

塗膜の白亜化と紫外線に関する考察

名古屋工業大学 学生会員 ○中野 陽一郎
 名古屋工業大学 学生会員 加藤 亮

名古屋工業大学 正会員 永田 和寿
 京都大学 正会員 杉浦 邦征

1.はじめに

鋼構造物は腐食防止のために塗膜が施されており、表面を被覆することで防食性や耐水性、耐候性の向上を目的としている。塗膜は紫外線により白亜化が進行し表面が粉化を起こすため、その劣化には部位ごとで差異が生じる。そのため、効率性やコスト面から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と白亜化の比較を行い、UV インデックスを用いることで部分ごとに紫外線量を算出する計算方法を提案した。しかし、相関がみられないケースも確認されたことから、本研究においては日照時間以外も考慮した計算方法の改善を試み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 に示す鋼製橋脚である。この橋脚の特徴としては円形断面であり、塩化ゴム系の塗料が塗装され、20 年が経過している。

2.2 紫外線計測器具

計測で用いる器具は写真-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 $0.1\sim30(\text{mW}/\text{cm}^2)$ である。それに対して測定誤差は $\pm 5\%$ である。

2.3 計測方法

地上から 1.7m を基準に、図-1 に示すようにセンサーを 9 つ配置した。計測は 1 月、4 月、7 月、11 月の四季ごとにそれぞれ 5 日間行い、各初日は一日の紫外線強度の動きが詳細に分かるように 1 秒間隔、残り 4 日はセンサーの容量を考慮し 5 秒間隔で行った。

また、それぞれの計測の初日にビデオ撮影をすることで、日向と日陰による紫外線強度の変化を確認できるようにした。



写真-1 対象橋脚



写真-2

おんどとり TR-74Ui

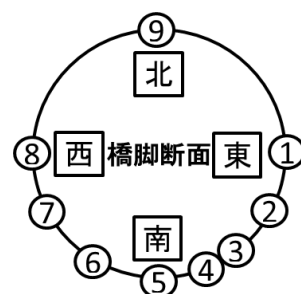


図-1 センサー配置図

表-1 紫外線強度の和と白亜化等級

	東(センサ①)	西(センサ⑧)	南(センサ⑤)	北(センサ⑨)
白亜化等級	3	3	3.5	2.5
4月	148.304	10.966	132.356	79.463
7月	139.287	11.374	141.551	86.497
10月	76.676	38.973	85.77	18.219
1月	115.682	8.238	159.827	36.546

3.計測結果

3.1 紫外線強度と白亜化等級の関係

同期間でのそれぞれのセンサーで得た 5 秒毎の紫外線強度の和と、各点の白亜化進行度を数値化した白亜化等級との比較を表-1 に示す。

この表から東面及び南面、北面では紫外線強度と白亜化等級に関係性が見られ、日光が直射している時間が多いほど白亜化が進行していくことが読み取れる。しかし西面ではほとんど日陰の時間で紫外線強度も低いにも関わらず白亜化が大きく進行しているため、紫外線強度のみでなく、他の要因による影響があると考えられる。

3.2 北面に着目した紫外線強度の変化と検討

ここで日が当たりにくい北面について、その紫外線強度の推移を図-2に示す。

直達光はほとんどないにも関わらず紫外線強度には変化が起きており、直達光以外の散乱光や反射光によっても紫外線強度が変化し、少なからず白亜化に影響していることが考えられる。

4 UV インデックスを用いた検討と考察

4.1 紫外線量の算出方法の改善

上記から、日陰における散乱光や反射光の影響を含めた検討を行うべきである。しかし従来の計算方法ではそれらの検討が十分でない部分があったため、UV インデックスを用いた計算方法に日照時間外の影響を考慮に入れた改善が必要である。

4.2 UV 強度の算出

まず UV インデックスとは気象庁に掲載されている指標であり、紫外線が人体に影響を与える範囲の波長を対象とし、紫外線の強さを数値化したものである。本研究では 1997 年から 2008 年の期間で平均した表-2に示す名古屋での平均 UV インデックス値と、日照シミュレーションにより計測された日照時間を用いた数値を式(1)に示すように UV 強度とする。ここで日陰での UV インデックスは直達光に比べて低倍率になると予想し、倍率 α を日照時間外に掛け合わせることで日陰の影響を簡易的に考慮する。

$$\text{UV 強度} = \text{平均 UV インデックス値} \times (\text{日照時間} + \text{日照時間外} \times \alpha) \quad (1)$$

