



盟鑫工業股份有限公司
Gold-Joint Industry Co., Ltd

軟弱地層改善工程分享

—

宜蘭工務段轄內暖暖街及
明燈路平交道更新工程

前言

- 道碴在鐵道工程中是相當重要的環節，除了消音、排水及提供軌道的彈性外，有效的分散火車行經時給予鐵道的壓力，避免不均勻沉陷以及變形。
- 利用地工合成材料進行基礎改善，不但減少不均勻沉陷及湧泥的疑慮，更延長道碴使用年限，進而導入地工排水材料改善積水疑慮，自2007年第一件使用地工合成材料於鐵道改善湧泥情況，至2016期間長達九年改善路段就未曾更換過道碴。

誠信
專業
快速反應

主題大綱

- 案例簡介
- 設計方式及理念
- 施工要點
- 湧泥改善工程回顧
- 結果與討論

誠信
專業
快速反應

森鐵更換軌道碴 遊客:像坐蹦蹦車

自由時報 自由時報 - 2013年11月6日 上午8:40

相關內容



台鐵森鐵籌備處辦理阿里山森鐵嘉義到竹崎車站全長13公里鐵軌道 ...

〔自由時報記者謝銀仲、王善嫻／嘉義報導〕台鐵森鐵籌備處最近從林務局預算調撥四千萬元，到竹崎車站全長十公里的鐵軌道更換工程。在清除原軌道時，發現軌道碴含水量、含砂量過高，乘坐這段小火車有如坐蹦蹦車。工也憂心台鐵全面更換這段鐵軌，路基夯實，恐危及小火車行車安全。

道碴含水量、含砂量過高

竹崎至奮起湖 最快月底前復駛

造成鐵道彈性不足，影響排水功能

數十年沒換 台鐵：基於行車安全

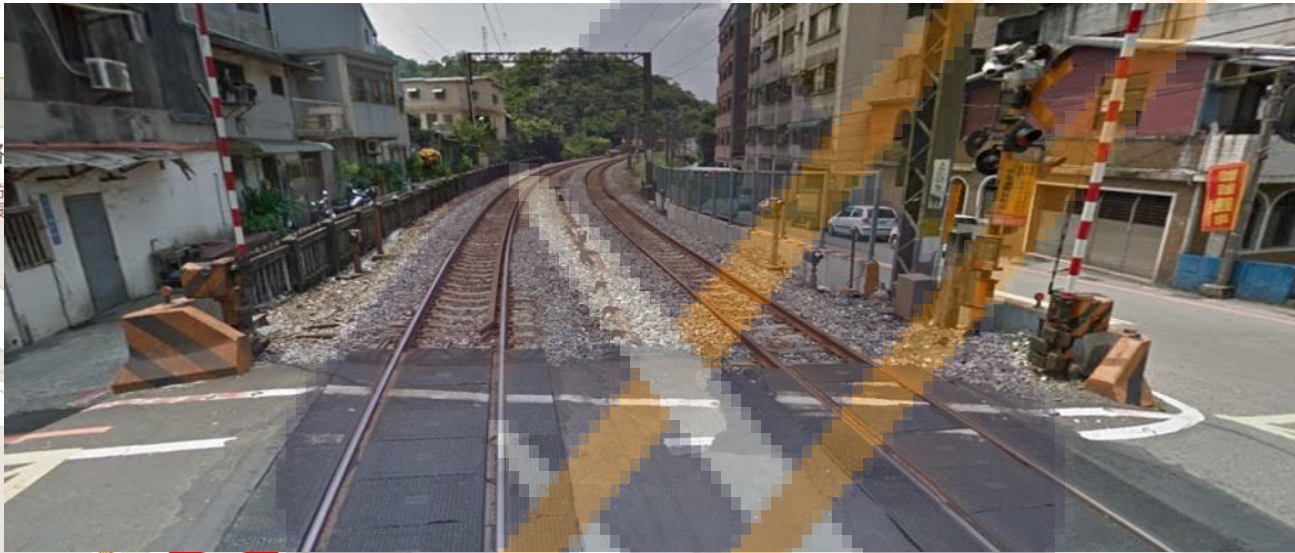
台鐵森鐵籌備處指出，森鐵沿線鐵軌道碴，數十年來從未更換，道碴含水量、含砂量過高，不符合台鐵安全規範，除造成鐵道彈性不足，影響排水功能，甚至讓原本可使用七到八年的鐵軌枕木，壽命縮短剩下一到二年，基於行車安全，才決定全面換新道碴。嘉義至竹崎路段道碴全面更換後，小火車行駛其間，難免出現顛簸，近日會加強道碴夯實作業，待日後列車密集行駛，行車穩定度提升後，顛簸狀況就會改善。

■ 案例簡述

- 工程名稱：宜蘭工務段轄內暖暖街及明燈路平交道更新工程
- 單位：交通部台灣鐵路管理局
- 執行單位：交通部鐵路管理局宜蘭工務段
- 位置：基隆市暖暖區暖暖路至源遠路平交道；基隆市瑞芳區明燈街一段

誠信
專業
快速反應

工程位置(暖暖街)



誠信
專業
快速反應

工程位置(明燈路)



誠信
專業
快速反應

102

102

三坑路

三坑子坡

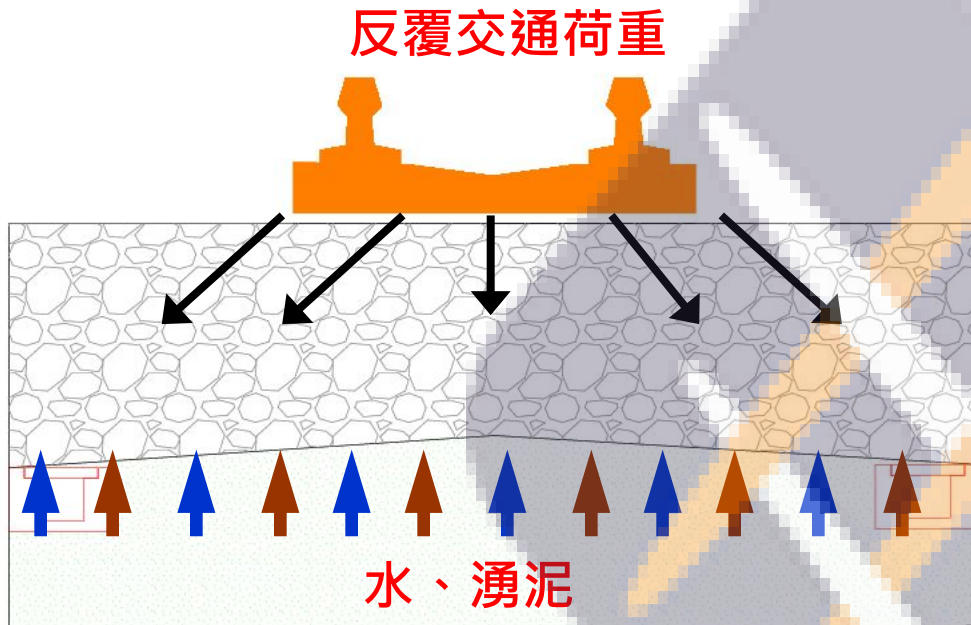
工程目標

解決湧泥問題，避免不均勻沉陷，進而造成鐵軌變形，而發生危險



誠信
專業
快速反應

鐵道床湧泥現象



誠信
專業
快速反應

鐵道床在長時間使用及反覆荷重作用下，產生地表下水壓上升情形，使得底層細粒料土壤隨之上湧，發生局部湧泥現象。



盟鑫工業股份有限公司
Gold-Joint Industry Co., Ltd

設計方式及理念



鐵路路基改善工法

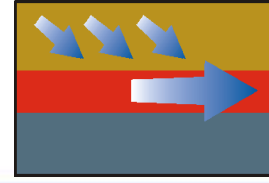
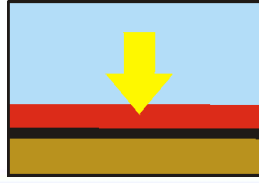
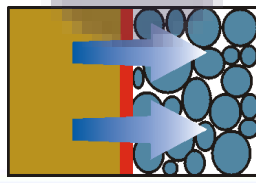
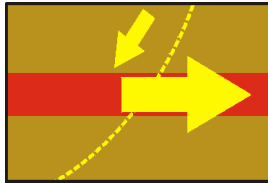
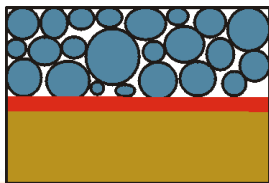
- 石碴膠結
 - 土工合成材料
 - 框式軌枕
 - 埋設排水管
 - 止水灌漿
 - 停駛3-6個月全面改建
 - 改建無道碴鐵路
- 結合運用

誠信
專業
快速反應

引用自2013平溪線一號隧道內道碴軌道改建為無道碴軌道之研討(台鐵資料季刊)

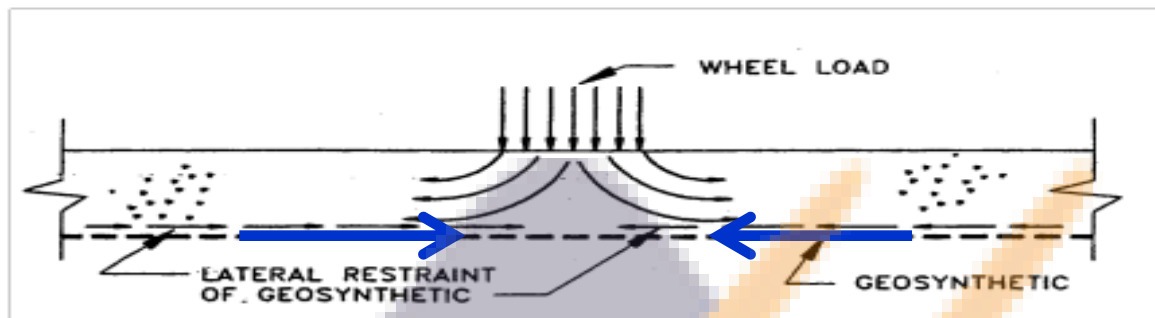
地工合成材料運用於路面優點

- 美國聯邦公路局 (Federal Highway Administration, FHWA) 的研究指出，使用地工合成材料在處理路面的粒料基層/底層，具有下列優點：
 - 1、減少傳佈至底層的應力，並防止基層粒料侵入底層。
 - 2、防止底層的細粒料上湧至基層。
 - 3、防止基層受到污染，而使粒料喪失原本提供排水的功能。
 - 4、減少不合適底層土壤的挖除厚度。
 - 5、減少粒料層厚度。
 - 6、在基層鋪築工程中，減少對底層的擾動。
 - 7、提供底層強度發展。
 - 8、減少路面或軌道的差異沈陷，有助於路面或軌道的完整性。
 - 9、減少維修次數及延長路面或軌道使用壽命。



