

# 抗菌性鍍膜的應用動向

金屬中心產業分析師 莊允中



因為微生物腐蝕鋁製品而造成的飛安問題，或電子機械零組件因黴菌所造成的品質下降，乃至於因住宅浴室等細菌繁殖所造成的不舒適感等，這些由微生物作用所造成的損害，從製造業領域到家居生活，跨越了相當廣的範圍。

黃色葡萄球菌所引起的感染以及大腸桿菌所引起的食物中毒，是近幾年來極受關注的話題，而這些均可歸因於細菌所造成的社會問題，至於最近肆虐全球的 SARS 病毒，雖尚無證據顯示，過去的抗菌研究能發揮效用，但一時之間各種抗菌產品也變成搶手的熱門商品。另外，為了提高愉快、舒適以及清潔的潮流，乃至於隨著進入高齡化社會，對健康方面的考量，社會上對於抗菌產品的需求必將愈來愈高。本節即針對鍍膜的抗菌性及其應用做一簡單介紹。

## (一)被覆素材的抗菌性

握過銅幣或黃銅製門把的手，卻沒有在手掌發現細菌，或者放置銀微粒於水中，可以延長期保存期限等，主要原因即是銅或銀的金屬離子具有抗菌的作用。此外，鈷、鎳、鐵、鋁、鋅等的金屬離子，亦被證實具有抗菌作用。值得一提的是，由於銀、銅以及鋅離子等，對於人體的安全性以及對細菌的抗菌作用大，因此在無機系抗菌劑中被使用得較多。

金屬離子的抗菌作用機構，依據報告指出包括①妨礙電子的傳遞系統，②損傷細胞膜的機能，③與 DNA 結合，④因為金屬的觸媒作用而產生活性氧等各種說法。由於作用方式很多，因此其詳細機制到目前仍然有很多不明之處。至於有關銀離子的抗菌強度方面，其對蛋白質或 DNA 分子內的氫硫

基，以及對亞氨基的結合親和性高應該是主要的因素。

【表一】所示為各種被用做被覆素材對大腸菌抗菌性研究的結果。鐵、銅、黃銅以及鋁板其滅菌率為 100，顯示這些素材具有優異的抗菌作用。不過，這些素材的金屬表面由於與菌液接觸，會發生足以使表面的外觀產生很大變化的溶解現象。因此，如果直接將這些素材拿來做為抗菌材料使用的話，會受到某些限制的。

表一 各種素材的抗菌性

被覆素材	<i>E. coli</i> 生菌數 (CUF <sup>a</sup> /9cm <sup>2</sup> )	滅菌率 <sup>b</sup> (%)
鋼板(SPCC)	<50	100
銅板(純銅)	<50	100
黃銅板(7:3)	<50	100
鋁板	<50	100
鈦板(純鈦)	$1.2 \times 10^4$	99.2
不銹鋼板(SUS304)	$2.9 \times 10^5$	80.7
ABS樹脂	$2.7 \times 10^4$	98.2
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 陶瓷板	$4.7 \times 10^5$	68.6

資料來源：表面技術

註：<sup>a</sup>CUF：Colony Forming Unit

<sup>b</sup>滅菌率(%)=(A-B)/A×100

A：初發菌數，B：接觸 24 小時後的生存菌數

另一方面，耐蝕性佳的鈦、不銹鋼、ABS 樹脂以及氧化鋁陶瓷板等，經研究證實本身並沒有抗菌作用。對於這類材料賦與抗菌性的方法是，利用素材本身的組成控制方法，以及對素材施以表面處理的方法，這些都已經有商品問世。前者方面，例如抗菌性不銹鋼已經商品化。這是令具有抗菌性的銅析出物，分散析出於不銹鋼中。最近甚至也有研究指出，已經開發出在不銹鋼中添加銀，使抗菌性與耐蝕性並存的抗菌不銹鋼。同時，含有無機系抗菌劑的樹脂以及陶瓷製品，也在很多方面已實用化。後者方面，利用表面處理方法則除了後述的抗菌被覆之外，利用含有銀沸石等抗菌劑塗料的塗裝、利用鈦材陽極氧化法對具有光觸媒作用的銳鈦礦型氧化鈦表面改質的方法、在

