

國內外熱拌塑膠反光標線規範之比較分析

蔡全義*、許阿明**

摘 要

經濟持續發展和汽車擁有量急劇上升的雙重推動下，道路建設的步伐進一步加快，另有原建設重點公路改擴建工程，大量新建的高速公路將進入高峰期，路面進行建設、維護或路面重新鋪設，都需要重新劃制標線。大量的原低等級道路的標線劃制率將會提高，而且數量多。因此比較分析各國標線漆之規範，分辨原料好壞和等級及各國內外熱拌塑膠反光標線使用情形等。

一、前言

近年來，由於世界各地公路建設事業的蓬勃發展，道路標線的塗料用量也相應增大，從而給道路交通標線塗料及其施工設備的發展提供了廣闊的市場。道路交通標線的塗料爲了能滿足交通行業發展和交通安全的需要，已從單品種向多品種、從溶劑型向環保型、從單功能向多功能等方面發展。目前把道路標線塗料分爲四大類：即溶劑型、熱熔型、雙組份、水性。

從物理狀態來看，溶劑型、雙組份、水性塗料是液態，其實驗方法相同，熱熔型是固態，以粉狀形式體現。從施工方式來分，一般分爲噴塗和刮塗。溶劑型和雙組份是採用噴塗方式施工，水性塗料和熱熔型塗料既可刮塗也可噴塗。熱熔刮塗型塗料和熱熔噴塗型塗料差別主要在流動性和使用的施工設備上。熱熔刮塗型道路標線塗料以其快乾、成膜厚、內混玻璃珠且耐久耐磨性好，一般可維持 20 個月左右，並其線條完整清晰，立體感強，於夜間有良好的視覺效果等，其優點補足溶劑型標線塗料所不能達到的性能和要求。但熱熔漆的施工對於天氣條件，地點，技術要求都比較高，故施工場所油污或土灰等污染物等都會產生負面影響，使塗層表面容易粘汙、抗紫外線差和塗層變色及造成夜間反光效果差等。嚴重者甚會產生表皮脫落，耐久性不良，裂紋，微孔起泡及蜂巢，致標線變形等嚴重後果。尤其養護施工在重複劃線時，必須徹底剷除舊線，必要時還得鑿開路面。最終從市場分佈而言，亞太地區熱熔塗料的應用比例爲 68%，溶劑型 26%，雙組份 3%，水基型 3%。

* 公路總局第三區養護工程處工務員、國立屏東科技大學土木工程研究所 研究生

** 公路總局第三區養護工程處處長

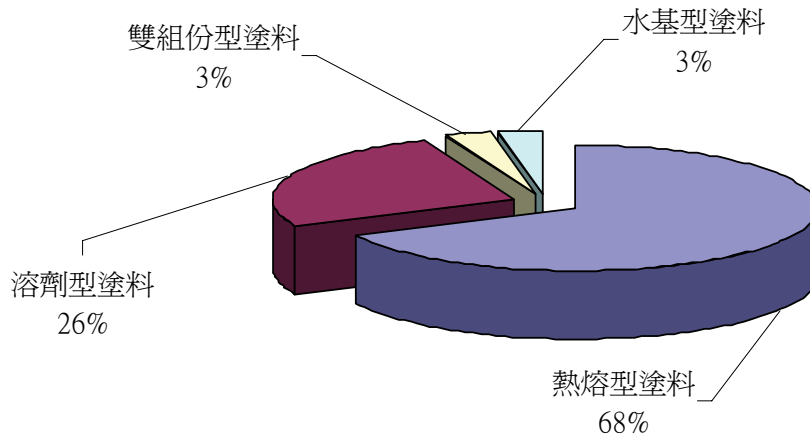


圖 1.1 亞太地區熱熔塗料的應用比例

二、路線漆介紹

道路標線塗料的研製始於 20 世紀 70 年代，隨著交通行業的日益發展，高速公路建設的不斷增加，對道路標線的需求也越來越多。因此，道路標線塗料的研究不僅具有科學意義和經濟價值，還具有廣闊的應用前景。對於道路標線塗料的要求首先是具有耐候性、耐車輛衝擊性，其次要求乾燥時間短、能見度高。

道路標線塗料一般分為溶劑型和熱熔型兩種。溶劑型道路標線塗料是指在常溫下進行施工，靠溶劑揮發成膜的標誌塗料，其成膜物質多採用熱塑性合成樹脂，如氯化橡膠、丙烯酸酯樹脂、聚醋酸乙烯酯、環氧樹脂和聚氨酯等。而這類塗料一般使用期短，耐磨性差，乾燥時間長，在公路和高速公路上較少使用。

熱熔型道路標線塗料是以天然樹脂或石油樹脂合成材料為成膜物質，固體成分高達 100%，其常溫下為粉塊狀物質，加熱熔化為流動狀態的液體，塗覆後冷卻為粘接在路面上的固體膜層。它具有乾燥時間短，對路面附著力好，耐候性、耐久性好、對環境無污染等特點。熱熔型道路標線塗料主要用於 2 級以上的公路和高速公路上，塗層厚度為 1.5~2.5mm，塗料內混有反光玻璃珠，並在劃線施工時面撒反光玻璃珠。20 世紀 90 年代後，大多數國家由於環保意識的增強及對有害溶劑的限制使用，使得道路標線進入了新的發展時期，主要方向：具有鮮明的視認效果，優異的夜間反光效果，塗層乾燥快，與路面附著力強，耐候性好，經久耐磨，對環境污染少以及有抗滑功能等。近年來，相繼出現了一些新型的道路標線塗料，其中包括雙組分道路標線塗料、水性道路標線塗料、振盪型道路標線塗料以及納米道路標線塗料等。

2.1 熱熔型道路標線塗料

2.1.1 概述

熱熔型道路標線塗料是利用合成樹脂的熱塑性，使熱熔型塗料具有快乾性；利用合成樹脂的熱熔性，使標線與路面粘接牢固。熱熔型反光道路標線塗料一般由熱塑性樹脂、顏填料、增塑劑、反光材料以及其他助劑組成。

2.1.2 熱塑性樹脂的選擇

熱熔型道路標線塗料是利用合成樹脂熱塑性的特點，將塗料加熱熔融，施塗於道路上，冷卻成膜，使標線與路面牢固粘接。可選用的合成樹脂有：松香及其衍生物改性樹脂、石油樹脂、聚酯樹脂等。國外一般選用石油樹脂作為成膜物質，而亞洲松香資源豐富，選用改性松香樹脂來配製道路標線塗料。

改性松香樹脂是用馬來酸酐和多元醇對松香進行改性的。松香與馬來酸酐反應屬於雙烯加成反應，是對於松香中雙鍵的改性。與松香相比，馬來松香增加了分子的官能團，具有較高的軟化點、酸值和皂化值。多元醇與松香發生酯化反應，可降低松香的酸值，提高其軟化點並改善其熱穩定性。

2.1.3 顏料的選擇

道路標線塗料對於顏料的要求是能夠耐高溫、遮蓋力強、色彩鮮明。道路標線有白色和黃色兩種，其中以白色居多。白色顏料有二氧化鈦、氧化鋅、鋅鋁白等。黃色顏料有鉻黃、鈦黃等。

2.1.4 填料的選擇

填料可減少塗層的收縮，防止回粘，提高塗料的耐熱性、耐磨性和粘接強度等。可選用硫酸鋇、滑石粉、矽石粉、碳酸鈣等。

2.1.5 增塑劑的選擇

增塑劑可以改進塗料的脆性，提高其抗衝擊強度和伸長率。道路標線塗料對增塑劑的要求是常溫時是液體（也有一部分是固體），高溫時揮發較少，穩定性好，應無毒，具有較好的耐熱性、耐寒性且與熱塑性樹脂相容性好。

2.1.6 反光材料的選擇

道路標線塗料是用玻璃微珠作為反光材料的，是將玻璃微珠混入到塗料中以及撒布在塗膜表面，利用玻璃微珠的回歸反射原理，使司機在夜間行車時能夠清晰地看見道路標線。影響玻璃微珠反光性能的因素有玻璃微珠的折射率和成圓率。一般來說，玻璃微珠的折射率越高、成圓率越圓，標線的夜間反光效果越好。但成圓率太高會使反射增強，對司機視覺刺激大，因而也需要少量的不規則微珠，產生漫反射。因此，要選擇適當規格的玻璃微珠。值得注意的是，塗膜表面玻璃微珠的位置要適當，以半嵌入、半露出為好。玻璃微珠浮在塗料上，不僅易脫落而且會透光，玻璃微珠沉在塗料內則無反射光。

2.1.7 國內外研究狀況

熱熔型道路標線塗料是 20 世紀 50 年代中期在歐洲開發成功的，發展初期多用於市區繁

忙路段，由於其線型美觀、經久耐用等優點，很快在歐洲發展起來。美國生產的 E-1102 路標塗料，以石油樹脂為成膜物質，添加顏填料、增塑劑、鈦白粉等。Toyo Tatu 等人申請了熱熔型路標塗料的專利，以石油樹脂作為成膜物質，添加了 30%~60% 的玻璃微珠，其中乙烯—乙烷基共聚物可以改善塗料的耐磨性。Toyama Nuchi 等人以松香與環戊二烯的加成物作為成膜物質，其酸值達到 16 mgKOH/g，軟化點為 150°C。

2.2 雙組分道路標線塗料

2.2.1 概述

雙組分道路標線塗料是指由兩種或兩種以上不同的組分以一定比例混合，塗覆在路面上併發生化學反應而固化交聯成膜。雙組分道路標線塗料增加了塗膜的緻密性，提高了機械強度和柔韌性，並且對水泥和瀝青路面都有良好的附著力，使用期長，在低溫下不易開裂、高溫下不易變形。常見的雙組分道路標線塗料大多以環氧樹脂、聚氨酯、丙烯酸等為成膜物質。

2.2.2 丙烯酸類雙組分道路標線塗料

丙烯酸類雙組分道路標線塗料是以反應性丙烯酸單體或低分子反應性丙烯酸樹脂作為預粘接劑，並配以顏填料組合成一種組分，另一組分是交聯劑，兩組分在劃線工具的噴頭處噴出，經固化後有良好的硬度和機械強度，可在常溫下施工。

2.2.3 聚氨酯類雙組分道路標線塗料

這類塗料通常是先由異氰酸酯與端羥基的化合物反應，得到以 NCO 為端基的柔基體作為甲組分，然後選擇一種或數種端羥基樹脂組成乙組分，使用前混合，然後施工。顏料，助劑，催化劑全部放在乙組分中。塗膜有良好的機械性能和耐磨性。

2.2.4 氣乾性不飽和聚酯類道路標線塗料

氣乾性不飽和聚酯類道路標線塗料是利用氣乾性的不飽和聚酯樹脂與引發劑、促進劑反應而固化成膜的，在施工時不飽和聚酯樹脂塗料分成兩部分，主體基料中加入促進劑，引發劑作為另一組分，然後用特種設備噴塗在道路上使其產生固化，可劃出清晰、醒目的標線。

2.2.5 國內外研究狀況

在歐洲、北美等地，雙組分道路標線塗料的發展較快，總體市場佔有率已達到 10% 以上。其中瑞士已達 90%，德國達到 20%，美國為 10% 左右。亞洲在 20 世紀 70 年代大量使用過環氧樹脂來製作道路標線材料，由於當時設備開發跟不上標線產品的步伐，同時施工工藝也不是很成熟，使用時遇到諸多無法解決的問題，最後不得不退出了標線市場。進入 21 世紀時，公路建設飛速發展，對標線材料需求量急劇增加，標線材料在功能、品種方面都得到了廣泛的發展。以活性丙烯酸樹脂為基料的雙組分道路標線塗料具有優良的附著力和韌性，同時乾結迅速，有效壽命（持續反光性能）長。

2.3 水性道路標線塗料

2.3.1 概述

水性道路標線塗料是作為溶劑型道路標線塗料的替代品而出現的，它的 VOC 值（有機溶劑排放量）較低。其特殊優點在於它以水為溶劑，因而可以實現“清潔生產”，對環境無污染，符合環保的要求，是未來道路標線塗料的發展主流。水性道路標線塗料的基料具有多樣性，既可以是環氧-丙烯酸複合膠乳，也可以是有機矽改性丙烯酸複合膠乳，甚至是無機物和聚合物的膠體，二氧化矽-丙烯酸複合膠乳。水性道路標線塗料用樹脂一般是應用乳液聚合法合成的。目前，水性道路標線塗料在推廣應用還較少，需要解決一些問題以更好的完善其性能：

1. 乳化劑的用量

在合成水性道路標線塗料用樹脂時，乳化劑的用量是乳液聚合成敗的關鍵。當乳化劑用量過小時，易發生凝膠現象，使乳液中存在著較粗的顆粒，導致乳液品質不佳；當增大乳化劑用量時，這一現象得以改善，但是塗料乾後在水中浸泡易起泡，耐水性不佳。因此，要選擇合適的乳化劑用量。

2. 提高耐水性

塗膜經過水的長期浸泡，基料溶脹會使體積膨脹，從而在路面與塗膜的介面上產生應力，當應力大到一定程度時，塗膜就會從路面上剝落。一般高速公路的路面均設有一層透水層，雨後，標線一般不會受浸泡，所以影響不大。但城市道路是靠水溝排水的，如果水溝排水不良，標線就會被雨水浸泡，塗膜會起泡、脫落。所以，水性標線塗料用在城市道路時，要有相應的對策。

3. 水性道路標線塗料的貯存

水性道路標線塗料在存放的過程中會變稠，因此要找到合適的方法易於塗料的貯存。

2.3.2 國內外研究狀況

在 20 世紀 80 年代中期，國外應用純丙乳液製備道路標線塗料，以保護環境。但是，早期水性道路標線塗料存在很大問題，此類產品乾結速度較慢，易遭受雨水而被沖刷掉。20 世紀 90 年代早期，以 100% 純丙烯酸為粘結劑的第二代水性道路標線塗料，改進了塗料與水泥路面的附著力，同時也改進了對玻璃珠的束縛錨定，提高了水性道路標線塗料雨夜情況下的可視性。目前，水性道路標線塗料在各國尚處在開發、試用階段。隨著環保意識的增強，水性道路標線塗料將成為道路標線塗料的主流。

三、熱拌塑膠線介紹

3.1 概述

一般道路標線的使用塗料 90% 是常溫乾溶劑型塗料，其使用壽命短（約半年左右），視覺確認感差，而先進國家採用的塗料 90% 為熱塑性標線塗料。該塗料具有熱可塑性，必須加熱熔融使用，加入玻璃珠實現反光，稱之為熱塑性標線塗料、熱熔型標線塗料或熔融型標線塗料等。

3.2 性能特點和適用範圍

3.2.1 性能

1. 速乾性：

標線塗覆熱塑性塗料並撒布玻璃珠後，無論氣溫如何均應具有在短時間內(小於 5min)速乾性。一般熱塑性塗料具有優良的速乾性能，在寒冷季節乾得快，在溫暖季節乾得慢。塗膜固化過快會因收縮而發生扭斜，表面流平性差，玻璃珠的固定品質也較差。塗膜固化慢時，不僅使撒布的玻璃珠下沉於塗料內而降低反光能力，而且還會延緩開放交通時間，降低通行能力。塗料製造和塗裝工藝節省能源外，還應具備：

- A. 工程實施方面的合理化；
- B. 人工作業方面的省力化；
- C. 動力源所需設備所耗能源的撮小化；
- D. 爲了滿足環衛法要求，必須使增設的環境改造所消耗能量的最小化。

2. 附著性及附著機理

標線塗膜與路面之間必須具有很強的附著力，不易剝落。與路面附著良好，塗膜不會因車輛碾壓、側滑與制動很快剝落；也不會因季節氣溫的變化，路面熱脹冷縮而開裂、撓曲、剝離。將熱塑性塗料加熱到 180~220℃（根據塗料中採用的樹脂類型和配方選擇合適溫度），使塗料中的熱塑性樹脂熔融，塗料成熔融的流動狀態，用劃線機塗覆於路面，同時撒布玻璃珠，在常溫下固化。塗料與瀝青路面中的高分子材料有機結合。當塗覆於水泥混凝土路面時，塗料與路面是機械地嚙合，所以附著力相對較弱，需要預先塗布過渡底漆，增強路面與塗料之間的結合力。

