

VI - 100 鋼橋自動塗装システムの塗装品質に関する基礎検討（その1） 3種ケレンを対象とした素地調整装置の能力に関する検討

川崎重工業（株） 正会員 小松貴雄 正会員 八部順一
川崎重工業（株） 正会員 佐野信一郎

1. はじめに

現在、橋梁の塗替え塗装を対象とした自動化開発を進めているが、その中には3種ケレンを必要とする素地調整工（ケレン）が含まれる。ところが、1～2種ケレンを対象とした素地調整装置は数多く存在するものの、3種ケレンを確実にしかも経済的に達成可能な方法はあまりなく、ロボットを用いて3種ケレンが可能な方法となるとほとんど検討されていないのが現状である。

本報告は、この点を解決すべくロボットに把持可能な非接触式の素地調整装置について実験を実施し、そのケレン品質を照査した結果の概要を示したものである。

2. 作業範囲と素地調整方法

現在、鋳枠を対象とした自動塗装装置を開発中である。その最小作業範囲は主枠及び対傾構（分配横枠）で囲まれた30m²程度の橋梁部分と設定している。この範囲を1日でケレン／下塗まで実施する計画でありそのための素地調整装置の作業効率は連続稼動能力にて20m²/hr以上が必要となる。しかも、ロボットに把持すべき素地調整装置のノズル（ガン）はロボットの可搬能力からできる限り軽量であることが要求される。

このような条件を満足する方法として非接触式のエアブラストとウォータージェットを探り挙げた。前者は、1～2種に対するケレン装置としてさかんな活用が図られているが、ここでは数種のブラスト材による3種ケレンの可能性を探ってみた。後者では

近年原子力装置のコンクリート部分等の切断に適用が図られているアブレイシブウォータージェットの塗膜はくり（3種ケレン）への適用を検討している。

3. 実験方法

実験は 300x300x6 の鋼板に首都公団 R-A 仕様の塗装を施した供試体にプラスチック材やウォータージェットを鉛直下向に噴きつける形で実施し、各方法のケレン程度を照査した。

表1にエアーブラストの試験条件（ブラスト材 8種類、試験時圧力、距離、他）を示し、表2にウォータージェットの試験条件を示す。

なお、この表1、表2の試験条件はロボットの制御姿勢を考慮して、もっとも適当と判断できるものから採用した。

表 1 エアーブラストの試験条件

耐候材 粒度	鋼リップ GP-10	スチール SB-10	亜 鉛 AZ-10	ビニック	ナイロンリット NS-10	高吸湿性 PE	砂 (粗)	砂 (荒)	備考
1800	0.1								防錆条件
1800 - 1410	0.5		0.5	1.0				17.0	・(14) (17)
1410 - 1000	64.5	13.4	26.5	24.0	40.5			49.0	・投射圧
1000 - 710	28.0	8.3	82.5	27.0	58.7		6.0	15.0	5 kg/cm ²
710 - 500	3.2	3.2	5.4	28.0	8.8	8.0	20.0	8.0	・投射距離
500 - 297	3.4	0.1	0.8	18.0		78.0	38.0	4.0	50 cm
297 - 149						14.0	27.0	4.0	50 cm
149 - 74							8.0	3.0	ただし、20cm
> 74							1.0		はいがれの壁の
合 計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	みに通用
比 重 見 樹	7.45	7.85	7.1	2.82	1.14				単位=kg/cm ²
	3.96	4.45	4.2	1.47			1.3 ~ 1.4	1.3 ~ 1.4	
使用範囲 度	2000	2000	4000	枚	5000	枚	枚	枚	
硬 度	HRC 45	HRC 45	HRC 45		HRC 110				

表 2 アブレイシブウォータージェットの試験条件

項目	アルミニウム 量	アルミニウム 量	アブレイシブ 量	アブレイシブ 量	アブレイシブ 量	アブレイシブ 量
アルミニウム	2.0 2.6 3.5	2.0 2.6 3.5	アブレイシブ kg/min	アブレイシブ kg/min	アブレイシブ kg/cm ²	アブレイシブ 度数 (cm)
ケイ砂4号	○	○	0.21-0.25 1.3-2.5	1.3-3.4 5.1	500-1000 2000-	10.26- 50.50 45
ケイ砂2	○		1.71	3	1000	40
7%ナフ54	○	○	0.15-0.27 1.0-2.15	1.3-3.4 5.1	500 1000 2000 3000	20 30 45 45
7%ナフ80	○		0.54-1.63	3	1000	40
ガルナイト54	○		0.72-1.43	3	1000	40
ガルナイト80	○		0.79-1.48	3	1000	40
22%カルボン54	○		0.65	3	1000	40
22%カルボン80	○		0.59	3	1000	40
					8	70-100 125-200 250-300 300-400

