading the fragrance of flowers to convey love' went through a two-year process and was finished on November 1st, 2018.

Keywords : Public art, Sanxingqiao station

一、概述

1.1 前言

香山位於新竹西南邊的濱海地區，早期為道卡斯平埔族居住地，故漢人稱此地為番山。雍正、乾隆年間漢人漸次墾拓此區，後因番山名稱不雅而改名為香山，也有一說因懷念故鄉山河而取名鄉山，後轉變成為香山。因為香山具有良好的港灣，居民多數靠海為生，逐漸形成較具規模的聚落，清代曾設汛防於此地，又名香山塘，道光年間成為竹塹地區的貨物集散港。

三姓橋車站位於台灣新竹市香山區元培街與縱貫線交叉點南側，為臺灣鐵路管理局縱貫線的鐵路車站，設於縱貫線基隆起 109.6 公里處，距新竹車站約 3.2 公里、香山車站約 4.8 公里，本站為臺鐵捷運化計劃中新設之車站。香山區是台灣新竹市的一個市轄區，位於該市西南部，西濱台灣海峽，北臨新竹市北區、東鄰新竹市東區，東南連新竹縣寶山鄉，南接苗栗縣竹南鎮、頭份市。

三姓橋車站設計理念為參考舊香山車站，入口造型意象分析（與香山站相同語彙）：香山火車站為典型「入母屋造式」的木造建築，此類款式的最大特色是屋頂左右兩端山牆部分，再又出三角形底邊等寬的屋簷。另一大特色，就是整個車站為開放空間，車站採光良好。



圖 1 車站周邊概況



圖 2 車站周邊概況



圖 3 車站周邊概況



圖 4 車站周邊概況



圖 5 車站周邊概況



圖 6 車站周邊概況

1.2 公共藝術設置理念

希望提升三姓橋車站公共空間的美感及增加民眾親近藝術的機會。期望藉由公共藝術的設置來強化新車站的特色，重新塑造地區環境的獨特風格。

1.2.1 藉由藝術的植入，妝點單調的運輸空間

藉美感的經驗，增進車站的人文性與藝術性，創造另一種體驗藝術的空間。

1.2.2 反應時代的特色，創造獨特的地標語彙

藉藝術的創作，突顯在地創新的時代觀念，增進車站的主題性與教育性，融入另一種感受藝術的場域。

1.3 公共藝術設置目標

車站是人們生活中記憶的一環，這些記憶包括時代的變遷、人文的傳承、社會的沿革及對車站環境的情感，隨著時間的延續而累積，將轉化成珍貴的記憶。因此，本案公共藝術之設置將以下列三點為目標：

- 一、 呈現出地方的風土民情。
- 二、 賦予車站歷史意義與文化特質。
- 三、 配合基地環境及建築空間之特色。

二、藝術主題及創意表現

2.1 創作主題構想及理念

- 一、 創作者：陳翰平 Hannibal Chen
- 二、 作品名稱：散播花香·傳遞愛 The Expansion of Flower-Fragrance and Love

2.1.1 設計理念

香山區因花香滿山遍野而得名，三姓橋車站位於香山，香山百花盛開，散播花香，車站滿載旅人，傳遞愛情。

不銹鋼雷射切割百花組成球體，可隨風轉動，昔日滿山百花盛開，蜻蜓、蝴蝶、蜜蜂飛舞，故名香山。



圖 7 設計理念構想 1

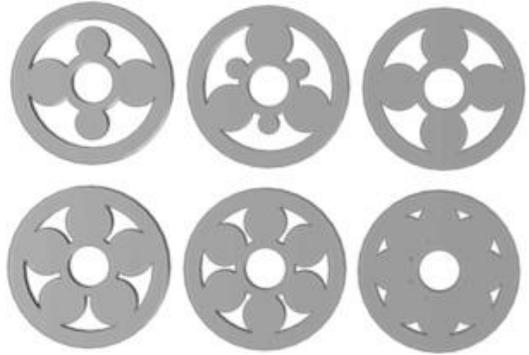


圖 8 設計理念構想 2



圖 9 設計理念構想 3

作品以百花構成花卉意象，隨風轉動，火車旅運，傳播芬芳與愛情。



圖 10 設計理念構想 4



圖 11 設計理念構想 5

2.2 設計圖說及設置

2.2.1 設置位置



圖 12 東側站前廣場圓環 設置前



圖 13 東側站前廣場圓環 設置後

2.2.2 設計圖說

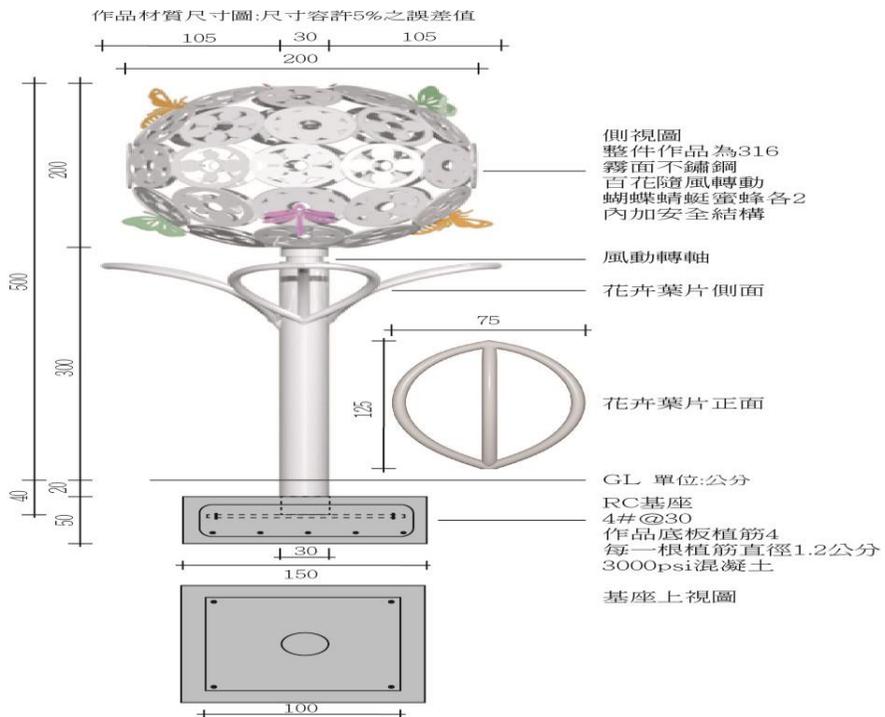


圖 14 作品設計圖說

2.2.3 作品說明牌

黑色石材白色文字，高 35 公分，寬 40 公分，設置於車站入口牆面。



圖 15 作品說明牌位置



圖 16 作品說明牌

三、設置過程

3.1 工廠製作本體



圖 17 基座寬度尺寸量測



圖 18 基座高度尺寸量測



圖 19 基座組裝



圖 20 基座組裝



圖 21 花梗製作



圖 22 花梗製作尺寸確認



圖 23 百花裁切

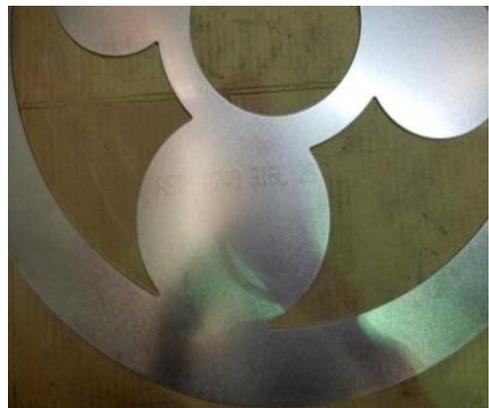


圖 24 百花細部裁切



圖 25 各類昆蟲製作



圖 26 本體組裝（側視）



圖 27 本體組裝（前視）



圖 28 預組立

3.2 基地現場施作



圖 29 現場整地前封鎖圖



30 怪手開挖整理地坪



圖 31 底層鋼筋部放



圖 32 鋼筋及箍筋組立



圖 33 底層混凝土澆置



圖 34 基礎綁鋼筋



圖 35 基礎灌漿



圖 36 鋪設草皮



圖 37 鋪設鵝卵石美化



圖 38 完成現場照（面向車站）



圖 39 完成現場照（面向車站）



圖 40 完成現場照（背向車站）



圖 41 完成現場照（背向車站）

3.3 民眾參與

107年9月26日邀請香山高中辦理民眾參與，講解本案公共藝術設置過程，與民眾分享設置地點之文化背景、地方特色，從理念構想至實行完成，達到延續及推廣公共藝術之成果。



圖 51 民眾參與



圖 52 藝術家講解



圖 53 參與學生合照



圖 54 民眾參與導覽摺頁（前）



圖 55 民眾參與導覽摺頁（後）

四、結論

公共藝術的創作結合了藝術家、社區民眾、政府興辦機關，其聯繫著空間、環境、建築、景觀、社區民眾等客體元素的相互激盪，是一項相當重要的藝術課題。

由本案主旨「香山區因花香遍野而得名，三姓橋車站位於香山，香山百花盛開，散播花香，車站滿載旅人，傳遞愛情。」可以瞭解藝術家結合當地歷史、特色、環境，設計出獨具地方特色的作品，藉由公共藝術設置提升三姓橋車站公共空間的美感及增加民眾親近藝術的機會。