3. 可視認性

無論白天夜晚塗料都應鮮明、均勻、清晰，有足夠的視認距離。白天的視認性取決於塗料中顏料的優劣，這一點相對容易解決；夜晚的可視認性，即反光性，首先主要取決於玻璃珠的撒布品質，玻璃珠撒布應均勻、適量，過多過少反光度都不好。其次，塗料塗覆時溫度控制十分關鍵，溫度過高，玻璃珠下沉，夜間反光不均勻，反光效果差；溫度過低，玻璃珠附著不牢固，只能保證施工後的即時反光效果，而長久反光效果差。玻璃珠的粒徑、成圓率、自身品質也是影響可視認性的重要因素。

4. 耐久性

A. 耐磨耗性

汽車的前進完全是靠車輪與路面產生的摩擦力，這種摩擦對標線的耐磨性有很高影響。路面情況較複雜，金屬車輪的行走及道路表面的砂粒、渣土，都對路面標線的磨耗性有較高要求。對於耐磨耗性，我國 CNS 與日本標準 JIS 要求相同：磨轉 100 轉之損耗量應在 200mg 以下。當然，對於耐磨耗性的要求適

度就行，只要在規定的時間期限內能保證其可視認性就行。

B. 耐候性。

耐久性應與對標線使用時間的期望值相對應，如道路標線定為 2 年塗覆一次，最佳的標線塗料就應該是在到 2 年時間左右時，大部分剝落，或經過簡單的清除，達到路面基本無痕跡，以避免舊線影響新劃標線對車流的引導，或消耗大量工時進行清除。熱塑性反光道路標線塗料與常溫乾型標線塗料的比較如表 3.1 所示。

表 3.1 熱塑性反光道路標線塗料與常溫乾型標線塗料之比較表

| 特性 | 常溫乾型標線塗料 | 熱塑性反光標線塗料 |
|------------|----------------------|------------------------------|
| 主要成分 | 合成樹脂、溶劑、著色顏料、體質顏料、骨材 | 熱塑性合成樹脂、著色顏料、體質顏料、骨材、添加劑、玻璃珠 |
| 常溫狀態 | 液態 | 粉狀 |
| 加熱殘餘物 | >60% | >99% |
| 塗覆用底漆 | 不用 | 需用 |
| 施工溫度 | 常溫 | 加熱至熔融 (180~220℃) |
| 塗覆方法 | 滾筒刷塗、噴塗 | 專用畫線機刮塗、噴塗 |
| 可視性 | | |
| 白天 | 中 | 優~良 |
| 夜晚 | 差 | 優~良 |
| 附著力 | 強 | 中 |
| 乾燥速度 | 慢(一般 3~20 min) | 快(1~3 min) |
| 抗污能力 | 中 | 好 |
| 玻璃珠效果 | 中 | 中 |
| 耐磨耗性 | 弱 | 強 |
| 有效壽命 | 3~8 個月 | 10~30 個月 |
| 妨礙交通的程度 | 大 | 小 |
| 厚度的調整範圍 | 小 | 大 |
| 施工中對塵土的附著性 | 有 | 少 |

3.2.2 適用性

根據多年來的施工與應用總結出熱塑性塗料適用範圍如下：適用於車輪碾壓多的中心

線、車道分界線、邊緣線及導流線；人行橫道、交叉路口、停車場；夜晚無照明的公路：瀝青路面效果最佳；不適宜用於石子路面、磚砌路面、臨時路面及在半年以內擬進行罩面的路面。

根據不同道路路面和交通流量的情況，塗料選擇可參照表 3.2。

表 3.2 不同路面和交通流量之塗料選擇表

| 道路分類 | 路面 | 路面標線的劃分 | 溫暖地帶 | | 寒冷地帶 | |
|------------|------------|-------------------|-------|------|------|------|
| | | | 交通量大 | 交通量小 | 交通量大 | 交通量小 |
| 一般道路 | 一般路面 | 縱向標線 | 交通量大 | 交通量小 | 交通量大 | 交通量小 |
| | | 橫向線、 文字記號 | M | M、H | M、H | H |
| | 崎嶇路面 | 縱向標線 | M | M | M | M |
| | 龜裂多的 路面 | 縱向標線 | C、M | C | C | C |
| | 石路面等 | 縱向標線 | H、C、M | H、C | H、C | H、C |
| 高速公路 | 一般路面 | 縱向標線、 橫向線、文字記號 | C | H | H、M | H |
| 汽車專用 公路 | - | 立面標記 | C | C | C | C |

註：C：常溫乾型；H：加熱乾型；M：熱熔型

3.3 熱塑性反光道路標線塗料的組成

熱塑性反光道路標線塗料原料組成比例如下表 3.3：

表 3.3 熱塑性反光道路標線塗料原料組成比例表

| 總類 | 百分比 |
|-----------|---------|
| 體質顏料及填料 | 47%~66% |
| 合成樹脂 | 15%~20% |
| 玻璃珠 | 15%~23% |
| 著色顏料 | 2%~10% |
| 增塑劑及其他添加劑 | 2%~5% |

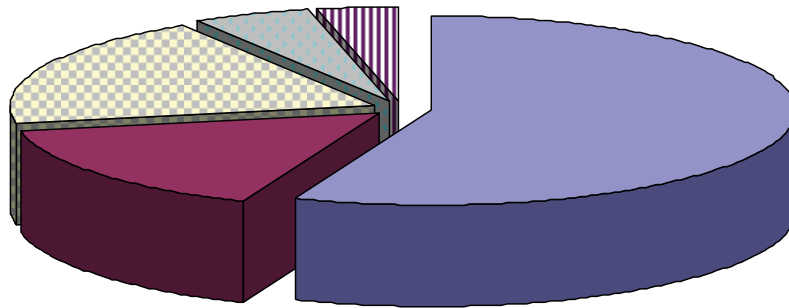


圖 3.1 熱塑性反光道路標線塗料原料組成比例圖

3.3.1 合成樹脂

3.3.1.1 作用

熱塑性塗料中最主要的成分是熱塑性樹脂，其特點是硬固快，這正是道路標線塗料所需要的。合成樹脂可將著色顏料、體質顏料、反光材料等結合在一起，與路面附著，熱熔粘合，熔融時使塗料具有適宜稠度，冷下來即自乾成膜。

3.3.1.2 對熱塑性樹脂的要求

軟化點：85~120℃；色相：顏色較淺；耐熱性：在 180~230℃ 無顯著熱劣化；耐候性：在野外露天放置無顯著變黃、變脆現象。

3.3.1.3 合成樹脂選用的種類

松香及其衍生物改性樹脂（順酐化松香酯等）；油樹脂（脂肪族系、芳香族系等）；聚醯胺樹脂；聚酯樹脂。

3.3.2 增塑劑

3.3.2.1 作用

塗料中加入增塑劑使塗膜柔軟，提高耐寒性，提高與路面的附著力，使熔融狀態的塗料粘度適宜。

3.3.2.2 對增塑劑的要求

常溫時是液體（也有一部分是固體），高溫時揮發較少，穩定性要好；應無毒，味少，色淺；具有較好的耐熱性、耐寒性；與熱塑性樹脂相容性好。

3.3.2.3 可選用的種類

鄰苯二甲酸酯類；植物油(天然油)、礦物油；植物油改性醇酸樹脂（(無溶劑型)）；環氧化油；液狀合成橡膠。

3.3.3 著色顏料

3.3.3.1 作用

標線塗料的顏色主要有白色和黃色兩種，起著色遮蓋作用。白色顏料是支配塗膜 45 度 0 度擴散反射率（白色度）的重要成分。

3.3.3.2 對顏料的要求

耐高溫；遮蓋力強；色澤鮮明

3.3.3.3 可選擇的種類

白色顏料：二氧化鈦、氧化鋅、鋅鋁白等；

黃色顏料：耐熱鉻黃、有機系黃色顏料、氧化鐵、鈦黃、鎳鉍黃等。

黃色顏料的品種和用量不同會導致標線塗料顏色有所不同。日本工業標準中，黃色標線要使用指定的專門用作道路標線的黃色顏料。實際用作道路標線的黃色與樣本的容許差，根據 JIS Z8730-1980 著色標示方法的規定，以色差 $E < 5$ 為好。當然在生產中還要根據各地用戶的要求調節色調

3.3.4 體質顏料

3.3.4.1 作用

體質顏料作為塗料的填料加入其中，對塗膜的機械強度、耐磨性及色相均有影響，其粒徑的大小決定塗料的流動性、沉降性，同時對表面加工也有影響。

3.3.4.2 選擇要求

粒徑不能過大或過細；化學性質穩定，不會改變塗料中其他材料的性質；耐熱性好。

3.3.4.3 選用的種類

碳酸鈣；滑石粉；矽石粉。

3.3.5 反光材料

3.3.5.1 作用

熱塑性反光道路標線塗料中的反光材料是玻璃珠。塗料中加入玻璃珠的主要目的在於提高夜間標線的識別性，提高標線的亮度，還可增強耐久性。

3.3.5.2 對玻璃珠的要求

無色透明球型，對光線具有折射、聚焦和定向反射的功能；成圓率不能太低；雜質要少。

3.3.5.3 玻璃珠的回歸反射原理

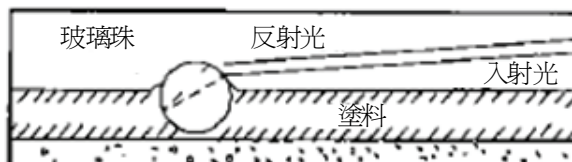
塗料中預混或在塗膜表面撒布玻璃珠後，就會在玻璃球體底面形成反射層，射入玻璃珠的光線在其內折射，將光線反射到光源方向，玻璃珠的這種反射稱為光的回歸反射。汽車前照燈照射路面標線時，由於該光線回歸反射到司機眼睛而提高了路面標線的視認性。標線中玻璃珠的反光原理見圖 3.2。

射到玻璃珠表面的光線，一部分由玻璃珠表面反射，大部分折射進入玻璃珠內到達底部，

部分光線在底部通過介面反射掉，而大部分光線向光源方向返回，形成回歸反射。

3.3.5.4 注意事項

製作玻璃珠的原料應是白色玻璃，而不應採用有色玻璃；玻璃珠易吸濕結塊，要注意防潮；玻璃珠的含量有一定的比例。



玻璃珠的光反射示意圖

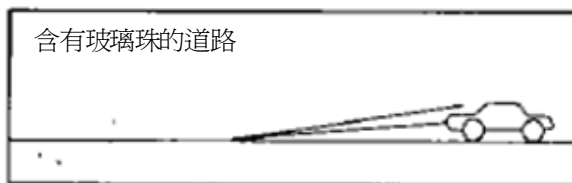
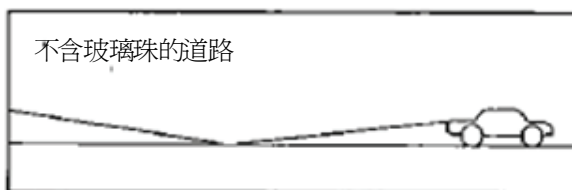


圖 3.2 標線中玻璃珠的反光原理

表 3.4 玻璃珠反射比例表

| 玻璃珠 加入量 % | 夜間反射狀態 | | | |
|-----------------|--------|----------|--------|--------|
| | 目視觀察 | | | 測定 |
| | 強度 | 反射的色光 | 能見度評定 | 夜光反射率% |
| 0 | 無 | 暗灰色 | - | 0.90 |
| ~13 | 弱 | 略有灰色光的白色 | 看不清 | 3.56 |
| ~20 | - | 白色 | 能看見 | 4.67 |
| ~24 | ↓ | ↓ | ↓ | 5.71 |
| ~28 | 強 | 帶有黃色光的白色 | 能清楚地看見 | 6.50 |

3.3.5.5 玻璃珠的品質要求

中國大陸交通部行業標準 JT/T 280-1995 與日本 JIS 3301 標準所規定的基本相同(表 3.4)。

| 檢驗項目 | 1 號 | 2 號 | 3 號 |
|-------------|--|---|--|
| 比重 | 2.4~2.6 | | |
| 粒度分布 | 標準篩 840um 的 殘餘物 0% 通過 840um 而殘留於 590um 的殘餘物為 5%~30% 通過 590um 而殘留於 297um 的殘餘物為 30%~80% 通過 297um 而殘留於 105um 的殘餘物為 10%~40% 通過 105um 的殘餘物為 0%~5% | 標準篩 590um 的 殘餘物 0% 通過 590um 而殘留於 297um 的殘餘物為 40%~90% 通過 149um 的 殘餘物為 0%~5% | 標準篩 210um 的殘 餘物 0% 通過 88um 的 殘餘物為 0%~4% |
| 外觀和形狀 | 呈球形，有橢圓、銳角、不透明異物、粘粒子等缺陷的玻璃珠、總計在 20% 以下 | | |
| 折射率 | 1.5~1.64 | | |
| 耐酸性水的 性能 | 0.01 mol/L 鹽酸的消耗量在 10ml 以下，玻 璃珠表面無模糊不清現象 | 0.01 mol/L 鹽酸的消耗量在 15ml 以 下，玻璃珠表面無模糊不清現象 | |

3.3.4 熱塑性反光道路標線的品質標準

3.3.4.1 中國大陸熱塑性道路塗料的標準

中國大陸熱塑性道路塗料的技術指標見表 3.5。

表 3.5 中國大陸熱塑性道路塗料的技術指標

| 檢驗項目 | 第 3 種 | |
|------------------------------------|---|-----|
| | 1 號 | 2 號 |
| 密度/g ⁰ cm ⁻³ | 1.8~2.3 | |
| 軟化點/°C | 90~120 | |
| 塗膜外觀 | 塗膜冷凝後應無皺紋、斑點、起泡、裂紋、脫落及表面無發粘現象， 塗膜的顏色和外觀應與標準版差別不大 | |

| 檢驗項目 | 第 3 種 | |
|------------------------------|---|-------|
| | 1 號 | 2 號 |
| 不粘胎乾燥時間/min | ≤3 | |
| 色度性能 白色 黃色 | 按 JT/T 280-1995 標準 6.2.6 規定的方法測試，塗膜顏色的色品座標的反射應符合相關規定。 | |
| 抗壓強度/Mpa | ≥12 | |
| 耐磨性 (200 r/1000 g 後減重)/mg | ≤50 | |
| 耐水性 | 在水中浸 24h 應無異常現象 | |
| 耐鹼性 | 在 Ca(OH) ₂ 飽和溶液中浸 24h 無異常現象 | |
| 加熱殘留份/% | ≥99 | |
| 玻璃珠含量/% | ≤15 | 20~23 |
| 流動性/mm | 30±5 | 35±8 |
| 逆反射係數 | 白色 | ≥200 |
| | 黃色 | ≥100 |
| 耐候性 | 經 12 個月試驗，塗膜的起皺、斑點、裂紋、脫落及變色等都不大應大於標準樣版 | |

3.3.4.2 標線的檢查與評價

對標線的檢查與評價應包括外觀、剝落程度、可見性裂紋及磨損量等的評價，有關標線耐久性的評價，目前很不完善，應進一步研究，下面介紹一種綜合評價（wR）方法。

計算式： $WR=0 \cdot 3A+0 \cdot 3D+0 \cdot 4N$

式中：

A：外觀評價；

D：耐久性評價；

N：夜間視認評價

表 3.6 ASTM 之外觀、耐久和夜間識認比較表

| 評價等級 | ASTM 標準 | 指標/剝離度 |
|--------|---------|-------------------|
| A：外觀評價 | | |
| 5 | 充分滿足 | 與施工初期相比沒有變化，良好。 |
| 4 | 尚滿足 | 稍有變化，但依然具有充分的標示功能 |
| 3 | 一部份不滿足 | 可以看到污染、變黃、滲色等 |

| 評價等級 | ASTM 標準 | 指標/剝離度 |
|-------------|---------|----------------|
| A：外觀評價 | | |
| 2 | 不太滿足 | 污染變黃程度顯著 |
| 1 | 不滿足 | 無原形，有變形污染，視覺性差 |
| D：耐久性(剝離)評價 | | |
| 5 | 8 以上 | <3 |
| 4 | 8~6 | 3~8 |
| 3 | 6~4 | 8~23 |
| 2 | 4~2 | 23~40 |
| 1 | 2 以上 | >40 |
| N：夜間視認評價 | | |
| 5 | | <8 |
| 4 | | 6~8 |
| 3 | | 4~6 |
| 2 | | 2~4 |
| 1 | | <2 |

