

R.C 式構造平面屋頂建築防水工法研析



郭家豪士官長

工兵學校技勤常士 37 期、陸軍專科學校士官長正規班 29 期；曾任班長、副排長、工程師，現任陸軍工兵訓練中心軍工組教官。

提要

- 一、國軍多數部隊目前駐用之兵舍，大多已建造逾20年以上，建物歷經長年天災及使用，多有滲水現象，造成官兵使用不便及影響生活品質，然國軍囿於年度預算額度有限，無法全面滿足各單位修繕需求之狀況下，多數單位將滲水嚴重之建築採鋼棚屋頂整修，滲水狀況較為輕微的，即採屋頂防水層修繕，以改善兵舍滲水狀況。
- 二、惟多數單位每每投資預算，完成兵舍防水層改善後，不到5年又發生滲漏水現象，而採取屋頂增建鋼棚之單位，囿於無結構設計專長，致鋼棚遭強風侵襲而有連根吹落之案例發生，探究其原因計有設計不良、監造不實及工法錯誤等問題，除造成投資浪費外，亦容易帶給官兵不良觀感，故屋頂防水工程施作的品質良窳，除可有效改善兵生活品質外，更可節省設施維護經費，本文將針對「屋頂防水層」之施工方法，實施分析及評估，期有效提升工程品質，樽節公帑。

關鍵字：平面屋頂防水、防水材料

前言

從本軍近年(100 年~105 年)實際案例中，建物普遍存在漏水的問題，大致可分為防水層與非防水層(管線破裂)等兩部份之原因，然因屋頂接觸外在雨水環境最久，也最容易積水於上方，使屋頂積水、雜草叢生，致屋頂既有保護層遭到破壞，在加上部隊巡管不易(多數均上鎖管制)，且未派員清理屋頂環境，造成管理死角，故探討混凝土屋頂層的漏水問題，並分析其主要原因及施工方法，為本文重點，且中華民國為海島型氣候，大部分地區均潮濕多雨，地層構造並不穩定，地震頻繁，常造成建物龜裂，使濕氣非常容易進入室內，致建物滲水，因此建築物需特別注意防水問題。

文獻回顧

本文除參考「研究學者所發表對防水材料及施工方式的學術研究成果論文」及「歷年來內政部建築研究所防水設計手冊」的著書研究外，另外還參考臺灣目前從事生產防水材料廠商或進口防水材料的貿易商，提供相關材質資料及實驗數據報告，其中包括廠商計有：中華民國東理建材有限公司、中華民國琦麗樹脂化工股份有限公司及光藍企業有限公司等三家，從前述廠商所提供的技術資料，經彙整參考及實務應用施工流程步驟探討，藉以印證比對其應用在屋頂防水工程實務上的差異性。

一、建築物防水原理及範圍

建築物之防水效果，係利用結構體本身或防水材料之疏導隔絕，阻斷水分或濕氣由裂隙等途徑進入建築物室內，使其避免因水氣而產生結露、發霉或壁癌析晶白華等現象，以確保結構物之安全及之耐久性。其原理是為了防止由結構物外部雨水、露水的入侵，及結構物內部供、排、汙水管線的滲透，所衍生出一系列相關防水材料的發明與生產。

二、建築物漏水之途徑

建築物本身會滲漏水，造成其內部潮濕或滲漏之現象，主要因素，係為濕氣的滲入與水份的滲透。一般在無水壓的狀況下，由於毛細管及重力作用，使水份自結構體多孔管道流出。如屋頂版積水，水壓推力加大，再加

上結構物施工不良、養護欠佳、地震等外力作用，而產生裂縫，使得水份，由龜裂處滲入結構物內部，其中濕氣水份的來源甚多，種類說明如後：

(一)雨水之滲漏：

1.滲漏路徑：結構體裂縫及施工縫、伸縮縫，是主要滲漏的路徑。

2.滲漏處所：結構物地下室龜裂後之地下水滲入、風雨由窗台風壓夾帶水滲入、屋頂頂版結構物收縮龜裂及洩水坡度不良導致樓板長期積水、屋頂排水管堵塞長期積水導致水管接縫處之裂開滲入等。

(二)排水系統之滲漏：一般結構物設計排水系統，會貫穿經過建築物結構體，水管會留置結構體包覆內，包括污水排水、廢水排水、雨水排水及地面排水溝等系統，一但施工不良或外力導致水管接縫處鬆脫或破裂；其來源分述如下：