藉由藝術的植入，增進車站的人文性與藝術性，創造另一種體驗藝術的空間。藉藝術的創作，突顯在地創新的時代觀念，增進車站的主題性與教育性，融入另一種感受藝術的場域。

三姓橋車站的新建改變了人們的生活方式，改變了過去與現今的需求，藉由公共藝術作品的設置將藝術深入民眾生活中，融合車站與當地環境文化，使車站在居民心目中有個獨特的記憶點，雖無其它大城市火車站所擁有的廣大群眾記憶與歷史意義，卻也是在地居民獨特記憶與陪伴。

參考文獻

1. 葉旭華建築師事務所，都市計畫審議簡報。
2. 張伯勳，臺北市政府捷運工程局，「公共藝術執行策略-台北捷運經驗談」簡報。
3. 文化部，公共藝術網站：<https://publicart.moc.gov.tw/index.php>
4. 黃忠明建築師事務所，臺鐵捷運化後續計畫-香山站修復補強暨增設無障礙設施成果報告。
5. 維基百科，網址：
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E4%B8%89%E5%A7%93%E6%A9%8B%E8%BB%8A%E7%AB%99>
6. 周雅菁，行政院文化建設委員會科長，2008 公共藝術教戰篇。
7. 三姓橋公共藝術各式計畫書、報告書。

從實體零售到電子商務— 淺談臺鐵夢工場的新零售發展

From Physical Retailer to E-commerce – The New Retail Development of Taiwan Railway Shop (TRS)

施彤彤 Shih, Wen-Tung ¹

聯絡地址：10041 臺北市中正區北平西路 3 號

Address：No. 3, Beiping W. Rd., Zhongzheng Dist., Taipei City 100, Taiwan
(R.O.C.)

電話 (Tel)：02-23815226#9674

電子信箱 (E-mail)：0852855@railway.gov.tw

摘要

自從新零售一詞出現後，無論是積極轉型電子商務的傳統零售業或是從純電商轉向實體零售多通路發展，最終都會朝向線上線下通路整合模式。臺鐵夢工場除了肩負臺鐵局附業經營的責任以外，更要改變體質走向企業化經營，才有機會提升通路競爭力。本研究採用文獻研究法以及蒐集多方電子商務與零售業研究資料，針對臺鐵夢工場經營現況進行分析，並提出臺鐵夢工場發展新零售的可行方案，期以提供決策者與執行者參考。

關鍵詞：臺鐵夢工場、電子商務、零售業、新零售、O2O

¹臺鐵局 餐旅服務總所 課員

Abstract

The aim of this study was to analyze the impact of online-offline channel integration to Taiwan Railway Shop (TRS). Since the New Retail concept was announced from Alibaba founder Jack Ma, which had been greatly affected retailing industry. The Online-to-offline (O2O) commerce has changed the way people consume and become an important issue in recent years. A descriptive survey design was adopted to collect literature and relevant reviews. The study findings may server as a guide for future click-and-mortar strategies to improve business performance and raising competitiveness.

Keywords : Taiwan Railway Shop, E-commerce, Retailing, New Retail, Online-to-offline , O2O

一、緒論

1.1 研究背景與動機

1885 年，臺灣首任巡撫劉銘傳在臺興建台北至基隆間的第一條鐵路，開啟了臺灣鐵路的新頁^[5]。臺灣鐵路路網遍及都會與偏鄉，具備運輸發展的優勢，然而，在高速公路通車、國道開放客運路權、自用汽車普及、捷運興建等發展之下，公共運輸的結構產生改變，大幅削弱臺鐵在運輸路網上的優勢，尤其面對 2007 年高鐵通車，運輸市場板塊變動，臺鐵失去市場獨占地位，不再是大眾運輸唯一骨幹^[16]。

根據國家發展委員會近 5 年國營事業工作考成總報告，臺鐵局不僅年年虧損，且虧損情形居高不下。2018 年臺鐵局淨損高達 25.56 億元，相較於其他三個隸屬交通部的國營事業－中華郵政、台灣港務公司、桃園國際機場公司，淨利分別為 144.28 億元、62.70 億元、72.67 億元，臺鐵局的營運表現可謂難望項

背。臺鐵局 2017 年委託中華民國管理科學學會研究製作「臺鐵營運策略轉型及財務重組」報告中提及臺鐵年年虧損且負債千億元的原因為人事費用中過高的退撫金支付、票價管制嚴格不易調整、鐵路高架或地下化成本等^[16]。

然而，臺鐵局近年附屬事業營收逐年成長，自 2011 年 31.01 億元成長至 2018 年 45.65 億元，2018 年附屬事業營收占營業收入 19.79%。臺鐵局附屬事業包含不動產開發與管理以及鐵路文創開發經營。透過促進民間參與營運，完成臺北、板橋、新左營及南港等站商場整建營運移轉，使車站成為地區商業重心，帶動商機^[13]，臺鐵局利用「房東優勢」在臺北、松山、南港、鳳山、花蓮及臺東等車站商業空間建置自營文創商店「臺鐵夢工場」以及開設網路商店，積極經營國內消費者及國外觀光客市場。

臺鐵局在面對沉重龐大的負債困境以及國營事業的責任壓力下，如何維持運輸本業的經營並透過文創事業開創出一片藍海，便是本研究的起源。

1.2 研究目的

根據經濟部 2019 年 8 月產業經濟統計簡訊^[17]，2019 年上半年電子購物業營業額 970 億元，為歷年同期新高，占整體零售業 5.1%。臺鐵局文創事業自 2012 年建立自有品牌「臺鐵夢工場」以來，鐵路商品平均年營收約 3,565.99 萬元，臺鐵夢工場實體通路平均年營收約 1,511.53 萬元，占鐵路商品總營收 41.88%，臺鐵夢工場網路商店平均年營收約 26.27 萬元，占鐵路商品總營收僅 0.73%，可見臺鐵夢工場電子商務占文創商品整體零售的比例遠低於經濟部統計資料的電子商務占比。

本研究將探討臺鐵夢工場從實體零售店經營到電子商務的發展，以及未來因應新零售模式的整合，面對消費者購物行為的改變，臺鐵夢工場要如何提升通路競爭力並且增加臺鐵局文創事業營收占比。

二、文獻探討

2.1 實體零售

在我們的日常生活中經常接觸到各式各樣的零售商店及零售活動。上班前在便利商店買咖啡跟早餐，在自助餐店或速食店享受午餐，下班後在超市選購食材或日用品等，可見零售活動無所不在。從消費者的花費可以反映出一國國民的收入水準及對經濟前景的信心程度，故零售活動是經濟情勢重要的指標^[6]。

2.1.1 實體零售的定義

行銷學之父菲利浦·科特勒（Philip Kotler）對零售（Retail）的定義為^[22]：所有直接銷售產品或服務給最終消費者，以作為個人或非營利的各項活動皆為零售業。國內學者認為零售係指各種能夠增加產品及服務附加價值的商業活動，並引導產品及服務銷售給消費者，以供其個人或家庭消費之用。零售是行銷通路的最後階段，以最終消費者為銷售對象^[16]。

而零售雖以消費者為最終銷售對象，但在實務上消費者不一定要到商店才能買商品，零售形式多元，本研究將實體零售定義為消費者必須親自到達而產生消費行為的場所^[21]。

2.1.2 實體零售的類型【4,6】

實體零售依據所有權及銷售型態區分類，本研究根據蒐集資料整理如下：

1.依實體通路所有權型態可區分為七大類：

- (1)獨立商店（Independent Store）：由零售業者自行經營一家別無分號的獨立商店，通常屬於獨資家庭型企業，老闆可能身兼店員，或員工皆為家庭成員。
- (2)直營或加盟連鎖商店（Chain Store）：由總公司直接百分之百控制所經營的零售分支機構，使一個品牌或零售組織擁有並經營多家店面。例如星巴克咖啡公司、統一超商等。
- (3)專櫃（Leased Department）：專櫃是由大零售商出租一片小店面或一個部門給其他零售商經營，藉此增加商品豐富性及吸引顧客的效果。例如：百貨

公司一樓大多以化妝品專櫃為主。

- (4)消費合作社 (Consumer Cooperative)：消費合作社指的是由消費者組合起來購買公司，所有權歸屬於消費者，從事投資、擁有股份、選出董監事和經理人監督營運，共同分享利潤或損失。例如：農會、學校的福利社等。
- (5)政府零售據點：所有權屬於政府或工會，為政府單位及相關人士提供零售服務，屬於政府服務及福利性質，價格較市價便宜，須具備相關證件才能購買。例如：軍公教福利中心、勞工福利社等。
- (6)代理商店 (Agents)：業主擁有資金及市場通路，以契約方式取得知名品牌在指定區域之經銷銷售權，稱之為代理商店。代理商店的品牌、產品、形象服務規範為品牌所有，而店面、人員、管理、營運則為代理商所有。例如：美之心成為德國 Rimowa 行李箱的臺灣代理商。
- (7)經銷商店 (Dealers)：業主本身擁有資金及通路，以寄售或買斷的方式取得知名品牌在指定區域之品牌產品銷售權，經銷商店即為通路商，旗下可代理或經銷多種品牌及產品。例如：STUDIO A 晶實科技是臺灣首家蘋果經銷商(Apple Premium Reseller)。

