

夜間の津波避難誘導を可能とする蓄光標識等の輝度に関する研究

株式会社ドペル 正会員 ○井上 之彦

1. はじめに

JIS Z 9097 (津波避難誘導標識システム) 及び JIS Z 9098 (災害種別避難誘導標識システム) が制定され、その中で発光性能はⅠ類とⅡ類に規定された。これらの分類は所定の測定条件下でのりん光輝度を測定することにより決まる。しかし、実際の温度(気温)は昼間 30℃以上になる場合や昼間と夜間の気温差が 15℃以上ある場合もある。

また、昼間の紫外線強度も天候によって大きく変化する。従前より蓄光材の輝度は①励起する紫外線強度、②励起時間、③励起時の材料温度、④励起終了後の測定開始から測定終了するまでの時間、⑤励起終了後の測定開始から測定終了するまでの間の材料の温度変化といったパラメーターにより変動することは知られてるが、それらについて定量的にまとめた研究報告等は確認されていない。

温度(気温)や紫外線強度等、環境の変化と輝度の相関を把握することで、より安全サイドに立った JIS Z 9097 の運用が可能となる。

2. 目的

本研究は、蓄光標識等について測定環境温度の変動が 720 分後の残光輝度にどのような影響を与えるかを調査し、設置現場における環境下で測定した 720 分後の実測値と JIS Z 9097 で定められた測定条件下で測定した 720 後の測定値との相関を把握することを目的とする。

更に、環境温度が大きく変動する屋外設置の場合でも、蓄光式避難誘導標識等の視認性が担保できるⅡ類の残光輝度(10mcd/m²以上)を確保できる蓄光性能の目安を提示することを目的とする。

3. 屋外設置の蓄光材料に求められる発光性能

JIS Z 9097 で発光性能については「付属書 D. 2. 1. 2. 2 りん光輝度区分」でⅠ類(23±2℃、400 μW/cm²、60 分励起停止後、720 分後のりん光輝度が 3mcd/m²以上 10mcd/m²未満)とⅡ類(23±2℃、400 μW/cm²、60 分励起停止後、720 分後のりん光輝度が 10mcd/m²以上)が規定されている。

また、耐久性で重要な試験項目(5.2 耐候性、5.4 耐水性、5.6 耐湿性、5.11 耐摩耗性、5.12 耐薬品性、5.16 耐汚染性)について各耐久性試験後に、りん光輝度試験を行い、所定(Ⅰ類又はⅡ類)の輝度が確保されていなければ「適合」とは言えない。

4. JIS Z 9097 で規定された蓄光材料のりん光輝度試験の条件と方法

JIS Z 9097 の蓄光材料のりん光輝度試験は、試験条件を詳細に規定している。試験見本を JIS Z 8703 に規定する温度 23±2℃、相対湿度(50±5)%の暗室に 48 時間以上外光を遮断した状態で保管する。

その後、JIS Z 8902 に規定するキセノンランプを用い、紫外線強度(測定波長域 360~480 nm) 400 μW/cm²で 60 分間照射し、照射を止めた後、20 分、60 分、120 分及び 720 分後のりん光輝度の測定を行う。

5. 屋外の測定環境について

屋外に設置される蓄光式避難誘導標識等は、季節や地域、天候、時間帯により様々な温度や照度環境下に曝され、かつ、励起中及び 720 分間のりん光輝度測定中においても環境温度は変化する場合がほとんどである。

例えば、夏季の日没直後の測定開始時の温度が 28℃で、その後徐々に温度が下がり 720 後の測定終了時が 18℃になるということが実際あり得る。一般的に蓄光材料は温度が高いと発光エネルギーを多く放出するため、初期輝度は高くなるが輝度の減衰は早く(発光時間が短く)なり、温度が低いとその逆となる。