1.污水排水：係指衛生管道排水問題，常因使用不當、堵塞，造成馬桶不通而使污水外溢，通常多為彎頭接縫處裂開。

2.廢水排水：係指洗衣廢水、廚房廢水、浴室除污水以外的排水等，常由於施工不良或鑽孔不慎破損，最常見為漏水頭接縫與結構物銜接處裂開而致產生漏水現象。

3.雨水系統滲漏：係指屋頂或陽台因長期曝曬陽光下，容易積土垢及樹葉等雜物，於下雨時常因落水頭阻塞致水不易排出，導致積水嚴重，結構

物常期接觸水，屋頂又曝曬陽光下，受外力或熱脹冷縮現象，容易發生龜裂脫落，而造成滲水的現象。

(三)供水管之滲漏：一般供水管(如自來水管、冷水管、熱水管)，皆用暗管埋設於地板或牆內，常因施工不當、材料老化或地震等外力作用，導致接頭鬆脫，造成滲水現象。¹

三、混凝土建築物屋頂層防水方式分類

(一)屋頂層防水施作之分類，國軍較常見的屋頂樓板結構，多數為一般鋼筋混凝土的 RC 結構體，其建築物外露頂層之防水施工位置區分如後：

1.屋頂樓層：建築物樓層最頂端包含屋突(R.C 水塔)，陽光可直射到的結構體。

2.平台樓層：建築物樓層的本身外露，陽光可直射到的結構體。

3.雨庇：建築物樓層的頂板，或其本身外凸物，陽光直射就可照到，但雨水亦可直接接觸表面積。²

(二)建築物屋頂防水材料依防水方式分類，包括結構體防水材料工法、屋頂面層防水材料工法、屋頂局部性防水材料工法，說明如下：

1.結構體防水材料工法

(1)利用屋頂鋼筋混凝土本身之良好的水密性結構及添加防水材料與混凝土產生作用，增加混凝土的密實

性及不吸水性，以阻斷水分子侵入及濕氣的吸附，藉由結構體本身的防水性達到防水效果。混凝土結構物(R.C)屋頂常受地震、風壓、氣溫、濕度等外在因子，及本身乾縮、潛變等內在因子，容易使結構體因收縮而產生龜裂，故一般之結構體防水材料工法，除稍具延展性之防水高分子樹脂類，亦可加入增加強度及膨脹的類高鋁水泥，增加密實性，減少收縮龜裂問題，達到不另施工防水材料工法也能防水。³

(2)國內常見的結構體防水材料工法有：在「預拌混凝土裡添加高鋁水泥或化學藥劑如減水劑、緩凝劑、早強劑、防水性樹脂等」及「混凝土表面塗佈防水樹脂材料如 EVA 樹脂、丙烯酸樹脂、矽酸質樹脂等」兩大類。

2.屋頂面層防水材料工法

中華民國目前之防水觀念與防水材料之使用，主要加做以此項防水材料工法為主設計施工，其實績與應用均較為廣泛。屋頂面層防水材料之使用依材料形式，常見的有「烘烤式片狀防水材料」、「塗膜系防水材料」及「水泥質系防水材料」等三種類型，主要係利用防水材料本身之不透水性、抗張性以及可撓性等特徵，彌補結構體防水性的不足或因不可抗拒的因素導致的龜裂造成之缺陷，於結構體表面覆蓋形成一道防水層以阻斷水分子

¹ 黃義雄，〈以 R.C 構造集合住宅漏水現象探討防水工程之因應對策-以台北地區為例〉《交通大學工學院碩士論文》(台北)，國立交通大學，西元 2007 年，頁 14~15。

¹ 游顯德，〈建築防水工程設計施工規範之研究〉(台北)，內政部建築研究所，西元 1993 年，頁 20~21。

¹ 游顯德，〈建築防水工程設計施工規範及解說之研究〉(台北)，內政部建築研究所，西元 1994 年，頁 55~57。

的入侵，達到雙重之效果。

(1)烘烤式片狀防水材料：烘烤式熱熔瀝青系列的片狀防水材料大致區分為油毛氈材料（俗稱黑色牛皮紙）自黏性橡化瀝青防水毯(膜)、烘烤式改質瀝青防水毯及熱熔瀝青膠防水等，均屬覆蓋式防水工法，防水層完成後需要保護層，避免陽光直接曝曬，可再鋪貼隔熱磚建材或澆置輕質混凝土當保護層。

(2)塗膜系防水材料：塗膜系防水材料又主要分為幾類：

A. 聚胺酯（PU）系塗膜防水材料。

B. 聚脲樹脂塗膜防水材料。

此兩種材料工法防水層完成後，因其具有抗紫外線功能，可不需保護層，所以完成後可直接使用。

C. 冷拌乳化瀝青系塗膜防水材料。

D. 環氧樹脂玻璃纖維塗膜(FRP)防水材料。

E. 橡化瀝青聚胺脂樹脂塗膜防水材等多種型式防水工法。

此三種材料工法防水層完成後，需再鋪貼隔熱磚建材或澆置輕質混凝土當保護層，避免陽光直接曝曬。

(3)水泥質系防水材料：水泥質系防水材料又主要分為幾類：

A. 丙烯酸樹脂系塗膜防水材料。

B. EVA 樹脂塗膜防水材料。

C. 矽酸質系塗膜防水材料。

此三種材料工法防水層完成後，需再鋪貼隔熱磚建材或澆置輕質混凝土當保護層，避免陽光直接曝曬。

3.屋頂局部性防水材料工法

屋頂局部性防水材料之應用包括結構體之接合與裝修部位處、施工縫以及移動縫（包括伸縮縫、收縮縫與滑動縫）、結構龜裂縫等之處理，主要有「墊片防水材（襯墊條防水、止水帶、止水條）」與「填縫材料」兩種。其中，墊片防水材與結構體防水材料之混凝土添加劑以及面防水之皂土系防水材，亦屬非專業防水之工程範圍。

國內營建及裝修業常以矽利康填縫膠 **silicon** 為填縫材料之代名詞，用途相當廣泛，舉凡門窗、衛浴或廚房等部位之填縫、止漏，但事實上其僅為填縫材料之一小部分。依硬化機能之不同，填縫材料如下有：

