

# 利用反射型LED燈具設計隧道照明

系所:電機工程學系  
 指導教授:許志維  
 學生:許振彬、賴宇鵬

## 摘要

在本文中，我們使用簡單的幾何反射照明器在道路上使用，並利用LED的全寬半峰照明角度來設計幾何道路照明器。與傳統方法相比，我們將LED安裝在燈具的上面板上，直接調整幾何燈具六面體的各個參數。使用照明設計軟件DIALux進行了仿真，以使仿真結果滿足國際照明委員會(CIE)和IESNA對道路交通和所有規格的要求。

關鍵詞：DIALux、二次光學、光線追跡法、隧道照明。

## 前言

再這幾年中LED的產品充滿現代生活的每個角落，與傳統光源相比LED具有許多優勢如耗電功率小、使用壽命長、發光效率高、體積小、光源具有方向性、環保無汞、反應時間較短等等。

在未來幾年，發光二極體逐漸取代傳統照明的光源，而其相關的產品和技術也持續的開發中，光學特性與傳統光源不同。傳統光源是360度的配光角度，而LED的配光角度大約為120度，且光源具有方向性，能夠減少光害的產生。但LED的發光場型為Lambertian(朗伯型)形式(發光強度隨角度做cosine函數遞減)以及其非均勻性的問題，因這些特性無法直接拿來用在道路照明的應用上。因此二次光學的設計目的是為了達到各種照明的需求，以及針對一次光學的不足再次對出光角度和光強分布的調整與修正，使環境能夠達到所需求的光學特性如圖1。

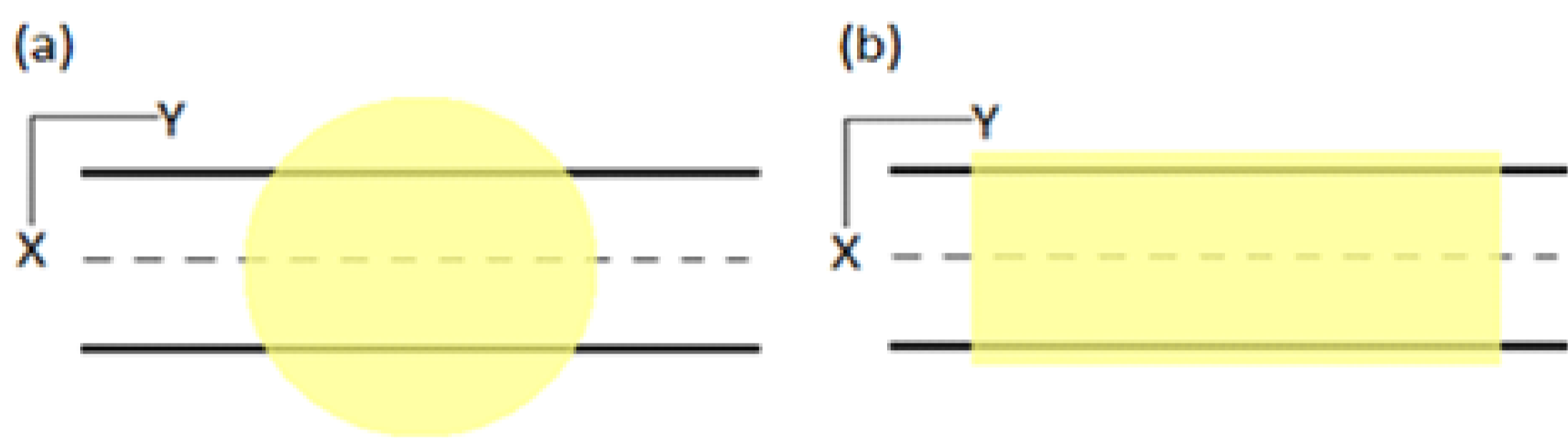


圖1 (a)LED經過一次光學設計的道路照明 (b)經過良好的二次光學設計的道路照明

## 結構設計

在此研究中我們針對新店隧道的內部區設計如圖2，將路燈置放於隧道兩側，以相對排列的方式來設計如圖3(a)，我們從圖2得知燈具與觀測道路面距離為6公尺、單一車道寬為3.75公尺、路燈擺放間距12公尺，路燈擺放在距離道路邊0.8公尺。在圖3(b)為我們設計的3D燈具模型，我們將此結構反射面設定為一個高反射率的材質(反射率95%，吸收率5%)。

