

橋脚の白亜化と紫外線強度に関する検討

名古屋工業大学 学生会員 ○小川 優貴
 名古屋工業大学大学院 学生会員 鞍馬 宏紀

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 邦征

1.はじめに

建設されてから長期間が経過した鋼構造物は腐食等による劣化が進行しており、塗膜の塗り替えの重要性が増している。著者らの既往の研究では、塗膜の劣化に対し白亜化の程度を、日照シミュレーションを用いて日照時間で検討を行っていた。しかし、白亜化が起こる要因は日照時間よりも、季節や天候、時刻により変動する紫外線量が大きく影響を与えるのではないかと考える。

そこで本研究においては、日照時間に対し紫外線強度で検討を行うことにより、白亜化との関係性を明らかにすることを目的とした。

2 研究概要

2.1 対象橋脚

対象とした橋脚は名古屋市内の高架橋である。全部で3本あり、本研究ではそれぞれを橋脚A(写真-1)、橋脚B(写真-2)、橋脚C(写真-3)と呼ぶことにする。

橋脚Aは、短形断面を持つ鋼製橋脚である。上塗りに使用されている塗料はポリウレタン樹脂であり、塗装されてから16年が経過している。各高さを東面について中、左、右に分けて計測点とした。

橋脚BおよびC橋脚は、円形断面を持つ鋼製橋脚である。上塗りされている塗料は塩化ゴム系であり、ともに塗装されてから20年が経過している。各高さを東、西、南、北に分けて計測点とした。

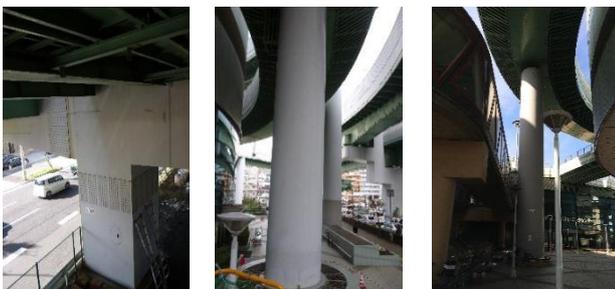


写真-1 橋脚 A 写真-2 橋脚 B 写真-3 橋脚 C

2.2 日照シミュレーション

対象とした橋脚の日照時間を計測するにあたり、

3D描写ツールである SketchUp2015 を用いて日照シミュレーションを行った。期間は各月あたりにあたる2014年12月1日から2015年11月1日の、計12日間とした。また、橋脚の各高さに計測点を設け、1分単位で計測点の陰による濃淡の程度により日照されているかの判断を行った。

2.3 紫外線強度の数値化

紫外線は波長によってUV-A、UV-B、UV-Cの3種類に分けられる。UV-Cは非常に強力であるがオゾン層によって遮られ、地上には到達しない。そのため、UV-A及びUV-Bに着目し、2通りの方法で紫外線強度の数値化を行った。

1つ目はUVインデックス値による検討である。UVインデックスとは290nm~400nmの波長を、波長別の人体に対する相対影響度で掛け合わせたのちに積算した数値で、無次元である。本研究では、気象庁に掲載されている名古屋での1997年から2008年までの期間について平均した晴天時のUV値を用いた。この数値を日照時間で積算した値をUV強度として数値化を図り、評価を行った。

2つ目は2015年8月から2016年7月までの名古屋で観測された紫外線を用いた。UV-A領域紫外線はMS-210A、UV-B領域紫外線はMS-210Wで観測を行い、UV-AとUV-B領域を同時刻ごとに足し合わせることで1つの紫外線強度とし、日照時間で積算することにより評価を行った。

2.4 白亜化の評価

白亜化等級は著者らの、既往の論文により引用した。

3.結果

日照シミュレーションを用いて橋脚の各高さにおける日照時間、UV強度と紫外線強度の積算値と、白亜化等級を以下の表-1、表-2、表-3にまとめた。

全体を通して、対象とした橋脚の日照時間と、白亜化等級には関係性がみられた。しかし、橋脚 B の東面や南面、橋脚 C の東面のように、日照時間では関係性がみられなかったが、紫外線強度で検討すると、白亜化等級との関係性がみられ、結果の最適化を行うことができる測定箇所が存在した。一方で、橋脚 A 東面の左や橋脚 C の北面のように、日照時間や紫外線強度のどちらについても、白亜化等級と関係性がみられない測定箇所も存在した。

4.考察

白亜化等級に関して、紫外線強度と UV 強度では似たような傾向が見られた。これは 325nm 以上の波長別紫外線強度はほとんど等しいため、紫外線強度を使用しても、時間帯にかかわらず同比率で紫外線強度が上積みされるためと考えられる。また、橋脚 A については3通りとも似たような傾向が見られたが、橋脚 B と C では傾向が異なり、橋脚 B については紫外線強度で検討した方が関係性は高いが、橋脚 C に