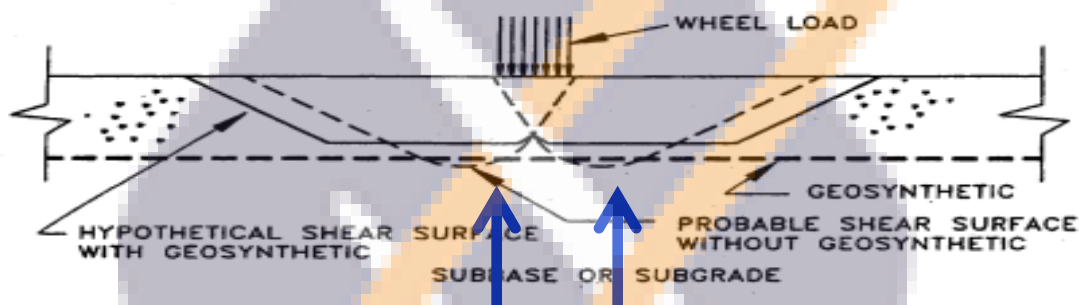
誠信
專業
快速反應

側向約束



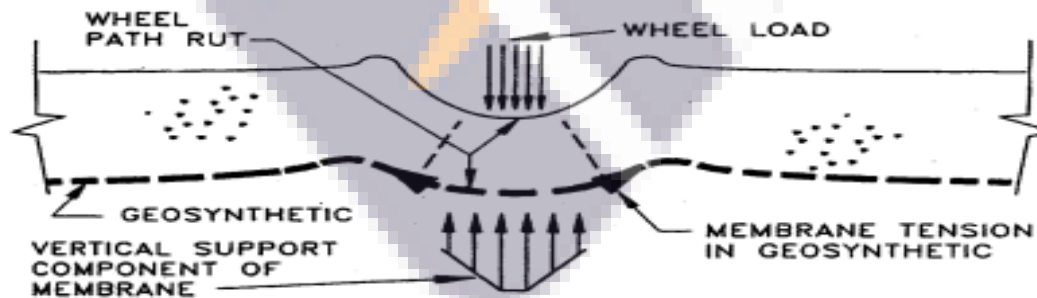
(a) LATERAL RESTRAINT

軸向承載



(b) BEARING CAPACITY INCREASE

薄膜張力
支撐



(c) MEMBRANE TENSION SUPPORT

引用自Ryan et al (2000)

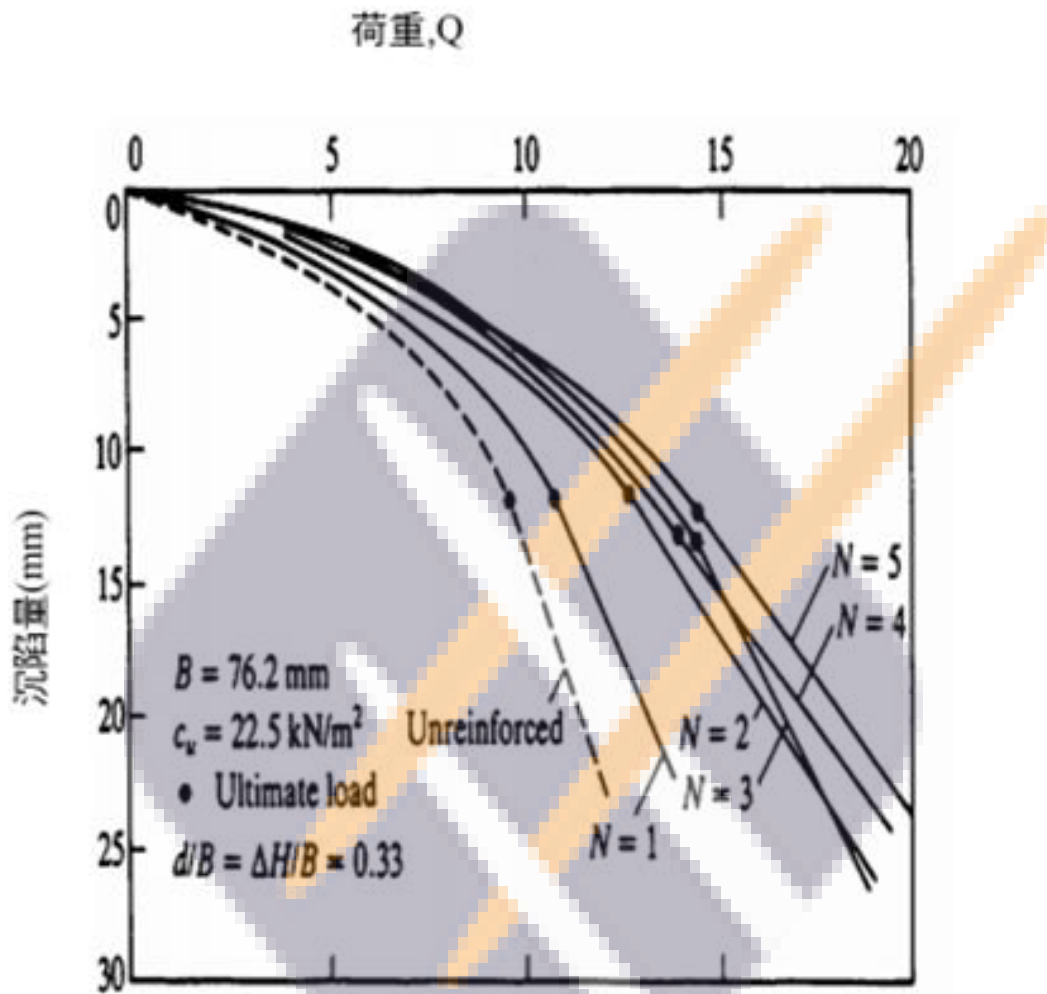


圖 2-2 飽和粘土搭配地工織布長條型基腳之
 承載能力試驗 N =加勁層數
 Sakti&Das(1987)

引用自台灣公路工程第三十一卷第三期

文獻探討

細粒料污染承載層

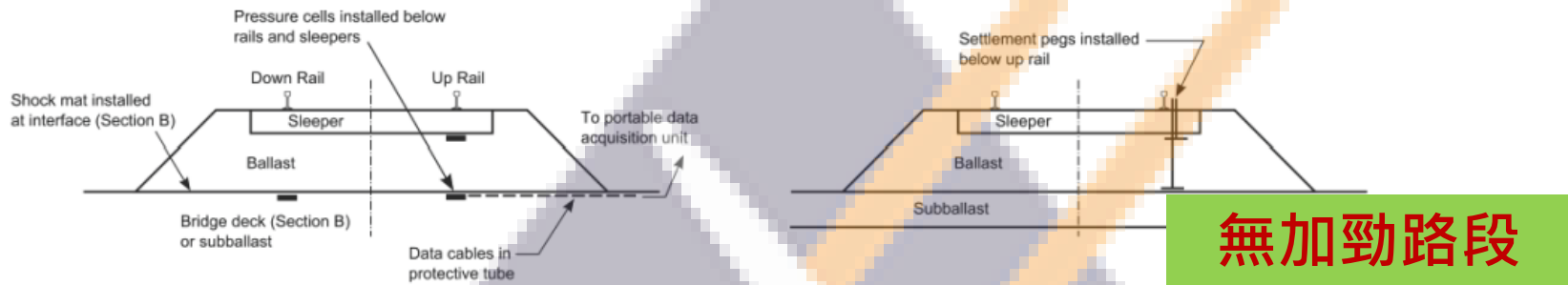


誠信
專業
快速反應

引用自2003

魚雷車軌道床局部湧泥改善研究(李維峰、黃亦敏、陳景文)
地工合成材料於鐵路湧泥改善之研究(王聖昌)
地工合成材料應用於鐵路穩定的設計與績效分析(吳玲玲)

文獻探討



誠信
專業
快速反應

Table 2. Vertical settlements and strains of ballast layer at 90 days after track commission.

Section	1	2	3	4	5	A	B
S_V (mm)	16.3	21.2	20.6	14.8	16.0	23.8	8.8
ϵ_V (%)	5.4	7.1	6.9	4.9	5.3	7.9	2.9

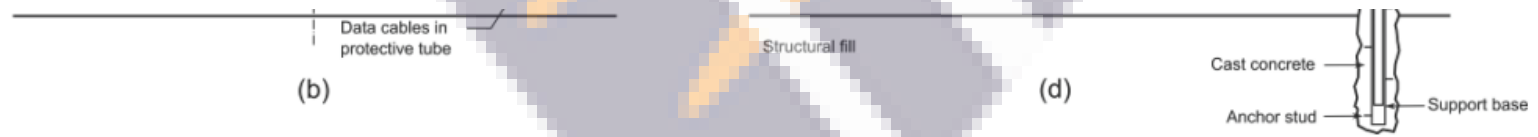


Figure 3. Details of track instrumentation using (a) pressure cells, (b) strain gauges, (c) settlement pegs and (d) potentiometers (POTs) mounted on deformation frame.