(1)雙液型成分之反應硬化型，如聚變環氧樹脂系、矽膠系、變性矽膠系、聚硫膠系、聚胺酯系與亞克力聚胺酯系。

(2)單液型成分之濕氣硬化型，如矽膠系、變性矽膠系、聚硫膠系、聚胺酯系、聚胺酯發泡系。

(3)氧硬化型，如變性聚硫膠系。

(4)氣乾硬化型，如乳化型亞克力系。

(5)乳化型 **SBR** 系，如溶劑型氯丁基橡膠。

混凝土建築物頂層防水材料施工方法探討

綜合本文前述的介紹，可知無論是哪一種防水材料工法，均有它的防水功能性及特殊性，也有其缺點和無法克服的難點。然各單位工程人員於辦理防水工程時，除追求高品質的防水材料和高品質的施工效能外，更要考量的是價格因素及其局部修繕的便利性，或許價格的因素跟材料施工品質並不相對等，但也息息相關性。

所以，除了依照各建物現況及其環境，選對防水材料外，更要緊的是要求施工廠商依標準施工流程(S.O.P)進行至完成。

本章的內容，是針對前述防水材料的特性，應用在實際工程實務上，探討適合正確施工流程及注意的細節，各個種類的防水材料，均有標準施工流程，本章則針對兩大類屋頂防水材料論述，將正確的施工方法詳加敘述，盡可能達到 100% 的防水效果，並協助監造單位在防水工程履約執行時，能有效率的督商依程序、步驟、要領完成施工作業，有目的的提升建築物屋頂層防水施工的成功率及長久性。

一、建築物屋頂層施工工法概述

建築物屋頂層的防水材料種類及施工方法，已於前文有概略論述，本章節以施工技術方向探討，仍區分為「外露型防水材料工法」及「內層型防水材料工法」，這兩大類型深入探討。

以屋頂層外露型防水材料工法而

言，能抗紫外線的防水材料本來就比較少，就以聚胺脂樹脂防水材料工法來說，在中華民國也歷經約三十年的考驗，至目前為止仍為多數民間建商選擇的使用材料工法，優點除了價格平民化大眾可接受外，防水效果顯著及施作工法也屬成熟，才能歷久不衰延續至今，但缺點為聚胺脂防水材抗紫外線的壽命年限約為五-七年，開始產生裂解、粉化解析的現象，所以需要再重新施作抗紫外線面塗材料一層，如有破損或粉化的地方則挖掉重新施工即可，可算是經濟又實惠的防水材料，因屬於化學聚合材料會有揮發溶劑添加液，刺鼻的溶劑味，在防水材料的化學反應過程中，對施工者的身體造成傷害性，但以現在的科技，推出新的進步改良，領有綠建材標章的聚胺脂防水材料，降低對施工者的傷害也提高對環境污染的保護。施工方面無需加熱或用火屬較安全，工具也簡易備取，施工操作人員僅遵循(SOP)流程作短程訓練即可施作，此種工法也適用屋頂層內層型防水工法。

另一種屋頂層外露型的防水材料工法是「聚脲樹脂防水材料工法」，這種防水材料引進中華民國約莫十年的時間，主要是改善聚胺脂防水材料工法的壽命年限問題，聚脲樹脂防水材的物性比聚胺脂防水材料平均高約三四倍，是其強大的優點，亦不易裂解粉化，無論是抗紫外線能力或是耐酸鹼、抗腐蝕能力均為目前防水材料中

最優的，使用壽命年限約為十年左右。缺點，聚脲樹脂防水材料在熟成反應過程中其毒性對人體傷害比較大，對周遭環境的汙染亦是需要更多的防護，施工時需要特殊的加熱機器及穩定的電壓，噴塗時需要遵循施工操作手冊(S.O.P)流程做教育訓練。特殊技術的訓練及機器操作，需要有經驗的傳承，依施工環境的不同調整溫度，如操作不正確，容易造成失敗膨空鼓起，施工完畢清洗設備亦是重要。以實際面評估，此種防水材料目前中華民國無生產需仰賴進口，所以價格偏高，是聚胺脂防水材料價格的三倍之多，其工法也可適用屋頂層內層型防水工法。

屋頂層內層型防水材料工法，即表面覆蓋有保護層，將防水材料至於夾層裡，不需抗紫外線的防水材料，防水的壽命年限就比較長些，而防水材料的選擇也較多。以聚胺脂樹脂防水材料和聚脲樹脂防水材料兩種工法來說，既可當外露型防水材料也可當內層型防水材料，例如加入橡化瀝青加工使其耐水性功能增加，但抗紫外線能力會降低，評估其施作使用地理位置還是要因功能適地適用。如聚變丙烯酸樹脂材料雖然耐候性不佳，可利用多層塗佈和與其它防水材質例如：水性乳化瀝青樹脂疊層施工也可達到防水效果。如瀝青防水毯也可熱熔毯、冷膠毯、瀝青樹脂、疊層施工工法達到防水目的。其他種類防水材料工法，

例如：聚變環氧樹脂防水材、瀝青油毛氈防水材料、矽酸質樹脂防水材料等，業界之實務工程經驗少，認為屬該種類之材料，其功能及防水效果較差，應不會廣泛使用。

二、外露型防水材料施工工法探討

屋頂層外露型防水材料工法，僅以防水效果評估，價格若不考量，聚脲樹脂防水材料工法可說是最佳的防水材料工法，防水年限及效果均屬上佳。其次是，單以防水功能思考，無其他功能性因素考量，聚胺脂防水材料工法是經濟又實惠，價格平實可接受，防水壽命年限也可以以施工方式加強加以延長保護，其施作工法敘述如下。

