

VI-29 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

川崎重工業株式会社 正員 大杉章生 正員 ○ 土井佑介
正員 佐野信一郎 正員 赤尾 宏

1 まえがき 近年、鋼橋において維持管理費の増大と共に、塗替え塗装自動化への要請がとみに高まってきている。鋼橋の塗替え塗装システムの開発に当って、その第1ステップとして現有する油圧駆動5関節型ロボットを使用し、橋梁模型のケレン及び塗装試験を実施した。本試験の目的は、塗替え塗装作業に当って現有するロボットの適性を把握し、問題点の抽出を行うと共に、ロボット及びそれを搭載する台車などの周辺装置への要求機能を明確にすることである。

2 ロボットによる基礎試験

2.1 試験に使用したロボット 試験に使用した油圧駆動5関節型ロボットは汎用型として開発されたものであり、その基本仕様及び全体組立図は表1及び図1に示す通りである。

2.2 ケレン試験

表1 ロボット基本仕様

Type	Articulated
Degrees of freedom	5
Movement (maximum velocity)	Waist $\pm 135^\circ (80^\circ/\text{sec})$
	Shoulder $-90^\circ \sim +10^\circ (80^\circ/\text{sec})$
	Elbow $-20^\circ \sim +120^\circ (80^\circ/\text{sec})$
	Wrist bend $\pm 135^\circ (150^\circ/\text{sec})$
	Wrist rotation $\pm 135^\circ (150^\circ/\text{sec})$
Load capacity	10kg
Drive system	Hydraulic (140kg/cm ²)
Weight (main body)	200kg

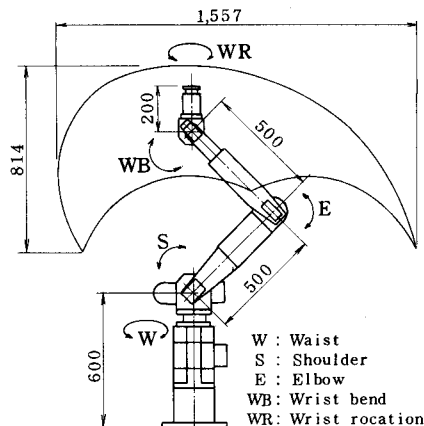


図1 全体組立図

塗替え塗装自動化に最適なケレン方法を選定するため、エアースラスト、エアブラシ並びにウォータージェットなどのケレン機器をロボット手首部に持たせ施工試験を実施した。その結果を表2に示しているが、エアースラストの能率が最も良かった。ここで、エアースラスト試験結果の一例を図2に示す。これは、ノズルと被ケレン面との距離（ノズル距離）を30cm一定とし、ノズルと被ケレン面とのなす角度（ノズル角度）を種々変えた場合の

表2 各種ケレン方法の比較総括表

		エアースラスト法	エアブラシ法	ウォータージェット法
作業性	一般部	作業性良好。ノズル角度・ノズル距離の変動による影響が小さい。	作業性劣る。最適加圧力を維持することが困難なため、ケレン品質が不安定となる。	作業性やや劣る。ノズル距離の変動によるケレン品質への影響が大である。
	狭隙部	グリット粒のはね返りを利用して、ケレン可能である。	極めて困難	困難
ケレン不可能箇所		少ない	非常に多い	多い
ケレン能力		0.5 m ² /min 〔グリット吐出量 11.8kg/min〕 〔ブラスト速度 5.1 m/min〕	0.2 m ² /min 〔ブラッシング速度 5.1 m/min〕	0.09 m ² /min 〔水の噴射圧力 1,500 ㎏/cm ² 〕 〔ケレン速度 2.6 m/min〕
総合評価		適	不適	不適

ケレン能力の変化を示したもので、ノズル角度が90度から60度までの範囲では、ケレン能力に大きな差がないことがわかる。図3は、狭隙箇所のケレン作業を想定し、グリット粒のはね返りを利用したブラスト効果を示したものである。図3より、ノズル角度60度の場合の方が45度の場合より、はね返りによるケレン能力が1.2～1.6倍大きいこと並びにはね返りによるブラスト効果が直接ブラストした場合の約50%に減じることが明らかとなった。

2.3 塗装試験 ロボットによる塗装試験で得られたパターン分布の一例を図4に示す。これは、塗料として下塗塗料用のシアナミド鉛さび止めペイントと上塗塗料用の合成樹脂調合ペイントの2種類を供試して、平板に2パス（吹付角度は共に90度）にて塗重ねた場合の塗膜厚分布を示したものである。塗装条件はほぼ同一でも、合成樹脂調合ペイントの方が流動性が優るため、シアナミド鉛さび止めペイントより均一な塗膜厚分布が得られている。