2013 Effect of geosynthetic reinforcement on performance of ballasted rail track(Pongpiget Anantanasakul et al.,)

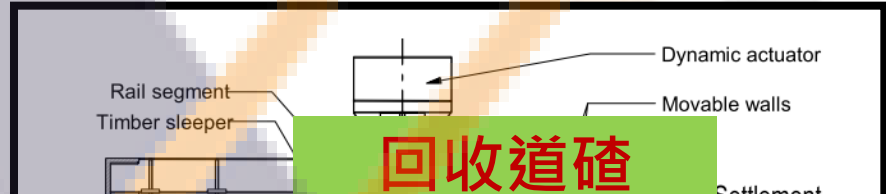


文獻探討



Table 7 – De

回收道碴



回收道碴
(加勁材料)

Parameter	Wet recycled ballast		Wet recycled ballast stabilized with geogrids at ballast/capping interface	
	Test	FEA	Test	FEA
Settlement (mm)	15.9	15.8	13.4	13.3
Vertical strain (%)	4.3	4.5	3.4	3.8

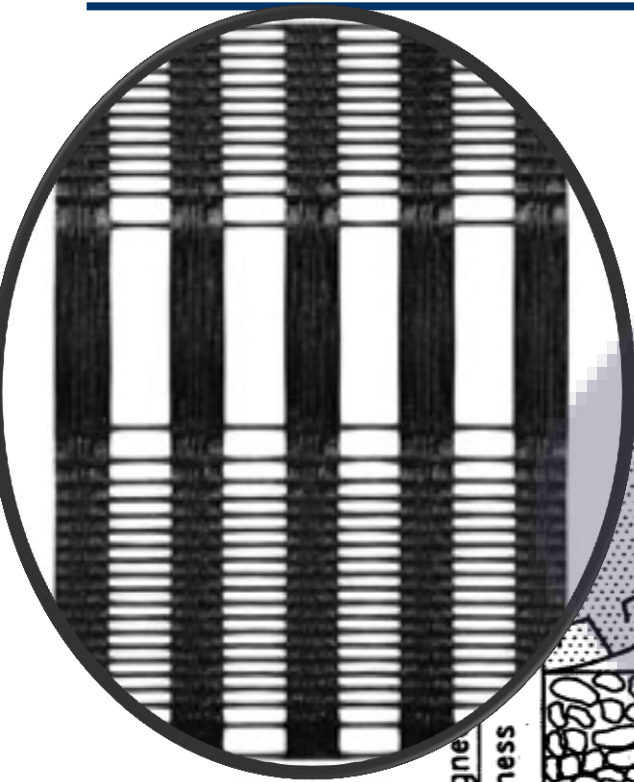
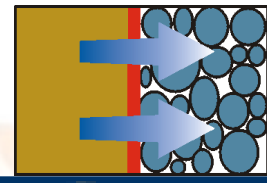
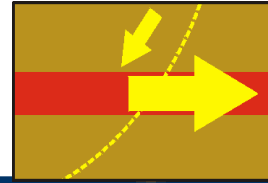
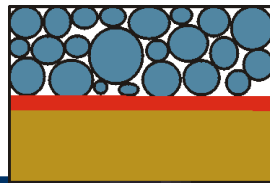
Figure 1 – Large-scale prismatic triaxial rig

Figure 2 – Schematic representation of the large-scale triaxial rig (Indraratna and Salim 2003)

引用自2005 Use of geosynthetic for stabilizing recycled ballast in railway track substructure(Buddhima Indraratna et al.,)

誠信
專業
快速反應

材料運用



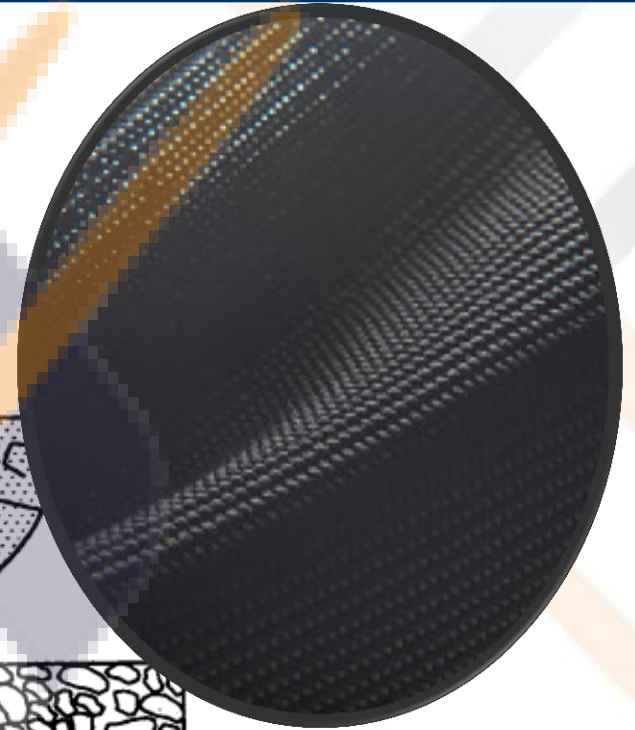
Design
thickness



Soft subgrade



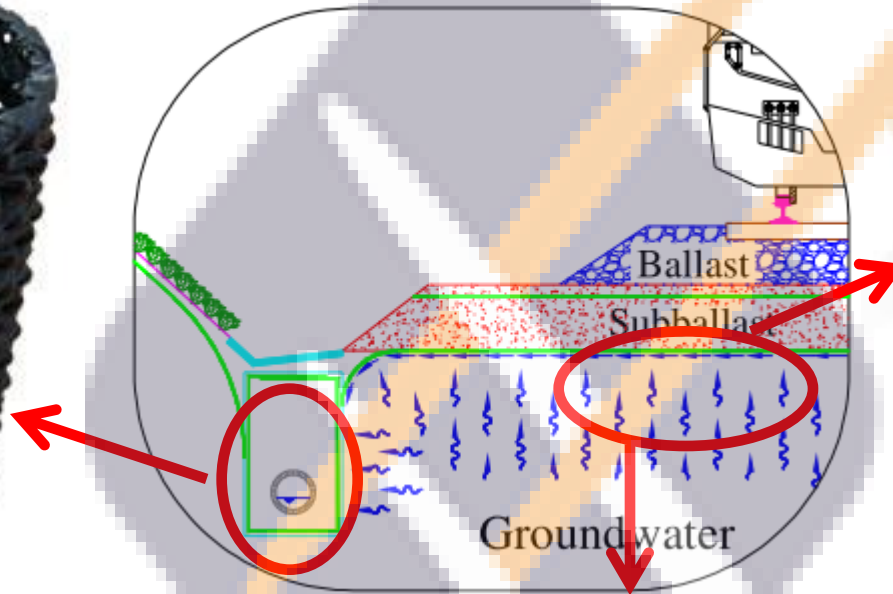
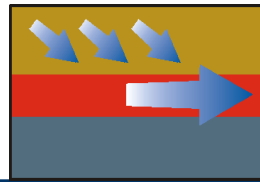
Soft subgrade



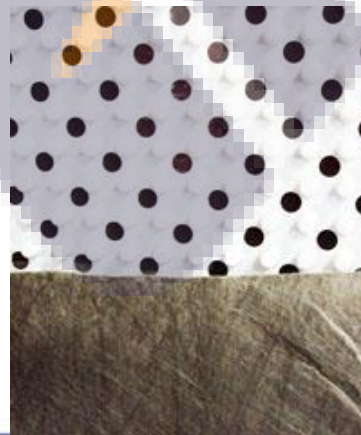
誠信
專業
快速反應

引用自Ryan et al (2000)

材料運用

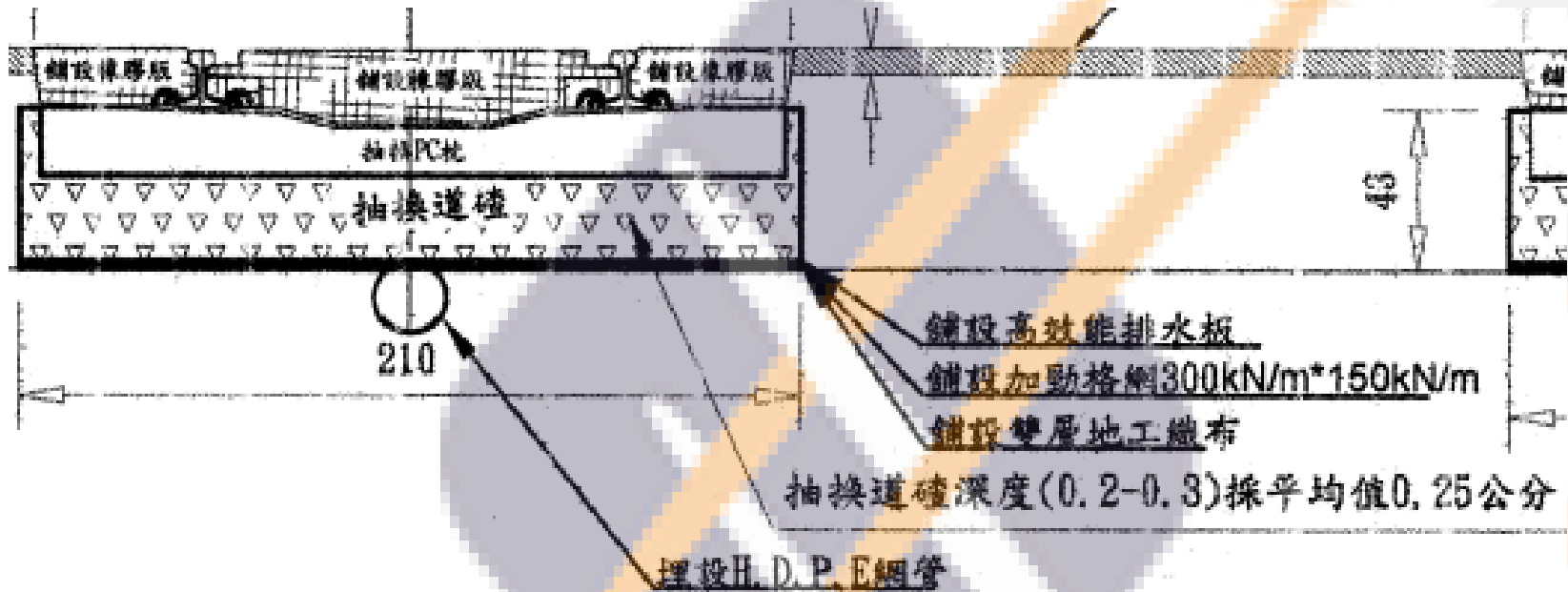


誠信
專業
快速反應

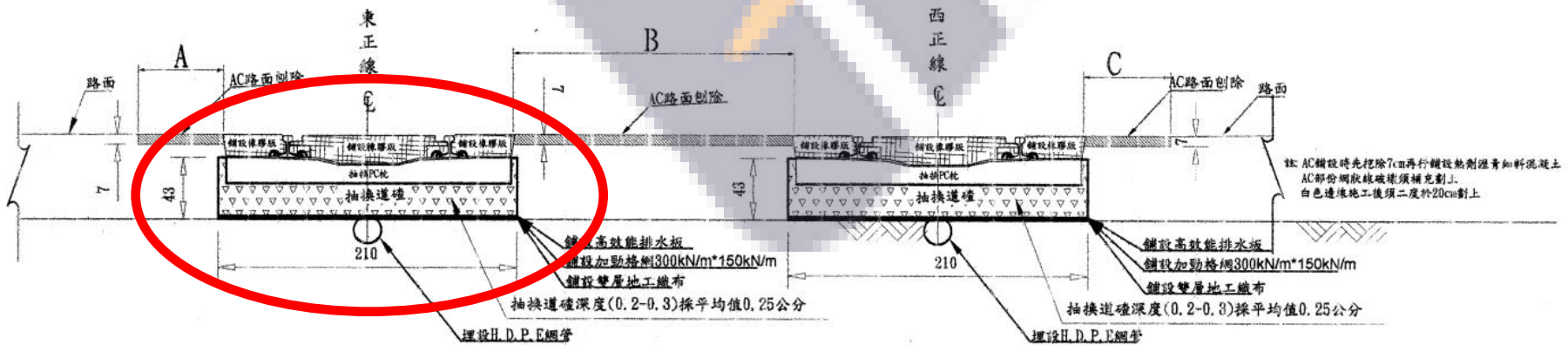


引用自IGS(Geosynthetics in railroad)