對於耐久性，其中包括耐磨耗性要求很高道路標線的塗覆不是一勞永逸，在應該重新塗覆標線時，又要進行繁重的除線上作，造成浪費對於標線塗膜的裂紋問題影響因素多，也是個很難解決的問題。因塗料與瀝青路面附著力很強、即使塗膜上產生裂紋，也不影響其規定的使用壽命。可視認性也可以保證，所以產生裂紋並不說明標線已經毀壞，該重劃了。

表 3.7 塗料壽命比較表

| 位置 | 交通量 | 路面鋪裝種類 | 塗料 | | 熱塑性材料 | |
|--------------|------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | | 平均壽命/月 | 壽命範圍/年 | 平均壽命/月 | 壽命範圍/年 |
| 境界線 | 重交通量 | 瀝青鋪裝 | 5.8 | 1~2 | 18.0 | 9~36 |
| | | 混擬土鋪裝 | 6.6 | 1.5~12 | 9.0 | 3~18 |
| | 輕交通量 | 瀝青鋪裝 | 11.3 | 3~24 | 30.4 | 12~60 |
| | | 混擬土鋪裝 | 11.1 | 2.5~24 | 13.9 | 6~18 |
| 道外側 (路肩)線 | - | 瀝青鋪裝 | 12.0 | 4~24 | 23.2 | 12~48 |
| | | 混擬土鋪裝 | 16.0 | 12~14 | 13.0 | 9~21 |

3.3.5 熱塑性反光道路標線塗料的施工

手推式施工是常用的塗覆方法，目前熱塑性標線 99%是用手推式施工的。施工時，塗料

通過與路面接觸的金屬門槽流向路面，金屬槽口的間隙控制標線的厚度，隨著門槽車的前進，塗料經擠壓流於路面上形成塗膜。

3.3.5.1 熔融塗料

塗料的熔融對標線塗覆品質關係極大，因此須注意以下幾點：

A. 溫度粘度特性：

常溫下為固體或粉末狀的熔融塗料，加熱後使其成為流動狀態。溫度特性曲線因塗料的組成發配比變化而不同。

塗料的熔融粘度應與塗覆機的施工特性相匹配、塗料有合適的粘度才能順利流至路面，因此，使用適當溫度將塗料加熱至熔融狀態，並在最佳粘度時塗覆是至為重要的。在此要嚴格控制施工溫度

B. 熱劣化：

塗料中的基料是熱塑性的合成樹脂，故當加熱到 200°C 左右時其材質有劣化的趨勢。材質劣化的主要原因是熱分解、氧化及蒸發，當加熱黃色塗料時，因黃色顏料的耐溫性較差而可能變色。因此，熔融塗料要避免長時間的高溫加熱，最好使用適當溫度，短時間的加熱方法，停止施工時，要降溫，進行塗覆時再升高溫度。

C. 對熱熔釜的要求：

為保證塗料現場熔融馬上塗覆。裝在車上的熱融釜必須具備以下條件：熱效率高，攪拌均勻；使用安全，噪音小、操作和維修簡便、經久耐用；自重輕，占地小。

熱熔釜的加熱通常採用液化瓦斯及筒型攪拌槽。一般攪拌槽有 2 個（1 個槽約裝 150~400kg 塗料），也可供不同顏色的塗料熔融。

3.3.5.2 劃線機具

手推式劃線機示於圖 3.3，劃線部分是由塗料門槽（向行進的反方向開槽）與活門機構組合而成。

塗料塗覆方式有拉塗式和推塗式兩種，主要用人力操作。拉塗式劃線車適於塗覆橫向標線和斑嶼線，推塗式適用於塗覆道路縱向標線。

一般情況下，根據標線的種類、道路條件、交通條件和作業量，選用不同規格的金屬門槽將熱融釜中熔融的塗料裝入劃線機貯罐內，劃線機在塗覆過程中能保持合適的溫度，且備有玻璃珠撒布器。劃線後立即把玻璃珠均勻地撒布其上並固定於塗膜表面。玻璃珠的撒布量以 $0.3\sim 0.5\text{kg}/\text{m}^2$ 為標準，玻璃珠撒布是否均勻以及固著率的好壞，取決於劃線機的性能和塗料的溫度等因素。

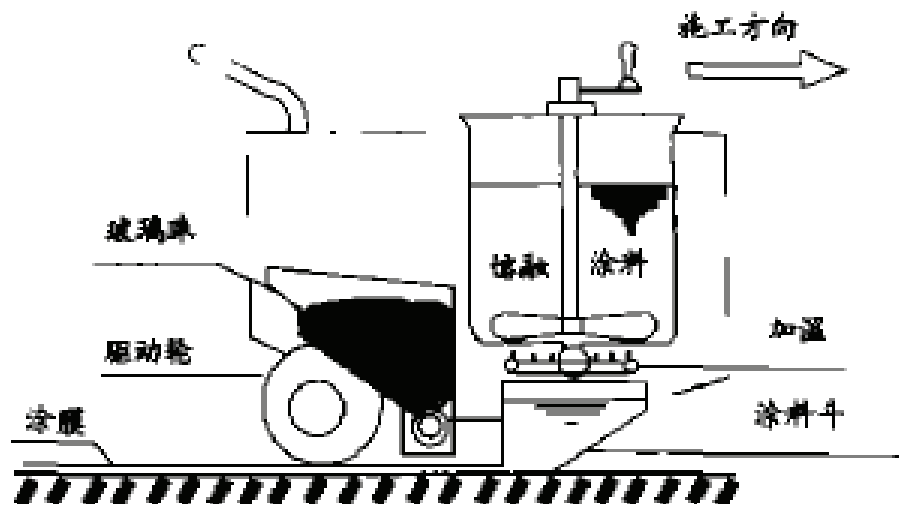


圖 3.3 手推式劃線機示意圖

3.3.5.3 塗膜厚度

使用熱熔型塗料在手推式劃線機上進行路面標線施工，其塗膜厚度為 1~2.8mm，這個厚度範圍可以通過槽口的大小來調節。一般標線的塗膜厚度為 1.5mm 左右，以設計圖為準。使用手推式劃線機控制路面標線的厚度，由於門槽式開口是固定的，所以，在路面凸凹不平的情況下不可能得到厚度均一的塗膜。塗覆在凹凸不平的路面上的塗膜是平坦的，路面凹處的塗膜厚，凸處則薄。因此，路面比較粗糙或凸凹不平時，路面標線的塗膜厚度不均，相對塗料用量比路面平整時要多。

人行橫道線和停車線容易磨損，標線塗膜厚度可提高到 2mm，但塗膜過厚會影響其附著力，也會造成過多的裂紋。試用不同厚度的標線，其目的在於探求路面標線經冬季後是否能較好保持。

塗膜厚度可用下列方法計算：

設 w 為熔融塗料的用量， d 為密度， s 為塗覆面積，塗膜理論厚度為 f ，則：

$$t = \frac{W}{d \cdot s}$$

3.3.5.4 塗覆

路面標線的各種圖案線條要符合規定的尺寸，其寬度及塗膜厚度要勻稱，直線、曲線要與線形協調，標線清晰流暢

現用道路的標線，必須在不妨礙交通的情況下迅速施工。對於新建道路，其路面標線一般是道路工程的最後工序。路面標線的施工進度以不影響開放交通為原則。

四、各國發展

4.1 國內熱拌塑膠反光標線需求原料之特性^[8]

4.1.1 主要構成的原料功能與總類

主要構成的原料與功能、總類等，參見下表 4.1。

表 4.1 主要構成的原料功能與總類示意表

| 基本組成 | 原料功能 | 原料總類 |
|-------|---|---|
| 樹脂 | A、具加熱即熔融，冷卻即乾固的特性，色澤淺淡、穩定。 B、具有強烈的路面粘著性。 C、具足夠的流動性與熔融粘度相配合。 | A、石油類樹脂。 B、松香類樹脂。 C、脂肪醛類樹脂。 |
| 可塑劑 | A、具強化熔融流動性與彈性。 B、具增加抗高、低溫與碎裂性。 | A、DOP、DBP，長油性或改性油，醇酸樹脂。 B、大豆、米康、棕櫚等精煉長油、白腊油。 |
| 填充劑 | A、具增強抗壓性、耐磨耗性與抗滑性。 B、有效的降低成本。 | A、輕、重質 CaCO ₃ 。 B、矽砂、寒水石。 |
| 反光玻璃珠 | A、具 1.56 以上反射度玻璃珠。 B、能耐磨耗之圓體玻璃微珠。 | A、介於粒度 0.6mm~0.1mm 之間的圓體、透明玻璃微珠。 B、80%以上的圓度率。 |
| 顏料 | A、能增強表面色澤，提高安全辨識。 B、具 UV 抗紫外線功效，耐久抗退化性。 | A、白色：TiO ₂ (鈦白粉)#R 型、#A 型。 B、黃色：鉻黃。 C、紅色：鉬紅。 |
| 增強劑 | 能防止熔融原料的沈降，而使標線增豔、耐寒、抗表面污染。 | A、防沈劑。 B、PE-Wax、HI-Wax。 C、隅和劑。 |

4.1.2 標線原料的特性與要求

1. 攪拌均勻：

標線原料，應充份將組成物攪拌均勻，以防止分斜偏折、結塊現象，造成難熔融、難施工、易變色、易沈降。

2. 穩定的熔融溫度：

熔融標線原料需備由瓦斯熱能的燃燒，因此，短時間加速溶解，能解省燃料的使用與費用，但軟化溫度需適當調節，以防止焦化、偏折，或因受日曬照射地面溫度影響，而使標線表面軟化變形、脫落。(夏季軟化點要求 98℃~200℃，冬季軟化點要求 94℃~200℃)。

3. 適當的流動性：

熔融標線應有效調節其流動性，以利施工劃線的移動速度。調節其流動性應注意粘性對路面的粘度，防止過於稀釋而標線扭曲、易脫落、易碎裂。

4. 快速的乾固時間：

標線原料應有效調節其標劃後的表面乾固時間，一般要求為標劃後 3 分鐘，應可耐輪胎碾壓不留胎痕、不脫落、不變形。

5. 優越的抗物染性：

標線原料應有效調節其表面的抗粘性，因施劃後的標線，需長時間的接受車輛、行人的壓踏，不能因沾粘污濁致使標線失去辨識、光澤及反光效果，進而影響人車安全。

6. 安全的反光效能：

標線原料應內含 15%~40%的反射功能玻璃微珠，能耐長時間標線表面一層層磨除後，仍具反射功能，以保障行車視覺的安全需求。

7. 不易沈降的熔融液態：

標線原料應有效調節其沈降性，以防止熔融時因沈降分離因素，偏離物性要求，甚而影響施工性。

8. 具耐候性：

視使用地區的季節氣溫變化，適切調整配方，能耐抗高、低溫、紫外線、酸雨等天候變化之老化、碎裂影響。

9. 優越的粘著性：

能符合不同路面底材施工之要求，如柏油、水泥路面、停車場、PU 地面等，其粘著耐用保固至少一年以上。

10. 具長久保存的有效期：

防止氧化變硬的組合，標線粉料至少一年以上的適當環境保存下，不會敗壞、結塊、無法熔融施工或粘著、變色。

11. 具耐磨耗性：

因其具有耐久磨損的優越性，再配合標線的耐候性及反光效果的保持，增加標線的安全使用年限。

12. 具抗滑性：

優異的配方及適當的施工，可有效預防因路面濕滑造成的行車安全。

4.1.3 粘層劑 (Primer) 的特性與要求

- (1) 粘層劑主成份為 Acrylic Resin 30±5%固形份含量組成，以 Solvesso Naphtha 或 CPC Solvent 為溶劑，依不同路面特性 (RC/AC) 之需求做配方的調整。
- (2) 塗膜厚度在 0.16~0.5kg/m² 情形下，乾燥 (揮發) 時間應在 5 分鐘之內，乾燥後仍具強力粘著性。
- (3) 粘層劑為易燃品，無論施工中或保存位置應遠離火源，注意安全。

4.1.4 反光用玻璃微珠的特性與要求

- (1) 玻璃微珠主要材質為鈉鈣矽酸鹽玻璃製成，具透明圓體。
- (2) 內填或外灑使用之玻璃珠，折射率要求 1.5~1.64，比重 2.4~2.6，顆粒圓度率要求在 80%以上。
- (3) 玻璃珠粒度要求介於 0.6mm~0.106mm 之間，因區分為灑佈型與內填預拌型，其粒度之分佈列有區別，視各生產廠家品質不同而有差異。

4.2 國內品質檢測規範

對於熱拌塑膠反光標線原料的品質穩定性，大多係經由日本的 JIS、英國的 BS、美國的 ASTM、及 CNS 檢驗單位的抽驗合格確定。以下即為相關檢驗與測試要求。

4.2.1 使用之原料檢測

- (1) 樹脂 (Hydrocarbon Resin)，參見表 4.2。

表 4.2 樹脂原料檢測

| | |
|---|---|
| A.取樣方法、數量： | 每次採購進廠之每一批號取 1,000~1,200 之試量為一個樣品，以單位取量縮分法，分至檢查規定之樣品所須重量(300~500g)為試樣品。 |
| B.色相、外觀： (Color) | 將數脂試樣融化，不可混入空氣及不起泡，放冷至室溫，判定與標準樣品比較外觀，不能結塊、顏色形狀差異相同。(色相 ASTM E313 Minlota 508d 65 以下) |
| C.軟化點： (Softening Point) (96°C~105°C) | a.使用 JIS B1501 所規定之直徑 9.525mm 等級 60 的鋼珠，玻璃容器尺寸為直徑 85mm 以上，高 127mm 以上，JIS K3351 規定之精緻甘油 1 號。 b.加熱時甘油溫度為 50°C，以每分鐘 5.0±0.5°C 之速率升溫，以鋼珠掉落時之溫度記錄之。 |
| D.流動性： (擴散面積) | 將樹脂試樣融化，以 5 號福特杯(Ford Cup Method Or 20 ML Round Disk Method)測試定量的流動擴散面積。 |
| E.粘度： (Melt Viscosity) | 2,500~3,000 cps mPa.s |
| F.酸價： (Acid Value) | 2.3 以下 |

| | |
|-------------------------|------------|
| G.閃然點： (Flash Point) | 270℃以上 |
| H.黃色度： | Y 值 0.1 以下 |

(2) 玻璃珠 (Glass Beads)，參見表 4.3。

表 4.3 玻璃珠原料檢測

| | |
|-----------------------|--|
| A.取樣方法、數量： | 每次採購進廠之每一批號取 1,000~1,200g 之試量為一個樣品，以單位取量縮分法，分至檢查規定之樣品所須重量(400~500g)為試樣品。 |
| B.外觀、形態： | 取約 1g 玻璃珠置於透明玻璃板或塑膠板上並均勻分開，放至顯微鏡下以 20 倍觀看，數出視野內玻璃珠銳角、橢圓、不透明、異物及粒子互融著個數，重覆實驗 1~2 次後代入公式得知。 |
| C.比重： (2.4~2.6) | a.以 JIS R3505 規定之 100ml 量筒加入以 JIS K8271 規定之二甲苯秤重精確至 1g。 b.以公式算出玻璃珠的比重： $Sg=WoD/(Wa+Wo-Wb)$ 。 |
| D.屈折率： (1.50~1.64) | a.需使用符合(JIR R 3301 標準 1.50~1.64)浸液，精密度 1/1000 以上之折射率測定器確認之。 b.使用約 100 倍顯微鏡在鈉燈之光源下觀察，透過光線觀察倍克線(Becke's line)之移動作爲判定。 |
| E.耐水性： | a.以 JIS K8180 規定之鹽酸，調製 0.01N 氫氟酸。 b.以酚鈦指示劑，並以 0.01N 氫氟酸滴定之。 c.以 0.01N 氫氟酸消耗量在 15ml 以下，且玻璃珠表面無發霧現象判定。 |
| F.篩分析： | 以#20、#30、#50、#150 篩網測其力粒度分布。 |

(3) 填充料 (Coarse CaCO₃)，參見表 4.4。

表 4.4 玻璃珠原料檢測

| | |
|-----------------------|--------------------------------------|
| A.取樣方法、數量： | 同上述第 2 項玻璃珠(Glass Beads)。 |
| B.水份、白度、吸油量、325 目殘餘量： | 依進料檢驗規範辦法執行之。 |
| C.沈降體積： | 30min 要求 12/cc 以上，90min 要求 15/cc 以上。 |
| D.44um 通過率： | 99%以上。 |