鋁陽極氧化皮膜的微細孔中，置入被覆金屬的抗菌鋁等的製品，也陸續被開發出來。

## (二)被覆皮膜的抗菌性

【表二】所示為針對各種被覆素材，對廣用於食品機械裝置的不銹鋼表面，施以被覆後，被覆皮膜對大腸菌抗菌作用的研究結果。被覆銅、銀、鋅、鈷、鎳等顯示具有優異的抗菌性。其中，只有被覆鎳，其與菌液接觸後，表面外觀完全看不出有什麼變化，顯示其很適於做為被覆皮膜的最表層。在鎳被覆方面，調整加入瓦特浴中內的光澤劑添加量，被覆無光澤、半光澤以及有光澤的三類皮膜，然後針對其抗菌性檢討。結果，其抗菌作用的大小得知為，光澤 > 半光澤 > 無光澤鎳的順序。此與被覆鎳皮膜的自然電極電位的傾向相當一致。此提示了被覆金屬的抗菌性，與被覆金屬離子的溶出量有關。同時，也確認無電解鎳磷合金被覆皮膜(光澤)具有很強的抗菌性。

表二 不銹鋼上被覆皮膜的抗菌性

被覆素材	<i>E. coli</i> 生菌數 (CUF <sup>a</sup> /9cm <sup>2</sup> )	滅菌率 <sup>b</sup> (%)
Cu(光澤)	<50	100
Ag(半光澤)	<50	100
Zn(無光澤)	<50	100
Cr(無光澤)	$1.6 \times 10^6$	33.3
Ni(無光澤)	$2.5 \times 10^5$	89.6
Ni(半光澤)	$2.3 \times 10^4$	99.0
Ni(光澤)	<50	100
Ni-9P合金(光澤)	<50	100
Co(無光澤)	<50	100
Sn(光澤)	$1.1 \times 10^6$	54.2
Ni-P-PTFE(光澤)	<50	100

資料來源：表面技術

另外，有研究人員針對被覆皮膜對 Gram 氏陽性菌(黃色葡萄球菌、腸球菌、MRSA)以及 Gram 氏陰性菌(大腸菌、綠膿菌、肺炎球菌)的抗菌作用詳細探討。研究結果證實鈷、鋅以及鈷系合金被覆，無論那一種都對細菌具有強的抗菌作用。另外，研究人員更進一步針對在鎳被覆皮膜中，共析出具有光觸媒作用的氧化鈦粒子的鎳－氧化鈦複合被覆加以探討，亦證實此複合被覆，均有極佳的耐蝕性與抗菌性。

### (三)抗菌被覆的應用

抗菌製品的主要用途，由與醫療、看護、公共施設、食品製造、生技等相關方面，至一般消費者為對象，應用領域仍在擴充當中。研究人員將銀系無機抗菌劑共析(置入，露出)於鎳被覆皮膜中，然後再於其上被覆一層裝飾鉻，製作成鎳－鉻－銀系無機抗菌劑複合被覆，並應用於浴室化粧台的排水金屬零件(素材為黃銅製)，研究結果證實具有防滑效果。在新用途開發方面，有人將無電解銀被覆過的布應用於水耕栽培的病害防止上，有人則開發出微芳香囊複合被覆皮膜，這是銅被覆皮膜中，共析有內包茉莉香料的芳香囊。除了抗菌性之外，這種複合被覆皮膜還被視為感性被覆而受到矚目。另外還有人針對鑄鐵管(瓦斯管、下水道管)、不銹鋼(食品機械、醫療器具等)、鋁(航機、建材、精密機械)等，以抗菌性金屬材料被覆，探討抗菌被覆能對這些工業製品提供微生物腐蝕對策。

在素材表面賦與抗菌性或防污性等機能的被覆技術，值此 SARS 蔓延之際，可以預期將有很大的市場需求，但是過度的抗菌加工，有時也會一併將人類生活中所必需的有益菌殺死，此反而有導致受害之虞。開發抗菌被覆時，不僅要顧慮及抗菌力與生物體的安全性而已，對環境問題的考量，也是一項重要的因素。