設計圖說



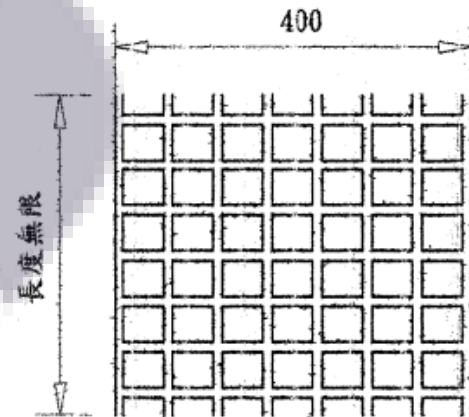
誠信 專業 快速反應



材料規範參考-加勁格網 (300x150kN/m)

一. 加勁格網材料規格說明

規格項目			檢驗規範
材質	PET 外觀 PVC		燃燒法
縱向抗拉強度	kN/m	≥ 300	ASTM-D6637
橫向抗拉強度	kN/m	≥ 150	ASTM-D6637
縱向極限延伸率	%	≤ 12	ASTM-D6637
縱向5%應變抗拉強度	kN/m	≥ 150	ASTM-D6637
縱向長期容許設計強度	kN/m	≥ 120	FHWA NHI-00-043
結點強度	kN/m	≥ 150	GRI-GG2
幅寬	m	≥ 3.9	量尺
縱向肋條組數	組/m	≥ 21	量尺
網目	mm	$\geq 20*50$	測微尺



加勁格網大樣圖

誠信
專業
快速反應

材料規範參考-土工織布 (200x60kN/m)

二. 土工織布材料規格說明

項目	單位	規格	規範依據
材質與製造方式	-	PP	燃燒法
縱向抗拉強度	kN/m	≥200	ASTM-D4595 或 CNS 13300
橫向抗拉強度	kN/m	≥60	ASTM-D4595 或 CNS 13300
貫入強度(CBR)	N	≥8000	ASTM-D6241
正向透水率	S ⁻¹	≥0.3	ASTM-D4491 或 CNS 13298
有效開孔徑(AOS)	mm	≤0.1	ASTM-D4751 或 CNS 14262
重量	g/m ²	≥500	ASTM-D5261 或 CNS 12915
厚度	mm	≥1.5	ASTM-D5199 或 CNS 14260

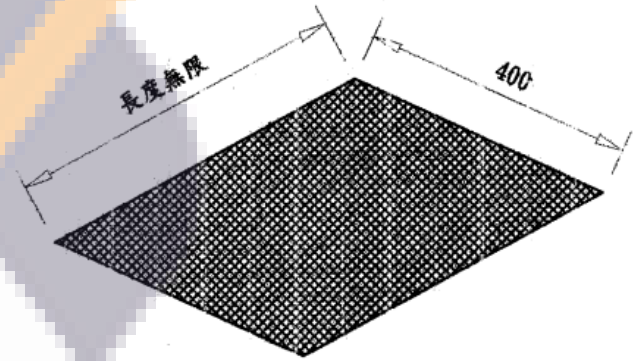
生產廠商需符合ISO9000系列認證標準

註1：立約商需於材料施工前檢附樣品及試驗報告供業主、監造單位審核。

註2：材料抽樣後需送國立學術單位或TAF認證試驗室檢驗。

註3：為提供良好之抗紫外線強度要求，需提供PP織布依照ASTM D4355或ASTM G154經照射500小時後殘餘抗拉強度達95%以上，照射1500小時後殘餘抗拉強度達90%以上之TAF認證實驗室或國立學術單位合格試驗報告。

註4：為提供良好之長期變形強度要求，材料供應商需提供PP織布依照ASTM D5262或ASTM D6992進行蠕變試驗，其於75年之蠕變折減係數RF_{cr}≤4.0及114年之蠕變折減係數RF_{cr}≤4.5。以上需由TAF認證實驗室或國外認證實驗室或國立學術單位出具合格試驗報告或研究報告。



土工織布大樣圖

誠信
專業
快速反應

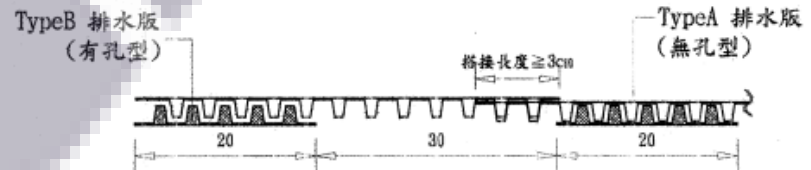
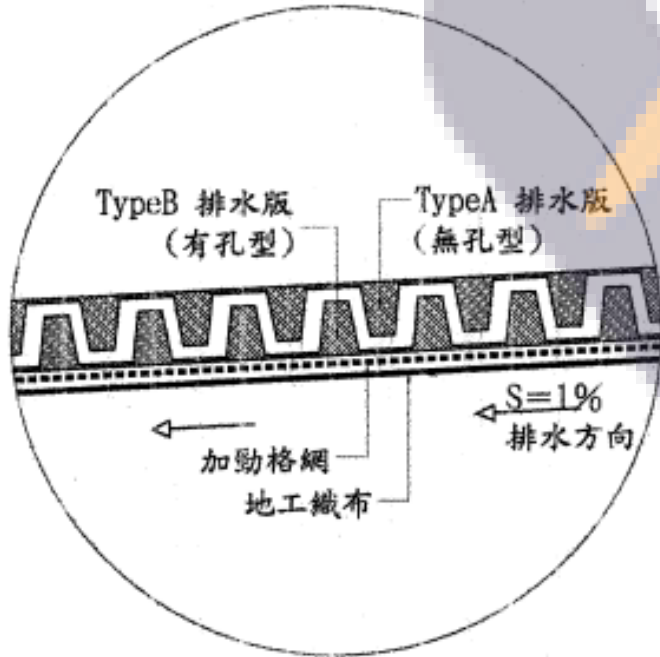
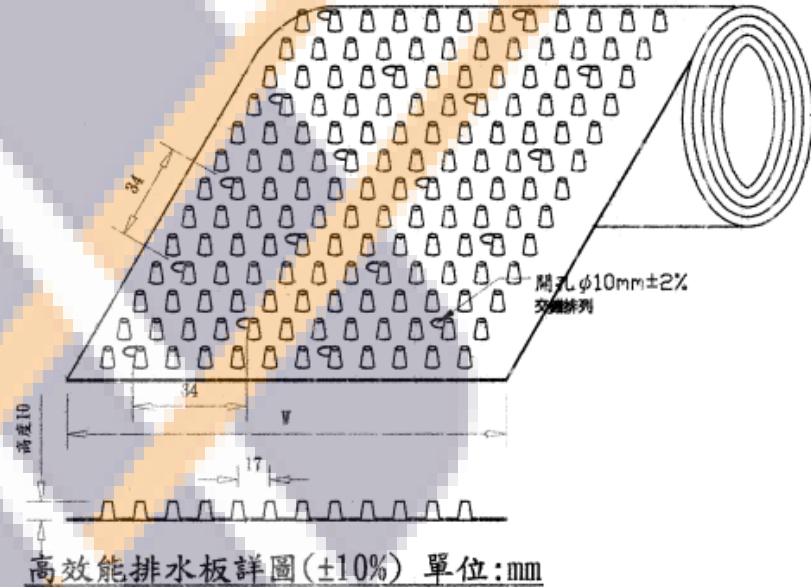
材料規範參考-高效能排水板

三. 高效能排水板：

項目	單位	規格		試驗規範依據
		Type A	Type B	
型式		Type A	Type B	
材質		HIPS	HIPS	燃燒法
高度	mm	≥10	≥10	量尺量測
開孔大小	mm	無孔	10±2%	量尺量測
抗壓強度	T/m ²	≥100	≥100	ASTM D1621
正向流率	L/m ² /sec	-	≥70	ASTM D4491
排水板寬度(W)	mm	1200	200	量尺量測

註1: 立約商須於材料施工前檢附樣品及試驗報告供業主及監造單位審核。

註2: 試驗單位須為合格實驗室或國立學術機構。



高效能排水板搭接示意圖

誠信
專業
快速反應

材料規範參考-H.D.P.E網管

H. D. P. E網管設計規範

一、管體特性：

H. D. P. E網管係以高密度聚乙烯 (H. D. P. E) 為材質，管壁為一體壓出成型並呈交錯式連續波紋狀，立體網孔遍佈全周，透水效果佳，並於底部一體壓出成 1/3 不透水層，以便達到透水與排水之功用。

二、性質規格：

以聚乙烯原料製成，材質堅韌，管體網目交錯不易斷裂，物性要求如下：

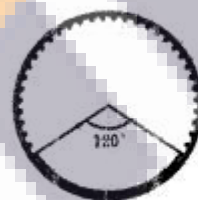
試驗項目	試驗方法	結 果	單 位
密度	ASTM D792	0.938以上	g/cm ³
抗張強度	ASTM D638	180以上	kg/cm ²
延伸率	ASTM D638	180以上	%
外觀	目 視	連續波紋交錯	

三、構造：

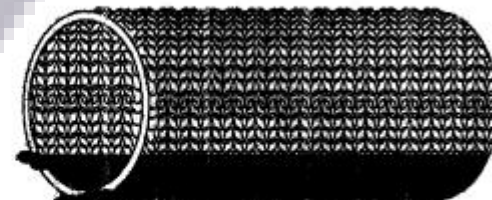
H. D. P. E網管管身採連續波紋交錯壓出，溝槽與集水導槽縱橫重疊，內底部有1/3不透水層，可充分達到導流作用。