(4) 填充料 (Fine CaCO₃)，參見表 4.5。

表 4.5 填充料 (Fine CaCO₃) 原料檢測

| | |
|------------|--|
| A.取樣方法、數量： | 每次採購進廠之每一批號取 1,000~1,200g 之試量為一個樣品，以單位取量縮分法，分至檢查規定之樣品所須重量(400~500g)為試樣品。 |
| B.水份、白度： | 依進料檢驗規範辦法執行之。 |
| C.粒徑要求： | 30~80 號篩：要求 5~85%，200 號篩殘餘：15%以下。 |

(5) 色料 (Yellowness index)，參見表 4.6。

表 4.6 色料原料檢測

| | |
|------------|---|
| A.取樣方法、數量： | 每次採購進廠之每一批號取 500~600g 之試量為一個樣品，以單位取量縮分法，分至檢查規定之樣品所須重量(200~300g)為試樣品。 |
| B.耐熱性： | 將適量之樣品，放入烘箱內 25min，烘箱控制 245~250℃，拿出後至室溫放冷，觀察其顏色變化，判定冷卻後不變色且回復原色。 |
| C.吸油量： | a.吸油量包括亞麻仁油與 DOP 油，兩種測試方法相同。 b.先以天秤精秤 5g 之樣品，倒在毛玻璃片上，詳細記錄油之 CC 數，將刮刀放在滴管上，慢慢轉動使油滴下數滴於刮刀上，再將油滴入粉中開始用刮刀反覆拌合，如此重覆至飽和為止，再讀取 CC 即可取得。 |
| D.遮蓋率： | a.取樣 2g 加 8g 白色數脂加 6g 水混合，取混合品以施膜器施劃於色紙上，放置室溫乾燥，判定與標準樣板比對，遮蓋住色紙。 b.銻黃用白色紙。 |
| E.粒度要求： | 44um 通過率 0.02% |

(6) 色料 (TiO₂)，參見表 4.7。

表 4.7 色料 (TiO₂) 原料檢測

| | |
|------------------------|---------------------------------|
| A.取樣方法、數量、吸油量、耐熱性、遮蓋率： | 同上述(5).色料(Yellowness index)檢驗方式 |
|------------------------|---------------------------------|

(7) 可塑劑 (Soya bean oil、Alkyd oil)，參見表 4.8。

表 4.8 可塑劑 (Soya bean oil、Alkyd oil) 原料檢測

| | |
|------------|----------------------------------|
| A.取樣方法、數量： | 每次採購進廠之時，直接到油槽儲桶取樣每一批號取 250/ml。 |
| B.外觀： | 直接目視取樣之樣品，須為無色透明狀，不可滲雜有異物或雜質。 |
| C.基本條件： | 比重：0.96~1.02，閃然點：300℃以上，酸價：4 以下。 |

(8) 助劑（防沈劑），參見表 4.9。

表 4.9 助劑（防沈劑）原料檢測

| | |
|-----------------------------|--|
| A.取樣數量： | 每次採購進廠之每一批號取 500~600g 之試量為一個樣品，以單位取量縮分法，分至檢查規定之樣品所須重量(100~150g)為試樣品。 |
| B.軟化點： (Softening Point) | 原料檢驗操作方式同成品之軟化點測試。 |
| C.沈降度： | 原料檢驗操作方式同成品之沈降性測試。 |

(9) 助劑（PE Wax），參見表 4.10。

表 4.10 助劑（PE Wax）原料檢測

| | |
|-----------------------------|--|
| A.取樣方法、數量： | 每次採購進廠之每一批號取 500~600g 之試量為一個樣品，以單位取量縮分法，分至檢查規定之樣品所須重量(100~150g)為試樣品。 |
| B.軟化點： (Softening Point) | 原料檢驗操作方式同成品之軟化點測試。 |
| C.外觀： | 直接目視取樣之樣品，為白色細顆粒狀或片狀，不可有結塊及顏色差異大之狀況。 |

4.3.2 熱拌塑膠反光標線(路線漆)檢驗與測試

符合 CNS-1333 路線漆規範、JIS-5665，參見下表 4.11。

表 4.11 熱拌塑膠反光標線(路線漆)檢驗與測試

| | |
|---|---|
| A.取樣方法、數量： | 每製造批號之每一包裝棧板取樣一包，依照 JIS K5600-1-3 的 8.4 節取樣，試樣大小為 1 ± 0.2 kg。 |
| B.可施膜溫度： ($180\pm 20^\circ\text{C}$) | 製作熔融試料時，觀察其熔至可施劃狀態，測其溫度，統計各試樣溫度記錄曲線圖，做為品質穩定性依據。 |
| C.溶融時間： | 設定規定之固定溫度，投入規定之試料重量，觀察其熔至可施劃狀態，測其時間，統計各試樣溶融時間記錄曲線圖，作為品質穩定性依據。 |
| D.密度： (1.7~2.1) | a.將熔融之路線漆倒入正四方型之模型($2\text{X}2\text{X}2/\text{cm}$)。 b.需使用符合 JIS R 6252 規定研磨紙 100 號之砂紙。 c.用游標卡尺量測試體之長、寬、高（精確至 0.02mm），並秤量試體質量（精確至 10mg）後，代入公式，算出密度。（依 JIS Z8401 取小數點 1 位） $S=m/V$ m：試片質量(g) |

| | |
|--|---|
| | V：試片體積(cm ³) S：密度 |
| E.軟化點： (Softening Point) (90℃以上) | a.測試裝置：玻璃容器尺寸為直徑 85mm 以上，高 127mm 以上；內裝有 JIS K3351 規定之精製甘油 1 號；加熱時甘油溫度為 50℃時以每分鐘 5.0±0.5℃之速率升溫。 b.銅環上方中心點放置之鋼珠，使用 JIS B1501 所規定之，直徑 9.525mm 等級 60 的鋼珠。 |
| 塗膜外觀： | 使用 JIS H4000 所規定之編號 A1085P-0 的鋁板(150X70X1.5mm)，使用施膜器寬度為 6cm。在擴散晝光下，檢視試驗片的塗膜之破裂、皺紋及色差。(不可有破裂、皺紋、裂痕、色與樣品差異不大，塗膜外觀正常。) |
| 不粘著乾燥性： (三分鐘後表面不粘著胎痕) | a.使用 JIS G3141 所規定 SPCC-SB(約 300X150X1.6mm)鋼板，使用施膜器寬度為 15cm。 b.在室溫放置三分鐘後，將驗輪放置於試片中央部一端用兩手輕持手把，並以一定速率往同一方向在塗膜上來回轉動 3 次，再以肉眼檢查有無路線漆附著於試驗輪上。 (不可附著於試驗輪上) |
| 45 度 0 度擴散反射率： (白色：75 以上、黃色：45 以上) | a.使用試料製作同塗抹外觀之方式。 b.使用光電色差計依 JIS Z 8722 之 5.22(第二種分光測光器)所規定的方法，求 45 度 0 度擴散反射率(視感反射率)；重覆測試，取三點平均值(取小數點以下二位) |
| 黃色度(限白色)： (0~0.1) | a.使用試料製作同塗抹外觀之方式。 b.使用光電色差計依 JIS Z 8722 之 5.22(第二種分光測光器)所規定的方法，求其三刺激值 X、Y、Z。並代入公式計算之，(依 JIS Z 8401 算至小數點以下二位) $D=(1.28X-1.06Z)/Y$ |
| 耐磨耗性： (Abrasion Resistance) (小於 200mg) | a.耐磨耗性的試驗依據 JIS K5600-5-8 規定，研磨紙法要用 JIS K 6902 之 4.9.3 規定的合格紙(100 號)。 b.將試片裝於耐磨耗性試驗機上重複以 200 轉測試每次減重量，平均其數值即可得知正確之磨耗。 |
| 壓縮強度： (≥0.802kN/cm ²) | 依比重試片方式製作試片，放於室溫 23±1℃之室內 18 小時。使用 JIS B7733 規定之萬能試驗機或具同等級以上性能者，且能指示出試片在破壞時之荷量在最大刻度 20%以上者。 |

| | |
|----------------------------|--|
| 耐鹼性 (alkali Resistance) | 耐鹼性是依照 JIS K 5600-6-1 之 7(耐鹼性)規定，但鹼性溶液是依照 JIS K 8575 所規定的氫氧化鈣來調製成氫氧化鈣飽和溶液。 |
| 玻璃珠含量： | 依 CNS 1333 操作。 |
| 玻璃珠外觀形狀： | 取約 1g 玻璃珠置於 20 倍顯微鏡下以觀看，數出視野內玻璃珠總個數，數出視野內玻璃珠銳角、橢圓、不透明、異物及粒子互融著個數後，代入公式並重覆實驗 2 次。 |
| 耐候性： | a.依據 JIS K5600-7-6 的第 5 節，做耐候試驗台，試片之安裝角度為使塗面朝上，與水平面所成之角度為 0 度。 b.試驗期間為 12 個月，塗膜觀察時間為 12 個月之後。 |
| 沈降性： (Sediment) | a.使用鋁箔空心圓筒直徑為 60mm 及高 120mm 之圓鐵柱體和鋁箔紙。 b.將熔融之試料倒入空心圓筒內再置入烘箱 1 小時(恆溫 220°C)，取出後慢慢冷卻至室溫，將已冷卻之圓柱利用鐵鎚從中剝開，觀察此試料之剝面，記錄沈降比例即為沈降度。 |
| 流動性： | 以 5 號福特杯(Ford Cup Method Or 20ML Round Disk Method)測試定量的流動擴散面積。 |

4.3 各國發展比較^[9]

國外自 1924 年美國俄亥俄州首先使用交通標線漆以來，在幾十年時間內交通標線漆大體經歷了三個階段。最初階段採用低檔的油性漆，其乾燥速度慢，耐磨性差，使用壽命短、塗覆間隔也短。隨著合成樹脂的發展，開發了以合成樹脂為基料的溶劑型高檔漆。這類型又分為冷塗和熱塗兩種。這是交通標線漆發展的第三階段。這類標線漆各項性能都比油性漆有大幅度的提高，尤其是熱塗標線漆性能更好。溶劑型合成樹脂標線漆在國外發展很快，逐漸發展成標線漆的主要品種，至今仍保留著它的重要地位。

國外交通標線漆發展的第三個階段以熱熔漆出現為標誌，熱熔漆始於 50 年代，在 60 年代發展較快。熱熔型標線漆塗層厚、耐磨、反光、無溶劑且快乾，但施工需要特殊施工設備，施工工藝複雜。

國外標線漆美國、日本比較發達。據統計，早在 1976 年世界標線漆耗用量為 35 萬噸，其中美國占 15 萬噸，日本 10 萬噸，南歐各國 8 萬噸。到 1986 年美國交通標線漆耗用量增至 20 萬噸，而日本從 1986 年開始，僅熱熔型交通標線漆年產就超過 9 萬噸。各國使用交通標線漆的種類、比例各不相同。據 80 年代初統計，美國主要使用溶劑型交通標線漆，當時只有 5~8% 的熱熔型交通標線漆。西德也以溶劑型漆為主，占 60%。

熱熔型標線漆占 30%，日本卻以熱熔型標線漆為主，占 60%，溶劑型漆占 40%。1983 年歐洲各國和日本各種標線漆的比例詳見下表 4.13。

表 4.13 各國路線漆比例 (%)

| 國家 | 熱熔型 | 溶劑型 | 其它 |
|-----|-----|-----|----|
| 西德 | 30 | 60 | 10 |
| 法國 | 25 | 58 | 25 |
| 瑞士 | 10 | 60 | 30 |
| 奧地利 | - | 50 | 50 |
| 捷克 | 25 | 50 | 25 |
| 日本 | 60 | 40 | - |

熱熔型標線漆於 1956 年由歐洲研製成功。1958 年日本引進該技術，經消化吸收發展很快。目前，日本的熱熔型標線漆在國外上已處於技術領先地位。已占其路標漆總量的 90%，其他國家的熱熔型標線漆也在逐年增長。國外近年又開發了許多新型的節約型和高性能標線漆，以下對目前採用的主要標線漆品種和新開發的新型標線漆進行更詳細的介紹。

4.3.1 歐洲道路標線塗料生產和應用情況^[10]

近十年來的公路建設，尤其是高速公路建設的快速發展，使道路標線塗料得到了廣泛的使用，但與先進國家相比，仍有一定的差距。以下即針對歐洲德法等國之情況。

德、法兩國對標線材料的檢測認證十分重視和審慎，著重於標線的實際路用實驗，以考核標線的耐磨性、耐候性。兩國均設有專門的檢測機構，不僅檢測標線塗料的物理化學指標，重要的是還要進行路用考核，考驗標線的耐久性、耐候性等性能。為此，德國 BASF 專門建立了一套室內類比實驗系統，羅門哈斯公司的歐洲試驗中心採用實際的道路試驗，只有通過上述嚴格的測試並達到相應要求，標線材料才能在道路上使用。

鑒於標線對於引導交通的特殊功效，德、法兩國都非常重視標線的應用，各等級公路的標線塗裝率很高。新制定的歐洲道路標線標準將標線分為 I 型和 II 型，I 型標線為傳統標線，II 型標線指雨夜及潮濕環境下能反光的標線。I 型標線表面為平滑型，在雨夜，路面上的積水淹沒了標線，汽車大燈照到表面有水膜的標線時，司機就看不清標線。II 型標線表面是凸凹不平的，凸起部分露出水面，因而雨夜能夠部分反光。新標準對 II 型標線的雨天逆反射係數最低值要求為 25，標線在乾燥狀態下的逆反射係數應不低於 100。而且對標線也提出了防滑要求，防滑最低值為 45 BPN。對標線的耐久性分為 P0、P1、P2、P3、P4、P5、P6、P7 等不同的等級，以適用不同的道路選用，常用的是 P2、P4、P5、P6、P7。高等級道路選用 P6、P7 兩種耐久性標線材料，在國道主幹線上大量使用的是 II 型雨夜能反光的凸起型標線。

4.3.2 日本道路標線塗料生產和應用情況^[11]

路面標線是交通控制的手段之一。按照日本交通部頒《公路標誌及路面標線標準》JTJ072-82 的規定，高速公路、一級公路和平原微丘區的二級公路均應設置路面標線，其他等

級公路可在急彎、陡坡等庸況下設置路面標線或採取其他分隔車道的措施。在此，僅就日本的路面標線種類、材料和施工方法作一介紹。

一、對路面標線材料及施工的要求理想的標線材料，應滿足下述要求

- 1.無論白天或夜間，標線清晰可辨；
- 2.有良好的耐久性和速乾性， 施工方便；
- 3.行人或車輛不易打滑，不絆腳，對車輛的衝擊要小；
- 4.材料供充應足，價格經濟， 不污染環境。

對路面標線施工的要求有三點：

- (1)對一般交通影響時間短， 施工迅速；
- (2)可機動施工；
- (3)按道路條件和交通條件選擇相適應的施工方法。

二、路面標線材料的種類和施工方法

路面標線材料按其施工方式可分為常溫式、加熱式和熔融式三大類， 此外還有粘貼片、輔助道路釘、標示筒等。積雪寒冷地區有時採用在路面穿孔， 壓入熔融式或粘貼式材料的方法。這裏僅就常溫式、加熱式和熔融式三種作一介紹，參見表 4.14 是材料種類和施工

表 4.14 路線漆材料種類和施工比較表

| 路面標線材料的總類 | | | 施工方法 |
|-----------|-----|----------|------|
| 路面標線用漆 | 溶劑類 | 常溫用漆 | 常溫式 |
| | | 加熱用漆 | 加熱式 |
| | 熱塑性 | 熔融用漆 | 熔融式 |
| 黏貼材料 | | 黏貼片 | 黏貼式 |
| | | 黏貼帶 | |
| 標誌器 | 道路釘 | 道路釘、分隔帶釘 | |
| | | 發光釘 | |
| | 標示筒 | 標示筒 | |

(一)常溫式

塗料組成：塗膜的主要成分是合成樹脂(乙炔基類、醇酸樹脂類、丙烯酸類等，或者是它們的混合)，次要成分有乾燥劑等，然後再加入顏料、充填材料和輔助成分(溶劑或稀釋劑)，充分混合就得到常溫式標線材料。