4.3 UV 強度と日陰の影響を考慮した検討

図-3に倍率 α を変化させたときの UV 強度と白亜化等級との比較を、表-3に南面に対する他面の UV 強度の比と白亜化等級の比を示す。この図と表から倍率 α について 0.2 倍が適切であることが考えられ、紫外線強度と白亜化等級との関係性と比較してもより精度の高い結果になっていることが分かる。

以上の結果から日向のみでの検討よりも、日陰の影響を考慮することで白亜化との高い相関性が得られると思われる。

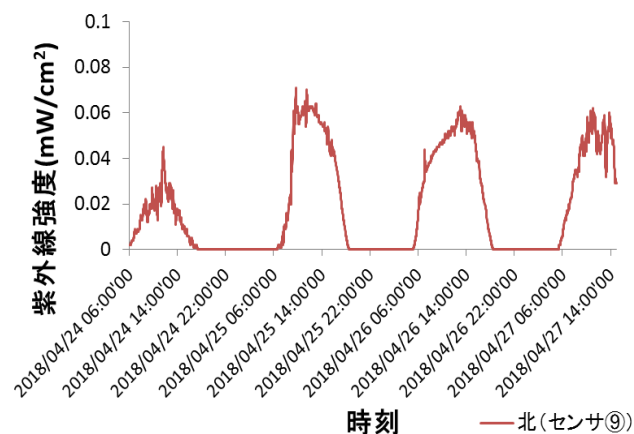


図-2 北面の紫外線強度の推移

表-2 平均 UV インデックス値

	月(月)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
時刻(時)	6	0	0	0	0.1	0.2	0.3	0.2	0.1	0	0	0
	7	0	0	0.2	0.5	0.9	1	0.7	0.4	0.2	0	0
	8	0.2	0.3	0.7	1.4	2.2	2.5	2	1.5	0.9	0.5	0.2
	9	0.7	1	1.8	2	4	4.4	4	3.1	2.2	1.2	0.7
	10	1.4	2	3.1	4.5	5.8	6.3	6.1	5	3.5	2.2	1.4
	11	2	2.9	4.2	5.7	7.2	7.8	5.4	7.7	6.3	4.5	2.8
	12	2.3	3.3	4.6	6	7.5	8.2	9	8.3	6.6	4.6	2.9
	13	2.1	3.1	4.2	5.4	6.8	7.5	8.3	7.6	5.8	3.8	2.4
	14	1.4	2.1	3.1	4.1	5.2	5.9	6.6	5.8	4.2	2.5	1.5
	15	0.7	1.2	1.8	2.5	3.3	3.9	4.4	3.7	2.4	1.2	0.6
	16	0.2	0.4	0.8	1.1	1.6	2.1	2.3	1.8	1	0.3	0.1
	17	0	0	0.2	0.3	0.6	0.8	0.9	0.6	0.2	0	0
	18	0	0	0	0	0.1	0.2	0.2	0.1	0	0	0

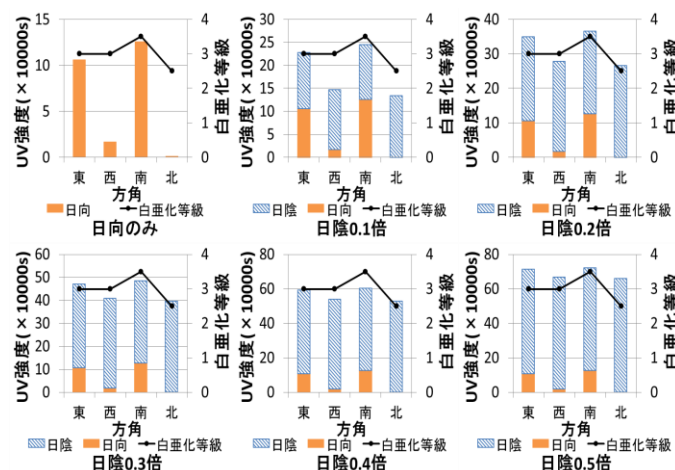


図-3 UV 強度と白亜化等級の比較

表-3 南面に対する各面の比

方角	UV強度の比					白亜化等級の比
	$\alpha=0.1$	$\alpha=0.2$	$\alpha=0.3$	$\alpha=0.4$	$\alpha=0.5$	
東/南	0.928	0.957	0.972	0.980	0.986	0.857
西/南	0.600	0.761	0.842	0.892	0.925	0.857
北/南	0.544	0.727	0.820	0.877	0.914	0.714