2.依實體通路經營型態可區分為六大類^[10]：

- (1)百貨公司 (Department Store)：強調專櫃的品牌力、商品力及人員的銷售服務力，百貨公司主要透過統一規劃過的賣場，定期舉辦各種行銷活動，與商場之內的專櫃共存共榮，提供精緻的消費服務。國內目前有新光三越、SOGO、大遠百等百貨公司。
- (2)專賣店 (Specialty Store)：主推單一特性訴求商品，強調商品專業及深度、廣度，一般而言專賣店可以提供較專業的服務及較好的產品選擇，例如：眼鏡行、珠寶店、運動用品店等。
- (3)便利商店 (Convenience Store, CVS)：以社區為經營範圍的小型商店，專門出售高週轉率的日常用品，營業時間較長，可滿足消費者隨時的緊急需求，國內目前有 7-11、全家、萊爾富等便利商店。
- (4)超級市場 (Supermarket)：超級市場以生鮮食品為主，包含乾糧、蔬果及日常用品等，主要功能是提供社區民眾能在同一商店購足生活所需不同物品，例如：Jasons Marketplace、頂好超市等。

- (5)量販店(Hypermarket):量販店的定位可兼具批發商與零售商,賣場面積大,具有足夠停車位,採自助式服務,販售商品具競爭性,販售日常用品及大包裝商品。國內目前有家樂福、好市多等量販店。
- (6)購物中心(Shopping Mall):購物中心主要集合專賣店和連鎖商店等零售型態的成員,透過多重購物、休閒、娛樂、餐飲等複合功能,滿足讓消費者「一次購足」、「整日購物」的需求。例如:義大世界購物廣場、大魯閣草衙道等。

2.2 電子商務

隨著資訊科技與網際網路的高速發展,手機和網際網路覆蓋率不斷提高,新經濟現象帶來許多數位的衝擊與變革,加上雲端科技進步與網路平台流程的改善,讓網路購物越來越便利、順暢,不僅改變企業的經營模式,也改變了全球市場的消費習慣,提供全年無休的電子商務(E-Commerce, EC)市場正以無國界、零時差的優勢崛起並快速發展^[1]。

2.2.1 電子商務的定義

根據經濟部商業司的定義,只要是經由電子化形式所進行商業交易活動,都可成為「電子商務」;另外,美國學者 Kalakota 和 Whinston 對電子商務的見解則是一種現代化的經營模式,就是利用網際網路進行購買、銷售或交換產品與服務,並達到降低成本的要求^[7]。

本研究針對所蒐集之資料與文獻,綜整出對於電子商務的說明為:將供應商、經銷商、零售商與消費者結合在一起,透過網際網路產生交易行為,提供資訊、金流、物流與服務,大量節省作業與人力成本且可加速溝通與回應的商業模式。

2.2.2 電子商務的營運模式

營運模式(Business Model)是一家企業處理其與顧客和上下游供應商相關事務的方式,更涵蓋市場定位、營利目標與創造價值的方法,亦是企業如何創造價值與傳遞價值給顧客,並從中獲利的模式,更是整個商業計畫的核心。

電子商務依交易對象的差異性，可區分為五種類型^[4,6,7]：

1. **B2C 模式**：企業對消費者間（**Business to Customer, B2C**）又稱為「消費性電子商務」模式，是企業直接和消費者間進行交易的行為模式，販賣對象為一般消費大眾。**B2C** 模式的電子商務以網路零售業為主，結合購物車、庫存管理、會員機制、訂單管理、網路廣告、金流、物流等，當消費者從網路下單後，即從客戶填寫的個人資料中抓取所需資訊，並直接將商品送到消費者手上。例如：臺鐵夢工場網路商店、天貓網。
2. **B2B 模式**：企業對企業間（**Business to Business, B2B**）的電子商務，指的是企業與企業間或企業內透過網際網路所進行的一切商業活動。從工廠機械設備與零件到辦公室文具，透過供應鏈的整合以及透明化的交易模式，企業間的電子商務達幅降低採購成本，並同時擴大企業收入來源。例如：阿里巴巴（hyyp://www.1688.com/）就是典型的 **B2B** 批發貿易平台。
3. **C2C 模式**：消費者對消費者（**Customer to Customer, C2C**）的交易模式是指透過網際網路交易的買賣雙方都是消費者，由顧客直接賣東西給顧客，網站則是抽取單筆手續費。最常見的 **C2C** 網站為拍賣網站，例如：**eBay**、露天拍賣、淘寶網等。
4. **C2B 模式**：消費者對企業間（**Customer to Business, C2B**）的電子商務，是指聚集一群有消費能力的消費者共同購買某種商品，當這群消費者透過網路形成虛擬社群，這群消費者就擁有直接面對廠商議價的能力，最經典的 **C2B** 模式就是「團購」網站，透過消費群聚的力量，進而主導廠商提供優惠價格，例如：**GOMAJI** 網站。
5. **B2G 模式**：企業對政府（**Business to Government, B2G**）是指政府主要透過網路系統為企業提供公共服務。**B2G** 旨在打破各政府部門的界限，以加速政府與企業之間的互動，提供一個便利的平台讓雙方互相提供資訊流或是物流，節省費用並提升行政效率。例如：行政院公共工程委員會提出的「政府採購電子化推動計畫」，已將重大的公共工程採購導入 **B2G** 電子商務。

2.3 新零售與全通路

「新零售」一詞，自從 2016 年由阿里巴巴集團主席馬雲首次公開提及後，線上線下和物流的關係將緊密不可分，電子商務和實體通路的二分法已經無法

滿足消費者需求，傳統零售通路開始變革發展數位化服務，純電商零售業者也開始考慮增加實體店，這一連串的零售業發展變化起源於 2013 年的「互聯網思維」^[1]。

2.3.1 互聯網及互聯網+

互聯網（Internet）在臺灣稱為網際網路，互聯網就像工業革命一般，成為各行業重要且最基礎的應用，大幅提高生產力，改善生產關係，推動社會物質文明和精神文明不斷進步，互聯網影響甚至顛覆各行業的發展動力，改變消費者使用習慣，甚至將消費者需求與市場供應連接起來^[1]。

「互聯網+」是由中國大陸國務院總理李克強在「2015 年政府工作報告」中推出「互聯網+行動計畫」而產生，提出如何透過網際網路的結合進一步推動各產業的工作提升。「互聯網+媒體」顛覆傳統媒體業，讓民眾無時無刻都能透過網路觀看國際賽事、連續劇、電影等，而不受限於播出時段或播放地點等；「互聯網+通信」改變人們過去的聯絡方式，網路通訊比傳統電信通訊便捷且更具互動性（視訊）；「互聯網+送餐」節省餐廳外送人力，消費者則是享受在家或在辦公室用手機簡單訂餐，不僅有更多的餐點選擇，也能減少出門用餐的隱性成本（出門花費的時間與交通等）^[1,11]。

無論是「互聯網」或「互聯網+」，都為人類帶來了全新的生活方式，而互聯網的本質就是「以消費者為中心」的思維，互聯網促使零售商發展並提供更人性化的產品、服務及體驗，改進企業的生產經營管理效率，對本研究最重要的，則是改變了零售業的「通路模式」。

2.3.2 全通路【1】

傳統零售業的時代，消費者只能在固定時段到實體店面購物，零售商賣什麼顧客就買什麼，零售市場以零售商提供的產品或服務為中心，顧客屬於被動消費。電子商務出現後，顧客開始使用網際網路購物，當前互聯網（包含移動互聯網），將消費者主權帶進了整個零售市場，消費者主導零售業的存亡，也因著互聯網的資訊透明公開，消費者隨時可以透過網路比價或參考評價網站的評論而改變心意，零售業者如何掌握顧客忠誠度成為目前最重要的課題。

全通路零售指的是品牌商和零售商在互聯網技術的推動下，為了適應消費

者主權時代，利用實體店、網路商店、行動載具、社交商店等多種通路，整合線上線下各種資源，打通與消費者間的溝通或接觸方式，使消費者在任一通路都能獲得一致性的價格與服務。

表 1 零售通路模式演進^[1]

生產力	技術原因	零售媒介	零售通路
手工生產力	銅器時代	農業與畜牧業分工	沒有零售商，有經常性的交換行為
	鐵器時代前期	農業與手工業分工	沒有零售商，有為了交換而進行的生產
	鐵器時代後期	商人從農業與手工業分離	零售商出現，以集市貿易、行商和小店舖為代表
機器生產力	蒸汽時代	零售企業出現	百貨商店、郵購目錄、直達信函、上門推銷
	電氣時代	零售公司出現	連鎖商店、電報銷售、電話銷售
資訊生產力	非互聯時代	大型商業公司	自動販賣機
	Web 1.0 時代	電子商務公司	網路商店
	Web 2.0 時代	社交網站公司	社交網站
	Web 3.0 時代	大數據獲取、分析、應用、雲端計算	書面行銷（目錄、信函、報刊等）、媒體行銷（電話、電台及電視等）、網路商店、社交網站行銷等與各種實體店面並存
	Web 4.0 時代	大數據獲取、分析、應用、雲端計算	人與機器之間的共生互動，共享經濟的時代
	Web 5.0 時代	語言轉換、不同資訊匯流技術	
	Web 6.0 時代	進入高智能、擁有 AI 智慧的 Web 雲端時代	