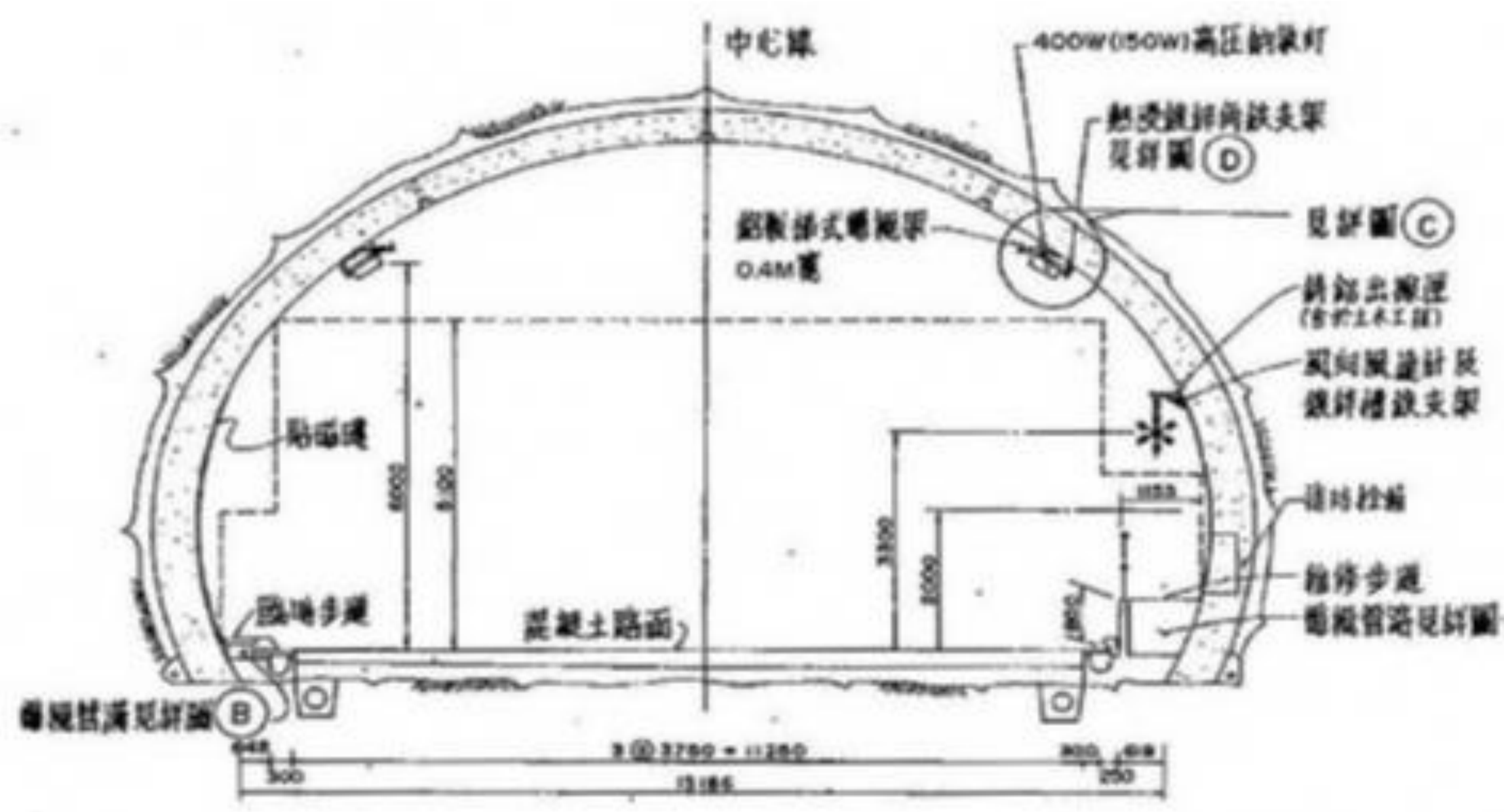


圖2 新店隧道的內部剖面圖

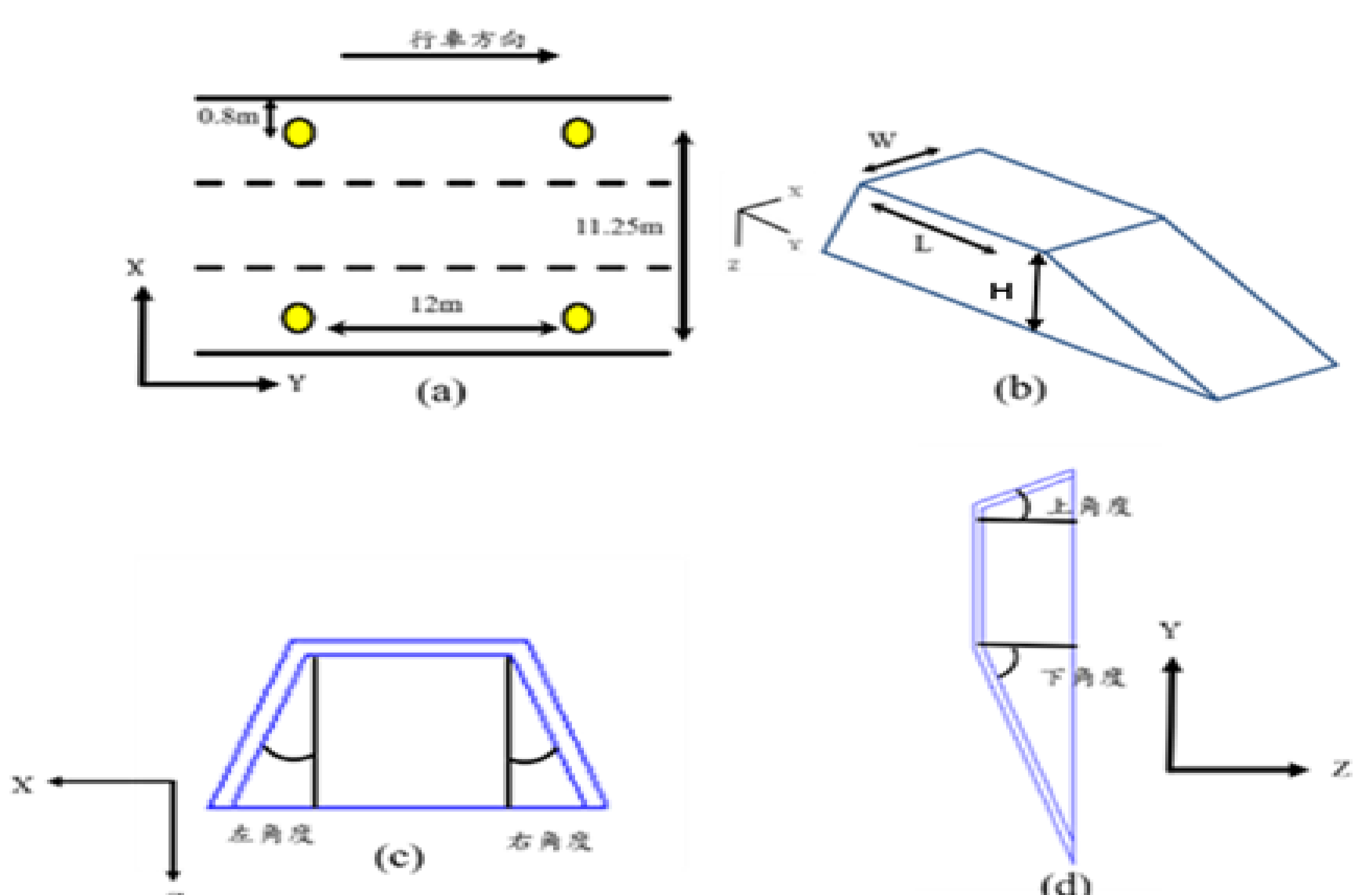


圖3 (a)相對排列的路燈放置方法 (b)六面體燈具 (c)X-Z平面視圖 (d)Y-Z平面視圖

## 分析改善前後差異

下圖4發現在燈桿間9米處輝度明顯不足和3米處輝度過強，導致均勻性不佳。根據CIE法規，縱向均勻性必需大於0.7以上，以目前的結構無法達到法規要求，因此我們必須改進目前的結構設計。因此我們重新優化結構來改善均勻性不足的問題，將提升+Y方向9米處或-Y方向3米處的出光強度，其圖5為改進後燈具示意圖，其隔板材質設定為高折射率玻璃材質(折射率為1.54)。

