

防滑塗料鋪設方式介紹 及最新發展

Efficient Installation of Non-Skid Deck Coverings and
Their Recent Developments

海軍少校 陳柏勳

提 要：

- 一、在艦艇日常生活及工作之中，防滑塗料(Non-skid Deck Coverings)可以避免人員滑倒造成損傷，因此各型艦艇在室外甲板或室內走道，都會使用防滑塗料，以維人員安全。
- 二、由於防滑塗料價格並不便宜，加上鋪設及維護修補均需耗費大量人力與物力，故須確實遵照相關規範執行鋪設，以達到最大的使用壽命。
- 三、美國3M公司現推出了一款可運用於各種甲板的防滑塗料，目前雖尚無法使用於飛行作業區(如飛行甲板)，但是適用於其他室內及室外走道，具有安裝容易、重量輕、價格低廉等優點。

關鍵詞：防滑塗料、甲板

Abstract

1. Non-skid deck coverings which can prevent crews from slipping are widely used every day. And they are paved inside and outside ship decks to confirm the safety of crews.
2. The cost of non-skid deck coverings is high. Meanwhile they also need huge manpower and material resources to precede maintenances. As a result, it is required to follow technical manuals of non-skid deck coverings to achieve their maximum service life.
3. The company 3M now introduces a non-skid deck covering which can be applied to a variety of decks. Even though cannot be used on fly decks, it still has advantages of light weight, low price and easy installation and can be applied on indoor and outdoor walkways.

Keywords : Non-skid deck coverings 、 Deck

壹、前言

艦艇日常生活及工作之中，防滑塗料(Non-skid Deck Coverings)的鋪設及維護是件相當重要的事情，因為防滑塗料可以避免人員滑倒造成損傷，因此各型艦艇在室外甲板或是室內的走道，幾乎都會鋪設防滑塗料。但防滑塗料的鋪設卻不是一件簡單的事，除了先前的甲板表面處理工作要做好之外，鋪設也有許多的環境限制及需求，因此若能正確而有效地鋪設防滑砂道，可以保護人員安全外，亦可達到美觀及降低人員工作負擔的優點。

筆者參考了「美軍艦艇技術手冊」第634章－甲板覆蓋物(S9086-VG-STM-010 CH-634 Deck Coverings)及相關廠商技術資料，試透過本文介紹美軍現行的防滑塗料鋪設程序及注意事項做為參考，並在文末介紹另一種現行美軍已正式採用的防滑材料，並探討其優點。

貳、鋪設前的甲板除銹工作

甲板表面處理即是把甲板生銹(Rust)之處移除，使其恢復原先的金屬色澤，這對於整個的鋪設作業之中，是最為耗時也是重要的。因沒有良好的甲板除銹工作，就沒有良好的甲板保養，更別遑論在不良的甲板上，鋪設再多層的底漆亦或防滑塗料也是無謂的浪費。甲板除銹除了將原先銹蝕的鋼鐵表面回復至具適當的粗糙度，這可以增加油漆塗膜之附著力，這對於油漆塗裝作業來說，是相當重要的(如圖一、圖二)。



圖一 各種常見的除銹工具

資料來源：American Safety Technologies，<http://www.astantislip.com/>



圖二 良好的甲板除銹工作是邁向成功塗裝的第一要件

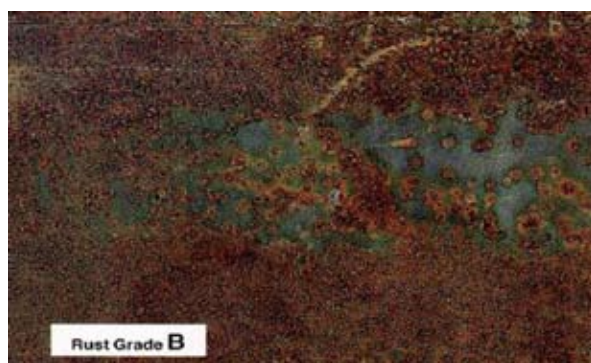
資料來源：American Safety Technologies，<http://www.astantislip.com/>