三、臺鐵夢工場的零售發展

臺鐵局的定位介於政府部門（隸屬交通部）與民間企業（國營事業性質）之間，因此臺鐵局的發展受限於前述特殊身分，導致附業業務推展受到嚴格的法規限制與監督，卻同時承擔自負盈虧之責。臺鐵局的主、附業的範疇源自於鐵路法，開源的方式也必須依循鐵路法。鐵路法第 21 條載明國營鐵路除以客貨運輸為主要業務外，得培養、繁榮鐵路運輸及傳承鐵路文化所必需之附屬事業，這就是臺鐵局經營發展附屬事業的法源依據。

近幾年，文創風潮席捲而來，臺鐵局如何在僵固的政府部門形象下扭轉並創新、創造自我價值，本節將探討臺鐵文創品牌的起源、經營、轉變以及未來發展等面向。

3.1 百年老店的文創生命力

企業要成就獨特的經營文化需要時間的淬鍊，文化的累積需要人文的培養，文創的精神在於傳遞「文化創新的結果」，不啻傳承傳統文化的美好，更要與其結合、發展出新時代的創意。臺鐵局營運迄今已有 132 個年頭，在蘊藏百年鐵道歷史文化的溫床之下臺鐵文創逐漸發芽、茁壯。若將鐵路運輸本業視為臺鐵局的使命，那麼，鐵道文創便是臺鐵局的天賦。

3.1.1 臺鐵夢工場品牌故事

2012 年 5 月 25 日，臺鐵局建立第一個自有文創品牌－「臺鐵夢工場」，臺鐵局的零售商身分正式確定。

「牽手同行、禮藏紀念」是臺鐵夢工場的品牌精神，品牌 LOGO 的設計意涵以獻禮的心意，將火車裊裊蒸汽幻化為翩翩飛舞的蝴蝶結，山洞則比擬為珍藏禮盒，「夢」字上頭則是代表臺鐵夢工場與大小朋友牽手同行，一起開創鐵道文化的新時代。



圖 1 臺鐵夢工場品牌標誌

3.1.2 臺鐵夢工場的通路發展

1916 年美國出現第一家百貨公司而將傳統零售推向現代化，1995 年電子商務成為零售市場主流，零售商開始轉型經營虛擬商店（線上購物），而臺鐵夢工場在 2012 年創立之初，就憑藉初生之犢不畏虎的衝勁，首創文創品牌就以實體店舖及線上購物網站同步進入零售市場，因此，臺鐵夢工場保有傳統零售的實體銷售，同時發展電子商務，在當前零售業面臨轉型壓力的時代，臺鐵夢工場減少許多零售通路轉換的成本。

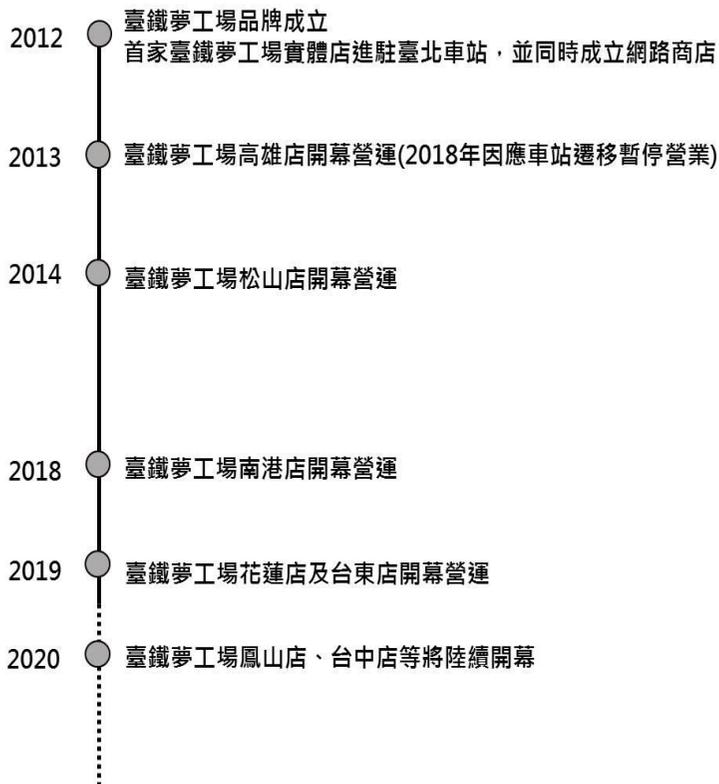


圖 2 臺鐵夢工場通路發展歷程

同時擁有實體通路與虛擬通路的營運模式，按照文獻探討中對於零售業發展的趨勢來看，臺鐵夢工場在進入零售市場初期就具備優勢，加上「臺鐵局」主品牌的光環加持，臺鐵夢工場的文創夢，在運輸本業的強大品牌形象下更顯耀眼。

3.2 臺鐵夢工場的展店策略

臺鐵夢工場自 2012 年成立迄今，已擁有 5 家實體店面及網路商店，臺鐵局憑恃的是車站的區位優勢以及明確的目標客群。臺鐵夢工場展店的基礎在於其經營環境的商機並採取自行發展的模式，有別於進駐商場成為專櫃或是在特定商圈內承租店面經營，臺鐵夢工場利用運輸本業的場站空間，直接在車站內自建自營，將旅客的行旅需求與消費需求緊密結合，臺鐵夢工場的存在著實提供顧客一個「合理的消費理由」（合理化作用 Rationalization, Sigmund Freud）。

3.2.1 臺鐵夢工場實體商店－與車站密不可分

綜觀臺鐵局文創商品的銷售通路分別有：車站內自營販賣部或販賣臺、列車銷售以及臺鐵夢工場（實體店與網路購物商店）。整體而言，臺鐵局文創附業的經銷通路都是伴隨著本業的資源及優勢。根據臺鐵局 2018 年旅客意向調查報告顯示^[18]，進入車站或搭乘火車的客群與比例分別為：觀光目的占 51.3%，返鄉、探親或訪友占 64.9%，而車站內商業空間的利用方式，除委託民間經營以外，臺鐵局擁有優先區位選擇權，參考目前臺鐵局核心車站的周邊地價與進駐商場門檻等，光是店面租金及區位優勢，便已為臺鐵夢工場的展店基礎加分不少。

目前臺鐵夢工場實體店面自臺北站開始，陸續於高雄、松山、南港、花蓮及臺東等車站展店，本研究發現，這些車站的位置都具備有地域性運輸或轉乘功能，臺鐵夢工場利用樞紐車站交通節點的人潮匯聚與地利性，加上觀光客與返鄉、探親、訪友為目的之旅客屬於臺鐵夢工場目標客群之一，無論是乘車前打發候車時間或是基於特定購物需求，臺鐵夢工場便可發揮位於車站內的區位優勢，吸引旅客上門光顧。

3.2.2 臺鐵夢工場網路商店－從房客變老闆

從創業初期到 2019 年 4 月 23 日正式轉型自建自營，臺鐵夢工場網路商店共經歷兩次變革。2012 年臺鐵夢工場網路商店以租用商業平台的方式經營，採用市面上商業開店平台的公版模組架構，套用商品照片、圖說等資訊，瀏覽畫面與排版較為單調且未將使用者介面設計（User Interface, UI）納入考量；2016 年臺鐵夢工場網路商店進行第一次變革，因應電子商務進步與行動裝置的普遍

性，轉換開店平台合作對象，從單一載具瀏覽模式改變為響應式網頁設計（Responsive web design, RWD）。自 2012 年 5 月到 2019 年 4 月間，臺鐵夢工場網路商店都是以建構於臺鐵局官網以外的獨立網站經營，曝光率低，無法有效掌握客群分布狀態，更難以精準投放廣告行銷。

2016 年臺鐵局啟動「票務系統整合再造計畫」，該計畫將臺鐵夢工場網路商店納入整合標的。臺鐵局的新官網在 2019 年正式上線啟用，這一年，臺鐵夢工場網路商店面臨了第二次變革，也是影響臺鐵夢工場電商經營最關鍵的改變：從寄人籬下的平台房客變成自建自營的電商老闆！

根據國家發展委員會針對政府機關網站營運績效檢核規定，臺鐵局新官網與臺鐵夢工場購物網站在 UI 設計上有更多突破與精進，包含：無障礙網站設計、外語服務、導入資訊圖像化與 e 化服務、強化社群媒體溝通與經營、提供行動裝置瀏覽等。此外，臺鐵夢工場網路商店與臺鐵局票務系統共享會員資料庫資源，透過商業智慧系統，判讀消費者購買偏好及客群分布等，有利精準行銷，提升經營績效。臺鐵夢工場網路商店經歷了前幾年的碰撞期，終於在 2019 年有所蛻變與成長。