與路面間的結合機制：從原理上講是物理結合。塗料在常溫下塗布於路面， 其乾燥硬化是由於溶劑揮發、合成樹脂的氧化以及重合作用。

塗布方法：有噴塗、滾子塗布、手刷塗布（主要用於垂直面上），模型塗布（主要用於文字、符號等）等各種方法。

(二)加熱式

塗料組成：主要成分是合成樹脂（乙基類、醇酸樹脂類、丙烯酸類等，或者是它們的混合），次要成分有乾燥劑等，再添加顏料，充填材料及輔助成分（溶劑或稀釋劑），把它們充分混合。與常溫式材料相比，輔助成分的添加量一般較少。

與路面間的結合機制；從原理上講，也是物理性結合。將塗料加熱（50~70℃），使其粘度下降，噴塗於路面。其乾燥機制由溶劑的揮發，合成樹脂的氧化以及重合作用構成。

塗布方法：加熱噴塗。

(三)熔融式

塗料組成：用合成樹脂調和，由顏料充填材料、反射材料組成的熱塑性固體混合物。不含溶劑或稀釋劑，故而具有速乾性。與路面間的結合機制；把熔融式材料加熱到 200℃左右，材料呈流動狀態，然後將其塗布於路面。當材料恢復到常溫狀態時就會固結於路面之上。可在材料固化之前撒布反射材料。其結合機制在黑色路面是二者的熔融結合，在白色路面則是物理結合，即以機械性咬合為主。

塗布方法：把塗料於溶解槽中熔融，將溶化的塗料裝入塗布機（槽式的或噴頭式的），塗布於著了底漆的路面上。

三、三大路面標線材料的特性與適用條件

(一)材料特性

表 4.15 三大路面標線材料特性表

| 類別 | 特性 | 常溫式 | 加熱式 | 熔融式 |
|------|------------------|------------------------|---|---|
| 本身特性 | 粘結力 (穩定性) | 大 | 中 由於溶劑含量少(有利於迅速乾燥)而粘度較高，溶劑揮發速度較快，用於水泥擬土路面，有時會出現粘結不良。 | 中 在水泥混攪土路面，當溫度等作業條件不當，或者當路面龜裂較多時，有時會由龜裂部分產生粘結不良。 |
| | 乾燥速度 (開放交通快慢) | 小 (因品種及氣溫而不同。3~20分) | 中 (3~15分) | 大 (1~3分) |

| 類別 | 特性 | 常溫式 | 加熱式 | 熔融式 |
|-----|-------------------|------------------------|-------------------------|----------------------|
| | 白色程度 | 大 | 中 玻璃微珠散布量過大時，白天可見黑色。 | 中 |
| | 夜間反射 (玻璃激珠的效果) | 中 | 大 | 大 |
| | 塵埃污染 | 中 | 大 | 中 |
| | 濕潤時的抗滑性 | 中 | 中 | 中 |
| | 耐磨耗性 | 小 | 中 | 大 |
| | 因除雪產生的影響 | 無影響 | 無影響 | 基本無影響 (全面玻璃很少) |
| | 耐候性(含變色) | 大 | 大 | 中 |
| | 有效壽命 | 小 | 中 | 大 |
| 施工性 | 適用範圍 | 大 (適用各種標示) | 小 | 中 |
| | 在施工中輪胎的粘帶及土的附著 | 有 | 有 | 少 |
| | 施工方便性 | 大 | 小 | 中 |
| | 厚度調節範圍 (一次施工) | 小 (至 0.2mm) | 小 (至 0.3mm) | 大 (至 1.0~2.5mm) |
| | 施工速度 | 中 線狀標示時用塗布機較快。他標線則小 | 大 只限於縱向線 | 大 因標示種類，有時也小 |
| | 對交通的影響 | 大 | 中 | 小 因施工機械總類不同，有時也大。 |

(二)材料的適用條件

1. 常溫式

適用於輕交通量道路的行車道中線、路緣線及垂直面上的標示等。塊石、磚類路面、臨時鋪裝、損傷顯著的路面用這種材料為好，也適用於積雪寒冷地區。當表示形狀複雜的文字、符號時，用字型模具即可。

2. 加熱式

適用於道路縱向的路面標示（實線與間斷線）。最適用於高速公路的行車道中線、車道分界線、路緣線。也適用於積雪寒冷地區。

3. 溶融式

用於受輾壓較多的行車道中線、車道分界線、路緣線和導流帶標示等。摩耗較多的停車線 曲線部分、交叉口標示以及行人眾多的人行橫道線也以採用這種材料為好。而塊石、磚類路面、臨時鋪裝及預定半年之內進行加封的路面不宜使用。

四、路面標線材料一例

表 4.16 路面標線材料一例

| 構成要素 | | 使用原料比例 | | | 性質 | 效果 |
|------|---|------------|------------|----------------|---|--------------------|
| | | 常溫式 | 加熱式 | 溶融式 | | |
| 顏料 | 白 | 鈦白粉 氧化鋅 | 鈦白粉 氧化鋅 | 鈦白粉 氧化鋅 | 極細的無機物。覆蓋力大，耐熱性好。 | 著色，對塗膜起充填作用。 |
| | 黃 | 無機黃色顏料 | 無機黃色顏料 | 耐熱無機(有機)黃色顏料 | 極細粉，著色力，覆蓋力大。局部過熱有變色的可能。 | |
| 充填材料 | | 碳酸鈣 | 碳酸鈣 | 碳酸鈣、高嶺土、寒水石、矽砂 | 白色粉末或顆粒(溶融)，粒徑 5~800 μm | 充填塗膜。增大抗滑力，提高耐磨耗性能 |
| 反射材料 | | | | 玻璃珠 | 玻璃珠微粒，粒徑 105~840 μm ，折射率 1.5 | 提高夜間可視性。增加摩阻力 |

五、結論建議^[14]

作為道路標線用塗料，目前世界上大約可分有 3 大類型產品。除常溫溶劑型路標油漆外，還有熱熔型和加熱溶劑型兩大種類。熱熔塗料是 50 年代中期在歐洲研製成功的，由於它具有快速凝固、鮮明、經久耐用和夜間反光性能，在世界各發展國家中已在很大程度取代了常溫型漆。

加熱溶劑型塗料性能介於常溫漆與熱熔塗料之間，施工方便，使用效果好，又具有夜間反光性能。它最適合於高速公路和其他高級道路上作為夜明標線使用。以下為詳細的情形分述狀況^[15]：

(一) 使用情形：

熱熔型道路標線塗料的產生在 20 世紀 50 年代，歐洲和美國開始出現熱熔型道路標線塗料，這種標線塗料以其乾結快、成膜厚、內混玻璃珠、可以實現標線夜間反光、壽命長等特

點，在短短的幾年內迅速佔領市場。

(二) 原材料及作用：

A. 熱熔型道路標線塗料的原材料及作用：

熱熔型道路標線塗料是道路標線塗料中性價比較高、較成熟的品種，但對塗料本身和施工情況的研究工作從未間斷，塗料本身方面是對主要成膜物質的選擇。

B. 熱熔型道路標線原材料及其在塗料中的作用：

- a. 樹脂：提供塗料的粘結能力、快乾性能、流動性，主要品種是石油樹脂。
- b. 顏料：熱熔標線白色塗料用鈦白粉，黃色塗料用鋁鎘黃。
- c. 增塑劑：提供塗料的流動性、彈性、耐低溫性能、粘結性、粘度，如韓國的 EVA、DOP（-辛脂）、大豆沙拉油。
- d. 填料：改善塗膜的機械強度，提高塗膜的耐候性，這類材料有重鈣粉，石英砂。
- e. 流變劑：增加塗料的流動性，改善施工性，防沉澱，PE 蠟就是流變劑的一種。
- f. 反光材料：提供標線的夜間可視性及機械強度，現在使用的熱熔型道路標線塗料面撒和內混的反光材料。就是表面經過處理的玻璃微珠。根據玻璃微珠的使用情況，熱熔型道路標線塗料分為 1 號和 2 號兩種。1 號熱熔標線塗料，塗料中不含玻璃微珠或含 15% 以下的玻璃珠，熱熔施工時也不面撒玻璃珠；2 號熱熔標線塗料，塗料中含 15%—23% 的玻璃珠，熱熔施工時再在塗膜上撒布玻璃珠。

(三) 材料的使用原則：

熱熔型道路標線塗料不僅要考慮到原材料不同品種之間性能的差異，還要考慮塗料的施工性能及施工成型後的使用性能等因素，因此，熱熔型標線塗料原材料的運用要根據施實的環境溫度、路面種類做適當的調整。冬季，塗料施工的環境和路面溫度低，此時使用的塗料。要適當加大增塑劑的用量，以降低塗料的軟化點和抗壓強度，較低的軟化點能減少標線在使用中出現的裂紋。能控制標線在使用中附著力降低的情況。夏季使用的塗料，施工環境及路面溫度比較高（瀝青路面路表溫度甚至高達 50-600C），塗敷在路面的塗料不易乾結，影響交通開放時間，所以用於夏季的塗料應當適當提高軟化點，減少增塑劑的用量。

新瀝青路面塗敷的熱熔型道路標線塗料，軟化點要求高一些，流動性比較低一些。新建成的水泥混凝土路面因其表面泛有一層城，城層的存在會影響標線塗膜與路面的良好粘結，因此，應在一年後施工熱熔型道路標線塗料，效果比較理想。

(四) 施工：

A. 施工設備：

熱熔刮塗型道路標線的施工設備生產廠家比較多，技術也成熟，國外的設備主要有日本阿童木、菊水，韓國光成河，加拿大西斯德克。施工設備有手推式、自行車式和車載式三大種類。

B. 標線的施工：

a. 施工前的安全措施：

在施工現場，根據路面的寬度、交通量等因素，要充分運用標誌、安全錐、旗幟等安全設施，配備專職交通管理人員疏導行人、車輛。

b. 施工工序：

熱熔型道路標線的施工順序圖如圖 5.1 所示。

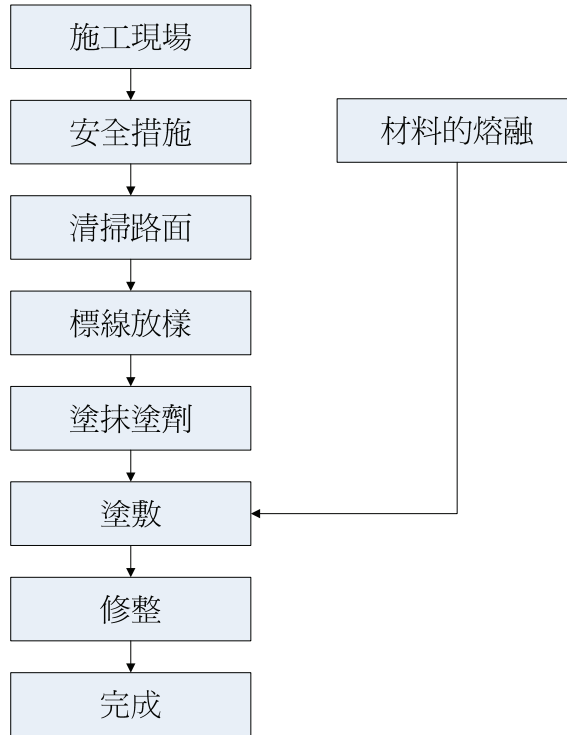


圖 5.1 熱熔型道路標線的施工順序圖

國外道路塗料的發展歷史雖不長^[14]，但至今日之發展，世界各國都已達到一定水準。主要特點如下：

- (一) 道路標誌標線完整清晰、鮮明美觀。
- (二) 標線在各種等級道路上的塗裝率都很高，基本上有路必有線。
- (三) 普遍的夜間反光，無論是高速公路還是鄉間小路。
- (四) 熱熔、加熱和常溫三種類型塗料並用，並且多以熱熔塗料為主，加熱溶劑型次之，常溫漆所占比重不大，並且以氯化橡膠漆為多用，酯膠漆已基本被全部取代。
- (五) 塗料的生產和劃線施工已形成良好的工業化配套。
- (六) 良好的塗料原料供給配套工業體系。
- (七) 科學的行業品質控制和施工管理系統。

從發展趨勢來看有以下幾個動向：

- (一) 三種類型塗料中以熱熔和加熱溶劑型占主要比重，並且這種趨勢還有所發展。相對而言，加熱溶劑型發展的較快，並將進一步在高速公路上取代熱熔塗料。
- (二) 不斷地開發新的塗料產品，如溫度敏感塗料、光敏塗料、發光塗料等。
- (三) 塗料施工裝備進一步機械化和自動化。
- (四) 道路標線塗料用量逐年增加。
- (五) 一種貼附式的道路標線用反光膠帶已在國外問世，並已形成工業化生產。這種產品類似熱熔塗料塗層，物理性質與橡膠帶接近。其使用方便、適應性強且壽命長，具有一定的發展前途。

五、參考文獻

1. 郭義勝、叢曉麗、劉政娟，「淺談道路標線塗料的發展趨勢」，黑龍江交通科技，第 5 期，2007 年。
2. 王文科，「教育研究法」，五南，P:421-435，1995。
3. 王玉民，「社會科學研究方法原理」，洪葉文化，P:250-253，1994。
4. Rubin Allen & Babbie Earl 著，趙碧華、朱美珍譯，「Research Methods For Social Work」雙葉書廊，P:383-405，1995。
5. 黃光雄，簡茂發主編，歐用生著，「教育研究法」，師大書苑，P:229-254，1991。
6. 趙嬌嬌、王久芬、張軍科、宋君榮，「道路標線塗料的研究發展」，上海塗料，第 44 卷第 9 期，2006 年 9 月。
7. 孟慶翰，「熱塑性反光道路標線塗料」，塗料工業，第 2 期，2000 年。
8. 「熱拌塑膠反光標線的相關特性與應用」，煜盛股份有限公司。
9. 陳秀雲，「交通標線發展狀況」，塗料技術，第 4 期，1996 年。
10. 杜玲玲等，「德國、法國道路標線塗料的應用」，中國塗料，2004 年。
11. 高佛，「日本的三種道路標線材料」，黑龍江省交通科學研究所。
12. 「熱熔型路面標線塗料」，工藝試驗，1993。
13. 杜玲玲、李興仁，「國外道路標線材料的發展趨勢」，公路交通科技，2000。
14. 曲凱，「我國道路標線塗料的現況和發展趨勢」，公路發展戰略。
15. 權海霞，「甘肅省熱熔型道路標線塗料應用研究」，建築設計，2006 年。

交通建設現行勞安查核之概述

吳孟洪*、尤文祥**

摘 要

勞委會為降低職業災害，藉由 95 年 2 月 19 日在全國舉辦「降 3 高減 8 惡完成 222」系列活動，把高致死、高致殘、高違規及職業災害類型前八之列為減災重點，順利推動各項重大建設如期進行，除工程維持一定施工品質水準外，亦需兼顧施工人員及工程進行中設施之安全，接續於 96 年修訂「勞工安全衛生法及其細則」，賡續辦理「公共工程防災查核」。交通部於 96 年度共辦理 88 件標案查核，其查核於「管理制度」缺失約佔 56%，「設施」缺失約佔 44%，顯示各級品管所轄之查核機制多有未落實，其落實程度待加強。另一方面，工程團隊缺失部分，工程主辦機關缺失約佔 27%、監造單位缺失約佔 32%、施工廠商缺失約佔 41%。

一、前言

84 年國際勞工局與世界衛生組織聯合委員會會議修正之宗旨：「促進和保持各行勞工身體、心理和社會安寧達最高程度；防止勞工因工作條件欠缺而影響健康；保護勞工免於因受僱而遭受有危害健康因素風險中；安置和維持勞工於一個為其生理和心理能力所能適應的職業環境」。

行政院勞委會有鑑於國內職業災害不斷發生，確保勞工工作環境的安全衛生及維護勞工合理，除繼續辦理勞工衛生相關工作外，並設置勞工安全衛生研究所，使勞工衛生行政及研究更趨結合。

此外，勞委會為提升公共工程安全衛生管理水準，執行行政院院會 94 年通過之「全國職場 233 減災方案」及政府採購法第七十條所定之施工安全衛生之責任，於 96 年 2 月 16 日頒訂「公共工程防災查核小組及績效考核作業要點」，其用意在於結合政府機關之資源，透過實際參與及查核等方式，提升各部會機關防災應變、安全衛生設施及安全衛生管理之能力，間接提醒基層作業人員之勞動人員重視自身工作環境安全衛生，以消弭職業災害，保障勞工職場工作安全，彰顯政府對勞工安全與健康的重視與關懷。