四、規格：

規格尺寸		
型式	英吋	mm
Type A	8	200±5%



H. D. P. E網管斷面詳圖



H. D. P. E網管(1/3不透水層)圖

誠信 專業 快速反應



盟鑫工業股份有限公司
Gold-Joint Industry Co., Ltd

施工要領

施工前

施工時間：
11PM-5AM



誠信
專業
快速反應

道碴挖除



誠信
專業
快速反應



道碴挖除



誠信
專業
快速反應

道碴挖除



誠信
專業
快速反應

網管鋪設



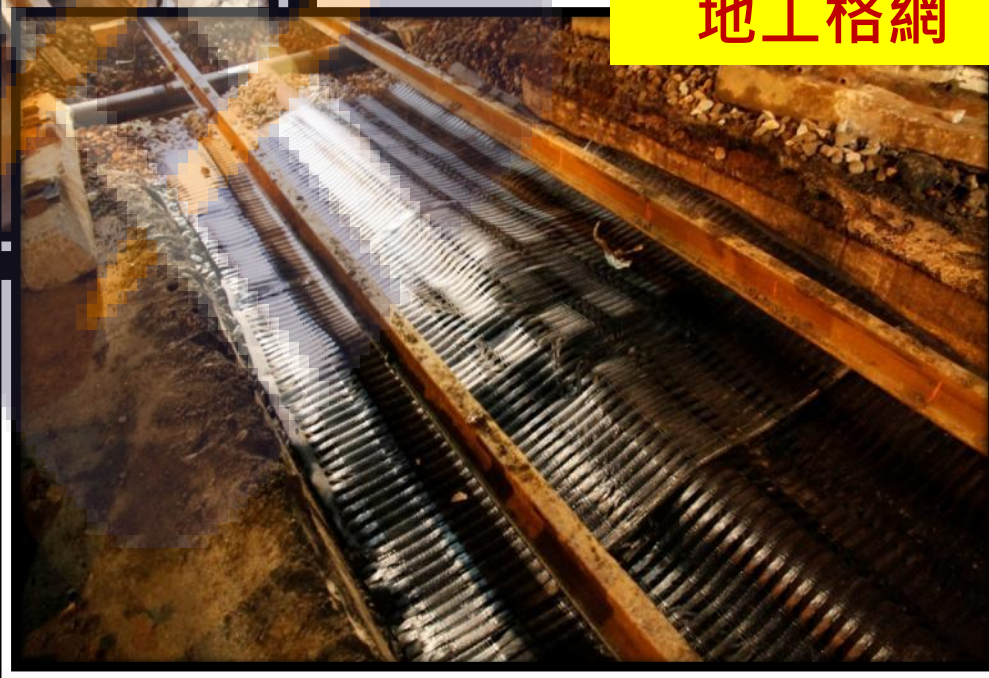
誠信
專業
快速反應



土工織布及土工格網鋪設



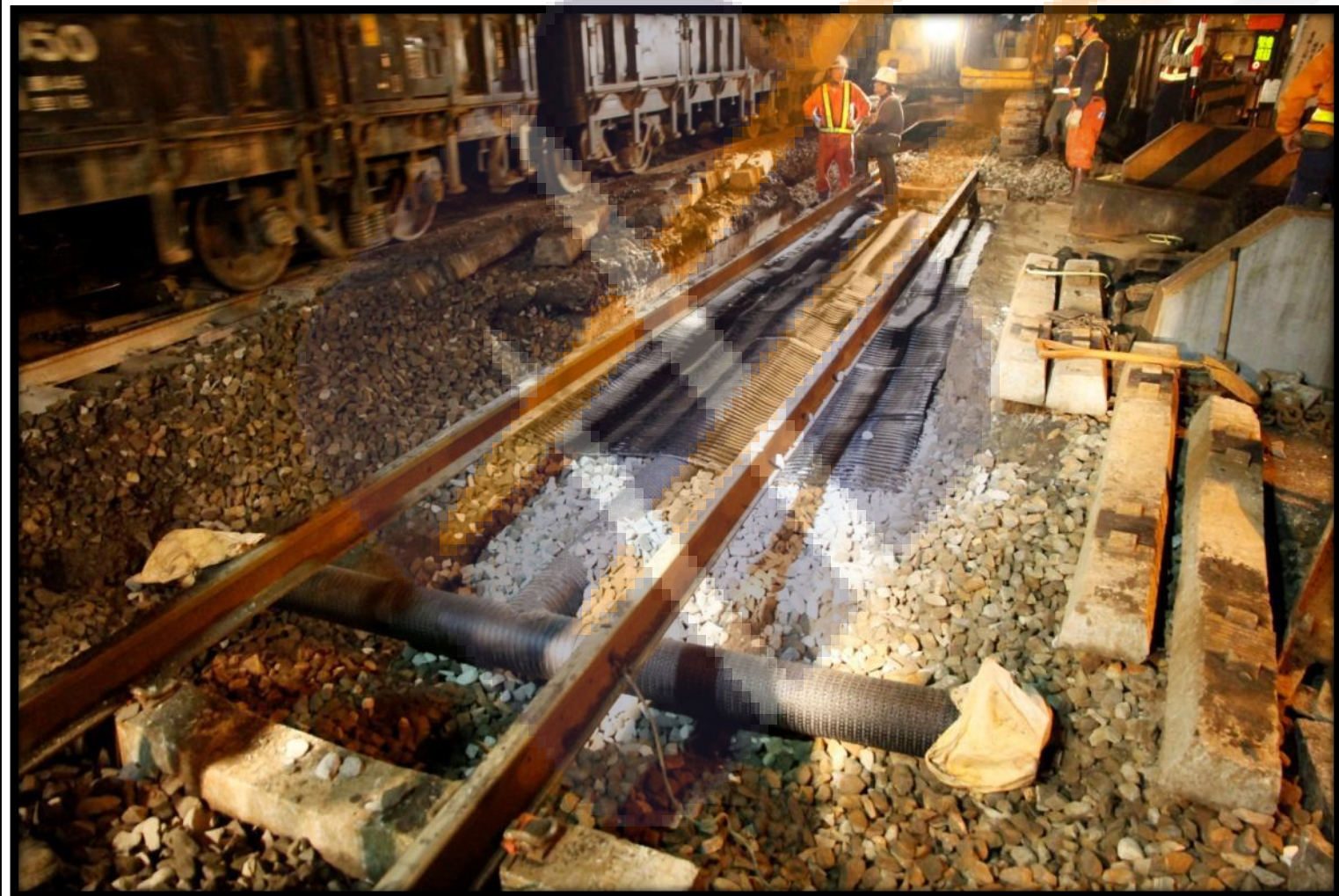
土工織布



土工格網

誠信
專業
快速反應