よって、励起中及び測定中の温度変化が 720 分後の残光輝度に大きな影響を与えることになる。

キーワード 蓄光, 津波, 避難誘導, 輝度, 温度, 励起

連絡先 〒292-1149 千葉県君津市かずさ小糸 1-3 (株)ドペル TEL0439-29-7401

6. 測定環境温度と輝度

前述の内容を踏まえ、測定中の温度が蓄光材料の発光性能にどのような影響を与えるのかについて把握するため、次のような条件で残光輝度データを採取した。

- ・測定する蓄光材料は JIS Z 9097 の条件（温度 23 ± 2 °C 下、紫外線強度 $400 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ 励起で 60 分間照射）にて測定し、残光輝度が $14\text{mcd}/\text{m}^2$ と $10\text{mcd}/\text{m}^2$ となるものの 2 種類を使用した。
- ・励起紫外線強度は全て JIS Z 9097 の条件と同じ $400 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ とした。
- ・励起時間は全て 60 分とした。
- ・励起中の温度は測定開始時温度と同じ温度とした。
- ・測定開始時温度から 240 分間は開始時温度で一定に保ち、240 分後以降は測定終了時温度とした。
- ・720 分後の残光輝度測定時の温度は測定終了時温度とし残光輝度を測定した。
- ・紫外線強度は UVR-2&UD-40 で測定し、輝度は BM-100（何れもトプコンテクノハウス社製）で測定した。

上記の内容にて測定した結果を基に、測定開始時温度及び測定終了時温度と 720 分後残光輝度の関係を表 1 及び表 2 にまとめた。

表 1 温度別輝度（基準 $14\text{mcd}/\text{m}^2$ ）

JIS Z 9097条件 $14\text{mcd}/\text{m}^2$ 品720分後輝度マップ

		測定開始時気温 (mcd/m ²)							
		°C	14	17	20	23	26	29	32
測定終了時気温	14	15.1	15.0	12.8	11.9	10.5	10.2	10.0	
	17		14.3	13.2	12.6	11.0	10.5	10.2	
	20			14.1	13.4	11.8	11.0	10.5	
	23				14.0	12.7	11.8	11.0	
	26					13.9	13.4	11.8	
	29						13.7	13.2	
	32							13.6	

表 2 温度別輝度（基準 $10\text{mcd}/\text{m}^2$ ）

JIS Z 9097条件 $10\text{mcd}/\text{m}^2$ 品720分後輝度マップ

		測定開始時気温 (mcd/m ²)							
		°C	14	17	20	23	26	29	32
測定終了時気温	14	11.2	11.1	9.3	8.3	7.4	7.0	6.8	
	17		10.6	10.0	9.5	8.1	7.0	6.9	
	20			10.3	10.0	8.7	7.2	7.0	
	23				10.0	9.3	7.4	7.2	
	26					10.0	8.8	7.6	
	29						9.9	8.8	
	32							9.8	

7. 考察

表 1 において、測定開始温度 32°C 、測定終了温度 14°C の測定条件時、720 分後残光輝度が最も低く $10\text{mcd}/\text{m}^2$ であった。表 2 においても測定開始温度 32°C 、測定終了温度 14°C の測定条件時、720 分後残光輝度が最も低く $6.8\text{mcd}/\text{m}^2$ になっており、720 分後残光輝度が $10\text{mcd}/\text{m}^2$ 以上になる条件は、測定開始温度 23°C 以下、測定終了温度 20°C 以下と限定された測定環境温度範囲になっている。

以上より、JIS Z 9097 の条件（ 23 ± 2 °C を維持した環境温度で紫外線強度 $400 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ 励起、60 分間照射し、720 分後の残光輝度を測定）で測定した残光輝度が、II 類の下限値である $10\text{mcd}/\text{m}^2$ の性能を持つ蓄光標識の場合、昼間の気温が 23°C を超える場合、720 分後の残光輝度が $10\text{mcd}/\text{m}^2$ を下回り、夜間の視認性が確保できないことも懸念される。 30°C を超える夏日が多い日本国内での設置後の実際の運用を考慮すると、JIS Z 9097 の II 類の下限性能 $10\text{mcd}/\text{m}^2$ ではなく、 $14\text{mcd}/\text{m}^2$ 以上の性能を有する蓄光標識等を選定することが望ましい。

7. おわりに

JIS は工業製品に関する規格や測定法などが定められた日本の国家規格である。ここに定められた基準値等は最低限守らなければならないが、蓄光製品の選定に際しては、JIS Z 9097 の中で定めた基準等をクリアしてさえいれば良いという考えではなく、実際の設置環境等その後の運用のことも考慮に入れ、常に安全サイドに立った選定を心掛けるべきである。

本研究が蓄光標識等の選定時の一助になれば幸いである。

参考文献

- ・日本工業標準調査会：JIS Z 9097（津波避難誘導標識システム）