* 交通部重大工程督導會報工程司（海洋大學河海所研究生）

** 交通部鐵路改建工程局工程司

二、防災查核之法源及沿革

2.1 法源

「勞工安全衛生法」於 63 年 4 月 16 日完成立法程序公布實施，確保勞工工作環境的安全衛生及維護勞工合理之勞動條件，賡續頒訂「勞工安全衛生法施行細則」、「勞工安全衛生設施規則」、「勞工安全衛生組織管理自動檢查辦法」等，對落實營造業施工之安全衛生要求提供強而有力的法源基礎。

2.2 沿革

民國 76 年 8 月 1 日行政院勞工委員正式成立，除依「勞工安全衛生法」賡續辦理外，並設定減災重點，將三高：高致死、高致殘及高違規；八惡：被夾被捲、墜落滾落、被刺割擦傷、跌落、物體飛落、被撞、物體倒塌崩塌、感電，透過風險分級管理、改善檢查方式、消除職場危險源。近年，政府為順利推動公共工程、提昇其品質及落實勞工安全衛生，依據勞工安全衛生法相關法規推動之策略為：

1. 77 年 3 月擬訂「現階段勞工政策綱要第一期執行方案」。
2. 79 年元月擬訂「加強勞工安全衛生方案」。
3. 82 年 12 月 1 日發布「加強公共工程勞工安全衛生管理作業要點」。
4. 83 年 11 月 23 日發佈「事業單位自護制度實施要點」（1998 年及 2001 年各修訂）。
5. 84 年更訂「勞工安全衛生加強年」。
6. 92 年函發「營造安全衛生設施標準圖例解說」。
7. 95 年執行「全國職場 233 減災方案」
8. 96 年 2 月 16 日頒訂「公共工程防災查核小組及績效考核作業要點」。
9. 96 年 3 月 22 日發布「96 年全國職場安全週實施計畫」。
10. 訂定每年「勞動檢查方針」。
11. 97 年 2 月 29 日發布「97 年全國職場安全健康週實施計畫」。
12. 97 年起「公共工程防災查核機制」納入「政府採購法」之「工程施工查核小組」辦理。

此外，行政院工程會為加強公共工程品質，除配合政府採購法第 70 條修正，進一步強化公共工程品質，提出第二階段品質提升推動計畫，藉由工程主辦機關自我設定目標，不斷檢討改善，以達到提升公共工程品質目標。

品質指標：環境、安全、強度、美觀、功能等五項指標，其核心目標與現行「勞工安全衛生法」相關執行內容有關，概述如下：

1. 整齊：基地內、外清潔，無粉塵，無放流水，工地辦公室內外整潔，設置洗車池。
2. 定位：設置告示牌、圍籬，機具材料依規定位置堆置，工區周邊行人安全防護措施及導引牌面，工區周邊標線、標誌、號誌設置，工區入口之管制是否影響道路交通，重要路口交通引

導人員情形，設置技術士。

3. 紀律：工人是否使用安全防護用具，工人服裝是否整齊，工人是否在工地喝酒，有無亂丟垃圾。
4. 安全：防墜等安全設施（如護欄、開口加蓋），防止崩塌安全設施，防漏電設備，工地內施工警告設施，圍籬、外部防護網等設施，危險性工作場所申請。
5. 不髒：工區附近乾淨，常掃地及洒水，防護網整潔完整，圍籬亮麗，工程車輛輪胎乾淨沒泥土。
6. 不亂：工區外沒有堆放材料，工區週遭道路沒有坑洞，工程車輛人員進出井然有序。
7. 不吵：沒有施工噪音，沒有過大振動。
8. 沒有污染：未違反環境保護法規，受主管機關處全部停工一次或部分停工二次以上之處分，巨額採購工程累計罰款未達新台幣一百萬；查核金額以上未達巨額之工程累計罰款未達新台幣三十萬；或未達查核金額之工程累計罰款未達新台幣十萬元。
9. 沒有職災：年度內無發生死亡等重大職業災害，或發生災害之罹災住院人數少於三人。

三、防災查核執行情形

3.1 防災查核

行政院勞委會彙整 96 年上半年度中央部會及縣市政府防災查核，計查核 153 件於表 1，其查核狀況計優等 1 件、甲等 92 件、乙等 57 件、丙等 3 件。其中交通部防災查核小組查核所屬機關工程計 23 件，查核成績均為甲等，整體安衛執行在中央部會及縣市政府表現屬中上水準。

前開查核小組於查核時發現缺失，相關單位應即辦理改善。工程主辦機關應督促監造單位及廠商限期改善，並將改善前、後之情形拍照留存。工程主辦機關應於期限內改善完妥後，將改善情形報查核小組備查。

查核成績為優等者，工程主辦機關得將廠商自受查核為優等之次日起兩年內，列為工程採購以最有利標決標之履約績效評選項目參考；獎勵期間如他案經查核成績為丁等者，不再適用之。

表 1 公共工程防災查核小組 96 年上半年查核明細表

| 單位 | 查核金額以上 | 一千萬以上未達查核 | 公告金額以上未達一千萬 | 累計查核總件數 | 優等件數 | 甲等件數 | 乙等件數 | 丙等件數 |
|-----|--------|-----------|-------------|---------|------|------|------|------|
| 內政部 | 22 | 4 | 5 | 31 | 1 | 22 | 7 | 1 |
| 財政部 | 3 | 3 | 2 | 8 | 0 | 2 | 6 | 0 |
| 教育部 | 12 | 7 | 1 | 20 | 0 | 8 | 11 | 1 |
| 法務部 | 0 | 3 | 1 | 4 | 0 | 2 | 2 | 0 |

| | | | | | | | | |
|-------|----|----|----|-----|---|----|----|---|
| 經濟部 | 2 | 1 | 3 | 6 | 0 | 5 | 1 | 0 |
| 交通部 | 17 | 3 | 3 | 23 | 0 | 23 | 0 | 0 |
| 衛生署 | 0 | 1 | 2 | 3 | 0 | 3 | 0 | 0 |
| 退輔會 | 5 | 1 | 0 | 6 | 0 | 4 | 1 | 1 |
| 文建會 | 4 | 6 | 4 | 14 | 0 | 4 | 10 | 0 |
| 農委會 | 1 | 6 | 5 | 12 | 0 | 8 | 4 | 0 |
| 環保署 | 5 | 8 | 3 | 16 | 0 | 5 | 11 | 0 |
| 海巡署 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 台北市政府 | 5 | 2 | 1 | 8 | 0 | 5 | 3 | 0 |
| 小計 | 76 | 46 | 31 | 153 | 1 | 92 | 57 | 3 |
| | | | | | | | | |

3.2 職災統計

行政院工程會網頁 94 年至 96 年國內職災統計，三年內總計發生 136 件職災案件、造成 146 人死亡；30 人輕重傷於表 1、圖 1。其中 94 年度計發生 24 件職災案件（計 26 人死亡；2 人輕重傷）、95 年度計發生 56 件職災案件（計 56 人死亡；12 人輕重傷）及 96 年度計發生 57 件職災案件（計 64 人死亡；16 人輕重傷）。

前開職業災害又以墜落（含滾落）發生 50 件（55 人死亡、7 傷）為最；次為物體倒塌、崩塌發生 32 件（33 人死亡、17 傷）；被撞、被夾發生 18 件（19 人死亡）；感電發生 13 件（13 人死亡）及物體飛落發生 10 件（10 人死亡）為近三年來職業災害發生最高前五項。

前述職業災災害發生之原委，多為勞工的態度及外在的情境因素所造成，其發生主要原因如后：

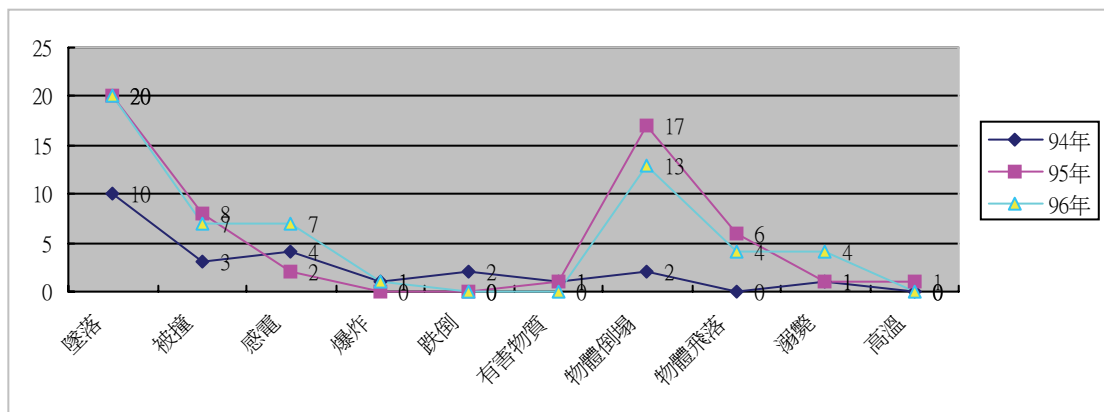
1. 不願：不充分使用個人安全防護設備、服從雇主或管理人員的指導、參與教育訓練。
2. 不知：安全裝置失效、判斷錯誤、危害之反應及應變不足、任一意外所造成的損失。
3. 不當：操作機械、設備、不安全的位置或姿勢。
4. 不理：工地的安全政策及計畫、工作安全事項、工地安全衛生管理、安全警告措施、標準作業程序。
5. 失檢：個人健康問題、蓄意破壞、不小心、過度自信、輕忽（惡作劇）和未按規定。

表 1 94 年~96 年職業災害統計一覽表

| | 94 年度 | 95 年度 | 96 年度 | 總計（死、傷） |
|-------|--------|----------|----------|----------|
| 墜落、滾落 | 10（10） | 20（21，2） | 20（24，5） | 50（55，7） |
| 被撞、被夾 | 3（3） | 8（8） | 7（8） | 18（19） |
| 感電 | 4（4） | 2（2） | 7（7） | 13（13） |

| | | | | |
|---------|------------|-------------|-------------|---------------|
| 爆炸 | 1 (2) | 0 | 1 (2, 1) | 2 (4, 1) |
| 跌倒 | 2 (1, 1) | 0 | 0 | 2 (1, 1) |
| 與有害物之接觸 | 1 (3) | 1 (2) | 0 | 2 (5) |
| 物體倒塌、崩塌 | 2 (2, 1) | 17 (16, 6) | 13 (15,10) | 32 (33, 17) |
| 物體飛落 | 0 | 6 (6) | 4 (4) | 10 (10) |
| 溺斃 | 1 (1) | 1 (1) | 4 (4) | 6 (6) |
| 高溫 | 0 | 1 (0, 4) | 0 | 1 (0, 4) |
| | 24 (26, 2) | 56 (56, 12) | 56 (64, 16) | 136 (146, 30) |

圖 1 94~96 年職災死亡分類比較圖



3.3 勞委會為降低職災之發生，貫徹建構「安全的工作環境」之施政主軸，將其檢查策略與目標於該會網頁登載主要減災策略及做法，期許「讓職業災害減至最小」。

【提昇檢查執行效能】

1. 推動辛苦特定製程產能工作環境改善專案，採行「宣導、檢查、輔導」三合一作法，鎖定辛苦特定製程產業之廠場及重大公共工程實施監督檢查，加強督促雇主落實防災相關法令規定，對涉有技術問題者，則轉介至本會與經濟部共組之改善輔導團，提供積極之診斷諮詢、工程改善輔導及貸款協助。
2. 實施風險分級管理對策，加強對各轄區內高危險行業施以分級列管機制，針對高致死率之石化業、營造業、鋼鐵業及瓦斯分裝場等，聚焦火災爆炸、墜落、倒塌崩塌、感電及物體飛落等災害預防重點事項，實施多重稽核監督檢查，以活用檢查人力。
3. 推行降低職業殘廢災害專案，列管高致殘風險之金屬製品業，有效防止捲夾、切割等職災。
4. 推動精準有效檢查機制，精確掌握石化業歲修、營造業大型支撐架、施工架組拆、吊籠及升降機組裝、塔式起重機升高拆卸、局限空間作業等施工期短而又具高危險之作業。

5. 執行 EEP 方案，追蹤列管「職災大戶」，賡續納管高職災及高違規廠場或作業執行高強度、高密度監督檢查，消弭因趕工或作業紀律鬆散而發生職災。
6. 推動動態巡邏稽查專案，針對起重吊掛、使用道路施工或鄰接道路工作、廣告招牌安裝、管道疏濬等臨性、短暫性作業未設安全防護措施者，密集實施不定時、不定點之巡邏稽查及違規告發。
7. 擴大代行檢查機構監督功能，實施全廠(場)危險性機械設備自動檢查紀錄及證照查核作業，減少危險性機械設備因操作不當引起之災害。
8. 充實檢查員防災檢查知識與技能，因應新興產業及減災需求，按檢查職務專長，規劃辦理道路作業安全、切割捲夾災害預防、電氣設施安全及新修法規等在職研討，強化防災必備知能。

【策進防災夥伴合作】

1. 推動與大型企業締結安全夥伴，協助大型企業推動「職業安全衛生管理系統」，提升風險管理水準，善盡企業社會責任。
2. 結合相關專業團體、同業公會等締結夥伴關係，共同宣示減災目標，協助提昇防災技術、建制防災規範，並協助個別會員改善職場安全。
3. 建立工業區防災夥伴關係，構築工業區及科學園區、加工區之廠商聯誼會或同業公會安衛合作平台，促進區域防災資源交流，並整合區域性勞工安全衛生促進會，協助推動防災合作事項。
4. 推動重大工程專案防災夥伴，與大型廠房新建、擴建工程及國道新建工程等業主締結防災夥伴關係，協助導入工程專案風險管理機制，持續運作 PDCA 循環管理模式，消除工程設計規劃之防災盲點或缺失，減低施工作業之風險。

【建構防災輔導機制】

1. 加強中小事業職災預防輔導機制，委託民間專業機構從事中小型高風險事業單位防災改善諮詢及技術支援，建置防災改善技術工具，提昇設備、器具之改善率，以預防職災發生。
2. 推動辛苦特定製程產業工作環境改善輔導專案，與經濟部共組工安改善輔導團，針對特定製程產業進行安衛設施診斷及改善輔導，並協助提出改善計畫書，對短期無法改善者，協助提出中長程改善計畫，以有效改善工作環境。
3. 訂頒高危險作業安全指引或基準，分析災害趨勢研擬高危險之臨時性作業（如施工架組拆等）、特殊性行業等作業安全指引，指導事業單位建立安全標準作業規範。
4. 強化工程採購及營造業施工安全相關機制，積極協助公共工程委員會及內政部營建署修正工程採購及營建設計施工安全規範，健全營造工程防災制度。
5. 加強職業衛生輔導，必要時結合職業衛生專家及醫師等組成臨場協助小組，提供事業單位作業環境測定、設施改善、健康管理及危害通識之協助。

【強化防災宣導行銷】

1. 推動防災自主稽查及在職訓練制度，辦理營造業等高危險事業勞安管理人員及現場工程人員在職講習及研討會，強化其防災管理與技術層面之新知。
2. 建置轄區勞安人員、自營作業者及關鍵作業（如起重機操作）人員等資料庫，透過宣導會、e-mail、手機等不同行銷管道遞送或電子傳送職災實例或簡訊等宣導資料，防止類似災害重複發生。
3. 善用本會、檢查機構及其他有關機關（構）、合作夥伴之電子報、網站等資訊網絡，不定期傳送防災檢查動態、安衛宣導資料或最新職災案例。
4. 鎖定特定目標（如引起社會關注之個案）或時點（如職災高峰期），會同有關機關及縣（市）首長等實施勞安聯合稽查，並以淺顯易懂主題吸引當地媒體廣為宣導行銷，提昇全民防災知識。
5. 規劃建構整合性職場防災知識管理平台，剷平各單位知識藩籬，擴展防災知識與經驗分享範疇。

四、交通部之公共工程防災查核

4.1 查核重點及工程選取原則

交通部為整體公共工程施工順利及兼顧品質提昇，遵照勞委會頒訂之「公共工程防災查核小組及績效考核作業要點」、「加強公共工程勞工安全衛生管理作業要點」，賡續辦理交通部公共工程防災查核作業。

其查核重點為工程之施工安全衛生管理及設施，主要項目如下：

1. 機關之施工安全衛生管理稽查機制及缺失矯正處理、安全衛生經費編列及計價情形、監造計畫及安全衛生管理計畫之審查紀錄。
2. 監造單位之安全衛生管理計畫之審查作業程序、契約安全衛生事項及施工安全圖說監造情形、監造計畫施工安全衛生監督與查核作業執行情形、安全衛生設備及措施缺失查核與矯正措施。
3. 廠商之安全衛生管理計畫訂定及執行情形、危害告知及共同作業安全衛生協議防災管理措施執行情形、各項作業施工安全圖說、安全規範、安全作業標準訂定及執行情形、營造等作業主管業務執行情形、安全衛生自動檢查及自主管理活動辦理情形。