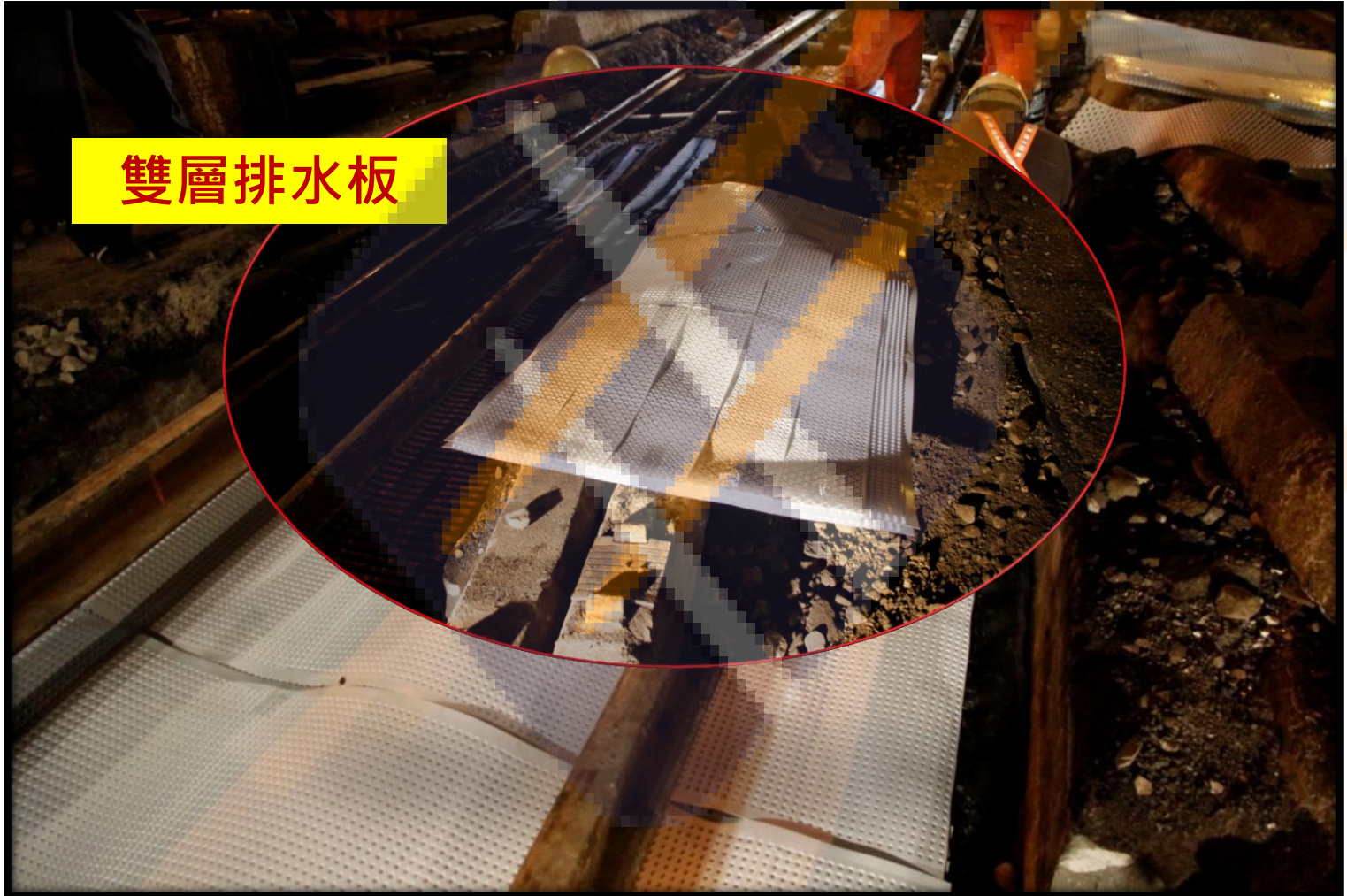
地工織布及地工格網鋪設



誠信
專業
快速反應

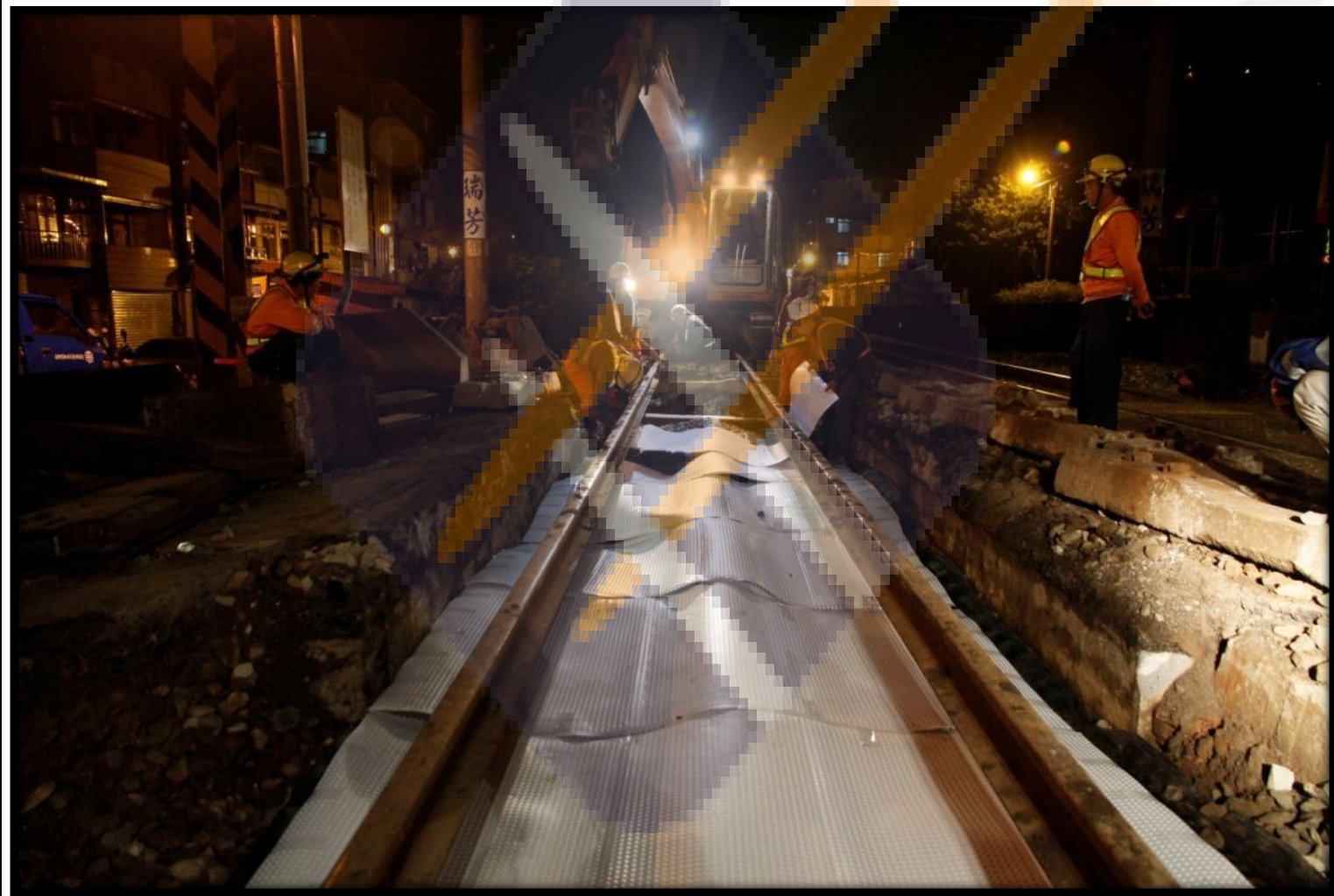
排水板鋪設

雙層排水板



誠信
專業
快速反應

排水板鋪設



誠信
專業
快速反應

施工收尾



軌枕定位

誠信
專業
快速反應

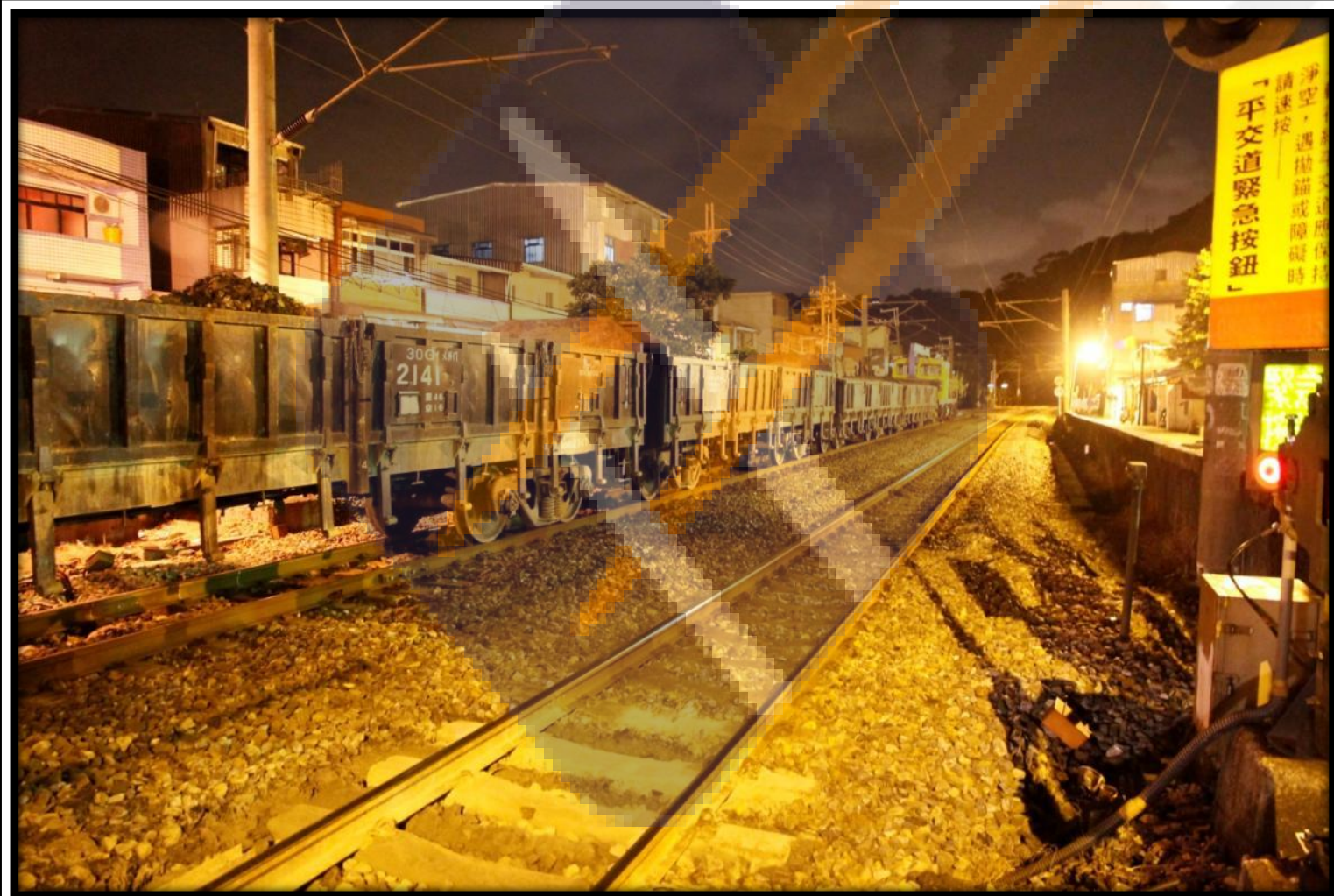
施工收尾



道碴回填

誠信
專業
快速反應

施工後



誠信
專業
快速反應

現況(2015/12/6)



誠信
專業
快速反應

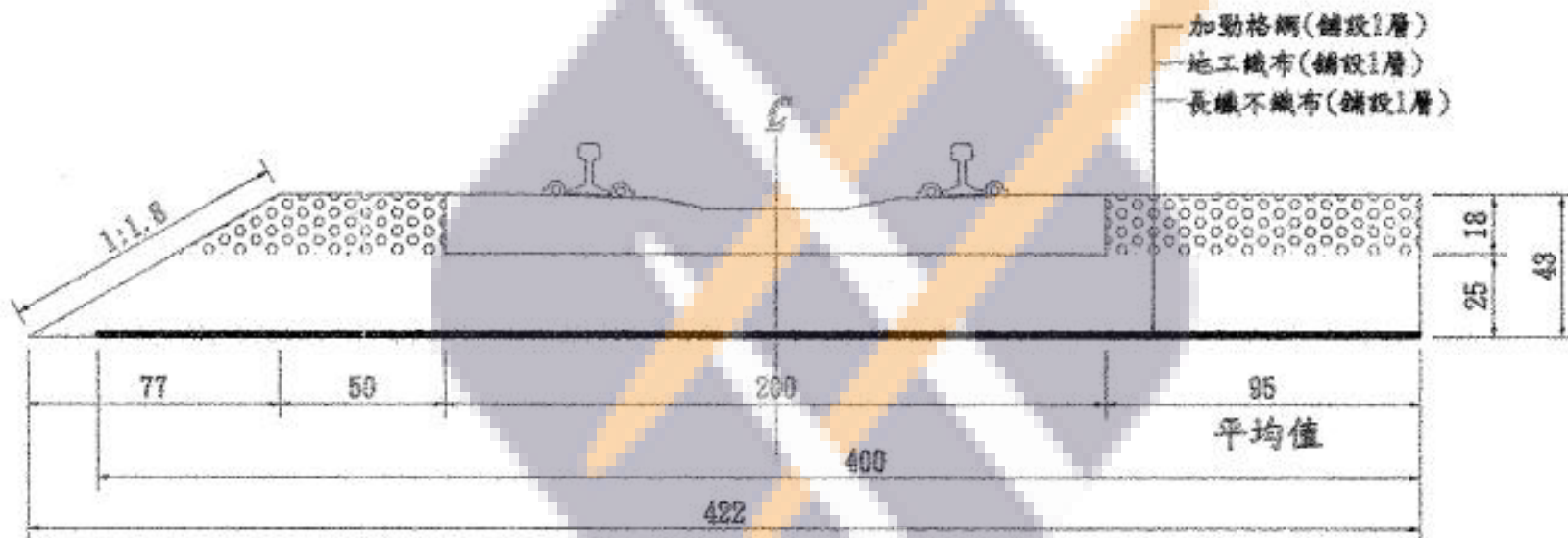




盟鑫工業股份有限公司
Gold-Joint Industry Co., Ltd

湧泥改善工程回顧

瑞芳分駐所轄內路線道床更新工程



D断面:

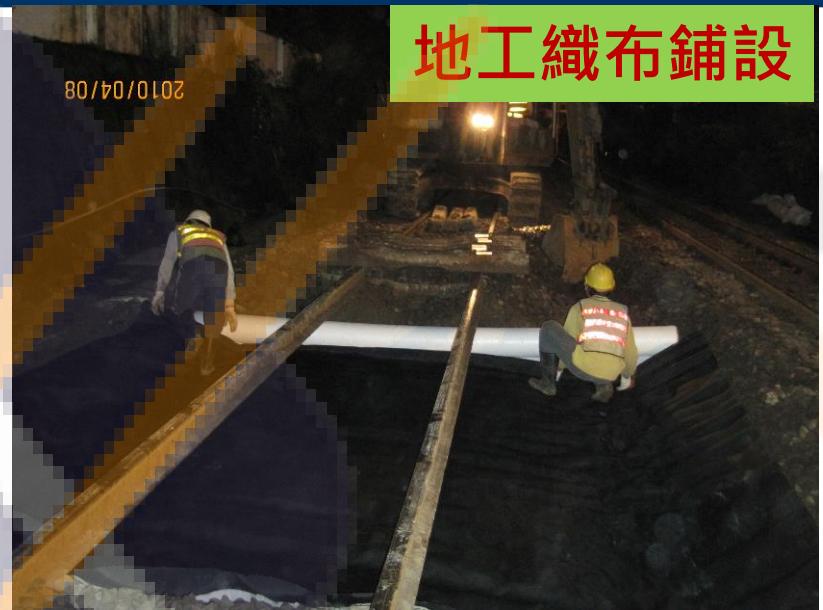
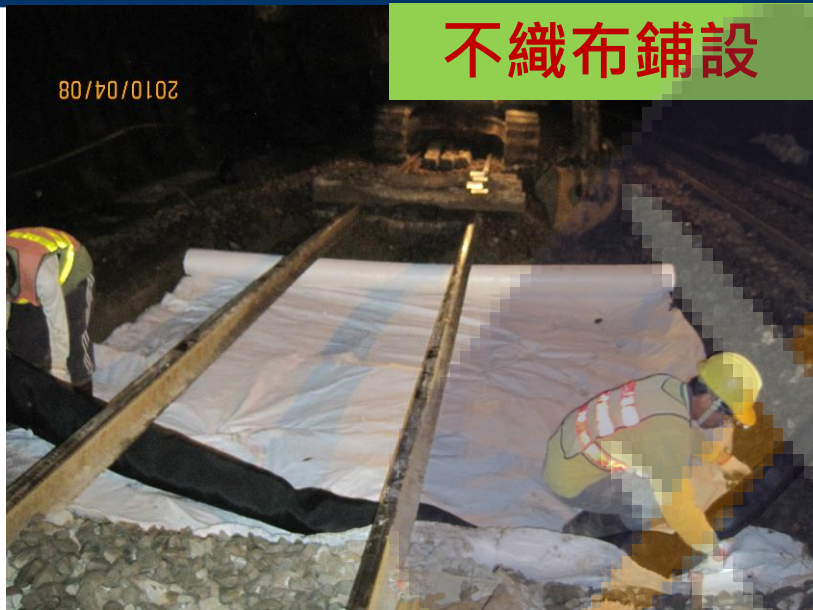
挖道床舊碴: $[(4.22+3.45)/2 \times 0.43 \times 1] - [(41/25) \times 2 \times 0.2 \times 0.18] = 1.53 \text{ m}^3/\text{m}$

回填新石碴: $1.53 \text{ m}^3 \times 1.2 = 1.84 \text{ m}^3/\text{m}$ [D]站間股道道床断面圖(東西正線數量相同)