(一)聚胺脂樹脂防水工法

此種苯胺材料屬於油性雙液型反應材料，依比例將主劑及硬化劑，均勻攪拌混合，已鏝塗或滾塗於施工面一道，每一道施工厚度於 3mm 內最為標準，乾燥硬化後成軟質固狀，具有伸長抗拉性，施工時要注意安全及防護，例如其油性材料具有溶劑及揮發性物質等，周遭要遠離可燃物及易燃物品，施工時並放置乾粉滅火器隨時作滅火準備；惟施工時間過長，會造成頭暈身體不適，則須立即停止並稍作休息遠離工作場所，其本身的防護要齊全，包含護目鏡、防護衣、安全鞋、安全工作手套等。

1. 施工流程：

(1) 施工面要求：

混凝土其整體粉光面最優，或以高強度樹脂砂漿完成面，需平整，修補平整材料強度應達到標準，表面不起砂為宜，一般結構完成應等待 28 天以上，才予以施作。

(2)施工前處理：

施工前須徹底將混凝土及砂漿面上之翻沫及垃圾雜物予以清理乾淨，如有油脂類或油漆等也一併予以去除以免影響接著強度。如有凸物打除或凹陷處請先整理修平，最後使用高壓打磨機清理地面，將其餘泥粉等雜物予以清理。假如施工面含水率過高或有積水濕潤現象，必須等到施工面自然風乾並完全乾燥後，才能進行下一道程序，否則會造成膨空現象。

(3)底塗層塗佈：

施作時必須使用聚胺脂樹脂底塗材料，底塗材料為單液型氣乾反應型材料，無須攪拌打開可直接滾塗使用，方便且無配比失調的問題。使用工具為毛套滾輪及其他灑水器具將地面予以塗佈澆置一道，必須要均勻完成，其目的是將地面毛細孔密實封阻，假設第一道底塗層完成成膜後表面封阻不密實，必須進行第二次底塗層施作，其目的就是必免施作中層之後造成火山口等現象和接著強度下降造成膨空、脫層漏水等問題。

(4)裂縫修補處理：

裂縫可先使用聚胺脂樹脂中塗材料施工將裂縫補平整，如龜裂縫太深則需要第二次修補平整。

2.步驟：

(1)聚胺脂樹脂中塗層塗佈第一道：

聚脲樹脂底塗層施工完成，成膜熟成後約 8 小時，乾燥不回黏，才可施作聚胺脂樹脂中塗材料。聚胺脂樹脂中塗材料主劑(A 劑)及硬化劑(B 劑)分別依比例放入攪拌桶，以電動攪拌機高速攪拌，第一次攪拌 2 分鐘後停置 30 秒再進行第二次攪拌 1 分鐘，既完成聚胺脂樹脂中塗材料化學反應，將主劑(A 劑)及硬化劑(B 劑)混合液，以鏟刀或滾桶塗佈於聚胺脂樹脂底塗施工面。塗佈一道厚度不超過 3mm，因熟成硬化時間約 12 小時，太厚表面已熟成硬化，其深層處跟不上表面熟成速度，會造成鼓起脫層，如要求施工厚度，須採多道施工法。

(2)聚胺脂樹脂中塗層塗佈第二道：

聚胺脂樹脂中塗層第一道施工成膜後約隔天，確認乾燥微黏，才可進行第二道施工。第二道施作請重複聚胺脂樹脂中塗層塗佈第一道之步驟，混合、攪拌，及注意施作厚度、熟成硬化、表面鼓起脫層等問題。

為要保護聚胺脂樹脂中塗材料，避免直接曝曬陽光下，造成樹脂材料鍵結而被破壞，縮減防水的時效性。故外露型防水工法，需要使用耐候面漆樹脂材料，增加防水保固壽命。

(3)耐候面漆樹脂層塗佈第一

道：

聚胺脂樹脂中塗層第二道施工成膜熟成後(約 10 小時)，乾燥不回黏，才可施作第一道耐候面漆樹脂材料。使用工具為噴塗機或滾輪，將耐候面漆樹脂材料之主劑(A 劑)及硬化劑(B 劑)依原廠設計比例，放入適當之攪拌桶將其混合反應，入攪拌桶後以電動攪拌機高速混合，第一次攪拌兩分鐘後停置三十秒再進行第二次攪拌一分鐘，既完成耐候面漆樹脂混合材料。施作工具為毛套滾輪及其他噴塗機具將地面予以均勻塗佈澆置一道，必須要均勻散開，其目的是將施工面均勻保護。

(4)抗紫外線耐候面漆二道：

抗紫外線耐候面漆第一道施工成膜熟成後(約十小時)，確認乾燥不回黏，才可施工第二道耐候面漆樹脂材料。重覆上一道工序，AB 劑混合攪拌，再均勻噴塗，以保護施工面。

(二)聚脲樹脂防水工法

此種苯脲材料屬於加熱型油性雙液反應材料，使用特殊機器施作，各別將材料加熱依比例將主劑及硬化劑，於噴嘴處調整噴出速度，比例混合後噴塗於施工面一道，每一道施工厚度於 2mm 內最為標準，乾燥硬化後成軟硬質固狀，具有伸長抗拉性，施工時要注意安全及防護，例如油性材料具有揮發性物質等，周遭要遠離可燃物及易燃物品，施工時應備有乾粉滅火