目前在業界之中，表面處理標準以美國鋼鐵表面處理規格油漆協會(Steel Structure Painting Council, SSPC)和美國國家腐蝕工程師協會(National Association of Corrosion Engineers, NACE)最常被使用。

附表 甲板準備作業SSPC及NACE規範一覽表

處 理 方 式	S S P C 規 範 編 號	N A C E 規 範 編 號	清 除 目 標
溶劑清潔 Solvent Cleaning	SSPC-SP1		將附著於鋼材表面之油脂等可溶性質異物，以溶劑等之方式清除。
手工具 Hand Tool Cleaning	SSPC-SP2		將附著於鋼材表面之鐵銹及塗料等使用手工具除去之，常見的手工具包括刮刀、鋼絲刷。
機工具 Power Tool Cleaning	SSPC-SP3		將附著於鋼材表面之鐵銹及塗料等使用機工具除去，常見的機工具包括動力砂盤等(如圖一、二)
白鐵噴砂 White Metal Blast Cleaning	SSPC-SP5	NACE1	利用噴砂方式清除所有鋼材表面之鐵銹，使其呈現近似金屬的光澤，是最高等級的處理方式。
商規噴砂 Commercial Blast Cleaning	SSPC-SP6	NACE3	清除鋼材表面可見的銹蝕及塗料等汙染；僅剩微小斑痕；如果表面有麻點，會有微小銹蝕和漆膜緊密殘留；處理後至少2/3的面積應全無肉眼可視的殘餘物，其餘的1/3亦只能有些微小的殘餘雜質。
輕度噴砂 Commercial Blast Cleaning	SSPC-SP7	NACE4	清除鋼材表面可見的銹蝕及塗料等汙染；但表面能可能殘存緊密附著的氧化皮和舊漆膜。
酸洗清洗 Pickling	SSPC-SP8		將鋼材表面的銹蝕及軋屑以酸洗方式去除。
近白鐵噴砂 Near-White Blast Cleaning	SSPC-SP10	NACE2	清除鋼材表面可見的銹蝕及塗料等汙染；僅餘5%表面殘留些微殘餘雜質；從實際操作角度來看，這是可達到的最好的表面處理效果。(如圖三、四)
水刀 High and Ultra-High Pressure Water Jetting for Steel and Other Hard Materials	SSPC-SP12	NACE5	以水刀方式清洗鋼材表面，並將銹蝕及軋屑清除。其處理結果可區分為WJ1至WJ4種等級。

資料來源：1.美國鋼鐵表面處理規格油漆協會(Steel Structure Painting Council, SSPC)
2.美國國家腐蝕工程師協會(National Association of Corrosion Engineers, NACE)



圖三 左圖是SSPC-SP10塗裝色澤參考，相較於右圖未施工前的生銹表面

資料來源：美國鋼鐵表面處理規格油漆協會，<http://sspc.org/>



圖四 完成表面處理後，實施色樣參考比對檢驗

資料來源：American Safety Technologies，<http://www.astantislip.com/>

每一種不同的表面處理方式都有不同的規範，彙整如附表、圖三、圖四。

參、防滑材料施工程序

防滑材料施工程序包括了甲板底漆塗裝、防滑塗料鋪設、面漆及標誌線塗裝。在完成了甲板準備後，接著就是實施甲板底漆塗裝，無論是底漆或是防滑塗料，都應該遵守相關的環境限制規範，包括塗料的存放溫度，鋪設時甲板的溫度及空氣濕度，這些對於延長塗料的壽命而言都是相當重要的。

甲板底漆塗裝：對於甲板底漆而言，在攪拌前24小時應存放在70°F至80°F之間（約21°C至27°C），在上底漆之前，應先用乾淨的布及有機溶劑將完成噴砂除銹完畢的甲板擦拭乾淨後始可上漆，常見的上漆的方式包括使用油漆刷、滾刷或是噴漆的方式實施，底漆通常會在完成作業後的6至12小時內凝固附著。而防滑塗料最好在上完底漆後的36至72小時內施工。倘若防滑塗料於上完底漆後7日才施工，則須重新實施噴砂，續再上底漆及後續鋪設作業。