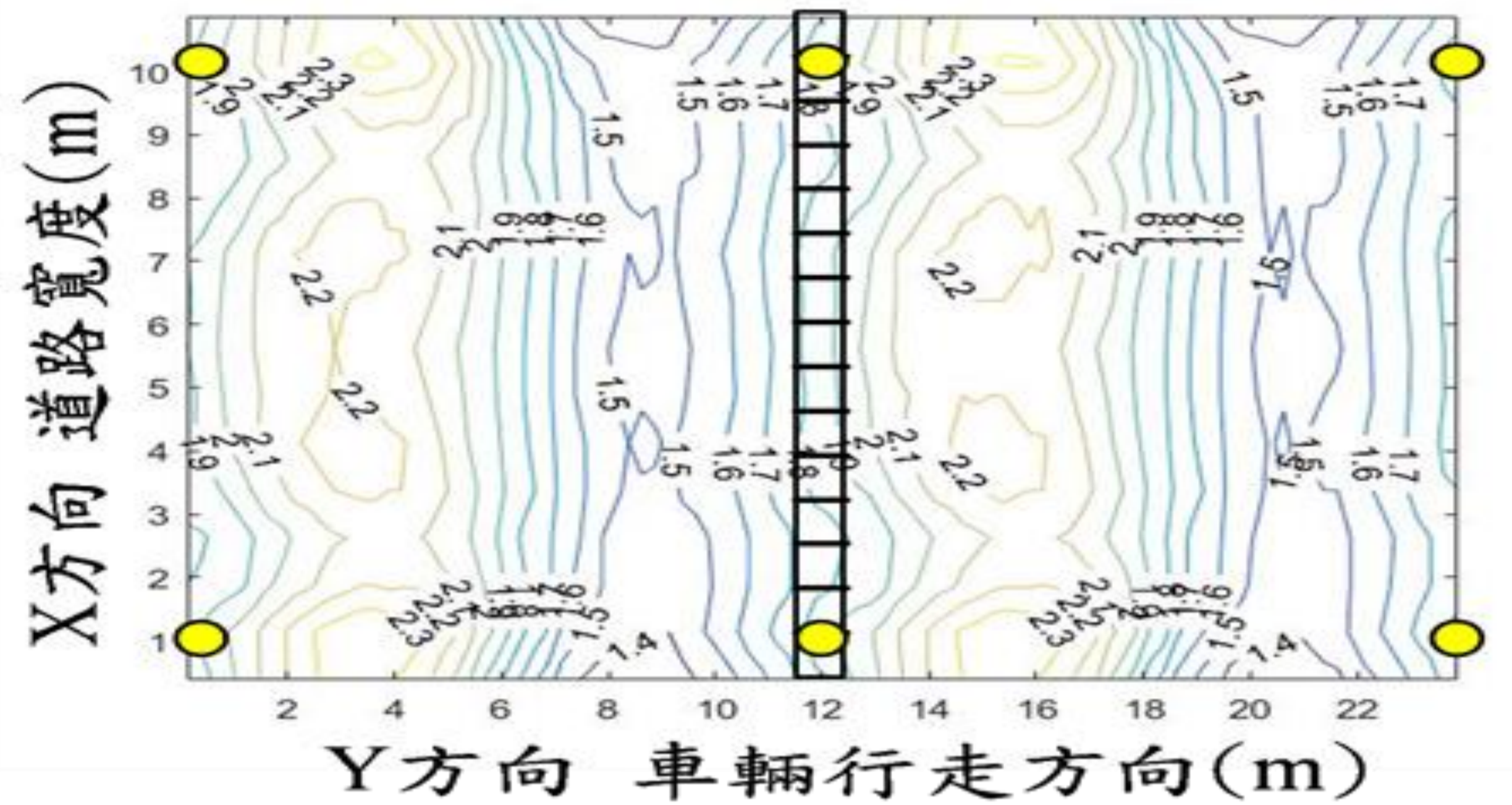


圖4 燈源在道路正下方15格參數示意圖

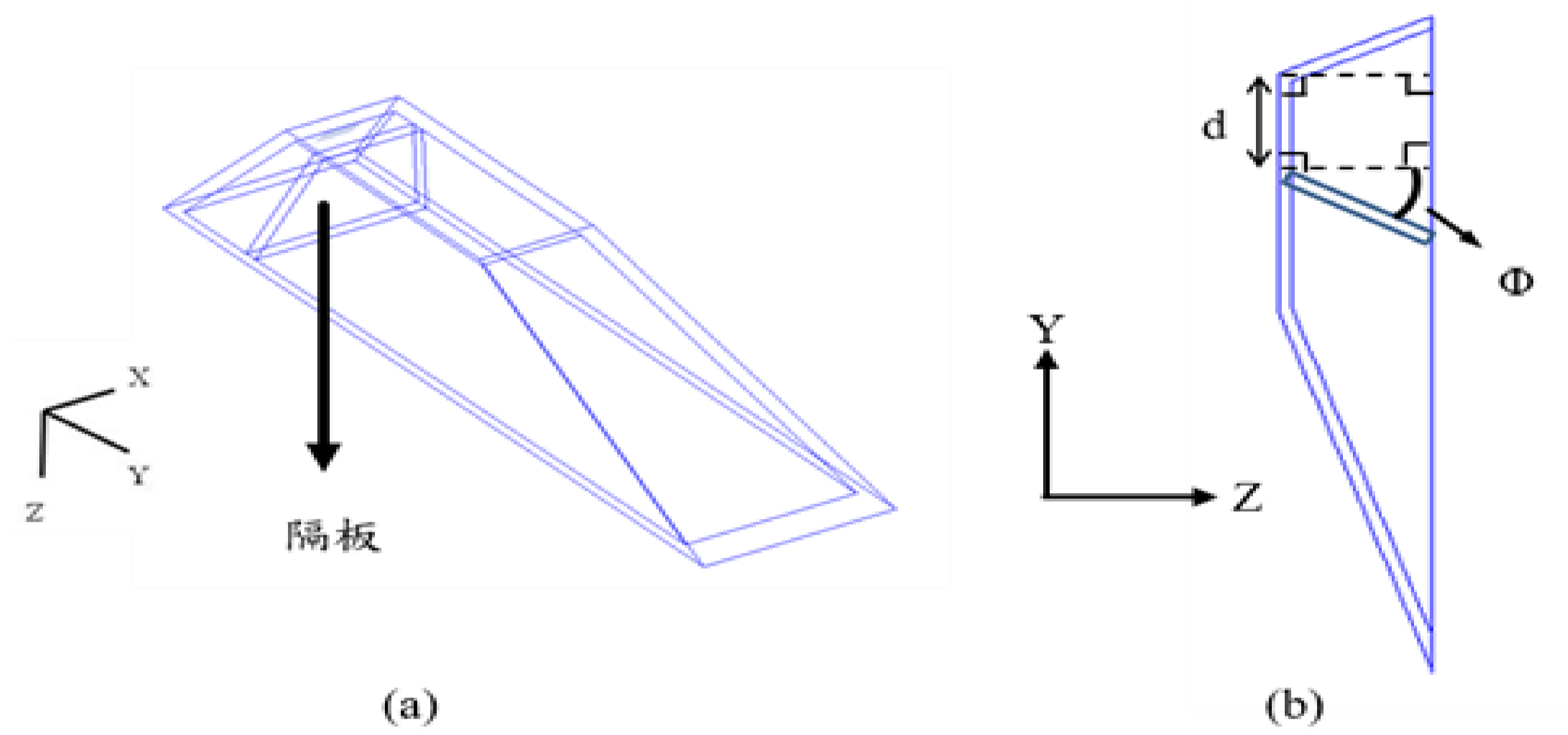


圖5(a)加裝隔板示意圖 (b)隔板角度(Φ)和隔板距離(d)示意圖

下圖6為改進後的輝度分佈圖加裝隔板能使原先的結構設計，將原本燈桿間9米處輝度明顯不足和3米處輝度過強的缺點進而改善。縱向輝度均勻性能達到0.7以上，從此可知，加裝隔板能使原先未改善前的結構設計通過CIE法規要求。