圖 3 臺鐵夢工場網路商店（2013 年）



圖 4 臺鐵夢工場網路商店（2016 年）



圖 5 舊版臺鐵官網無法清楚揭露臺鐵夢工場購物網站位置



圖 6 票務系統整合再造後的臺鐵夢工場網路商店（2019 年）

四、分析與討論

本研究根據所蒐集的數據與歷史資料，以及相關文獻等，從臺鐵夢工場品牌創立、商品開發到通路經營，進行其經營分析。

4.1 臺鐵夢工場通路貢獻度優於其他通路

臺鐵文創商品的販售通路包含列車銷售、車站內自營販賣臺，以及 2012 年起正式加入臺鐵零售通路行列的臺鐵夢工場。本研究將列車銷售（不計趟次）均視為同一通路，而目前臺鐵車站內自營販賣臺計有 25 處（不含臺鐵夢工場），根據統計，2012 年臺鐵文創商品全通路營業額達 5,143 萬餘元，同年度臺鐵夢工場旗艦店與網路商店通路貢獻度（營收占比）為 24.10%，其他通路貢獻度為 75.9%；而後臺鐵夢工場實體店陸續進駐高雄、松山及南港等車站，2014 年臺鐵夢工場通路貢獻度已成長至 54.49%，在列車銷售與自營販賣臺並無明顯增加的條件下，臺鐵夢工場的通路貢獻度顯然與實體店的擴增為正相關。

本研究發現，列車銷售與自營販賣臺對消費者產生的商品連結為「臺鐵便當」，而非文創商品，因此，在文創商品的銷售貢獻度而言，臺鐵夢工場的表

現優於其他通路，同時代表臺鐵夢工場與「文創商品」成功建立連結，有助於臺鐵文創商品的推廣。

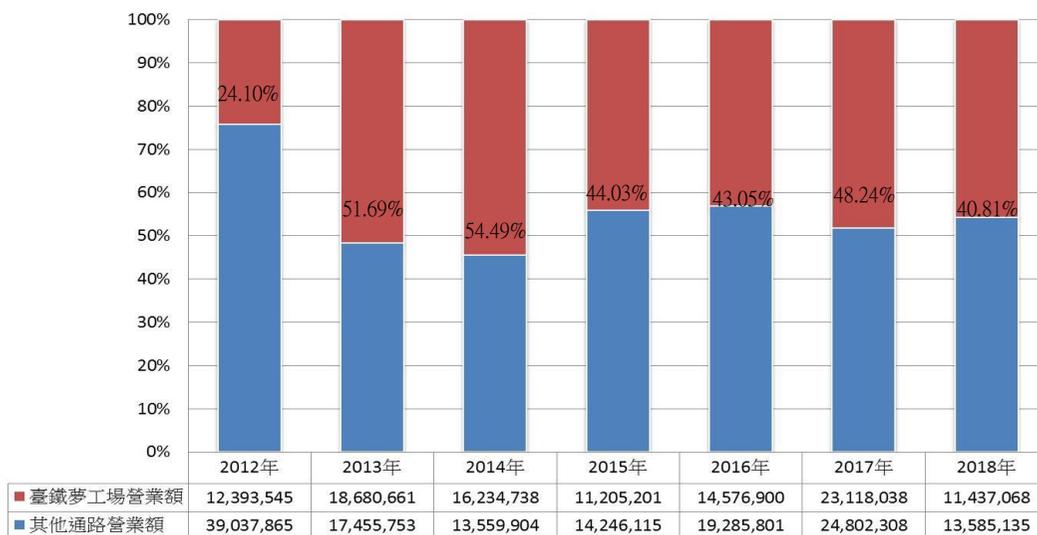


圖 7 臺鐵夢工場與其他通路營收情形（2012 年~2018 年）

4.2 臺鐵夢工場網路商店營業額占比遠低於市場水準

臺鐵夢工場實體店年平均營業額為 1,511.53 萬元，網路商店年平均營業額則為 26.27 萬，臺鐵文創商品年平均營業額為 3,565.99 萬元，臺鐵夢工場實體店於文創商品整體零售的貢獻占比為 41.88%，網路商店僅占 0.73%，遠低於臺灣電子購物業與整體零售業的營業額比例（約 5.1%）。

根據臺鐵夢工場網路商店營收情形，其營收尖峰出現在 2012 年，當年度推出公益月餅活動，採網路預購方式，加上媒體行銷的宣傳力量，都是訂單數與營業額大幅增加的主因；營業額的次高點則是 2017 年推出臺鐵夢工場網路商店限定首賣商品，造成收藏者的搶購。

網路商店吸引消費者下單的誘因不外乎選購方便或價格實惠等基本條件。臺鐵夢工場實體店位於交通便利的車站內，具有地利優勢，相對也減弱了網路商店的購物便利性；其次，臺鐵夢工場網路商店與實體商店所販售的商品品項與價格無明顯差異，是以，價格實惠更不會成為消費者選擇臺鐵夢工場網路商店的誘因。因此，臺鐵夢工場網路商店幾乎不具備電子商務發展的優勢基礎，進而導致營業額持續低迷，幾乎零成長。

從 2012 年與 2017 年的歷史資料可以看出，臺鐵夢工場網路商店採取「限定通路」與「強勢商品」確實可以吸引消費者下單，但是，這樣的手法並非長久之計，在資訊爆炸的時代下，限定商品與限量商品的行銷手法無法長期維持「新鮮感」與「刺激」。

	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年
■ 臺鐵夢工場實體店	11,672,440	18,459,488	16,023,785	11,090,492	14,386,790	22,840,082	11,333,980
■ 臺鐵夢工場網路店	721,105	221,173	210,953	114,709	190,110	277,956	103,088

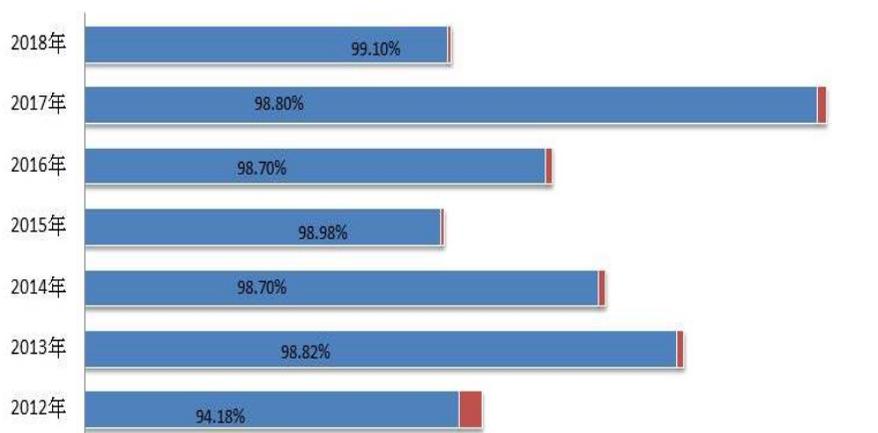


圖 8 臺鐵夢工場實體店與網路商店營收情形（2012 年~2018 年）



圖 9 臺鐵夢工場實體店與網路商店營收成長情形（2012 年~2018 年）

4.3 臺鐵夢工場網路商店的商品品項過少

本研究發現，消費者經常反映其所處地區沒有臺鐵販售通路，因此無法購買臺鐵文創商品，這也是設立臺鐵夢工場網路商店的初衷——提供消費者便利的購買通路。

然而，在當前科技進步以及消費行為改變的環境下，消費者透過網路及行動裝置，隨時隨地都能比價、搜尋評價或開箱文，以及下單購買，部分消費者會先到實體店確認商品是否值得購買後，再到購物網站上訂購，根據本研究調查結果，臺鐵夢工場實體店與網路商店係依權責分區經營，北、中、南區及花東地區都隸屬不同管理單位，通路鋪貨上架因經營者不同，授權管理的方式也各異，經常發生同一商品在供貨充足的情況下，卻只在特定店面買得到。

此外，除了旗艦店以外的實體店面，貨架上的商品品項過少，以致於消費者的選項有限，本研究亦發現臺鐵夢工場網路商店的商品品項，明顯少於旗艦店店面販售的商品品項，悖離了當初成立臺鐵夢工網路商店的宗旨。實體店面空間有限，能在眾多供應商的商品中出線並在店面陳列，首重商品的市場性，也就是商品的銷售力，根據 2017 年度鐵路商品銷售排行榜，名列前茅的商品如迴力小火車、不鏽鋼便當空盒等長銷型熱賣商品就被列為店頭貨架的「固定班底」，至於單價較高的精品類商品，則較容易「坐冷板凳」；反觀網路商店沒有貨架的空間限制，商品線可廣且深，但是臺鐵夢工場網路商店的商品品項卻不及於實體店面多元，對消費者而言，最便利的選購通路卻只有少數選擇項目，不免讓消費者產生「臺鐵夢工場賣的商品很少」的連結，甚至無法吸引消費者前往實體店面。