器或泡沫滅火器隨時作滅火準備，施工時間過長時，易造成頭暈身體不適則須遠離工作場所並稍作休息，其施工人員本身的防護要齊全，包含護目鏡、防護衣、安全鞋、安全工作手套等。

1.工流程：

(1)施工面：

混凝土其整體粉光面最優，或以高強度樹脂砂漿完成面層施作，若需修補平整，以表面不起砂為宜，一般結構完成應等待 28 天以上，才予以施作。

(2)施工前處理：

施工前須徹底將混凝土及砂漿面上之翻沫及垃圾雜物予以清理乾淨，如有油脂類或油漆等，應一併予以去除，以免影響接著強度。如有凸物打除或凹陷處，應先整理修平，最後使用高壓打磨機清理地面，將其餘泥粉等雜物予以清理。假如施工面含水率過高或有積水濕潤現象，必須等到施工面自然風乾並完全乾燥後，才能進行下一道程序，否則會造成膨空現象。

2.施工步驟：

(1)聚脲樹脂底塗層塗佈一道：

施作必須使用聚脲樹脂底塗材料，底塗材料主劑(A 劑)及硬化劑(B 劑)依原廠設計比例，放入攪拌桶以電動攪拌機高速攪拌混合，第一次攪拌兩分鐘後停置三十秒再進行第二次攪拌一分鐘，既完成底塗材料化學反將。

使用工具為毛套滾輪及其他灑水器具將地面予以塗佈澆置一道，須均勻完成，其目的是將地面毛細孔密實封阻。假設第一道底塗層成膜後表面封阻不密實，須進行第二次底塗層施工，其目的就是必免施作中層之後造成火山口等現象和接著強度下降造成膨空、脫層漏水等問題。

(2) 裂縫修補：

裂縫可先使用聚脲樹脂中塗材料施工一道補強。聚脲樹脂中塗層塗佈第一道：聚脲樹脂底塗層施工完成，成膜熟成後約 8 小時，乾燥不回黏，才可施作聚脲樹脂中塗材料。將 220 伏特電壓噴塗機器加熱至可施工的溫度(攝氏 80 度左右)，聚脲樹脂中塗材料主劑(A 劑)及硬化劑(B 劑)分別放入吸料管，將主劑(A 劑)調整流量出口及硬化劑(B 劑)調整流量出口，依原廠設計比例使其噴嘴出口雙液材料混合反應，再噴塗於施工面。噴塗一道厚度不超過 2mm，因熟成硬化時間約 5 分鐘，太厚表面熟成硬化，深層處跟不上表面熟成速度，會造成鼓起脫層，若有一定之施工厚度，應採多道施工法。

聚脲樹脂中塗層塗佈第二道：聚脲樹脂中塗層第一道施工成膜熟成後約 4 小時，確認乾燥不回黏，才可施作第二道樹脂材料。重複第一道工序，將 220 伏特電壓噴塗機器加熱至可施工的溫度(攝氏 80 度左右)，聚脲

樹脂中塗材料 AB 劑分別放入吸料管，調整流量出口，依比例將雙液型材料混合反應，予以噴塗至第一道施工面上。施工中應注意厚度，完成成膜之熟成硬度，避免造成鼓起脫層。

為要保護聚脲中塗樹脂材料，避免直接曝曬陽光下，造成材料鍵結而被破壞，導致降低防水的時效，故外露型防水工法需使用耐候面漆樹脂材料，增加防水保固壽命。

(3) 抗紫外線耐候面漆層塗佈二道：

聚脲樹脂中塗層第二道施工成膜熟成後約 4 小時，乾燥不回黏，方可施工第一道耐候面漆樹脂材料。使用工具為噴塗機具或滾輪。將抗紫外線耐候面漆材料之主劑(A 劑)及硬化劑(B 劑)依原廠設計比例，放入適當之攪拌桶將其混合反應。將樹脂材料放入攪拌桶以電動攪拌機高速混合，第一次攪拌 2 分鐘後停置 30 秒再進行第二次攪拌 1 分鐘，既完成。施作工具為毛套滾輪及其他噴塗機具將地面予以均勻塗佈澆置一道，必須要均勻散開，其目的是將施工面均勻保護。第一道施工成膜熟成後約 6 小時，乾燥不回黏，可繼續施作第二道抗紫外線耐候面漆層。重覆上一道工序將 AB 劑混合攪拌，再以毛套滾輪及其他噴塗機具施作於施工面上，均勻塗佈澆置一道，可有抗紫線保護作用。

(三)外露型防水材料之相同差異性：

聚胺脂樹脂與聚脲樹脂二者比較，其都適合施作於內層型或外露型之施工，而兩者工法迥異，且防水時效性也有差異(即防水年限)。在一般正常的環境及正確的施工工法下，聚脲樹脂的效能比聚胺脂樹脂的防水功能強一倍，所以使用年限也拉長，相對的價格也倍增。