計畫工程查核優先順序選取標準：

- (一) 工程進度在百分之三十至百分之八十間，此進度外之工程查核得計入查核件數，但不作為工程主辦機關之相關人員及廠商獎勵之依據。
- (二) 工程進度雖在百分之三十至百分之八十間，但查核時該工程無明顯之施工進度或無勞工作業時，該次查核得計入查核件數，但不作為工程主辦機關之相關人員及廠商獎勵之依

據。

- (三) 視工程推動情形及作業危害程度安排查核時機，並得不預先通知赴工地進行查核。
- (四) 各主辦機關推薦獎勵之優良工程。
- (五) 部次長相關指示。
- (六) 媒體報導相關勞安職災及查核勞安缺失較多之工程。
- (七) 本部暨所屬各機關年度施政計畫所屬工程。
- (八) 預計查核標案件數將另案簽報部長核定。

4.2 公共工程防災查核缺檢討

統計 96 年，交通部共辦理 88 件查核標案，茲將 96 年各查核委員所提送之缺失彙整於表 2，96 年於安全衛生管理制度之缺失數約佔 55.91%（主辦機關及專案管理廠商 15.35%、監造單位 17.71%及施工廠商 22.85%）。由表 2 知曉，存於安全衛生管理制度之查核缺失多為執行未落實，表示各級勞安負責單位雖已知道查核機制並執行，惟落實度則有待加強。

茲將安全衛生管理制度之缺失檢討其原因如下：

一、主辦機關及專案管理廠商

96 年於主辦機關及專案管理廠商之安全衛生管理查核缺失約佔 15.35%（契約有關施工安全衛生之規定 1.60%、廠商委託專人依結構力學原理設計及繪製施工圖 2.11%、安全衛生費用量化編列及驗收計價之情形 5.14%、施工安全衛生稽查機制；管理措施及缺失矯正之處理 3.46%、加強公共工程勞工安全衛生管理作業辦理情形 3.04%）。

行政院工程會及勞委會為明確製訂（修訂）安全衛生及環境保護費用編列方式，提供工程主辦單位於規劃、設計及施工階段使用，落實安衛環保管理費用制度化，避免發生職業災害或污染環境，於 92 年頒訂「加強公共工程勞工安全衛生管理作業要點」。惟礙於現階段安衛圖說之製定及配合環保、工安法規或公告列管事項，各機關雖依規定合理編定公共工程環保及工期、工安經費等配套措施，其落實度有待各機關改善；另本年度勞安查核主辦機關相關稽核制度及缺失改善情形亟待改進，以符實需。

二、監造單位

96 年於監造單位之安全衛生管理查核缺失約佔 17.71%（依契約所定安全衛生事項及施工安全圖說之監造情形 3.63%、監造計畫施工程序設定安全衛生查驗點情形 4.56%、安全衛生設備及措施之缺失查核情形及相關矯正措施 5.56%及加強公共工程勞工安全衛生管理要點辦理情形 3.96%）。究其原因係承辦監造業務的技術顧問公司或者是政府專業的監造機關，需針對當前的營造環境及營造廠商的素養，採取主動積極作為，依「加強公共工程勞工安全衛生管理作業要點」督促廠商確實執行，以降低職災及工安措施缺失之產生。

三、施工廠商

96 年於施工廠商之安全衛生管理查核缺失約佔 22.85%（安全衛生管理計畫之訂定及

執行情形 5.23%、危害告知及共同作業安全協議防災管理措施 5.23%、假設工程及核心作業之施工安全規範作業標準 3.71%、作業主管業務執行情形 2.78%及自動檢查辦理情形 5.90%)。其原因由於造業工種繁多、作業人員異動頻繁、作業環境不佳、作業場所不固定、轉包及分包體制、低價搶標，使得做好工安難上加難。顯示現階段承包商，應自發主動，對其職員及分包商制定組織架構及工安措施，培養及訓練施工人員的工安意識，再則提昇施工人員的專業技能，使整體工安措施提昇。

四、安全衛生設施查核缺失檢討

96 年於安全衛生設施查核缺失約佔 44.09% (墜落防止 11.79%、倒塌或崩塌防止 7.59%、感電防止 4.72%、被撞防止 8.18%、物體飛落防止 3.88%、工作場所災害防止 7.92%)。

安全衛生設施缺失係指工地現場施作工程時所發生之瑕疵，或不符合圖說規範之缺點，本項屬工程技術面的問題。惟現階段所產生之缺失，較往年來得高。如欲改善施工品質之缺點，除加強施工界面整合及增加工地現場查核外，各項檢驗缺失之追蹤及預防矯正措施，應從承包商自我提升自主檢查作起，承包商除依相關規定辦理檢查外，亦應加強落實各項工程之檢驗程序與規範標準等技術面作業，以提昇工程人員之素養及技術，使工程品質之缺失降低，達成一定的品質水準。

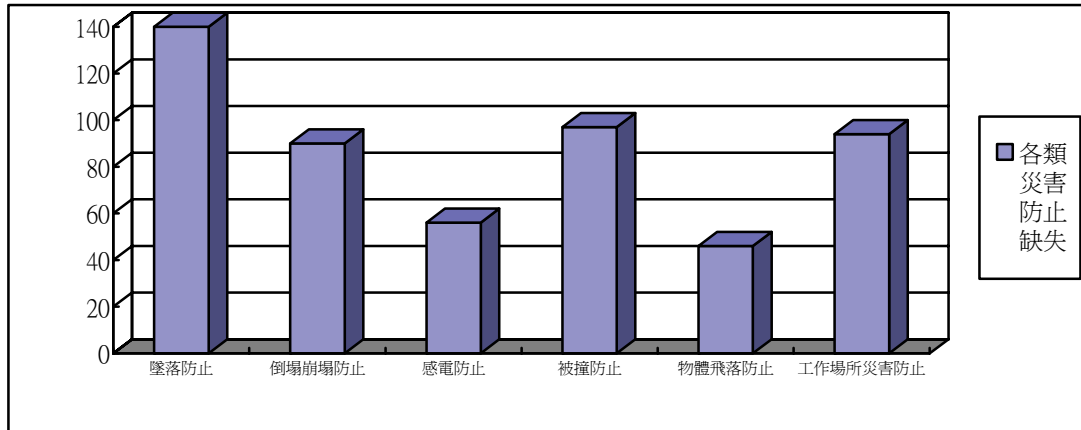
表 2 查核缺失統計表 (交通部，96 年)

| 項次 | 類別 | 原因分類 | 原因分項 | 次數 | % | 合計 |
|----|----------|-------------|-------------------------|----|------|--------|
| 1 | 安全衛生管理制度 | 主辦機關、專案管理廠商 | 契約有關施工安全衛生之規定 | 19 | 1.6 | 15.35% |
| 2 | | | 廠商委託專人依結構力學原理設計及繪製施工圖 | 25 | 2.11 | |
| 3 | | | 安全衛生費用量化編列及驗收計價之情形 | 61 | 5.14 | |
| 4 | | | 施工安全衛生稽查機制；管理措施及缺失矯正之處理 | 41 | 3.46 | |
| 5 | | | 加強公共工程勞工安全衛生管理作業辦理情形 | 36 | 3.04 | |
| 6 | | 監造單位 | 依契約所定安全衛生事項及施工安全圖說之監造情形 | 43 | 3.63 | 17.71% |
| 7 | | | 監造計畫施工程序設定安全衛生查驗點情形 | 54 | 4.56 | |
| 8 | | | 安全衛生設備及措施之缺失查核情形及相關矯正措施 | 66 | 5.56 | |
| 9 | | | 加強公共工程勞工安全衛生管理要點辦理情形 | 47 | 3.96 | |
| 10 | | 施工廠商 | 安全衛生管理計畫之訂定及執行情形 | 62 | 5.23 | 22.85% |
| 11 | | | 危害告知及共同作業安全協議防災管理措施 | 62 | 5.23 | |
| 12 | | | 假設工程及核心作業之施工安全規範作業標準 | 44 | 3.71 | |
| 13 | | | 作業主管業務執行情形 | 33 | 2.78 | |

| | | | | | | |
|----|-----------------|----------|----------------------|-----|---------------|--------|
| 14 | | 自動檢查辦理情形 | 70 | 5.9 | | |
| 15 | 安全衛生設施辦理情形 | 墜落防止 | 高差 2 公尺以上工作場所防墜設施 | 58 | 4.89 | 11.80% |
| 16 | | | 於高差 2 公尺以上工作場所之設施 | 19 | 1.6 | |
| 17 | | | 屋架上設置踏板安全網安全帶 | 1 | 0.08 | |
| 18 | | | 高差超過 1.5 公尺場所上下設備 | 29 | 2.45 | |
| 19 | | | 高差超過 2 層樓或 7.5 公尺安全網 | 5 | 0.42 | |
| 20 | | | 2 公尺以上高處作業安全防護器具 | 14 | 1.18 | |
| 21 | | | 使用之合梯未符合規定 | 8 | 0.67 | |
| 22 | | | 使用之移動梯未符合規定 | 6 | 0.5 | |
| 23 | | | 倒塌或崩塌防止 | 防止 | 施工架未與穩定構造妥實連接 | |
| 24 | 露天開挖場所開挖之設施 | 18 | | | 1.52 | |
| 25 | 隧道、坑道作業之防護 | 10 | | | 0.84 | |
| 26 | 模板支撐支柱基礎 | 9 | | | 0.76 | |
| 27 | 模板支撐之材料 | 10 | | | 0.84 | |
| 28 | 假設工程依專業師設計之圖說辦理 | 23 | 1.94 | | | |
| 29 | 感電防止 | 防止 | 對電氣機具之帶電部分 | 22 | 1.86 | 4.72% |
| 30 | | | 漏電斷電器 | 11 | 0.93 | |
| 31 | | | 自動電擊防止裝置 | 3 | 0.25 | |
| 32 | | | 電路四周裝置絕緣用防護裝備措施 | 16 | 1.35 | |
| 33 | | | 絕緣用防護具 | 4 | 0.34 | |
| 34 | 被撞防止 | 防止 | 搬運機械或開挖作業警示周遭其他工作人員 | 30 | 2.53 | 8.18% |
| 35 | | | 防止交通事故 | 44 | 3.71 | |
| 36 | | | 勞工確實使用反光背心等防護衣 | 23 | 1.94 | |
| 37 | 物體飛落防止 | 防止 | 工作場所防止物體飛落設備 | 23 | 1.94 | 3.88% |
| 38 | | | 固定式起重機、移動式起重機 | 3 | 0.25 | |
| 39 | | | 合格人員充任起重機操作人員 | 0 | 0 | |
| 40 | | | 起重機具作業人員教育訓練 | 4 | 0.34 | |
| 41 | | | 起重機具之防止吊物脫落裝置 | 9 | 0.76 | |
| 42 | | | 起重機具未有過捲預防裝置 | 2 | 0.17 | |
| 43 | | | 起重機運轉防止人員進入之設施 | 5 | 0.42 | |
| 44 | 工作場所災害防止 | 防止 | 工作場所暴露之鋼筋護套等防護設施 | 49 | 4.13 | 7.92% |
| 45 | | | 工作場所人員及車輛機械出入口處之管理 | 26 | 2.19 | |

| | | | | | |
|------|--|----------------|------|------|------|
| 46 | | 安全帽正確使用 | 14 | 1.18 | |
| 47 | | 勞工有酒醉之虞從事高架作業 | 2 | 0.17 | |
| 48 | | 局限空間缺氣及有害氣體之防護 | 3 | 0.25 | |
| 件數累計 | | | 1186 | 100 | 100% |

圖 2 各類災害防止缺失統計圖



4.5 96 年度整體查核成績

交通部為提昇工程安全衛生管理及施工品質，遵照勞委會頒訂之「公共工程防災查核小組及績效考核作業要點」、「加強公共工程勞工安全衛生管理作業要點」，訂定「交通部 96 年度公共工程防災查核作業工作計畫」，賡續辦理交通部公共工程防災查核作業。

96 年度交通部工安督導查核小組針對部屬辦理之工安查核總計 88 件工程（詳表 3、表 4），其中查核金額以上案件計 49 件、1 千萬至查核金額計 26 件、1 千萬以下計 13 件；優等計 4 件、甲等計 76 件、乙等 8 件，整體工安查核成績總平均為 84.02 分，尚屬中上程度，部屬機關整體工安查核達甲等以上機關計有公路總局、國道新建工程局、國道高速公路局、臺中港務局、花蓮港務局、高雄港務局、高速鐵路工程局及鐵路改建工程局等八單位。

表 3 交通部所屬機關查核件數分佈一覽表

| 機關 | 5 千萬以上 | 1~5 千萬 | 1 千萬以下 | 查核總件數 |
|---------|--------|--------|--------|-------|
| 公路總局 | 12 | 8 | 3 | 23 |
| 國道新建工程局 | 10 | 0 | 1 | 11 |
| 國道高速公路局 | 3 | 3 | 0 | 6 |
| 臺灣鐵路管理局 | 7 | 3 | 3 | 13 |
| 臺中港務局 | 1 | 1 | 1 | 3 |

| | | | | |
|---------|----|----|----|----|
| 花蓮港務局 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 高雄港務局 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 基隆港務局 | 2 | 1 | 0 | 3 |
| 民用航空局 | 2 | 1 | 1 | 4 |
| 台灣郵政 | 2 | 1 | 0 | 3 |
| 觀光局 | 1 | 3 | 2 | 6 |
| 高速鐵路工程局 | 1 | 1 | 0 | 2 |
| 鐵路改建工程局 | 7 | 2 | 1 | 10 |
| 合計 | 49 | 26 | 13 | 88 |

表 4 交通部所屬機關查核件數（等第）分佈一覽表

| 機關 | 優等 | 甲等 | 乙等 | 查核總件數 |
|---------|----|----|----|-------|
| 公路總局 | 2 | 21 | 0 | 23 |
| 國道新建工程局 | 1 | 10 | 0 | 11 |
| 國道高速公路局 | 0 | 6 | 0 | 6 |
| 臺灣鐵路管理局 | 0 | 10 | 3 | 13 |
| 臺中港務局 | 0 | 3 | 0 | 3 |
| 花蓮港務局 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 高雄港務局 | 0 | 3 | 0 | 3 |
| 基隆港務局 | 0 | 2 | 1 | 3 |
| 民用航空局 | 0 | 3 | 1 | 4 |
| 台灣郵政 | 0 | 1 | 2 | 3 |
| 觀光局 | 0 | 5 | 1 | 6 |
| 高速鐵路工程局 | 0 | 2 | 0 | 2 |
| 鐵路改建工程局 | 1 | 9 | 0 | 10 |
| 合計 | 4 | 76 | 8 | 88 |

降低職業災害之發生，非勞安人員之職責，而是全體人員之責任。為使施工場所做好工安，除靠政府機關強制檢查外，施工廠商應自發性反應，加強管理、主動邀請員工參與職災的防治，有效落實工安管理體系、透過人員教育訓練、溝通、危害辨識和風險評估，積極做好工安，必能提升工安防治措施。

伍、結論與建議

1. 工安之發生，其徵兆常出現在廠商之貪婪、利潤及缺乏危機概念下發生工安問題，故廠商應依業主之規定提送相關計畫書，亦應落實其本身及協力廠商間之教育訓練及執行力，配合良好管理方法，工安問題將迎刃而解。
2. 本年度交通部工安查核，可歸責承商因素所佔比例極高，為防止職災之發生，除做好工安防護措施外，廠商對其屬下之告知內容應包含「工作環境」、「危害因素」及「有關安全衛生規定應採取之措施」等，亟需廠商及其協力廠商共同努力解決，以達零工安之目標。
3. 現階段公共工程低價搶標甚多，工程執行除承商因素導致進度落後，另工安措施未符合規範，且工程推展中不確定因素愈高，易造成進度落後，如何達成符合品質需求及零工安目標，有賴財務健全、體制完整及專業能力強之承商配合，才能完成。
4. 為防止職災及工程人員之施工安全，建議查核金額以下之工程，應視工程之特性、工期之長短，將安衛費用酌量增加，以符合勞安相關規定。
5. 為使各工程如期如質完工，除掌控工程進度，亦能兼顧品質及安衛，查核金額以下之工程，除於契約規範品管人員專職外，應依相關法令規定設置勞安人員，俾利品質與安全兼顧工程順利完工。
6. 依據勞委會近期統計工安事件，以「物體飛落、墜落、感電、倒塌、被撞、被夾」為最，各工程於施工前，應請施工廠商依契約提送「勞工安全衛生管理計畫」經審查後，落實執行據以施工。
7. 工安絕不是口號，亦不是勞安人員之職責，而是全體工程人員及廠商（包含協力廠商）之職責所在，期望落實自護、互護、監護等三護制度，每個工地均能保持整齊、清潔、並隨時整理整頓工作動線、清掃環境，以維持工地紀律；另應以環境設備本質安全為前提，以防範未然為優先，防止一切職業災害，保障勞工安全與健康。