4.4 消費者主權 V.S 本位主義

臺鐵局以本業運輸起家，從基礎設施、檢修、調度到人員訓練都是高度專業的領域，因此，組織文化存在典型的「本位主義」，在行銷角度，本位主義與行銷管理的「生產者導向」概念相似，大部分決策者停留在「供應商賣什麼，消費者就只能買什麼」的階段，然而，歷經工業革命、資訊革新等時代演進，無論是運輸本業或文創附業必須從「消費者需求」為優先考量，尤其當前的市場導向進入「消費者主權時代」，即便是運輸本業都面臨了公路及高鐵的競爭與挑戰，遑論文創附業更須具備靈活彈性的經營策略。

4.5 臺鐵夢工場品牌定位模糊

根據臺鐵局 2018 年度旅客意向調查結果，車站與列車受訪民眾知道臺鐵夢工場的比例低於四成，而過去一年曾在臺鐵夢工場消費的比例則低於三成，可見一般民眾對「臺鐵夢工場」品牌熟悉度偏低，雖然可以從「臺鐵」兩個字推測是關聯事業，但是卻無法明確了解臺鐵夢工場的文創品牌意涵。

臺鐵夢工場品牌識別系統（Brand Identity System, BIS）係於 2012 年規劃與建立，然而臺鐵夢工場的品牌標誌並未落實運用於實體店面或商品，例如臺鐵夢工場店面招牌字體、標誌不一致，店面設計缺乏整體性等。經本研究調查結果顯示臺鐵夢工場 BI 運用上出現關鍵性的問題：1.初版 BI 手冊中沒有店面設計的項目，導致臺鐵夢工場實體店面在規劃設計階段無所適從，每間店面都有不同設計師的風格，甚至連店面招牌都看不到臺鐵夢工場的 LOGO。2.臺鐵夢工場店面同時出現臺鐵局及臺鐵便當本舖 LOGO。根據本研究訪查，多數決策者認為臺鐵夢工場的品牌識別度低，如果不透過主品牌（臺鐵局）及金雞母招牌（臺鐵便當）引導，將無法吸引民眾到店消費。針對主副品牌（Range Brand and Subbrands）間的從屬關係與發展，將在下一章節進一步探討。

五、結論與建議

本研究針對臺鐵夢工場走向新零售時代的發展，提出以下建議：

5.1 透過平衡計分卡方式檢視績效調整策略

臺鐵局的定位是公部門，而附業則是屬於企業經營的範疇，公部門檢視績效的方式與績效的定義與企業管理截然不同，本研究建議以企業管理的角度與方式訂立臺鐵夢工場的績效指標與控管監測，可使臺鐵夢工場的定位更加清楚，體質有所提升。

平衡計分卡從財務、顧客、內部流程及學習與成長等四個構面檢視，每一構面皆包括了策略目標、行動計劃及衡量指標等三大部分，並以平衡為訴求，尋求財務與非財務衡量之間、短期與長期目標之間、落後與領先的指標之間、及外部和內部的績效之間的平衡狀態。這套由四大構面構成的管理機制，可將企業願景和策略，轉化為有形的目標及衡量的指標^[2,3,14]。

表 2 平衡計分卡的四種構面^[2]

績效	內部衡量 (internal measures)		外部衡量 (external measures)	
	學習與成長	企業內部流程	顧客滿意度	財務
一、企管領域	1. 人資管理 2. 知識管理	1. 生產管理 2. 資訊管理	行銷管理	1. 策略管理 2. 財務管理
二、策略目標	1. 提升員工能力 2. 強化資訊系統能力與激勵 3. 企業文化與員工目標一致性	價值鏈(圖 10)	1. 產品與服務品質 2. 建立品牌形象 3. 顧客關係管理	1. 文創商品整體營收成長 2. 提升電子商務營收占比
三、行動計畫	1. 員工教育訓練 2. 資訊系統(如POS系統)優化 3. 薪酬紅利調整	1. 訂立稽核制度 2. 針對各店體質訂立不同營業績效目標	1. 顧客調查 2. 會員關係管理(會員點數、折價券、客製化商品推介)	1. 虛實整合打造無縫零售 2. 環島供應鏈
四、衡量指標	1. 生產力人均營收=營收/員工數 2. 關鍵績效指標(key performance indicator, KPI)	1. 創新流程 2. 營運流程 3. 售後服務流程	1. 商品力滿意度 2. 服務品質滿意度 3. 神秘顧客調查 4. 優良服務商店(GSP)認證	1. 商品毛利率 2. 每店平均營收 3. 網站轉換率

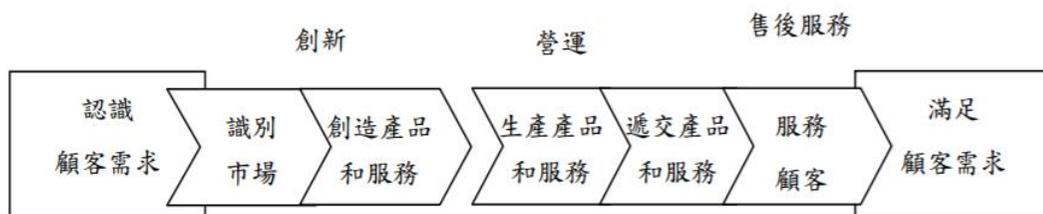


圖 10 企業內部程序構面價值鏈^[14]

5.2 通路整合的核心原則，發展無縫零售

以一個新建案為例，除了土地、建材、跟鋼構等硬體設備外，建築物的外觀結構都完成了，要能吸引民眾願意購買，還需要室內設計、家具擺設、空間光線、所在區位的交通便捷、生活機能良好等誘因。臺鐵夢工場在零售發展上具備實體店面與電子商務的基本條件（房子蓋好），但是無論是實體店面或網路商店都缺乏整合（生活機能與交通便捷），消費者服務與體驗也欠缺完整性（室內設計）。本研究提出以下幾個面向進行前期改善：

5.2.1 實體店的重生

零售業的發展歷程上，實體店面一度因為電子商務的快速發展而消退，然而電子商務也因消費者的不安全感及網路評價無所不在而受到影響，此時，實體店就扮演了「消費者體驗」的重要媒介。在消費者主權的時代，消費者的需求主導市場發展，以熱銷商品迴力車與精密模型而言，要感受此類商品的優點與特色，需要實際的軌道、配件、空間做動態展示，臺鐵夢工場實體店面可視為鐵道迷與旅客交流的場所，臺鐵夢工場店內可以打造動態展示間，精密模型的客群多半是具備鐵道專業知識的鐵道迷，喜歡迴力車的則是孩童，讓這兩種有共同興趣的客群一起在展示間中交流，鐵道迷與孩童分享鐵道知識，孩童則在展示間享受「玩火車」的體驗。臺鐵夢工場從滿足消費者購物的賣店（核心需求），亦滿足鐵道迷的成就感，也能提供父母另一個「遊戲間」的選擇（衍生需求）。

5.2.2 消除通路隔閡

消除通路隔閡與通路整合是二而一的相同概念，線上線下的整合有許多做法，臺鐵夢工場可以先從「退貨政策」、「個人化折扣」及「配送到店」三方面進行。

綜觀電子商務的退貨政策，都是依消保法提供消費者至少 7 天的商品鑑賞期；退貨流程則是依各店政策而異，大多數是由消費者從線上申請退貨後再自行寄回賣店。根據研究顯示，退貨的難易度是影響消費者做購買決策很重要的因素之一，較寬鬆的退貨政策能夠縮短消費者決策的猶豫時間，減少消費者在下單後與收貨前的時間繼續搜尋其他產品的動作；此外，提供較寬鬆的退貨政策業者，會讓消費者認為店家願意為產品負責而放心購買^[9]。

在退貨政策上，臺鐵夢工場可以提供消費者在網路商店訂購，在實體店面辦理退貨的服務。消費者到店面辦理退貨是了解消費者需求與延伸服務體驗的最佳時機。店員必須了解退貨的因素、傾聽消費者的建議，甚至可以趁機進行其他產品的推薦與體驗。

在個人化折扣方面，臺鐵夢工場可以透過會員資料庫派送折價券或折扣券 (coupon)，會員持券到實體店面享有專屬優惠。降低紙本印製、人力派送的成本，透過網路作業擴大使用對象，從線上吸引消費者到線下體驗，消費者可以立即透過社群網路分享體驗，提升通路評價。另一方面，會員點數也可在線上、線下商店互通累積與折抵。

在配送到店的服務上，提供消費者在線上訂購，可到指定的臺鐵夢工場實體店面取貨，根據 INSIDE 網站調查，有 60% 選擇配送到店服務的亞洲網購族，會在實體店面進行額外消費^[21]。

5.2.3 升級金物流整合服務

根據 2017 Yahoo 奇摩電商白皮書調查結果，影響顧客選擇購物網站的因素前八名依序為：折價券、送貨速度、有趣的促銷活動、購物點數累積、客服品質、結帳快速、好用的 App 以及 VIP 會員獨享權益，其中送貨速度及結帳快速與金、物流服務關係密切。

