

閉断面リブを有する鋼床版橋梁における金属溶射の適用性に関する検証試験

宮地エンジニアリング(株) ○大塚 恵、緒方 裕己、山下 修平
日本ペイント販売(株) 菅野 良磨

1. はじめに

我が国においては、経済情勢から公共事業におけるライフサイクルコストの縮減が社会的要請の一つとなっている。そのため、鋼橋においては耐久性向上を目的として、防食仕様に金属溶射を採用する事例が増加傾向にある。

金属溶射の施工にあたっては、その品質を確保するために一定の作業空間を必要としている(図-1)。作業空間を十分に確保できない部位は、設計上では溶射困難部の塗装仕様とする必要がある¹⁾。しかしながら、防食便覧で提案されている溶射困難部の仕様は金属溶射の耐久年数より劣る。そのため、設計上溶射の作業空間が確保しにくい箇所においても、施工上の工夫により可能な限り金属溶射を施すことが望ましいと考える。

そこで本研究では、鋼床版橋梁の実寸大模型を用いた溶射施工試験を実施し、図-1に示す溶射作業空間を確保できない箇所について、溶射品質を確保するための作業条件における検証を行った。

また、鋼床版構造の橋梁においては、グースアスファルトの熱影響による溶射品質の低下も懸念される。そのため、金属溶射の耐熱性についても併せて施工試験により検証を行った。

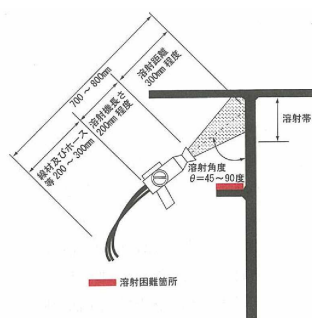


図-1 溶射作業困難箇所の例¹⁾

2. 溶射困難部への金属溶射適用性の検証試験

2.1 試験要領

閉断面リブを有する鋼床版における溶射困難部位として、以下3箇所について着目し作業性に関する検証を行った。実寸大模型はベニヤ合板を用いて作製し、厚さ6mmの鋼板を着目箇所に張り付けたものとした(図-2、表-1)。

- (1) 主桁ウェブとバルブプレート間への適用性
- (2) バルブプレート頭部(一般部)への適用性
- (3) 側縦桁とバルブプレート間への適用性

溶射施工時には、溶射ガン角度、距離、溶射速度を測定し、溶射適用可能条件を検証した。

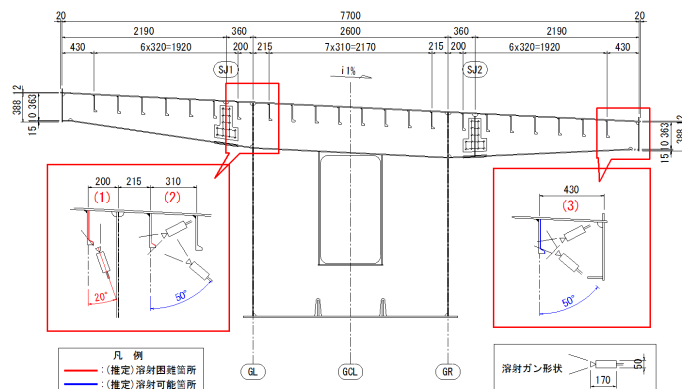


図-2 溶射困難部位(着目箇所)

表-1 推定作業範囲

施工箇所	(推定)作業範囲	
	溶射距離	角度
標準	200~300mm	45~90°
(1)	150~200mm	0~20°
(2)	200~300mm	0~60°
(3)	200~300mm	0~60°

2.2 溶射皮膜厚の確保

本試験では、溶射困難部箇所に目標溶射膜厚が確保されているか検証するため、溶射膜厚の測定を行った。引張試験時に粗面形成剤からの剥離を防止するため、目標溶射膜厚は300μm以上とした(表-2)。

表-2 目標溶射膜厚

工程	商品名	標準塗布量	標準膜厚	目標膜厚
		(g/m ²)	(μm/回)	(μm/回)
素地調整	プラスト処理	-	-	-
粗面形成材	エポキシ樹脂系粗面形成材	110	-	-
常温溶射	亜鉛/アルミニウム合金溶射	亜鉛: 210	100以上	300以上
		アルミ: 530		

膜厚の測定は、試験体の溶射・養生完了後に電磁式膜厚計を用いて行った。測定は1試験体に対し5箇所行い、その平均を代表値とした。各試験体の膜厚は225μm~521μmであり、概ね必要膜厚300μm以上であった。

(1)の主桁ウェブとバルブプレート間試験体においては、作業空間が狭く試験体を目視確認できないことから、膜厚のバラつきが大きく出る結果となった。

2.4 付着力の測定

付着力の測定は、テクノテスターを用いた簡易型引張試験にて行った。測定は1試験体に対し5箇所行い、その平均を代表値とした。各試験体の付着力は、溶射基準の2.3N/mm2以上であった。

2.5 腐食促進試験

腐食促進試験では、より実環境に類似させたサイクル腐食試験を用いて検証を行った。本試験では、比較的長期的な塩水噴霧、乾燥、湿潤サイクルによって溶射皮膜の耐久性を評価するため、引き続き試験、検証を行なう。

3. 耐グースアスファルト舗装熱性の検証試験

3.1 試験要領

本検証では、金属溶射の中でも耐熱性に優れる封孔処理剤の塗布量を変化させることにより、耐熱性を検証した。

試験体は、上塗り塗装の違いを含め合計8枚とし、試験体に用いる鋼材は、鋼床版デッキプレートを想定し12mmとした(表-3、4)。各試験体は、溶射塗布後ホットプレートにて、表面温度が190℃となるまで温度調整を行い、加熱時の熱影響を検証した。