參考文獻

1. 林楨中、戴基福（93年），「營造業勞工不安全行為及其原因之探討」，台北。
2. 胡偉良，「營造業者的工安經驗談-以尚禹營造為例」，台北。
3. 交通部重大工程督導會報（97年），「交通部96年度工安查核成果統計報告」，台北，交通部。
4. 行政院公共工程委員會（96年），「公共工程防災查核小組及績效考核作業要點」，（行政院勞工委員會96.2.16勞檢四字第0960150068號函），台北。
5. 行政院公共工程委員會（97年），「公共工程品質提升推動計畫」試辦計畫書，台北。

附錄一 公共工程防災查核小組及績效考核作業要點

行政院勞工委員會九十六年二月十六日勞檢四字第0九六0一五00六八號函

一、為提升公共工程之安全衛生管理水準，執行行政院院會通過之「全國職場 233 減災方案」及政府採購法第七十條所定之施工安全衛生之責任，結合政府機關之資源以消弭職業災害，保障勞工職場工作安全，彰顯政府對勞工安全與健康的重視與關懷，特訂定本要點。

二、公共工程防災查核小組（以下簡稱查核小組）之設立機關、組織及查核範圍如下：

(一) 設立機關：

行政院所屬部、會、行、處、局、署、院（以下簡稱行政院所屬機關）、臺北市政府或高雄市政府辦理工程採購，得專設查核小組或併依政府採購法第七十條所設之「工程施工查核小組」（以下亦簡稱查核小組），辦理公共工程防災查核。

(二) 查核小組組織：

1. 置召集人一人，綜理施工安全衛生管理及設施查核事宜，由設立機關指定高級職員擔任。
2. 施工安全查核委員於實施個案工程查核時派（聘）兼之，並於完成查核且無待處理事項後免兼。實施個案工程查核時，施工安全查核委員不得少於二人。
3. 置執行秘書一人，由設立機關就具有施工安全衛生管理專門知識或相關工作經驗之人員擔任，承召集人之命，處理查核小組日常事務；工作人員若干人，協辦查核小組業務。
4. 依政府採購法第七十條所設之查核小組辦理公共工程防災查核時，得不適用上述查核小組組織規定，惟個案工程查核時，施工安全查核委員不得少於所有查核委員人數的三分之一。

(三) 施工安全查核委員應具有下列資格之一者：

1. 行政院所屬機關、臺北市政府或高雄市政府之大專以上理工科系所畢業現職人員，並接受行政院勞工委員會（以下簡稱本會）辦理之公共工程防災查核訓練合格。
2. 行政院所屬機關、臺北市政府或高雄市政府薦任或相當薦任以上之現任或曾任土木工程、工業工程職組之現職人員，並具甲種勞工安全衛生業務主管以上訓練合格。
3. 在工地擔任安全衛生工作三年以上之勞工安全管理師。
4. 大專校院土木、營建等相關系所之講師、助理教授、副教授或教授，並具施工安全專長。

(四) 查核小組之任務，為施工安全衛生設施及管理之查核，其查核工程之範圍如下：

1. 行政院所屬機關、臺北市政府或高雄市政府及其所屬工程主辦機關辦理之工程。
2. 行政院所屬機關、臺北市政府或高雄市政府及其所屬工程主辦機關補助或委託其他機關、法人或團體辦理之工程，且適用政府採購法之規定者。

三、本會設公共工程防災查核小組績效考核委員會（以下簡稱績效考核委員會），辦理查核小組年

度績效考核成績評比相關事宜。

績效考核委員會置委員五名至七名，由相關部會、直轄市政府、專家學者及本會組成，並由本會主任委員選任本會高級職員擔任召集人。

查核小組績效考核（以下簡稱績效考核）之幕僚作業，由本會辦理。

四、查核小組進行查核時，應依勞工安全衛生相關法令、政府採購法、加強公共工程勞工安全衛生管理作業要點及工程契約之規定，查核施工安全衛生管理及設施等事宜。

查核小組以查核小組施工安全衛生查核紀錄表（如格式一）針對工程主辦機關（含專案管理廠商）、監造單位、廠商實施查核。

五、查核小組每年應依下列各款規定辦理施工安全衛生查核件數，必要時得經設立查核小組之機關首長核准予以調整，並報本會備查：

- (一) 查核金額以上之標案，以當年度執行工程標案之百分之二十為原則，且不得少於二十件，如標案件數大於三十件得以其為上限；當年度執行工程標案未達二十件者，則全數查核。
- (二) 新臺幣一千萬元以上未達查核金額之標案，以十五件以上為原則；當年度執行工程標案未達十五件者，則全數查核。
- (三) 公告金額以上未達新臺幣一千萬元之標案，以十件以上為原則；當年度執行工程標案未達十件者，則全數查核。

六、查核成績之計算，以各施工安全查核委員評分之總和平均計算之；九十分以上者為優等，八十分以上未達九十分者為甲等，七十分以上未達八十分者為乙等，六十分以上未達七十分者為丙等，未達六十分者為丁等。

前項總和平均結果有小數時，採四捨五入進位方式，整數計算之。

七、查核小組於查核時發現缺失，相關單位應辦理改善。工程主辦機關應督促監造單位及廠商限期改善，並將改善前、後之情形拍照留存。工程主辦機關應於期限內改善完妥後，將改善情形報查核小組備查。

查核小組查核紀錄應於七個工作天內函送工程主辦機關，並得隨時派員複查。

八、工程主辦機關得就查核小組之查核結果，依相關法令規定辦理相關人員之獎懲。

查核成績為優等者，工程主辦機關得將廠商自受查核為優等之次日起兩年內，列為工程採購以最有利標決標之履約績效評選項目參考；獎勵期間如他案經查核成績為丁等者，不再適用之。

九、工地查核選列原則如下：

- (一) 工程進度在百分之三十至百分之八十間，此進度外之工程查核得計入查核件數，但不作為工程主辦機關之相關人員及廠商獎勵之依據。
- (二) 工程進度雖在百分之三十至百分之八十間，但查核時該工程無明顯之施工進度或無勞工作業時，該次查核得計入查核件數，但不作為工程主辦機關之相關人員及廠商獎勵之依據。

(三) 視工程推動情形及作業危害程度安排查核時機，並得不預先通知赴工地進行查核。

十、查核小組應於每年七月及次年一月底前，將最近半年施工安全衛生查核結果彙整函送本會備查，格式如公共工程防災查核小組施工安全衛生查核結果每半年填報表（格式二）。

查核小組發文，以設立機關名義行之。

十一、績效考核作業，依下列規定辦理：

(一) 由本會將查核小組依工程金額或數量多寡分為第一類及第二類。

(二) 第一類：交通部、內政部、行政院國家科學委員會、行政院農業委員會、國防部、教育部、經濟部、臺北市政府及高雄市政府。

1. 本會於每年八月及次年二月底前，依各受考查核小組函送本會備查之查核結果，進行書面審查。其配分為百分之二十。
2. 績效考核委員會每年至各受考查核小組進行實地查證一次，其配分為百分之七十。
3. 為鼓勵受考查核小組力求精進，各受考查核小組得依特殊績效項目主動提出申請，並於提報考核期程最後一次報表時檢附相關佐證資料一併敘明。其配分為百分之十。
4. 書面審查評分表、實地查證評分表、特殊績效項目表，如格式三至格式五。

(三) 第二類：除第一類以外之其他行政院所屬機關。

1. 本會於每年八月及次年二月底前，依各受考查核小組函送本會備查之查核結果，進行書面審查。其配分為百分之四十。
2. 各受考查核小組得依特殊績效項目主動提出申請，並於提報考核期程最後一次報表時檢附相關佐證資料一併敘明。其配分為百分之六十。
3. 書面審查評分表、特殊績效項目表，如格式六至格式七。

(四) 年度查核案件未達五件之受考查核小組，應評定等第但不列入排名。

(五) 將各查核小組之執行績效提報行政院院會。

十二、績效考核成績依第一類及第二類分別考核其等第與名次如下：

(一) 等第：年度考核成績分優、甲、乙、丙、丁等五級，考核分數達九十分以上者為優等；八十分以上未滿九十分者為甲等；七十分以上未滿八十分者為乙等；六十分以上未滿七十分者為丙等；未滿六十分者為丁等。

(二) 名次：以考核分數高低按第一名、第二名、第三名等順位依序排列。

本會應將績效考核成績函送受考查核小組設立機關，設立機關得就考核等第及名次，並考量其個別貢獻度、機關之獎度標準、查核小組成員之敘獎之平衡性等，予以適當之獎懲。

附錄二 交通部 96 年度公共工程防災查核作業工作計畫

一、依據：

勞工安全衛生相關法令暨行政院勞工委員會發布之「公共工程防災查核小組及績效考核作業要點」、「加強公共工程勞工安全衛生管理作業要點」及政府採購法，辦理本部公共工程防災查核作業

二、查核重點：工程施工安全衛生管理及設施，主要項目如下：

- (一) 機關之施工安全衛生管理稽查機制及缺失矯正處理、安全衛生經費編列及計價情形、監造計畫及安全衛生管理計畫之審查紀錄。
- (二) 監造單位之安全衛生管理計畫之審查作業程序、契約安全衛生事項及施工安全圖說監造情形、監造計畫施工安全衛生監督與查核作業執行情形、安全衛生設備及措施缺失查核與矯正措施。
- (三) 廠商之安全衛生管理計畫訂定及執行情形、危害告知及共同作業安全衛生協議防災管理措施執行情形、各項作業施工安全圖說、安全規範、安全作業標準訂定及執行情形、營造等作業主管業務執行情形、安全衛生自動檢查及自主管理活動辦理情形。

三、查核作業：

(一) 查核金額以上案件：

由本部辦理。

(二) 未達查核金額案件：

1. 由各部屬機關依勞委會「公共工程防災查核小組及績效考核作業要點」及本計畫相關規定辦理後，將標案查核結果（簽名單、查核紀錄總表、查核紀錄表、查核紀錄等）於查核後 5 個工作天內（不含假日）以代辦部稿方式報部；另將相關資料 e-mail 至本部。
2. 各部屬機關未達查核金額標案之應辦理查核件數，由本部依據「公共工程防災查核小組及績效考核作業要點」規定之比例分配相關件數另行發函公佈。
3. 本部仍將不定期辦理查核金額以下案件之查核作業。

(三) 查核缺失改善情形應依「公共工程防災查核小組及績效考核作業要點」相關規定於規定時間內，經主辦機關審核後陳報本部核備。

(四) 各部屬機關接受本部工程防災查核小組查核案件，經評核成績達 85 分（含）以上之優良工程，由本會報一併提報參加勞委會舉辦公共工程金安獎評選。

四、本部「防災查核小組」查核人員：

(一) 施工安全查核委員應具有下列資格之一者：

1. 行政院所屬機關、台北市政府或高雄市政府之大專以上理工科系所畢業現職人員，並接受行政院勞工委員會（以下簡稱本會）辦理之公共工程防災查核訓練合格。

2. 行政院所屬機關、台北市政府或高雄市政府薦任或相當薦任以上之現任或曾任土木工程、工業工程職組之現職人員，並具甲種勞工安全衛生業務主管以上訓練合格。
3. 工地擔任安全衛生工作三年以上之勞工安全管理師。
4. 專校院土木、營建等相關系所之講師、助理教授、副教授或教授，並具施工安全專長。

(二) 查核委員人數：

原則上每次查核應遴派查核委員 2 人以上，以遴聘具上項資格查核委員為原則。

五、查核標案選取原則：

- (一) 工程進度在百分之三十至百分之八十間，此進度外之工程查核得計入查核件數，但不作為工程主辦機關之相關人員及廠商獎勵之依據。
- (二) 工程進度雖在百分之三十至百分之八十間，但查核時該工程無明顯之施工進度或無勞工作業時，該次查核得計入查核件數，但不作為工程主辦機關之相關人員及廠商獎勵之依據。
- (三) 視工程推動情形及作業危害程度安排查核時機，並得不預先通知赴工地進行查核。
- (四) 各主辦機關推薦獎勵之優良工程。
- (五) 部次長相關指示。
- (六) 媒體報導相關勞安職災及查核勞安缺失較多之工程。
- (七) 本部暨所屬各機關年度施政計畫所屬工程。
- (八) 預計查核標案件數將另案簽報部長核定。

六、查核作業所需經費：

- (一) 外聘委員查核作業相關費用（差旅費、膳雜費及出席費）由受查核部屬機關支應，辦理不預先通知查核作業時，外聘委員查核作業相關費用由本部支應。
- (二) 本部工程防災查核小組工作人員查核作業相關差旅費用均由本部相關預算項下支應。
- (三) 支援查核作業之本部部內查核委員查核作業應以公假方式辦理，其相關費用，由該工程人員所屬機關支應。

七、本計畫簽報經 部長核定後實施，修正時亦同。

臺灣公路工程徵稿簡則

- 一、本刊為交通部公路總局工程同仁業餘進修刊物，歡迎本局同仁及國內外有關公路之工程、經濟、規劃、管理、資訊等未經刊登於其他刊物之研究論著均接受投稿；論文如屬接受公私機關團體委託研究出版之報告書之全部或一部份或經重新編稿者，作者應提附該委託單位之同意書，並於論文中加註說明。凡由本刊主動邀稿者，不受上述限制。
- 二、本刊為一綜合性公路工程刊物，下列各類稿件均表歡迎：
 1. 論著：以公路工程之理論著述，創作發明，具有學術價值者為主。
 2. 專題研究：以實際經驗及創見，促進技術之改進者為主。
 3. 譯述：以譯述國外書刊雜誌或工程報導，具有參考或實用價值者為主，長稿予以節譯，如涉及著作權問題，由譯者自行負法律責任。
 4. 實務報導：以報導工程設計、施工、試驗之實際經驗為主。
 5. 法令釋義：以介紹或解釋公路交通法規為主。
 6. 新書介紹：以介紹國內外有關公路工程交通新書為主。
 7. 工程文摘：以介紹國內外有關公路交通工程新知識為主。
 8. 讀者通訊：以反應或解答有關公路交通工程問題為主。
 9. 工程報導：以報導國內公路交通工程動態為主。
 10. 業餘隨筆：以有關工程方面之輕鬆雋永之散文記述為主。
- 三、為便於一次刊出，來稿以一萬五千字為限，其中應包括三百字以內之摘要及三至五個關鍵詞，並請註明姓名、身份證字號、戶籍地址、服務單位、職稱、聯絡地址及電話。
- 四、文稿中需註釋處，請標明上標無括號序碼，按順序往下連續編號，再於引註當頁下方加橫線排印註釋。文稿中之數學式，函數請排正體字、變數請排斜體字。圖及表中之中文字請排細明體，英文字請排 Times New Roman 體，圖原則上不加框，表之框線均採細線。參考文獻請按出現序排列，文中提及時請標明上標加刮號序碼，參考文獻資料必須完整無缺，請依序書寫作者姓名、論文篇名、期刊（書名）名稱、卷期、出版社、出版日期、起迄頁碼。
- 五、來稿請打印清楚，照片、圖片請附寄原版，凡無法清晰辨認及製版者，恕不接受；並請提供 Microsoft Word 97（含以上）版本可讀檔案格式之電子檔。
- 六、本刊編輯委員對來稿在不變更其論點之原則下有刪改權，來稿一經發表，依本社規定致稿酬，版權歸本刊所有，其他刊物如需轉載，應同時徵得作者及本刊同意，並註明出處。
- 七、如欲退還稿件請附足郵資。
- 八、稿件請寄台北市忠孝西路一段七十號八樓臺灣公路工程月刊社收。