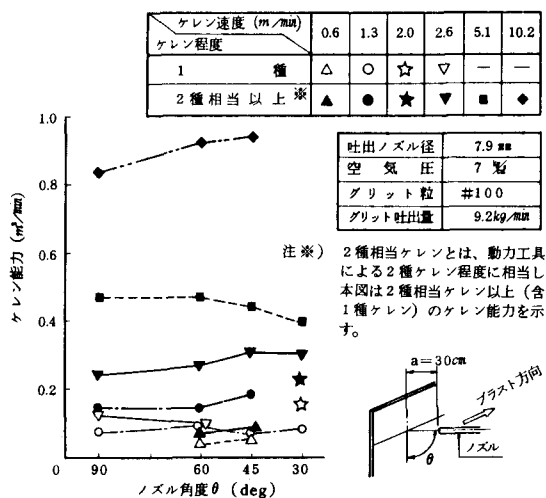


図 2 ケレン能力に及ぼすノズル角度の影響

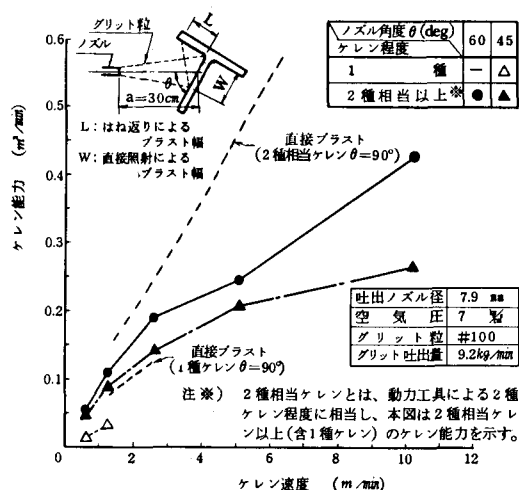


図 3 グリット粒のはね返りによるブラスト効果

3. 考 察

3.1 橋梁塗替え塗装ロボット 実物大橋

梁の部分模型への適用試験結果より、橋梁の塗替え専用塗装ロボットとして要求される条件をまとめると下記ようになる。①狭隘箇所での作業が多いため、胴体及び手首を可能な限り細くすること ②ケレン及び塗装作業とも、ロボットの手首部が被塗面に対して一定角度を確保しうるように手首部に 3 軸有すること ③ロボットの速度は 1 m/分

から 60 m/分まで任意に可変で、しかも安定した定速作業が可能なこと ④手首先端の支持荷重は 10 kg 以上有すること ⑤有機溶剤の使用が前提となるため、防爆タイプであること

3.2 自動化に最適なケレン方法 図 2 に示したように、エアブラスト法はケレン能力及び品質に及ぼすノズル角度の影響が小さく、作業条件範囲が広い。また、図 3 からわかるように相当狭隘な箇所もグリット粒のはね返りを利用してケレンが可能であるが、他のケレン方法は狭隘箇所のケレンが極めて困難である。したがって、ケレンの自動化法としてエアブラスト法が品質、作業性及び作業能率面で最適と思われるが、グリット粒の飛散防止設備、供給設備、異物との分離設備及び回収設備などが今後の課題として解決されなければならない。

3.3 塗装作業の自動化 本施工試験により、鋼橋の塗替え塗装にロボットを十分適応しうることが確認できた。今後は、各種塗替え対象塗料のより詳細な標準塗装作業条件の整備並びに更に高度なロボットの開発とともに周辺装置と組合わせた施工試験により品質の確認を行うことが重要である。

4. おわりに 鋼橋の塗替え塗装作業の自動化を図るために、現有するロボットによるケレン及び塗装試験を実施し、問題点を抽出するとともに塗装システム開発の方向づけを行った。この種の試験は初めての試みであるため、基礎データの集積から始める必要があった。今後は想定されるあらゆる角度からの検討を進めシステム開発の一助としたい考えである。

参考文献

- 土井 他：「橋梁の塗替え工事の自動化へのアプローチについて」 虹橋 32 号 1985 年 1 月
伊藤 他：「油圧駆動関節型ロボットとその制御」 川崎重工技報 83 号 1984 年

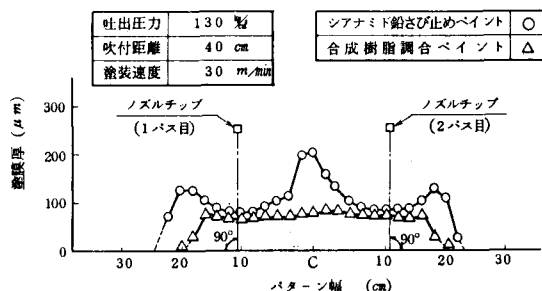


図 4 吹付角度 90°-90° で塗重ねた場合の膜厚分布