此外對於甲板底漆鋪設完畢後，須先目視檢查外觀是否平整，有無目視檢查橘皮或氣泡等狀況發生，像這一類的塗裝失敗狀況相當常見，起因多半是未在適當的環境下施工，或是施工人員調配或塗裝技術不良所致。此外為達到最佳的塗裝效果及壽命，尚有乾、濕膜厚度以及附著力的檢驗，目前業界針對此類檢驗許多規範及精密儀器可供參考使用（如圖五、六、七）。

一、防滑塗料

完成了底漆作業後，接這就是防滑塗料的鋪設。依美軍的規範，鋪設在飛行甲板、機庫或是垂直整補區域的防滑塗料必須使用滾刷式施工。在談到施工步驟之前，首先說明防滑塗料的儲存及鋪設環境限制。

二、儲存環境

防滑塗料長期儲存應保持在55°F至100°F（約13°C至38°C）的環境下，使用前24小時，應置於70°F至80°F（約21°C至27°C）之溫度環境，不當的儲存環境將會導致材料變質，因溫度過低，將會導致防滑塗料凝固時間增長，或不易與其他觸媒劑產生混合作用；但溫度過高，易導致塗料因快速凝固而產生崩解現象。

三、空氣與甲板溫度、濕度

施工環境的周遭溫度應在55°F至100°F（約13°C至38°C）之間，最佳的甲板溫度應在60°F至80°F（約16°C至27°C）施工最為合適；周遭溫度或甲板溫度若是過低，將會導致塗料凝固時間的增長，過高則可能造成快速凝固產生崩解。濕度亦影響著防滑塗料的凝固速度，一般而言，防滑塗料施工的相對濕度



圖五 鋪設時嚴密監控環境狀況，對於塗料使用壽命有關鍵性的影響



圖六 底漆濕膜厚度的測量必須在上漆後立即進行，以免因溶劑揮發而造成漆膜發生收縮現象，右圖為常見的濕膜厚度計



圖七 良好的底漆塗裝對於防滑塗料的壽命相當關鍵

資料來源：American Safety Technologies，<http://www.astantislip.com/>



圖八 人員於鋪設防滑塗料時，應著鞋套以避免破壞及汙染底漆

資料來源：American Safety Technologies，<http://www.astantislip.com/>



圖九 飛行甲板十字樁及艙蓋部分於鋪設前須以膠帶覆蓋

資料來源：American Safety Technologies，<http://www.astantislip.com/>



圖十 鋪設時應與甲板邊緣或垂直壁保持適當間距

資料來源：American Safety Technologies，<http://www.astantislip.com/>



圖十一 防滑塗料使用前應予以適當攪拌混合

資料來源：American Safety Technologies，<http://www.astantislip.com/>

限制最大不可超過85%，這可以由乾溼球溫度來求得相對濕度。要注意的是，於不合規範的環境下實施鋪設，易造成防滑塗料的損壞，影響使用壽命。

四、風速與露點溫度 (Dew Point)

施工期間亦須密切注意風速狀態，在風速超過15節情況下，盡可能不要施工。過高的風速易挾帶細微雜物，造成表面汙染導致塗料壽命降低，且在施工上亦有其困難度。而露點溫度是防滑塗料鋪設的關鍵因素，露點溫度係因空氣中氣溫、氣壓及相對濕度而定，只要物體表面的溫度低過露點溫度，空

氣中的水份就會凝結在表面。防滑塗料鋪設時均要求甲板溫度要超過露點溫度至少5度以上。

五、鋪設程序

工作人員在鋪設防滑塗料時，於甲板上行走應穿著鞋套，以避免破壞甲板之清潔（如圖八），此外邊線以及各人孔蓋、艙蓋、直升機十字樁應以膠帶覆蓋，待完全凝固後再予以清除（如圖九）。防滑塗料與甲板固定、突出物應保持2英吋之距離，與甲板邊緣應保持5英吋之距離（如圖十）。

在完成相關必要的包覆後，接著就是塗



圖十二 滾刷防滑塗料須使用適當的滾筒，才能拉出最佳的防滑效果



圖十三 鋪設防滑塗料時須遵從一定的方向性，如此才能兼顧防滑效果及美觀
資料來源：American Safety Technologies，<http://www.astantislip.com/>



