

新厚東川橋（仮称）における溶射施工要領について

宇部興産機械(株)正会員 ○和多田 康男

宇部興産機械(株)中川 泰宏

宇部興産機械(株)中村 美生

宇部興産機械(株)大道 一弘

1. はじめに

新厚東川橋(仮称)では、鋼材の防食処理としてアルミニウムアーク溶射を採用している。橋梁等の土木構造物においては、本仕様を大面積の施工に適用した実績がほとんどないため、施工条件の皮膜に対する影響を種々の実験により確認し、施工管理に反映させた。本稿では、施工条件の違いによる溶射皮膜特性（密着度）について報告するとともに、実施工において採用した施工管理要領についてその概要を述べる。

2. 溶射仕様

新厚東川橋(仮称)の溶射仕様を以下に記す。

材 料：アルミニウム

工 法：アーク溶射

膜 厚：160 μm 以上

封孔処理：無機系（透明）

3. 施工管理上の影響因子

溶射施工管理要因について、母材の状態（面粗度、清浄度）、作業環境（湿度、温度、風）、材料および作業条件・方法（機器種別、機器設定、インターバル、パス数、ガン距離・角度）等の 31 項目を検証対象とした。そのうちの主な施工条件および管理項目を表－1 に示す。

4. 試験の概要

上述した施工要因の影響について、母材と溶射皮膜の密着度を測定した。試験方法は、引張付着度は JIS H8661、せん断付着度は JIS K6850 にそれぞれ準じ、山口県産業技術センターにおいて実施した。溶射膜厚は 200 μm を標準とし溶射機はダイヘン（株）製を使用した。また、面粗度の影響を確認するための母材の鏡面加工については、ダイヤモンドパウダーによる研磨を行い 0.1 μm 以下の凹凸になるまで被溶射面の仕上げを行った。

5. 結果および考察

表－1 に対応した実験結果を図－1 に示す。比較対象として最も標準的な条件で施工した試験片 TP5-2 では、密着度が 13.0～17.0 N/mm² であった。各施工条件に対して 5 片試験を行ったが、溶射皮膜が多孔質であり完全に均一な施工を行うことが困難であるため、同一条件においても若干のばらつきがみられた。以下、それぞれの管理項目における皮膜特性（密着度）について述べる。

面粗度の影響 鏡面加工した母材であっても同等の密着度が得られており、今回の溶射仕様・条件では面粗度の影響がほとんどないことが確認された。一般に溶射皮膜の密着度因子の一つとして機械的投錨効果が挙げられるが、鋼母材へのアルミニウムのアーク溶射では別の因子を考慮する必要性を示唆している。

表－1. 施工因子とテストピース作成要領（抜粋）

番号	項 目		TP-No.	種類
1	面粗度の 影響	鏡面加工 T P への 引張付着試験	1-1	鏡面加工（ダ イアモンド パウダー 研磨）
			1-2	〃 溶射までのインターバル1日
2		鏡面加工 T P への せん断付着試験	2-1a	鏡面加工（ダ イアモンド パウダー 研磨）
			2-1b	1000番ペーパーによる仕上げ
		2-2	通常のブラスト仕上げ	
3	水分		3-1	霧吹きのまま＋インターバル4時間
			3-2	水で濡らす
4	湿度		4-1	湿度100%
			4-2	湿度100% ＋インターバル1日
5	膜厚の付け方		5-1	1パス
			5-2	3パス （標準） ☆ベンチマーク
6	溶射途中のインターバル		6	1層やって翌日残りを溶射
7	溶射ノズル距離		7-1	母材との距離10cm
			7-2	〃 20cm
			7-3	〃 30cm
8	溶射ガン角度		8-1	母材に対して45度
			8-2	母材に対して30度
9	ジンクリッチプライマーの残分		9-1	ブラスト1回
			9-2	ブラスト3回
			9-3	ブラスト5回
			9-4	ブラスト10回

キーワード アルミアーク溶射, 施工条件, 密着度, 面粗度, 清浄度

連絡先 〒755-8633 山口県宇部市大字小串字沖の山 1980 宇部興産機械（株）TEL 0836-22-6211

残存プライマーの影響 ブラストの回数と密着度には顕著な相関関係がみられ、ジンクリッチプライマーの残存量が密着度にきわめて大きな影響を与えることが明らかとなった。

水分量の影響 母材に水分が付着している場合、溶射被膜の密着度が低下することが確認された。

その他の因子による影響 その他の作業条件・作業方法については、ばらつきはあるものの密着度への影響が顕著に認められるものは確認できなかった。興味深い結果の一つとして溶射ガンの角度を寝かせた場合（TP8-2 35°）に最も密着度が大きくなったことがある。一般にガンは溶射面に垂直に立てて溶射するのが良いとされているため、その理由や皮膜の性質等については今後一考を要する。