1.施工之共通性：

(1)環境要求：氣溫為 10℃ 以下或濕度太高環境避免施工。

(2)施作工法：油性雙液反應型材料熟成後呈彈性體。

(3)施工成效：低失敗率、防水效果佳。

(4)保護面層：都需要耐候面漆保護，更能延長防水時效。

2.施工方法及價格之差異：

(1)施工工具：聚胺脂樹脂工法：雙液攪拌混合、鏟刀鏟塗施工。聚脲樹脂工法：雙液噴塗混合、加溫噴塗機器施工。

(2)施工價格：聚胺脂樹脂工法：約 200 元/m² 多一道 50 元/m²。聚脲樹脂工法：約 500 元/m² 多一道 200 元/m²。

(3)施工時效：聚胺脂樹脂工法：正常工法約可防水時效 5-8 年。聚脲樹脂工法：正常工法約可防水時效 10-13 年。

(4)環境傷害：聚胺脂樹脂工法：

施工時對人體傷害小，防護低。聚脲樹脂工法：施工時對人體傷害較大，防護高。

三、內層型防水材料施工工法探討

內層型防水工法，以第三章所述目前市面上仍在使用的材料，有瀝青防水毯、聚變丙烯酸樹脂、聚胺脂瀝青樹脂、瀝青油毛氈。其施作工法敘述如下：

(一)瀝青防水毯防水工法：

進而演變出瀝青防水膜防水材料工法，其優點是改了油毛氈防水材料工法的問題，施工危險性降低，惡臭味及黑煙也較少，材料由工廠加工成捲材包裝，分兩類烘烤瀝青材料捲材和自黏瀝青材料捲材，價位中等可接受，其缺點為施工接縫處會因時間和氣候的變化而裂開分離，如水氣開始進入破壞屋頂防水層，會迅速擴大無法遏止停損，故此種防水材料施工要很細心，施工面也要求平整，防水效果及壽命年限約為七-八年，翻修重做需整層剷除，費時費工，此種工法應用大多是防水屋頂層需種植樹木植栽等因素。

此材料屬於熱熔型材料，將瀝青防水毯材料先鋪設置於施工面(平時常溫呈固態，需加熱使其表面融化呈稠態)，再密實黏貼施工面，施工加熱時要特別注意安全，例如瓦斯快速加熱要注意漏氣問題，周遭要遠離可燃物及易燃物，要放置乾粉滅火器或泡沫

滅火器隨時作滅火準備，瀝青防水毯著火時，不可使用水直接澆置，會造成水氣噴射效應造成危險，本身的防護要齊全，包含護目鏡、防護衣、安全鞋、安全工作手套等，施工流程步驟說明如後：

1.地處理必須用研磨機打毛，用掃地或吹風機清除地面雜質，以確保底塗施作與 R.C 有良好的接著強度。

2.施工面，應先做好防護措施，例如：排水孔。

3.工面汙染處，以有機溶劑去汙清除。

4.塗施作，將單液型瀝青底油樹脂採用噴塗、滾塗或刷塗方式均勻塗佈一道，一道塗佈量為 $0.3\text{kg}/\text{m}^2$ ，成膜約 6 小時。成膜後其施工面密封性不足時，需再施作第二道樹脂，塗佈量為 $0.2\text{kg}/\text{m}^2$ ，確認乾燥成膜約 12-24 小時，方可進行下一施工步驟。

5.塗施作，此步驟須有專門技術人員處理，將固狀瀝青樹脂溶化成液態稠狀，其溫度需維持攝氏 100 度高溫，於施工面用齒狀刮刀平均攤開，塗佈使用量為 $2.0\text{kg}/\text{m}^2$ ，乾燥硬化時間約 2 小時，再進行下一個步驟。

6.青防水毯塗佈量，有如地毯式鋪設於硬化後之施工面，施工時使用瓦斯噴燈將瀝青防水毯表面軟化，與凝固後瀝青樹脂接著不脫落。各防水毯交接處，須使用冷膠型瀝青樹脂材料封邊補強，乾燥硬化時間約 2 小時。

(二)聚變丙烯酸樹脂防水工法

近幾年已被開發多種用途的丙烯酸樹脂防水材料，品質樣式優劣參差不齊，其缺點為抗紫外線差，單獨使用效果不彰又難施工，抗裂性差保存不易，易發霉發臭，一般要與骨材粉劑結合使用，例如水泥粉劑或添加橡化瀝青等填充物，使其物性及封阻性增加達到防水效果。優點，此材料為水性材料，施工面氣候潮濕亦可施工，無揮發性氣體，味道有但無毒，通常會加胺類或尿素類保持不發霉，可與各種混合材料結合搭配，與纖維網材料搭配效果更佳，是現在市場上最常見的屋頂層防水材料之一。

俗稱壓克力，簡稱彈性水泥，此烯酸樹脂材料屬於水性單液氣乾材料，可加水泥及添加物結合成固液雙型防水材料，依比例將水泥參料主劑及丙烯酸樹脂拌合劑，均勻攪拌混合，已鏝塗或滾塗於施工面一道，每一道施工厚度於 2mm 內最為標準，乾燥硬化後成軟質固狀，具有伸長抗拉性，俗稱為彈性水泥防水材料；惟施工時要注意安全及防護，例如水性化學材料噴到眼睛易造成危害，其本身的防護要齊全，包含護目鏡、防護衣、安全鞋、安全工作手套等，施工流程步驟說明如後：