圖十四 焊道的鋪設方式，應使用Cross-Roll的方式鋪設

資料來源：American Safety Technologies，<http://www.astantislip.com/>



圖十五 待塗料完全凝固可供行走之後，即可將原先覆蓋的膠帶拆除



圖十六 完工後的防滑砂道即可準備面漆塗裝

資料來源：1.American Safety Technologies (<http://www.astantislip.com/>)

2.NAVAL SHIPS' TECHNICAL MANUAL CH-634 Deck Coverings (S9086-VG-STM-010 CH-634 Deck Coverings)



圖十七 開始準備各種標誌線

資料來源：1.American Safety Technologies (<http://www.astantislip.com/>)
2.NAVAL SHIPS' TECHNICAL MANUAL CH-634 Deck Coverings (S9086-VG-STM-010 CH-634 Deck Coverings)



圖十八 美軍一艘派里級巡防艦完工的飛行甲板

資料來源：American Safety Technologies, <http://www.astantislip.com/>

料的攪拌，防滑塗料在攪拌時務必使其達到充分的混合(如圖十一)。另外，依據美軍在2005年6月的規範(MIL-PRF-24667B (SH))中論及了其防滑塗料依特性、施工方式不同而區分成Type1至Type10(作者註：本文僅針對使用於飛行甲板區域，使用滾刷塗裝的防滑塗料作說明，塗料型式為Type3)。不同型式、不同公司出品的防滑塗料在使用及特性上會有些許差異，在施工前應注意其相關規範。

六、塗料鋪設

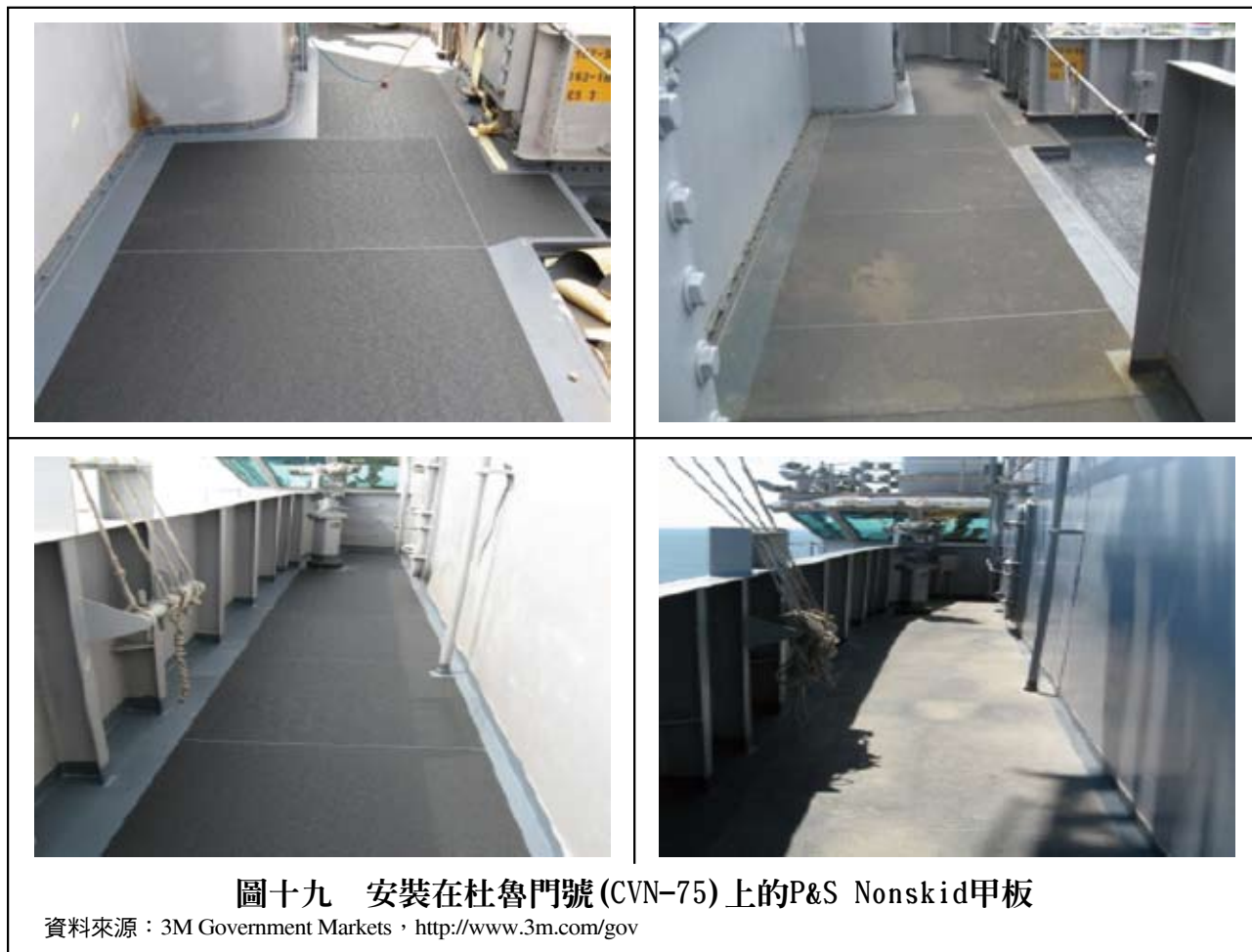
使用滾筒執行防滑塗料鋪設前，應注意塗料是否已完全攪拌，在鋪設時，應使用合適的滾筒，才能達到最佳的防滑效果(如圖十二)。此外在鋪設時，應採單一方向方式鋪設，通常都採用艦艏向艦艉的前後方式鋪設(如圖十三)；而焊道的部分可採用與其方向平行的方式鋪設(Cross-Roll)(如圖十四)。