ついては、日照時間で検討した方が関係性は高いと思われた。これは、日陰においても紫外線は存在している一方で、日照シミュレーションにおいて、日陰となった時間帯は 0 とみなすため紫外線強度も 0 としたこと、また、天空散乱や構造物による反射の影響を考慮していないためであると考えられる。

謝辞

本研究において名古屋での紫外線強度を算出するにあたり、快く情報の提供を行って頂いた名古屋大学太陽地球環境研究所も松見豊教授に心より感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 永田和寿, 鞍馬宏紀, 山中信, 杉浦邦征: 橋脚における塗膜の白亜化調査と考察, 鋼構造年次論文報告集, 日本鋼構造協会, 第 24 巻, pp.375-382, 2016 年 11 月.

表-1 橋脚 A における積算値

高さ (m)	中				左				右			
	日照時間 (h)	紫外線強度 (W/m ²)	UV強度 (s)	白亜化等級	日照時間 (h)	紫外線強度 (W/m ²)	UV強度 (s)	白亜化等級	日照時間 (h)	紫外線強度 (W/m ²)	UV強度 (s)	白亜化等級
6.7	3:44	310.68	51366	1.5	14:03	1852.91	281472	3.5	0:01	0.03	0	1.5
5	6:11	735.39	97944	5.0	10:58	1841.10	154829	4.5	2:25	157.35	28320	1.5
2.7	9:25	947.54	131400	5.0	9:56	812.98	95958	4.5	5:15	462.92	47238	4.5
1	11:30	961.27	125820	4.5	11:18	671.46	63528	5.0	7:59	533.03	67554	4.5

表-2 橋脚 B における積算値

高さ (m)	東				南				北				高さ (m)	西			
	日照時間 (h)	紫外線強度 (W/m ²)	UV強度 (s)	白亜化等級	日照時間 (h)	紫外線強度 (W/m ²)	UV強度 (s)	白亜化等級	日照時間 (h)	紫外線強度 (W/m ²)	UV強度 (s)	白亜化等級		日照時間 (h)	紫外線強度 (W/m ²)	UV強度 (s)	白亜化等級
12.1	5:14	288.19	17796	3.0	2:32	114.63	7722	3.0	/	/	/	/	11.6	0:03	1.19	576	1.5
11.3	7:55	552.98	38688	1.5	5:16	315.9	21420	3.0	0	0	0	1.5	11.3	0:08	3.37	576	1.5
9.3	9:33	767.24	73878	1.5	8:15	612.8	69156	3.0	0:27	0.97	0	2.0	9.3	0:03	2.69	366	2.0
7.3	8:47	540.34	81372	2.5	9:38	771.92	102750	3.5	0:47	4.5	0	2.5	7.3	0:11	10.29	1902	3.5
5.3	10:44	680.45	93114	5.0	10:34	881.53	125628	5.0	1:13	12.68	24	3.0	5.3	1:29	116.15	11982	3.0
3.3	12:52	4105.34	105582	3.0	10:10	885.06	125772	3.0	2:02	33.17	612	2.5	3.3	1:19	105.85	13662	3.0
1.3	15:03	3758.59	108360	2.5	12:26	1048.35	139590	4.0	2:50	58.66	1200	2.5	1.3	1:25	112.75	16476	3.0

表-3 橋脚 C における積算値

高さ (m)	東				西				南				北			
	日照時間 (h)	紫外線強度 (W/m ²)	UV強度 (s)	白亜化等級	日照時間 (h)	紫外線強度 (W/m ²)	UV強度 (s)	白亜化等級	日照時間 (h)	紫外線強度 (W/m ²)	UV強度 (s)	白亜化等級	日照時間 (h)	紫外線強度 (W/m ²)	UV強度 (s)	白亜化等級
14.6	0:59	4.35	3540	1.5	9:48	80.32	9066	2.5	20:43	120.82	70728	4.0	1:57	6.87	846	1.5
13	10:20	373.99	37200	2.5	21:46	725.86	109212	2.5	33:15	315.90	225462	4.5	2:23	21.26	1920	2.0
11	11:13	599.73	40380	2.5	26:02	1218.47	190014	4.0	33:59	613.40	331212	4.0	2:37	54.18	5424	1.5
9	10:48	633.04	38880	2.5	26:22	1583.59	258894	4.5	9:38	/	/	/	2:57	82.16	6600	2.0
7	10:43	751.17	38580	3.0	27:02	1950.37	330504	3.5	10:34	/	/	/	2:53	109.26	10380	2.0
4	9:30	792.86	34200	3.5	24:16	2158.50	362970	2.5	24:10	887.80	485154	3.0	1:46	68.09	7842	3.0
1	10:11	1017.32	36660	3.0	18:13	2115.88	349974	2.5	13:44	1051.25	305316	2.0	1:21	25.42	1656	3.0