選擇購物網站前十大重要項目

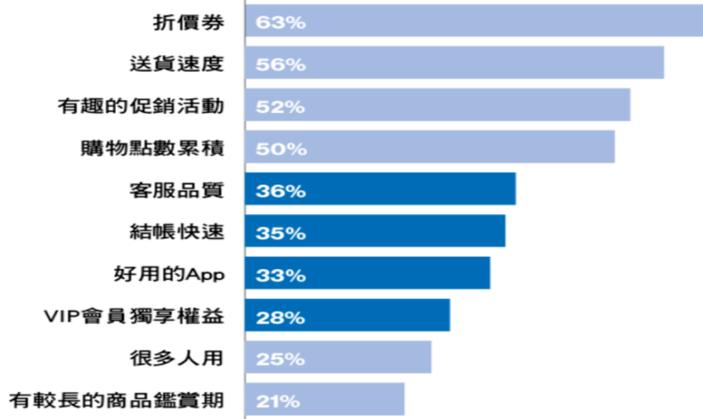


圖 11 影響顧客選擇購物網站的因素（2017 Yahoo 奇摩電商白皮書）

經濟部 2019 年 8 月份公布的產業經濟統計，消費者選擇支付工具以線上刷卡為主（66%），現金支付（指超商取貨付款及宅配貨到付款）為 29.3%、金融轉帳占 3.4%；另外，資策會產業情報研究所（MIC）2014 年的調查報告顯示，消費者偏好使用的金物流方式，以超商取貨並付款（72.4%）、線上刷卡後宅配到府（52.2%）、線上刷卡後超商取貨（31.7%）、宅配到府時貨到付款（31.2%）、ATM 匯款後宅配到府（11.0%）與 ATM 匯款後超商取貨（10.2%）等為主。顯示臺灣消費者金物流習慣以超商取貨付款或刷卡宅配到府為主^[12]。

目前臺鐵夢工場提供的金流方式為線上刷卡與 ATM 轉帳，尚符合電子商務金流基本服務。深入分析訂單支付方式狀況，有將近八成的消費者採取線上刷卡方式付款，與消費者調查結果一致。至於物流方面，臺鐵夢工場則是採取個人賣場的模式，由賣家自行將出貨包裹送到郵局交寄，透過人工登打寄件流水號供消費者到郵局網站查詢貨態。本研究認為，臺鐵夢工場在金物流服務上還有很大的改善空間，可以朝多元支付方式以及更便利的取貨選擇開始改變，本研究提出以下兩點建議：

第一步就是提供消費者「超商取貨（付款）」的服務。許多的研究顯示，消費者會傾向安全、保障隱私的方式進行網路購物。超商取貨包括單純取貨或取貨付款，對未持信用卡的消費群眾來說，可直接付現金，不需要透過 ATM 進行付款，而且超商營業時間較長，消費者既不用守在家裡等宅配，也可以在下班用餐、運動後再到住家附近的超商取貨，不僅便利還可減少詐騙的風險，

大幅增加交易信任基礎^[15]。

第二步則是物流資訊透明化，透過資訊科技串接技術，消費者可以從訂單查詢頁面搜尋所關心的訂單狀態，包含其運送狀態。根據 INSIDE 網站調查，有近五成的亞洲網購族會因為網站未顯示到貨日期或遞送時間過長而「放棄購物車」，此外，高達 85%的訂單都是以免運的方式寄到消費者手中，由此可見提供免運費服務為零售商帶來的競爭優勢。一般情況，郵局交寄的方式並不會事先與收件人聯繫，也無法直接與收件人溝通或是臨時透過電話與宅配員變更寄送地點、時間。臺鐵夢工場初期是基於郵資公開且郵政公司與臺鐵局皆隸屬於交通部轄下單位，以及物流成本考量因素而選擇郵寄配送，然而，站在消費者的立場，能夠迅速、免運收到完好無損的商品，才能產生好的購物體驗，進而提升回購率與品牌口碑。

5.3 重視顧客關係管理，掌握顧客忠誠度

顧客關係管理 (Customer Relationship Management, CRM) 是指透過建立一套資訊化標準模式，大量蒐集、儲存顧客 (會員) 資料，加以分析與管理顧客資訊，利用各種管道與顧客互動，提供客製化的服務，強化與顧客的交流。在消費者主權的時代，顧客關係管理是成就零售通路績效的關鍵工具。根據 82 法則，取得一個新客戶要花費的成本，是維持一個舊客戶的五倍，留得愈久的顧客可以為業者提供愈大的利益，亦即小部分的好顧客，能帶來大部分的利潤^[7]。

臺鐵夢工場早期經營電商並未建立會員制度，經過新一代票務系統的整合，臺鐵夢工場網路商店與票務系統共享會員資料，對臺鐵夢工場未來的會員經營，節省許多開發新顧客的成本。臺鐵夢工場經營會員金礦之前必須先「淘金」，根據初步統計，目前臺鐵會員資料約有 27 萬筆，但是並非全部會員都是「有效客群」，淘金第一步是「破冰啟動」，利用資訊管道派送折價券或憑簡訊 (郵件) 到店消費提供優惠折扣等方式，確立真正關注的會員數；第二步是「提高會員黏著性」，定期提供會員折扣、優惠、廣告推播、積點兌換、會員日等活動，增加會員回購機率；第三步，也是最重要的一步，便是「大數據解密」，利用會員資料庫分析會員購買行為，了解消費者的偏好與習慣，將顧客進行分層區隔與差異化服務，進而達到「判斷潛在購物需求與精準行銷」的功能。

5.4 主副品牌的權衡與定位，臺鐵夢工場應強化品牌經營

本研究發現，臺鐵局與臺鐵夢工場及臺鐵便當本舖的品牌關係與主副品牌的概念較為接近，臺鐵（局）為主品牌，臺鐵夢工場及便當本舖則是副品牌，主品牌如同副品牌的「背書者」(endorser)，在這種情況下，副品牌其實扮演的是主要的角色，驅使消費者作出購買產品或服務的決策，以及讓他們感受使用該產品或服務的經驗^[21]。

品牌經營^[19]應著重品牌資產的創造，首要之務是取得消費者的「品牌認同感」。臺鐵夢工場基於主品牌的形象基礎，在取得認同感的部分相對其他新創品牌具有優勢，而臺鐵夢工場須更用心經營的是「品牌認識」，如何讓消費者在使用產品或體驗服務之後能夠產生正面理性的評價與感性的回應。

在品牌認知上，可以從店面、包裝、商品本身去凸顯品牌，利用社群網絡、官方網站、部落客合作等方式增加品牌曝光效果，提升知名度。品牌認識的核心在於優質的產品與服務，臺鐵夢工場販售的商品必須切中人心，符合消費者需求，增加服務人員與消費者的交流，客服人員應適時針對消費者需求作專案彙整及回報，也可以透過線上問卷調查送購物金或優惠券，吸引消費者回饋意見，並且結合本研究提出的通路整合模式以及 CRM，將便利的服務、良好的購物體驗，轉換成正面評價與忠誠度，便能創造深度的品牌認識，進而達到「品牌認同」。

參考文獻

1. 王曉峰、張永強、吳笑一 (2015)，零售 4.0：零售革命，邁向虛實整合的全通路時代。
2. 伍忠賢 (2015)，零售業管理：理論與個案分析。
3. 宋泉旭 (2003)，平衡計分卡與績效管理，台肥月刊第 44 卷第 3 期。
4. 李明剛 (2018)，面對電子商務衝擊 實體零售新經營模式之研究—以百腦匯為例。

5. 林日揚 (2007), 經典雜誌第 102 期, 擷取日期: 2019 年 8 月 24 日, 網站: <http://www.rhythmsmonthly.com/?p=4450>。
6. 周泰華、杜富燕 (2002), 零售管理。
7. 吳燦銘 (2019), 電子商務一定要懂的 16 堂課: 跨境開店 X 社群經營 X 市場數據 X 品牌行銷(第 2 版)。
8. 林君儒 (2007), 網路行銷創新採用因素之研究—以生鮮蔬果為例。
9. 林娟娟 (2010), 網路消費者的知覺風險對其購買態度及意願之研究-以網路購物經驗與退貨經驗為調節變數。
10. 林正修、陳啟仁 (2017), 門市服務乙級考照王。
11. 卓業軒 (2016), 顛覆企業移動互聯網 報導, 擷取日期: 2019 年 8 月 27 日, 網站: <https://castnet.nctu.edu.tw/castnet/article/9939?issueID=628>。
12. 胡自立 (2014), 台灣創新支付市場之機會與挑戰(MIC)。
13. 國家發展委員會 (2018), 107 年國營事業工作考成總報告。
14. 陳玟擘、顏志龍 (2009), 平衡計分卡應用於台灣中油公司之研究, 中華管理評論國際學報第 12 卷第 3 期。
15. 偉博泰電子商務顧問股份有限公司 (2014), 台灣電商金流模式改變 超商付款比例大增, 擷取日期: 2019 年 9 月 10 日, 網站: <http://www.web-time.com.tw/details/ec.aspx?id=476>
16. 新新聞 (2012), 民營化百年台鐵重生的賭注, 擷取日期: 2019 年 8 月 24 日, 網站: <https://www.new7.com.tw/SNewsView.aspx?Key=%25&i=TXT2012121214591149V&p=935>。
17. 經濟部 (2019), 2019 年 8 月產業經濟統計簡訊《340》。
18. 臺鐵局 (2018), 車站與對號列車旅客意向調查報告結果。
19. 劉觀生 (2016), 品牌內化經營。

