

太陽光の反射や日陰における紫外線と白亜化に関する検討

名古屋工業大学 学生会員 ○加藤 亮
 名古屋工業大学大学院 学生会員 小川 優貴

名古屋工業大学大学院 正会員 永田 和寿
 京都大学大学院 正会員 杉浦 邦正

1. 研究目的・背景

鋼構造物の塗膜は、紫外線による白亜化の進行によって劣化する。有効な維持管理方法として、塗装の部分塗替えが重要性を増してきている。

既往の研究では、日照時間に対する紫外線強度の検討を行っていた。しかし、日照時間が少ない箇所でも白亜化が進行しているため、本研究においては、日照時間以外の紫外線強度や、反射光による紫外線強度を計測し、検討を行うことにより、白亜化との関係を明らかにすることを目的とした。

2. 計測概要

2.1 対象橋脚

対象橋脚は、写真-1 の名古屋市内の高速道路の鋼製橋脚である。この橋脚は円形断面を持ち、塩化ゴム系の塗料が塗装されており、20年が経過している。

2.2 紫外線計測装置

計測では、写真-2 に示すおんどとり TR-74Ui を使用した。紫外線強度の測定範囲は $0.1\sim 30(\text{mW}/\text{cm}^2)$ に対して $\pm 5\%$ である。

2.3 計測方法

橋脚の地上 1.7m 地点を基準として、図-1 に示した通り、側面にセンサーを 9 台設置した。図中の番号はセンサーに付けた番号である。6番と7番のセンサーのみ同じ箇所に隣どうしで設置し、日向から日陰に切り替わる瞬間の紫外線強度を 2 台のセンサー



写真-1 対象橋脚



写真-2 計測機器

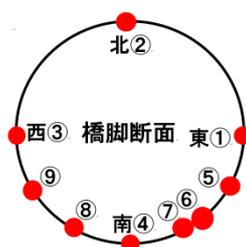


図-1 センサーの配置 写真-3 反射の様子



で同じ条件で観測できるようにした。センサーは 2017年10月26日8時55分から同日15時27分まで、5秒おきに紫外線強度を記録するように設定した。

また、計測と同時に橋脚をビデオ撮影することで、センサーに直射光や反射光が当たる時刻を把握し、記録した紫外線強度がどのような状態で記録した数値なのかを時間によって確認できるようにした。

3. 計測結果

3.1 紫外線強度と白亜化等級の関係

表-1 は、センサーが記録した紫外線強度と撮影した映像を照らし合わせ、日照時間における紫外線強度と日照時間外における紫外線強度を分別して、各センサーで積算したものである。白亜化等級は、既往の研究によって評価を行った。

表-1 各センサーの紫外線強度と白亜化等級

		センサー番号(方角)								
		1(東)	5	6	7	4(南)	8	9	3(西)	2(北)
計測時間 (6時間32分)	日照時間	9'35	33'00	33'15	33'15	34'10	26'35	26'55	0	0
	非日照時間	6:22'25	5:59	5:58'45	5:58'45	5:57'50	6:05'25	6:05'05	6:32	6:32
紫外線強度 (J/m^2)	合計(日向)	1.09×10^4	1.86×10^4	4.02×10^4	4.13×10^4	4.63×10^4	3.42×10^4	0.18×10^4	0.00	0.00
	合計(日陰)	4.55×10^4	6.22×10^4	6.56×10^4	6.45×10^4	5.59×10^4	3.22×10^4	1.04×10^4	0.47×10^4	2.41×10^4
	合計(反射)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36×10^4	0.23×10^4	0.08×10^4	0.00
	合計	5.64×10^4	8.08×10^4	10.58×10^4	10.58×10^4	10.22×10^4	7.01×10^4	1.46×10^4	0.55×10^4	2.41×10^4
白亜化等級		2.5	3	3	3	4	3.5	3.5	3.5	2.5

図-2では、表-1を棒グラフで示し、各位置での白亜化等級をプロットで示した。

図-2より、東から南の方ではセンサーが記録した紫外線強度と白亜化等級には関係性が見られる。しかし、西や北の方では紫外線が当たっていないのに白亜化等級は東よりも大きいことから、紫外線と白亜化進行の関係が完全に成り立っているとはいえず、紫外線の他に雨や風の影響があると考えられる。