七、凝固及面漆塗裝

待防滑塗料完全凝固可供行走之後，即可將原先貼好的膠帶拆除，並開始實施面漆及相關標誌的塗裝準備了(如圖十五至圖十八)。

肆、新一代防滑塗料介紹

上述的防滑塗料雖然具有防滑效果佳的優點，但是卻也有塗料重量重、造價高昂、修補維護不易(作者註：移除防滑塗料使其恢復原先金屬光澤是件相當是費時費力的工作)的缺點，有鑑於此，美軍正積極研究具備重量輕、低成本及使用簡單的防滑塗料。



圖十九 安裝在杜魯門號(CVN-75)上的P&S Nonskid甲板

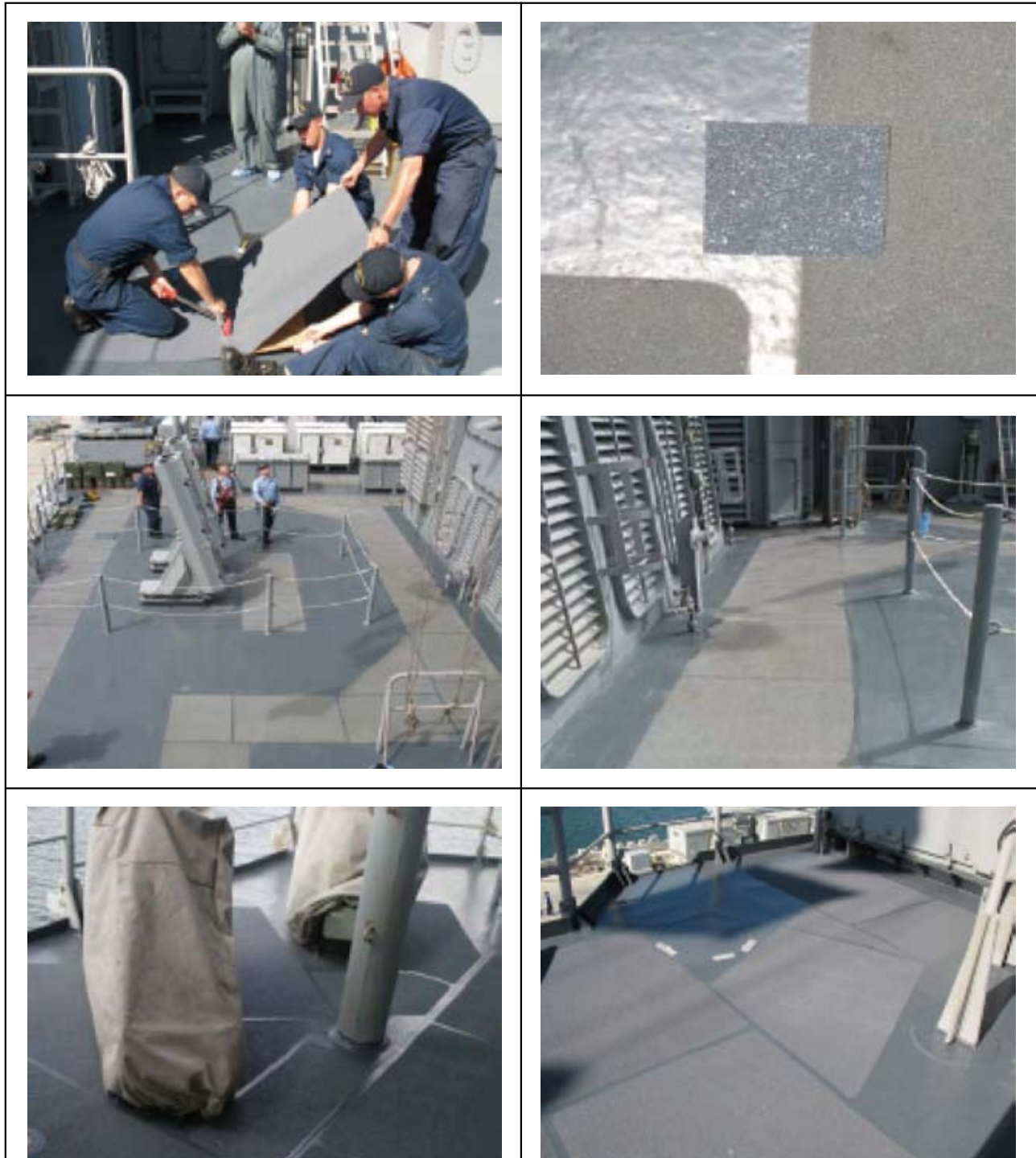
資料來源：3M Government Markets，<http://www.3m.com/gov>

美國知名的3M公司自2002年起開始發展一種新的防滑塗料，並在美國海軍艦艇上進行鋪設實驗，稱之為Peel & Stick Nonskid(P&S Nonskid)，其重量僅有相同面積大小防滑塗料的一半且平均造價成本約僅有原先防滑塗料的三分之一而已，歷經不斷的發展及改良，美國海軍已在2009年4月正式採用，並在同年5月將其納入防滑塗料規格(MIL-PRF-24667C)的Type11之中，究竟這種稱為Peel & Stick Nonskid的塗料是什麼呢？

這種Peel & Stick Nonskid是一種「用

貼的」防滑塗料，宛如我們在艦艇上常見的防滑膠帶一般，其實是個大型的防滑板(目前有3X4或是4X5平方英尺的大小可供使用)，在使用時僅需使用簡單的手工具，就可以黏在各種室內、外的甲板上(請注意：但不包括飛行作業相關區域，目前飛行作業區域仍是採用滾刷式的防滑塗料)。