20. C. Steinfield T. Adelaar F. Liu (2005), Click and Mortar Strategies Viewed from the Web: A Content Analysis of Features Illustrating Integration Between Retailers' Online and Offline Presence. *Electronic Markets*, vol. 15, no. 3 Pages 199-212 Published online: 17 Feb 2007
21. David A. Aaker (2007) , Should You Take Your Brand to Where the Action Is? 擷取日期：108 年 9 月 9 日，網站：
https://www.hbrtaiwan.com/article_content_ar0000145.html
22. Mia (2018), UPS 調查：亞洲消費者重視免運費、退貨，行動及海外購物比例驚人 擷取日期：2019 年 9 月 10 日，網站：
<https://www.inside.com.tw/article/12576-ups-e-shoppers-online>
23. Ming-Hsiung Hsiao (2016), Tradeoffs between Time and Monetary Attributes for Consumers' Shopping Channel Choices
24. Philip Kotler, Kevin Lane Keller (2016), *Marketing Management*(GE)
Web:<https://www.mbaboost.com/kotler-summary-chapter-19-managing-retailing- wholesaling-market-logistics/>
25. Skender Mustafi, Lionel Jost, Tuan Nguyen (2011), The Relationship between Online and Offline Marketing
Web: <https://www.academia.edu>

約稿

1. 為將軌道運輸寶貴的實務經驗及心得紀錄保存，並提供經驗交換及心得交流的平台，以使各項成果得以具體展現，歡迎國內外軌道界人士、學術研究單位及臺鐵局相關人員踴躍投稿。
2. 本資料刊載未曾在國內外其他刊物發表之實務性論著，並以中文或英文撰寫為主。著重軌道業界各單位於營運時或因應特殊事件之資料及處理經驗，並兼顧研究發展未來領域，將寶貴的實務經驗或心得透過本刊物完整記錄保存及分享。來稿若僅有部分內容曾在國內外研討會議發表亦可接受，惟請註明該部分內容佔原著之比例。內容如屬接受公私機關團體委託研究出版之報告書之全文或一部份或經重新編稿者，惠請提附該委託單位之同意書，並請於文章中加註說明。
3. 來稿請力求精簡，另請提供包括中文與英文摘要各一篇。中、英文摘要除扼要說明主旨、因應作為結果外，並請說明其主要貢獻。
4. 本刊稿件將送請委員評審建議，經查核通過後，即予刊登。
5. 來稿文責由作者自負，且不得侵害他人之著作權，如有涉及抄襲重製或任何侵權情形，悉由作者自負法律責任。
6. 文章定稿刊登前，將請作者先行校對後提送完整稿件及其電腦檔案乙份(請使用 Microsoft Word 2003 以上中文版軟體)，以利編輯作業。
7. 所有來稿(函)請逕寄「11244 臺北市北投區公館路 83 號，臺鐵資料編輯委員會」收。電話：02-28916250 轉 217；傳真：02-28919584；E-mail：0951044@railway.gov.tw。

臺鐵資料季刊撰寫格式

- 格式** 自行打印於 B5(18.2 公分*25.7 公分)，使用 Microsoft Word 軟體編排。上、下邊界 2.54 公分；左、右邊界 1.91 公分。中文字體以新細明體，英文字體以 Times New Roman 為原則。
請於首頁輸入題目、作者姓名、服務單位、職稱、聯絡地址、電話及 E-mail。
- 題目** 中文標題標楷體 18 點字粗體，置中對齊，與前段距離 1 列，與後段距離 0.5 列，單行間距。
英文標題 Times New Roman 16 點字粗體，置中對齊，與前段 0 列、後段距離 0.5 列，單行間距。
- 摘要標題** 標楷體 16 點字粗體，置中對齊，前、後段距離 1 列，單行間距。
- 摘要** 標楷體 12 點字，左右縮排各 2 個字元，第一行縮排 2 個字元。與前、後段距離 0.5 列，左右對齊，單行間距
- 關鍵詞** 中英文關鍵詞 3 至 5 組，中文為標楷體 12 點字，英文為 Times New Roman 12 點字斜體。左右縮排各 2 個字元，第一行縮排 2 個字元。與前、後段距離 0.5 列，左右對齊，單行間距。
- 標題 1** 新細明體 16 點字粗體，前、後段距離 1 列，置中對齊，單行間距，以國字數字編號 【一、二】。
- 標題 2** 新細明體 14 點字粗體，前、後段距離 1 列，左右對齊，單行間距，以數字編號 (【1.1、1.2】)。
- 標題 3** 新細明體 12 點字粗體，前、後段距離 0.75 列，左右對齊，單行間距，以數字編號 (1.1.1、1.1.2)
- 內文** 新細明體 12 點字，第一行縮排 2 個字元，前、後段距離為 0.25 列，左右對齊，單行間距，文中數學公式，請依序予以編號如：(1)、(2))
- 圖表標示** 新細明體 12 點字，置中對齊，圖之說明文字置於圖之下方，表之說明文字置於表之上方，並依序以阿拉伯數字編號 (圖 1、圖 2、表 1、表 2)。
- 文獻引用** 引用資料，註明出處來源，以大引號標註參考文獻項次，12 點字，上標

參考文獻

以中文引述者為限，中文列於前、英文列於後，中文按姓氏筆畫，英文按姓氏字母先後排列，左右對齊，前後段距離 0.5 列，單行間距，第一行凸排 2 個字元。如：

1. 王永剛、李楠 (2007)，「機組原因導致事故徵候的預測研究」，中國民航學院學報，第廿五卷第一期，頁25-28。
2. 交通部統計處 (2006)，民用航空國內客運概況分析，擷取日期：2007年7月27日，網站：
3. 交通部臺灣鐵路管理局 (2007)，工程品質管理手冊。
4. 洪怡君、劉祐興、周榮昌、邱靜淑 (2005)，「高速鐵路接駁運具選擇行為之研究－以臺中烏日站為例」，中華民國運輸學會第二十屆學術論文研討會光碟。
5. Duckham, M. and Worboys, M. (2007), Automated Geographical Information Fusion and Ontology Alignment, In Belussi, A. et al. (Eds.), Spatial Data on the Web: Modeling and Management, New York: Springer, pp. 109-132.
6. FHWA (2006), Safety Applications of Intelligent Transportation Systems in Europe and Japan, FHWA-PL-06-001, Federal Highway Administration, Department of Transportation, Washington, D.C.

臺鐵資料季刊論文授權書

本授權書所授權之論文全文與電子檔，為本人撰寫之

論文。

(以下請擇一勾選)

同意 (立即開放)

同意 (一年後開放)，原因是：

同意 (二年後開放)，原因是：

不同意，原因是：

授與臺鐵資料編輯委員會，基於推動讀者間「資源共享、互惠合作」之理念，於回饋社會與學術研究之目的，得不限地域、時間與次數，以紙本、光碟、網路或其它各種方法收錄、重製、與發行，或再授權他人以各種方法重製與利用。

簽名：

中華民國 年 月 日

備註：

1. 本授權書親筆填寫後（電子檔論文可用電腦打字），請影印裝訂於紙本論文书名頁之次頁，未附本授權書，編輯委員會將不予驗收。
2. 上述同意與不同意之欄位若未勾選，本人同意視同授權立即開放。

臺鐵 資料

季刊 第 371 期

發行人	張政源
編輯者	臺鐵資料季刊編輯委員會
審查者	臺鐵資料季刊審查委員會
主任委員	張政源
副主任委員	杜微、馮輝昇、朱來順
總編輯	顏文忠
副總編輯	劉建良
主編	劉淑芬
編輯	劉英宗
出版者	交通部臺灣鐵路管理局 地址：10041 臺北市北平西路 3 號 電話：02-23899854 網址： http://www.railway.gov.tw
出版日期	中華民國 108 年 12 月
創刊日期	中華民國 52 年 10 月
封面圖片說明	臺鐵冬山河鐵橋 背景龜山島
封面圖片攝影者	邱家終
印刷者	卡羅數位科技有限公司 地址：360 苗栗市和平路 138 巷 26 號 電話：037-371156
展售門市	國家書店松江門市 地址：10485 臺北市松江路 209 號 1 樓 電話：02-25180207 網址： http://www.govbooks.com.tw 五南文化廣場 地址：40042 臺中市區中山路 6 號 電話：TEL：(04)22260330 網址： http://www.wunanbooks.com.tw

電子全文登載於臺鐵網站

GPN：2005200020

ISSN：1011-6850

著作財產權人：交通部臺灣鐵路管理局

臺鐵核心價值

安全 準確 服務 創新 團結 榮譽

ISSN1011-6850



9 771011 685005

ISSN1011-6850
定價:新台幣200元

中華郵政臺字第1776號登記第一類新聞紙類
行政院新聞局出版事業登記局版臺字第1081號