3.2 反射光による紫外線強度の検討

写真-3は、対象橋脚に隣接するビルの窓ガラスによって太陽光が反射し、橋脚の西側に反射光が当たっている様子である。表-2では、センサーに反射光が当たっている時の紫外線強度をまとめ、図-3では、その時の紫外線強度の変化を示したグラフである。

これらを参考にすると、反射光が当たる直前と当たっている間では紫外線強度にも差が生じていることが読み取れる。

4.考察

表-1、図-2より、日陰における紫外線強度と比べると、日向における紫外線強度の方が瞬間的には大きい値になるが、計測を行った橋脚では1日の日照時間が少なく、非日照時間が大部分を占めたため、累積すると日陰における紫外線強度の方が大きくなった。そのため、直射光が当たらない場所でも紫外線の影響によって白亜化は進行すると考えられる。

表-2、図-3より、反射光が対象のセンサーに当たる直前と当たっている時間の最大値を比較すると、反射光によって紫外線強度は増加しており、場所によっては5倍ほど大きくなる場所もあった。したがって、直射光が当たらなくても、近隣の建物等からの反射光によって紫外線強度が増加し、白亜化にも影響を及ぼすことが考えられる。

今回は建物からの反射光があたる場合のみを考えたが、地面に反射した紫外線を橋脚が受ける可能性もあり、その場合、広範囲に影響を及ぼしている可能性があると考えられる。

5.まとめ

直射光が当たりにくい日陰の場所でも、少量ではあるが紫外線を受け、それが長期間続くことで大きな影響を及ぼすためであると考えられる。

直射光が当たらなくても、反射光が当たることによって白亜化が進行する場合もあると考えられる。

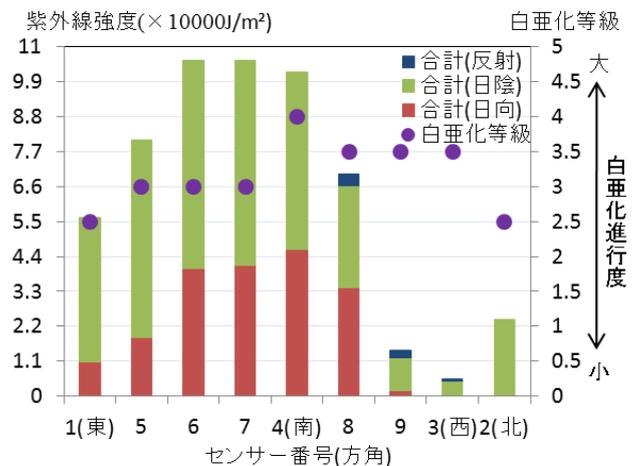


図-2 各センサーの紫外線強度と白亜化等級

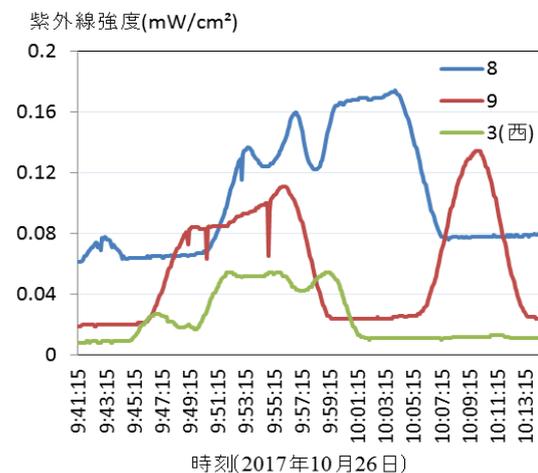


図-3 反射時の紫外線強度の変化

表-2 反射時の各センサーの紫外線強度と反射直前の紫外線強度との比較

センサー番号・反射回数		8(1回目)	8(2回目)	9(1回目)	9(2回目)	3(1回目)	3(2回目)
対象時刻		9:41'25	9:50'35	9:46'10	10:05'50	9:45'05	9:50'00
		∩	∩	∩	∩	∩	∩
		9:44'25	10:07'15	9:58'30	10:12'55	9:48'20	10:01'10
紫外線強度 (mW/cm²)	反射直前	0.061	0.069	0.022	0.028	0.010	0.020
	反射中(最大値)	0.078	0.174	0.111	0.134	0.027	0.054
	反射中-反射前	0.017	0.105	0.089	0.106	0.017	0.034
	反射中/反射前	1.279	2.522	5.045	4.786	2.700	2.700
	合計	30.193		19.395		7.074	