1.地處理，屋頂內層型防水材料施工前之素地處理及注意事項，等同上

述瀝青防水毯(1)~(3)項之處理模式，不再贅述。

2.漆樹脂施作，以一定比例的水，混合攪拌均勻，噴塗於施工面並完全吸附，塗佈量約為 $0.3\text{kg}/\text{m}^2$ ，成膜時間約 2-6 小時。成膜後其施工面密封性不足時，需再施作第二道底漆，塗佈量為 $0.2\text{kg}/\text{m}^2$ ，確認乾燥成膜約 2~4 小時，方可進行下一施工步驟。

3.塗施作，用滾塗或鏟刀方式施作二道，與水泥添加劑，依比例均勻攪拌，第一道塗佈於底塗層上，硬化後即表面不回黏，再進行第二道塗佈，其未乾燥成膜時立即以地毯式鋪設玻璃纖維網，此步驟為增強中途材料層的韌性。續進行第三道、第四道施工，使樹脂材料均勻滲透入玻璃纖維緊密接著，不產生膨空現象，每道塗佈量均為 $1.2\text{kg}/\text{m}^2$ 。乾燥時間約 12-24 小時，再進行下一步驟。

4.塗層施作，以滾塗或刷塗方式，十字交叉塗佈均勻一、二道，塗佈量 $0.5\text{kg}/\text{m}^2$ ，乾燥時間 12-24 小時。

(三)聚胺脂瀝青樹脂防水工法

本章節僅針對此種內層型聚胺脂樹脂防水層之不同處說明。聚胺脂樹脂材料又稱黑焦油聚胺脂樹脂材料，顧名思義就是瀝青焦油系列樹脂，故材料的設計本來就無法直曝陽光，如果強行曝曬紫外線底下，會造成材料脫層分離、分泌油質解析、材料粉狀化等問題，失去材料防水的功能，故

只能做為內層型防水層材料工法，其材質耐水性及抗拉性均佳，缺點：目前材料設計中有瀝青揮發性物質化學材料，無法達到像外露型防水材料有綠建材等級。

其施工流程步驟，除材料性質不同外，餘施工步驟一至五與外露型聚胺脂樹脂防水工法一致。但第六步驟就有差異：其第六步驟為，聚胺脂瀝青樹脂塗佈第二道：聚胺脂瀝青樹脂層第一道施工成膜後約隔天，確認乾燥微黏，才可進行第二道施工。第二道施作請重複聚胺脂瀝青樹脂層塗佈未熟成硬化時，可灑七厘石或石英砂於表面形成半凸出狀態，用意是要覆蓋保護層與防水層接著好，不易鼓起膨空造積水問題。

(四)瀝青油毛氈防水工法

瀝青油毛氈材料工法，優點是瀝青材料取得容易且防水效果佳，價格便宜普羅大眾可接受，無縫式施工方式失敗率減少，缺點是，瀝青在常溫時為固體且溫度越低越硬，若要使其可施工狀態，需加熱融化呈液態，故耗時且施工也比較危險，需有專門操作人員及備有滅火裝置，融化呈液態時會飄散濃濃的惡臭味和黑煙。屋頂層內層型防水工法雖然防水效果不錯，壽命年限約十至十五年左右，但因施工危險性高、環境汙染等問題，已漸漸被市場淘汰。

因此種材料屬於熱拌型材料，施工時先將瀝青塊(平時常溫呈固態，需加熱使其融化呈液態)，施工加熱時要特別注意安全，例如瓦斯快速加熱要注意漏氣問題，周遭要遠離可燃物或易燃物品，使用時並備有乾粉滅火器隨時作滅火準備，現場準備泡沫肥皂水，以備瀝青塊材料加熱時火焰竄燒著火，可用泡沫肥皂水撲滅，不可使用水直接澆置，會造成水氣噴射效應造成更嚴重危害，施工人員本身的防護要齊全，包含護目鏡、防護衣、安全鞋、安全工作手套等，其施工流程步驟如後：

1.單液型油性樹脂材料，開桶施作時需將料於桶內攪拌均勻，因添加劑有沉澱現象。

2.塗層施作工法同前述材料施工法一致，塗佈量 $0.3\text{kg}/\text{m}^2$ ，成膜約 6 小時。

3.塗層第一層施作，與瀝青防水毯方式相同；第二層施作，須有專門技術人員處理，使用快速爐火特殊加熱，將固狀瀝青溶化作液態稠狀，溫度維持 100 度以上高溫。裝入容器的液態稠狀瀝青樹脂，倒置施工面以齒狀刮刀平均攤開，此為接著層材料，其塗佈使用量為 $2.0\text{kg}/\text{m}^2$ ，於尚未硬化時，鋪設油毛氈防水毯，避免材料冷卻成固狀，接著強度低，造成鼓起脫層漏水。

4.塗層，將瀝青樹脂材料加熱成液

態，置於中塗層上塗佈 $3\text{kg}/\text{m}^2$ ，再全面覆蓋油毛氈防水毯，此步驟為保護面層，乾燥硬化時間約 2 小時。

(五) 內層型防水材料施作時之共通性與差異性

1.工之共通性

(1)環境要求：氣溫為 10°C 以下或濕度太高避免施工，施工不環保。

(2)施作工具：工具準備簡單，操作容易學習快速

(3)施工成效：低失敗率、防水效果佳。

(4)保護面層：都需要隔熱保護層增加防水年限。

2.工之差異性

(1)施工工具：瀝青防水毯工法：自黏烘烤、火槍噴燈施工。聚變丙烯酸工法：單(雙)固液攪拌混合、滾塗施工。聚胺脂樹脂工法：雙液攪拌混合、鏟刀鏟塗施工。油毛氈防水毯工法：烘烤、火槍火爐施工。