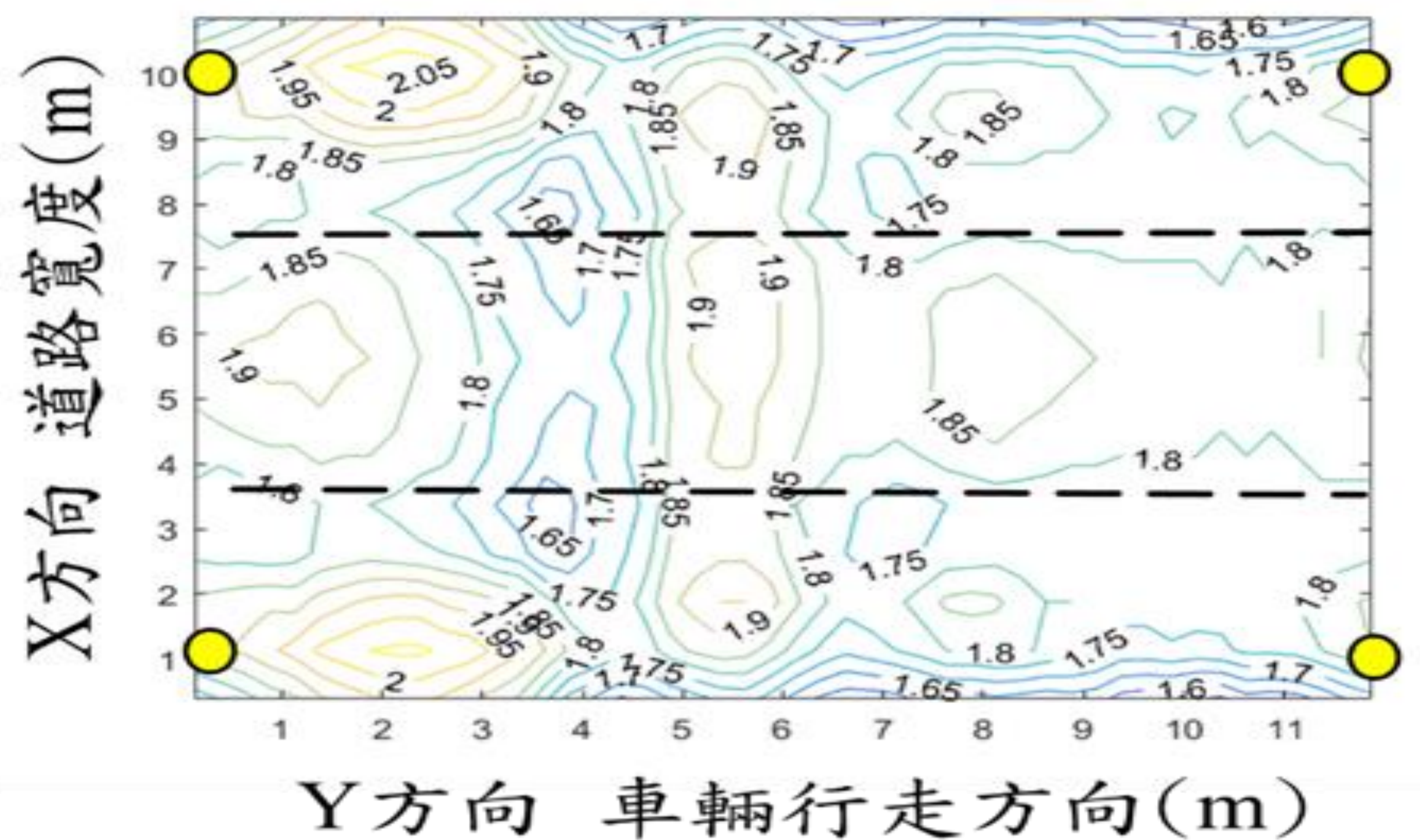


圖10改進後輝度分佈圖

## 結論

設計出的燈具模型經過熱應力變形以及安裝時人為造成的誤差，均勻性都能維持在法規之上，證明我們的設計是個高容差的設計。

最後平行置換到新店隧道內部區，在原先燈具安裝的位置安裝成雙盞燈，兩座燈具安裝方式為前後安裝，出光通量即可變成原來的兩倍，平均輝度也可達到6cd/m<sup>2</sup>以上，其平均輝度為6.11cd/m<sup>2</sup>、縱向輝度均勻性為0.93、輝度均勻性為0.87，其結果符合國際照明委員會跟北美照明學會針對道路交通的規定。