6. 施工管理要領

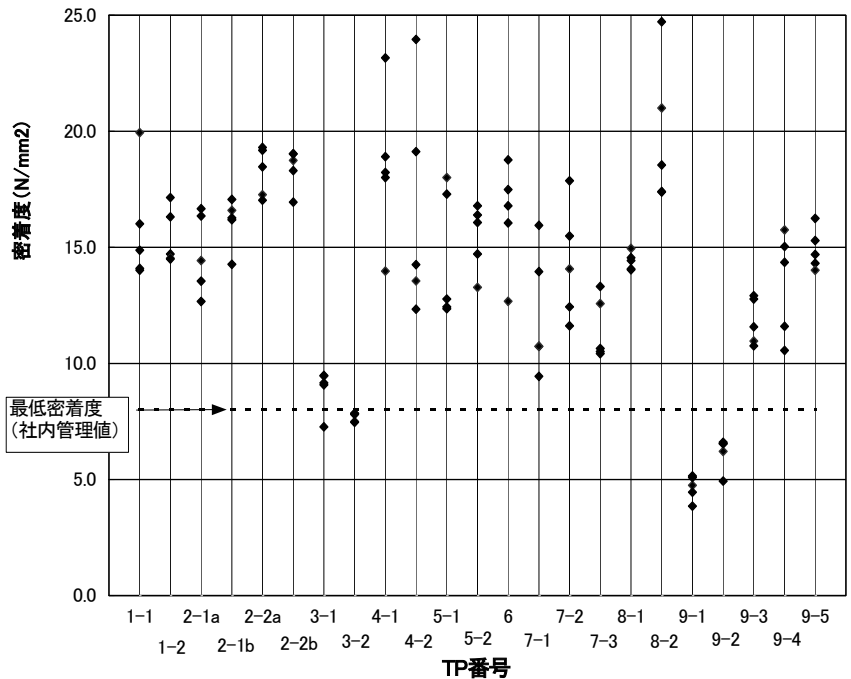
本橋における溶射品質管理項目一覧表を表－2に示す。実際の施工は、基本的には JIS H9300 溶射作業標準に準拠して行ったが、母材の仕上げ程度（清浄度）と密着強度基準については今回の実験結果を反映させている。母材の仕上げ、すなわち母材表面の清浄度については最も厳しく管理を行い、その程度としては ISO 8501-1 Sa3 とした。また、ジンクリッチプライマーの残存量は目視のみでは確認できないため、実験結果からブラスト回数を5回以上として管理を行った。

皮膜の密着度に関する管理基準値は、アルミ溶射被膜のせん断付着試験における破断伸びと破断強度の結果から、通常の塗装（例えばエポキシ系）の塗膜よりも変形性能が高いことが認められたため、塗装と同程度以上（2～3 N/mm²）でよいものとした。ただし、実際の施工においては、標準的な条件で施工した場合において、少なくとも 8.0 ～10.0 N/mm² 以上の密着度が得られたため、社内目標値を 8.0 N/mm² 以上として管理を行った。

7. おわりに

橋梁の防錆方法の一つとして溶射施工が増加の傾向にあるが、その施工条件・施工方法が品質に与える影響についてはさらなる検証が必要と思われる。今回の実験で得られた知見が今後の参考になれば幸いである。

参考文献 社）日本防錆技術協会：溶射設計施工マニュアル、（社）日本溶射協会：溶射ハンドブック



図－1. 密着試験結果

表－2. 品質管理項目一覧表

管 理 項 目			管 理 基 準（）内は社内基準
部 材 形 状		部材自由縁角部	シャープエッジがないこと
		溶接部	不連続溶接、残留アルカリが認められないこと
		その他	極端な凹凸がないこと
作業環境	気象条件	天候	降雨、降雪がないこと 但し、屋内施工の場合は除く
		湿度	85%以下
		結露（露点）	鋼材表面：露点温度+3℃以上
		風速	10m／Sec以下
	作業環境	作業場所	JIS H 9300 の規定条件
素地調整	清浄度	付着阻害物質 の残留	付着塩分量100mg/m ² 以下 油脂類などがないこと
	除錆度	黒皮付鋼板など	ISO 8501-1 Sa2・1/2（Sa3）
		無機ジンク鋼板	ISO 8501-1 Sa3
	面粗度	表面粗さ	標準見本板による Ra≧8μm、Rz＝50～90μm以上
		使用材料	溶射用線材
皮 膜 塗 膜 の 状 態	溶射皮膜	表面状態	表面が酸化されていないこと
		封孔処理材	品質規格 材料製造会社規格による
		有効期限	12ヶ月以内
	施工前の被溶射面の状態		
皮 膜 塗 膜 の 状 態	溶射皮膜	外観状態	溶射流れ、著しい突起物、われがなく連続皮膜であること
		皮膜厚さ	160μm以上
		密着強度	4.0N／mm ² 以上（8.0）
	封孔処理膜	外観状態	塗付不足、塗れがないこと
		乾燥状態	乾燥していること
	塗装塗膜	塗膜外観	塗れ、発泡がないこと
		乾燥状態	硬化乾燥していること