(2)施工工資：瀝青防水毯工法：約 $200\text{元}/\text{m}^2$ ，多一道 $40\text{元}/\text{m}^2$ 。聚變丙烯酸工法：約 $100\text{元}/\text{m}^2$ ，多一道 $30\text{元}/\text{m}^2$ 。聚胺脂樹脂工法：約 $200\text{元}/\text{m}^2$ ，多一道 $40\text{元}/\text{m}^2$ 。油毛氈防水毯工法：約 $400\text{元}/\text{m}^2$ ，多一道 $100\text{元}/\text{m}^2$ 。

(3)施工時效：瀝青防水毯工法：正常工法約可防水時效 8-10 年。聚變丙烯酸工法：正常工法約可防水時效 8-10 年。聚胺脂樹脂工法：正常

工法約可防水時效 10-12 年。
油毛氈防水工法：正常工法約可防水時效 15-17 年。

結論及建議

一、屋頂層防水材料優缺點比較

因每一棟兵舍的防水需求不同，為讓單位投資的預算，能有效的改善兵舍漏(滲)水的問題，本文就內、外層型二大類六大防水工法，其各類型材料適合地點、施工期程、使用年限及造價等要素，以表一方式比較，以便於各單位爾後在規劃設計階段，能有系統性的參考資料。

二、改善建議

(一)施工建議：

- 1.混凝土灌漿添加樹脂纖維，減少混凝土縮收龜裂，降低漏水問題。
- 2.混凝土灌漿表面做整體粉光壓平，減少混凝土表面龜裂，降低漏水問題
- 3.施作防水工法時，必須研磨地坪將土屎粉末清乾淨，以利防水材料接著。
- 4.仰角須做 45°斜角，減少接縫處積水，避免漏水。
- 5.防水材料施工時，可交錯施工或十字交叉施工法。

表一 屋頂防水材料施工工法優缺點特性比較表

材料 項目	聚胺脂 樹脂	聚脲 樹脂	瀝青 防水	青 毯	聚胺脂 瀝青	聚脲 樹脂	聚丙 烯	變 酸	瀝 油	青 毛氈
水性樹脂							●			
油性樹脂	●	●	●	●	●	●			●	●
抗裂性	高	高	低	高	高	高	低	高	高	高
耐水性	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高
耐久性	5 年以上	15 年以上	5 年以上	10 年以上	5 年以上	10 年以上	5 年以上	10 年以上	5 年以上	10 年以上
漏水修補	易	易	不易	易	易	易	易	易	不易	不易
外層型	●	●								
內層型	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
施工毒性	中	強	強	強	強	強	弱	強	強	強
施工難度	中	難	中	中	中	中	易	難	難	難
工 期 (500m ² /5人)	3 天	2 天	7 天	3 天	3 天	3 天	10 天			
環境汙染	中汙染	低汙染	高汙染	中汙染	低汙染	高汙染	中汙染	低汙染	高汙染	高汙染
綠 建 材 標 章	有	有	無	無	有	無	有	無	有	無

資料來源：作者自行整理。

6.洩水坡度應確實做到 1/100 以上，避免積水。

7.外露型防水工法：建議以多道塗膜施工，厚度增加到 5mm，抗紫外線白色面漆至少兩道，增加折射率及耐候韌度。

8.混凝土以產生龜裂時，要打鑿裂縫後先使用原設計之材料修補並加纖維網或不織布，增加抗裂性。

9.各種防水工法都有熟成反應時間，間隔時間需足夠(約 48 小時)，再施作下一道。

10.防水工法搭接處需確實，至少 10 公分以上，最好 20 公分的銜接。

11.觀察氣候，施工環境要避免因下雨，導致中途停工。

(二)材料選擇：

聚脲樹脂防水材料，在中華民國近年較廣為生產、使用的防水材，雖為新式高成本，但其本身的功能性及耐用性逐漸被發掘出，以下對材料的評估建議如下。

1.保存年限：如聚脲樹脂、瀝青防水毯、瀝青油毛氈。其本身的功能特性較突顯，是不錯的選擇。

2.環保標章：如聚脲樹脂、丙烯酸樹脂材料。低汙染材料為優先考量，且獲國家認證“綠建材標章”。

3.施作工法：如丙烯酸樹脂、聚胺脂樹脂材料。工具簡易、工法簡單，施作工法越單純，防水成功率越高。

4.修繕處理：如丙烯酸樹脂、聚胺

脂樹脂材料。易明確的判別漏水位置，作修補或灌注止漏處理迅速確實。

參考文獻

- 1.黃義雄，〈以 R.C 構造集合住宅漏水現象探討防水工程之因應對策-以台北地區為例〉《交通大學工學院碩士論文》(臺北)，西元 2007 年。
- 2.游顯德，〈建築防水工程設計施工規範之研究〉《內政部建築研究所》(臺北)，西元 1993 年。
- 3.游顯德，〈建築防水工程設計施工規範及解說之研究〉《內政部建築研究所》(臺北)，西元 1994 年。