噴泥加鋪設土工織布及加勁格網與長纖不織布S:1/200單位:cm

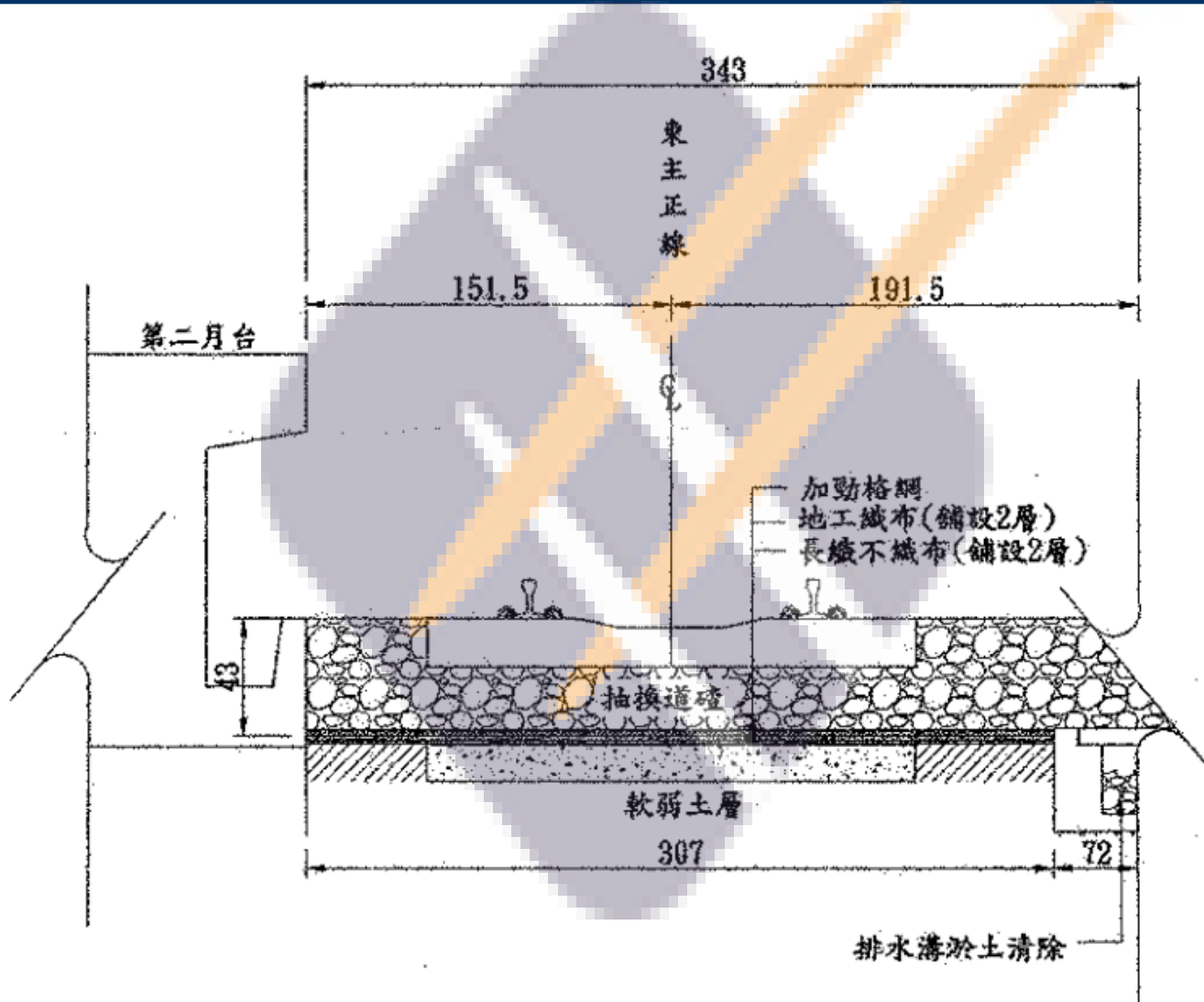
誠信
專業
快速反應

施工中



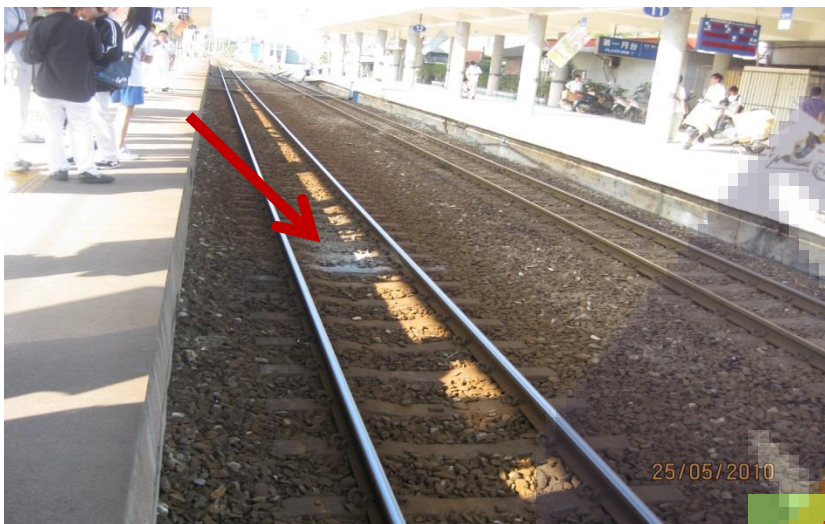
誠信
專業
快速反應

蘇新分駐所轄內路線道床更新工程

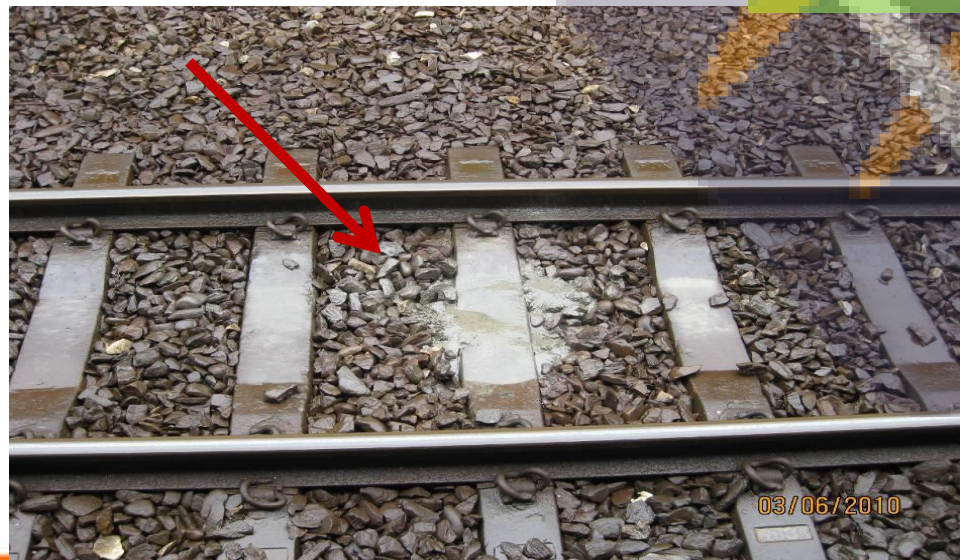


誠信
專業
快速反應

施工前



施工前



誠信
專業
快速反應

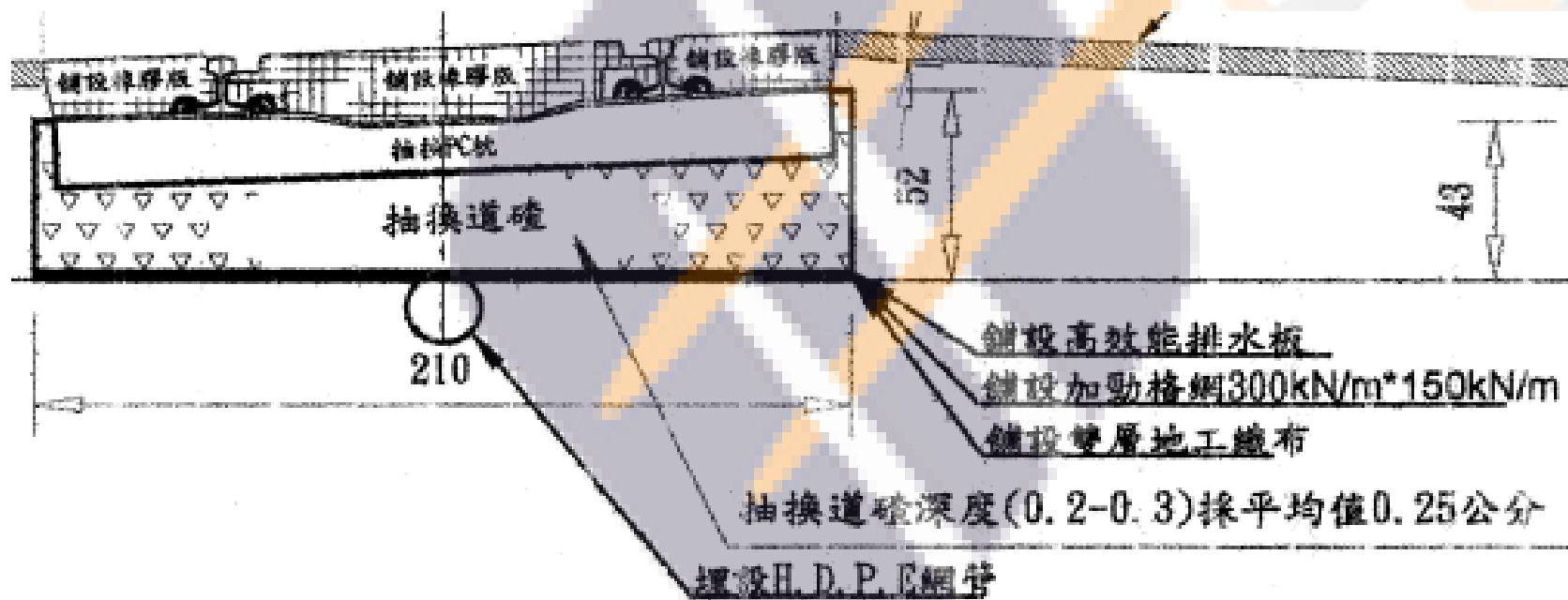


施工中



誠信
專業
快速反應

宜蘭工務段轄內暖暖街及明燈路平交道 道更新工程



誠信
專業
快速反應



盟鑫工業股份有限公司
Gold-Joint Industry Co., Ltd

結果與討論

整理(三案件)

誠信
專業
快速反應

	材料	優點	討論
瑞芳分駐所轄 內路線道床更 新工程	長纖不織布*1 土工織布*1 加勁格網*1	1.瀘水隔離 2.增加承載力 3.改善湧泥發生	 <p>三件皆為成效優異案件可依照現地條件、業主需求及經費需求進行改善。</p>
蘇新分駐所轄 內路線道床更 新工程	長纖不織布*2 土工織布*2 加勁格網*1	1.瀘水隔離 2.增加承載力 3.改善湧泥發生	
宜蘭工務段轄 內暖暖街及明 燈路平交道更 新工程	HDPE網管 高效能排水板 土工織布*2 加勁格網	1.瀘水隔離 2.增加承載力 3.改善湧泥發生 4.有效排導水	

改善路段至今，未再換過道碴！！



結論

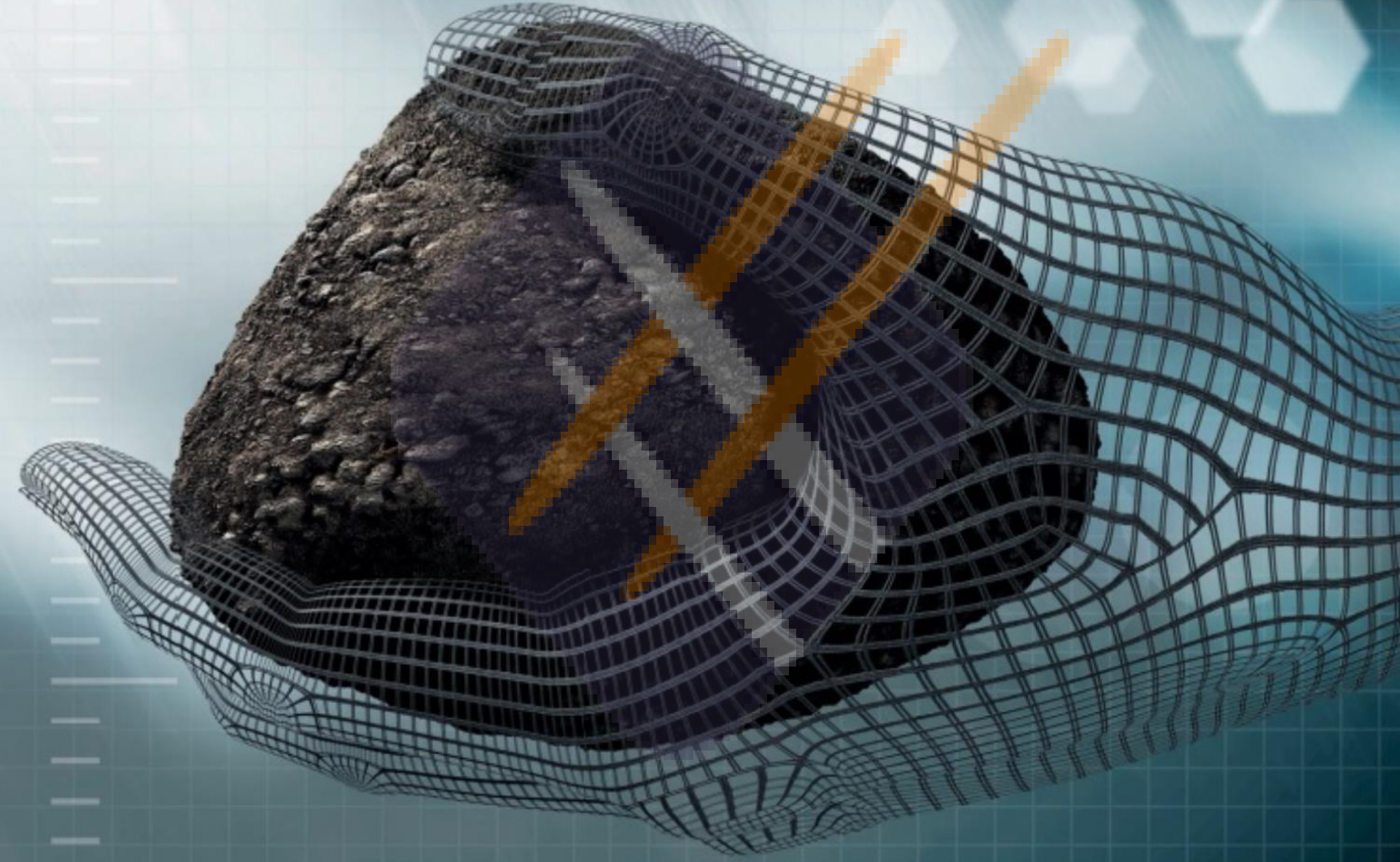
- 土工材料增加基礎承載力及地下排導水效果，增長道床使用年限，可有效減少湧泥情形及不均勻沉陷問題，達到**工程及經費減量**效用。
- 隨著道碴石材取得越來越不易，相對成本相對提高，土工材料可以延長道碴使用壽命，減少維護成本，且**長期效益良好、成效卓著**，台鐵也願意繼續使用土工合成材料進行鐵道改善工程。

誠信
專業
快速反應

簡報結束
懇請賜教



愛地球，加把勁





盟鑫工業股份有限公司
Gold-Joint Industry Co., Ltd

參考文獻

參考文獻

- Ryan et al.(2000) “Geosynthetic reinforcement of the aggregate base/subbase course of pavement structures” pp1-109
- IGS “Geosynthetics in Railroads” (Prepared by K.C.A. Pimentel, R.J Bathurst and E.M. Palmeirs)
- 王聖昌(2003) “土工合成材料於鐵路湧泥改善之研究 ”
- 吳玲玲(2003) “土工合成材料應用於鐵路穩定的設計與績效分析”
- Buddhima Indraratna et al.(2005) “Use of geosynthetics for stabilizing recycled ballast in railway track substructures”
- 李維峰、黃亦敏、陳景文(2010)魚雷車軌道床局部湧泥改善研究
- U.S. Department of Transportation(2011) “Heavy axle load revenue service mud-fouled ballast investigation”
- 台鐵資料季刊(2013)平溪線一號隧道內道碴軌道改建為無道碴軌道之研討
- Pongpiget Anantanasakul et al(2013)Effect of geosynthetic reinforcement on performance of ballasted rail track
- Flickr 上 [Air Tree](#)的楊小豪 的 [宜蘭。冬山火車站](#)
- <http://www.chinatimes.com/newspapers/20151004000019-260202>
- Land and Water (May/June 2015)

誠信
專業
快速反應