這種新型的防滑塗料不僅安裝、修補簡單，且具有防火、抗腐蝕性強、耐用度高的優點，2007年9月在航空母艦杜魯門號(USS Harry S. Truman, CVN-75)號上，由艦方人員自力鋪設了738平方英尺大小的P&S Non-



圖二十 由查普蘭湖號(CG-57)艦上自行鋪設的P&S Nonskid甲板成果

資料來源：3M Government Markets，<http://www.3m.com/gov>



圖二一 胡蜂號的人員正進行P&S Nonskid甲板鋪設

資料來源：3M Government Markets，<http://www.3m.com/gov>



圖二二 鋪設P&S Nonskid甲板所需使用的各種手工用具

資料來源：3M Government Markets，<http://www.3m.com/gov>

skid甲板，並在2008年6月後檢視其狀況，續由艦上人員實施修補。由照片(圖十九)可知，即使是安裝在環境惡劣且較常行走的室

外走道上，P&S Nonskid仍展現了其優點。

2008年4月神盾巡洋艦查普蘭湖號號(USS Lake Champlain, CG-57)在聖地牙哥軍港(San Diego)由艦上人員安裝了計2,300平方英尺的P&S Nonskid甲板，由以下照片可以看出，這種方式安裝及修補簡單，即使是不規則的地方也能鋪設的相當美觀(如圖二十)。