表 3 エアーブラストによるケレン能力比較

No.	研磨材	1種～2種 ケレン			3種 ケレン（推定値）		
		投射密度 kg/m ²	時間 S	作業効率 m ² /hr	投射密度 kg/m ²	時間 S	作業効率 m ² /hr
1	鋼グリッド	20.0～30.0	6.7～10.0	32.4～48.4	20	8.7	48.4
2	スチールショット	20.0～30.0	6.5～9.7	33.4～49.6	20	8.5	49.6
3	亜鉛				50	20.0	16.0
4	ナイロンショット				20	16.0	21.0
5	セラミック（焼成状態）	10.0～30.0	5.0～10.0	32.4～44.6	5	5.0	85.0
6	アルミニウム	30.0	11.4	28.4	20	7.0	46.3
7	砂（sand）	10.0～30.0	6.3～16.8	17.3～51.4	10	6.3	51.4

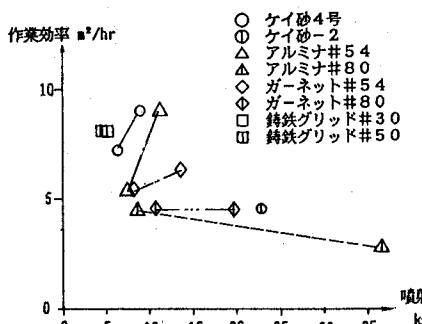


図 1 アブレイシブウォータージェットのケレン結果

4. 実験結果

表3にエアーブラストのケレン結果の一部を示す。すなわちエアーブラストの実験では、ブラスト材をある一定量投射する毎に実験を停止し、モデル表面の状態を観察した。そして、その結果から本表の1～2種と3種ケレンでの投射密度と作業効率を得た。本表に示すように、従来からのブラスト材（鋼グリッド、スチールショット、砂）だけでなく、今回試みに使ってみたもの（ナイロンショット、セラミック、アルミニウム）に至るまで作業効率20m²/hrの3種ケレンが可能であることが明らかになった。衆知のごとく、投射密度が低く作業効率が高いほど能力が良好なブラスト材となるが、この評価によれば、セラミック、砂、鋼グリッド、スチールショット、アルミニウム、ナイロンショット、亜鉛の順で良好となる。ただし、セラミック砂、アルミニウムは大掛かりな粉塵対策が必要であり、鋼グリッド等は被対象物ではね返ったブラスト材による装置への悪影響に配慮しなければならない等の難点をもつものとなっている¹⁾。

次に、図1にノズル1本で行ったアブレイシブウォータージェットのケレン結果を示す。本結果は比較的高圧時のもので、ケレン面は1～2種程度となった。この場合、アブレイシブの性能が塗膜はくり能力に大きく影響し、そのケレン能力は上から铸鉄グリッド、ケイ砂、アルミニウム、ガーネットの順となる。しかも、同じアブレイシブでも粒度が大きいほどケレン能力が高い傾向を持った。このように、アブレイシブウォータージェットが塗膜はくり上においてもかなり能力があることを確認したが、1本ノズルにて作業効率20m²/hrの3種ケレンが可能な結果は見い出すには至らなかった。しかしながら、ウォータージェットは高圧条件で水とアブレイシブを噴射するが、その噴射反力は小さく2本ノズルとしてもロボット制御上問題はなく、この観点から、本方法においても作業効率20m²/hr以上の3種ケレンは充分可能であると考えられる。また、既往の研究もこの点を支持している²⁾。

5. 自動塗装装置としての素地調整方法

ここで実施した2つの素地調整方法に対する実験から、橋梁自動塗装装置の3種ケレンを対象とするエアーブラストでは、鋼グリッド、砂、ナイロンショットがブラスト材として有効であることを見い出しができた。これら3種類のブラスト材の選択においては、公害対策やケレン後の表面処理等に必要な付帯設備等を考えた経済的検討やロボットやその他の装置等に及ぼす悪影響等の機能的検討が不可欠であるが、現在のおおまかな検討からナイロンショットがもっとも有効ではないかと考えている。

また、ここでの検討では目的としたケレン能力は確認できなかったが、アブレイシブウォータージェットも自動塗装装置の素地調整方法も有効と考えて今後検討を加えていくつもりである。この検討ではウォータージェットの錆対策が非常に大きなポイントの1つになるが、従来の錆抑制剤をウォータージェットに添加する方法だけでなく、別途の方法も検討していく予定としている。

参考文献

- 1) 鋼橋の塗装システム開発のためのロボットによる塗装試験について、土木学会40回年次講演会 VI-29. 佐野他
- 2) 建設機械の自動化に関する調査試験報告書 S.59年度 建設省 関東技術事務所