表-3 溶射仕様(標準)

工程	商品名	標準塗布量	標準膜厚
		(g/m ²)	(μm/回)
素地調整	ブラスト処理	-	
粗面形成材	エポキシ樹脂系粗面形成材	110	
常温溶射	亜鉛/アルミニウム混合溶射	亜鉛:210 アルミ:530	100以上
第1封孔処理	アクリルシリコン樹脂系封孔処理剤	160	-
第2封孔処理	アクリルシリコン樹脂系封孔処理剤	270	-
中塗り	ふっ素樹脂塗料用中塗	170	30
上塗り	ふっ素樹脂塗料	140	25

表-4 試験体溶射仕様

工程	試験体No									
	強溶剤ふっ素中・上		弱溶剤ふっ素中・上		強溶剤厚膜ウレタン		封孔処理のみ			
	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B		
素地調整	標準同様		標準同様		標準同様		標準同様			
粗面形成材	標準同様		標準同様		標準同様		標準同様			
常温溶射	標準同様		標準同様		標準同様		標準同様			
第1封孔処理	標準　　2倍		標準　　2倍		標準　　2倍		標準　　2倍			
第2封孔処理	標準同様		標準同様		厚膜ウレタン樹脂上塗					
中塗り	ふっ素樹脂塗料用中塗		弱溶剤ふっ素樹脂塗料用中塗							
上塗り	ふっ素樹脂塗料		ふっ素樹脂塗料							

3.2 溶射皮膜の外観確認

外観確認は、加熱時間ごとに表面温度計測を行いながら、加熱中、放冷後における塗膜外観をワレ、フクレ及びハガレ、色彩変化に着目し目視で観察を行った。外観確認の結果、試験体は加熱時、放冷時含め変化は見られず、良好な状態であった(表-5)。

3.3 付着力の測定

付着力の測定は、先の試験と同様にテクノテスターを用い、1試験体に対し5箇所の平均を代表値とした。本試験においても各試験体の付着力は、2.3N/mm2以上となり、溶射基準を満足する結果となった(表-5)。

3.4 密着性の確認

溶射被膜の密着性・付着性を確認するため、クロスカットテープ試験を用いて検証を行った。測定は1試験体に対し3箇所とした。試験の結果、全ての試験体において密着性良好とされる評価点3となった(表-5)。

表-5 耐グースアスファルト舗装熱性試験結果

試験体 No.	封孔処理 剤の塗布 量	中・上塗の 種類	外観確認試験						付着性試験結果				
			加熱中			加熱後			付着強度 (N/mm ²)	平均値 (N/mm ²)	破断面 (%)	90°カット テープ試験	
			ふくれ	変色	その他の 変状	ふくれ	変色	その他の 変状					
1A	60g/m ² +270g/m ²	強溶剤ふっ素中・上	◎	◎	◎	◎	◎	◎	10.07	10.68	接/上:5 封内:5.5	3	
									10.5		接/上:5 封内:5.5	3	
									11.4		接/上:10 封内:5.0	3	
									11.91		接/上:10 封内:5.0	3	
1B	320g/m ² +270g/m ²	強溶剤ふっ素中・上	◎	◎	◎	◎	◎	◎	12.02	11.34	接/上:10 封内:5.0	3	
									10.09		接/上:10 封内:5.0	3	
									8.32		接/上:10 封内:5.0	3	
									8.83		接/上:5 封内:5.0	3	
2A	60g/m ² +270g/m ²	弱溶剤ふっ素中・上	◎	◎	◎	◎	◎	◎	4.39	7.11	接/上:60 封内:4.0	3	
									5.84		接/上:70 封内:3.0	3	
									11.85		接/上:20 封内:5.0	3	
									4.53		接/上:60 封内:4.0	3	
2B	320g/m ² +270g/m ²	弱溶剤ふっ素中・上	◎	◎	◎	◎	◎	◎	7.46	7.72	接/上:80 封内:3.0	3	
									8.83		接/上:70 封内:5.0	3	
									7.08		接/上:50 封内:5.0	3	
									7.99		接/上:40 封内:5.0	3	
3B	320g/m ²	強溶剤厚膜ウレタン	◎	◎	◎	◎	◎	◎	9	8.8	接/上:40 封内:5.0	3	
									9.42		接/上:40 封内:5.0	3	
									12.8		封内:1.00	3	
									12.84		封内:1.00	3	
4A	160g/m ²	封孔処理のみ	◎	◎	◎	◎	◎	◎	12.2	12.75	封内:1.00	3	
									11.58		封内:1.00	3	
4B	320g/m ²	封孔処理のみ	◎	◎	◎	◎	◎	◎	11.24	10.4	封内:1.00	3	
									11.24		封内:1.00	3	

外観評価 : ◎ 異常なし ○ ほとんど目立たない △ やや目立つ × 目立つ
破断面 : 治/接(治具と接着剤の間) 、 接/上(接着剤と上塗の間) 、 封内(封孔処理剤の間、凝集破壊)
破断面 : 破断面の面積比(%)

4. まとめ

本研究では、閉断面リブを有する鋼床版を対象として金属溶射適用性及び耐グースアスファルト舗装熱性を検証した。

金属溶射の適用性検証では、最も狭隘となる主桁ウェブとバルブプレート間において、施工性の確保が困難となり、溶射困難部の塗装仕様に変更する必要があると考える。今後、現在行っている腐食促進試験の結果をもって、狭隘部における溶射可能条件を検討する。

耐グースアスファルト舗装熱性の検証では、封孔処理剤の塗布量、上塗り塗装を変更した場合においても問題がないことが確認された。

【参考文献】

1) 日本道路協会：鋼道路橋防食便覧，2014