以下是美國海軍的兩棲突擊艦胡蜂號(USS Wasp, LHD-1)於2008年6月在諾福克軍港(Norfolk)，由艦上人員於小艇甲板安裝防滑塗料的情形；由照片(圖二一)看來，在安裝時不需龐大的人力就可進行安裝。

依據3M的報告中指出，一個5人的安裝小組，在開放區域之中，每小時最多可安裝超過100平方英尺的區域；倘若此區域要較多的剪裁切割，平均而言每小時也可安裝大約50平方英尺大小的區域。相關的使用工具非常簡單而輕便(如圖二二)；這型塗料雖尚不能運用在飛行作業區域之中，但是相當適合安裝在各式內外走道，挾其成本低、重量輕、安裝容易的優點，目前已廣泛應用在各種大小艦艇上。

伍、結語

艦艇防滑塗料發展隨著材料科學的進步而日新月異，其未來發展方向將朝向安裝容易、重量輕以及價格便宜的目標邁進。防滑塗料對於艦艇日常工作或是各項操演而言都是相當重要的，因此艦上人員都必須明瞭如何鋪設安裝及維護保養，如此才能提升防滑塗料使用效率。

舊有滾刷式防滑塗料雖有價格高昂，鋪設程序複雜的缺點，但是卻是目前美軍唯一認證，可運用在飛行作業區域的防滑塗料。3M新式的防滑塗料目前尚不能鋪設在艦艇飛行甲板作業區上，但是像是小艇甲板、舷外走道、室內走道等等都可供使用，相較於我們在艦艇上常見的灑金剛砂式的鋪設防滑走道，這種新式的防滑塗料更為快速而有效率

，在價格也較低，對艦上工作人力的需求也較低。

<參考資料>

一、相關規範機構

1. 美國鋼鐵表面處理規格油漆協會 (Steel Structure Painting Council, SSPC), <http://sspc.org/>

2. 美國國家腐蝕工程師協會 (National Association of Corrosion Engineers, NACE), <http://www.nace.org/>

二、國外塗料廠商

1. American Safety Technologies, <http://www.astantislip.com/>

2. 3M Government Markets, <http://www.3m.com/gov>

3. International Paint, <http://www.international-marine.com>

三、相關教範技令與參考資料

NAVAL SHIPS' TECHNICAL MANUAL
CH-634 Deck Coverings (S9086-VG-STM-010 CH-634 Deck Coverings) 

作者簡介：

陳柏勳少校，海軍官校正期93年班，國立成功大學系統所機電控制組碩士，現服務於海軍官校。



老軍艦的故事

泰安軍艦 PF-71

泰安艦原為日本海軍「海防104號」艦艇，於1944年10月1日建造完成，是我國在抗日戰爭勝利後，所接收的日本賠償艦艇之一。民國36年8月27日，由東京盟軍總部海軍代表與我海軍鍾漢波少校同行駛抵青島港，8月30日舉行接收升旗典禮，並命名為「泰安」軍艦，經修復於民國37年10月1日成軍。

泰安軍艦成軍服役後，編屬海防第一艦隊，民國38年6月1日，青島開始撤退，該艦深入滄口以北，不斷用艦砲射擊掩護友軍，掩護10餘萬友軍安全撤出青島，除此之外，該艦亦曾參加遼西會戰及南日島突襲等多次戰役。民國39年6月22日，該艦在封鎖大陸沿海行動中，捕獲原屬民生公司投共的太湖輪船，並將其押回高雄。

政府遷台後，泰安艦擔負起巡弋海疆任務，民國42年7月曾參與東山島突擊任務，之後陸續參加馬祖四姆嶼與定海灣等多次海戰，皆獲勝績。泰安艦在海軍服役期間，參與多次戰役，立下許多保國衛疆的功勳，民國47年10月因艦艇汰舊換新，而奉命除役，功成身退。(取材自老軍艦的故事)

