夜間の津波避難誘導を可能とする蓄光標識等の設置事例に関する研究

神奈川大学　正会員　○荏本　孝久
建設教育研究推進機構　フェロー会員　大野　春雄

１．はじめに

屋外に設置する避難誘導用の蓄光製品には日没から翌朝まで十分な視認性が確保できることが必須の性能として求められる．しかし、現状、多くの製品に劣化による不具合が見られる．屋外に設置する避難誘導用の蓄光製品には充分な輝度性能の他、厳しい環境下でも十分に機能するよう高い耐久性が求められる．

２．背景

蓄光標識等の普及が進む中、JIS Z 9096（床面に設置する蓄光式の安全標識及び誘導ライン）を皮切りに、JIS Z 9097（津波避難誘導標識システム)、JIS Z 9098（災害種別避難誘導標識システム）が制定され、その中で蓄光式避難誘導標識の仕様及び運用方法等が世界に先駆けて示された．

３．黒潮町設置事例の調査・研究

JIS Z 9097 制定後にまとまった数量の蓄光標識が設置された高知県黒潮町の協力を頂き、平成 29 年 5 月と 9 月の 2 回に渡って夜間の津波避難誘導を可能とする蓄光標識の設置事例に関する調査・研究を行った．

４．要求性能

JIS Z 9097 では、耐久性については「付属書 D の 2.1.2.3 その他の性能」で「JIS Z 9096 に規定されている 16 項目（5.1 りん光材料の昼間の色、5.2 耐候性、5.3 耐衝撃性、5.4 耐水性、5.5 耐燃性、5.6 耐湿性、5.7 耐ふ（拭）き取り性、5.8 表面印刷の付着性、5.9 りん光材料のりん光輝度、5.10 粘着力、5.11 耐摩耗性、5.12 耐薬品性、5.13 曲げ強度、5.14 滑り抵抗、5.15 耐凍結融解性、5.16 耐汚染性）について要求性能の基準を規定し、かつ重要な項目については試験後の輝度測定を求めている．

また、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（励起停止後、720 分後のりん光輝度が 3mcd/㎡以上）と Ⅱ類（励起停止後、720 分後のりん光輝度が 10mcd/㎡以上）が規定されている．

５．調査内容

第 1 回調査は 2017 年 5 月 27 日～6 月 1 日、第 2 回調査は 2017 年 9 月 25 日～9 月 29 日にかけて、(1)設置環境調査、(2)発光性能調査、(3)目視による劣化等調査、(4)視認性調査をおこなった．まず、第 1 回調査の冒頭で調査対象とする標識の選定を行った．1，073 枚（A 社製：606 枚、B 社製 467 枚）設置された蓄光式津波避難標識の中からランダムに抽出した．第 2 回調査では第 1 回調査で選定した標識について約 4 ヶ月経過後の発光性能や表面状態等の第 1 回調査時との変化の有無を確認した．

設置環境調査では昼間（14：00～16：30）対象となる標識が設置されている環境（天候、気温、表示面の設置方向、励起の妨げとなる障害物の有無）を調査した．

発光性能調査では、昼間（14：00～16：30）の設置環境調査時に遮光板を標識の所定の箇所に取り付け、蓄光材の励起を遮断した．そして昼間遮光板を取り付けた時間から 12 時

キーワード　蓄光，津波，避難誘導，輝度，耐久性
連絡先　〒101-0064　東京都千代田区神田猿楽町 2-3-1　（特非）建設教育研究推進機構　ＴＥＬ03-5577-4560

間経過した後の夜間（2：00～4：30)、JIS Z 9097 に規定されている輝度計 BM-100（トプコンテクノハウス社製）を用いて蓄光部の輝度を実測した． 実測時は、暗幕で標識全体を覆い周辺にある街灯等の外光の影響を完全に排除し測定の精度を確保した．

目視による劣化等調査では昼間（10：00～16：30)、調査対象の蓄光式津波避難標識について目視による劣化（色ムラ、変色、剥がれ、膨れ、シワ等）の調査を行った．

視認性調査は周辺に民家や街灯等の外光が全く無い場所に設置されている標識（今回の輝度実測標識以外）を選定し、日の出時間の 1～2 時間前に 25m（JIS Z 9097 解説に示されている視認性確認距離）離れた所から数名により目視にて視認性を確認した．

６．調査結果

設置環境調査では、蓄光津波避難標識の励起に大きく影響する障害物や避難時に見通しが出来ないような場所に設置された標識は見当たらなかった．

発光性能について、遮光後 12 時間後の実測データから蓄光標識表示面輝度の平均値と最大・最小値を求めた．第１回及び第２回の実測結果を表１に示す

表１　輝度実測データまとめ

	メーカー	12時間後実測平均輝度（mcd/㎡）	有効測定点数（N数）	最小輝度（mcd/㎡）	最大輝度（mcd/㎡）	10mcd/㎡未満		10mcd/㎡以上	
						N数	%	N数	%
第1回	A社	7.59	224	3	11	207	92.4	17	7.6
	B社	7.57	184	4	11	176	95.7	8	4.3
第2回	A社	8.36	183	2	13	101	55.2	82	44.8
	B社	6.93	145	2	13	123	84.8	22	15.2

目視による劣化等調査では、蓄光式津波避難標識の目視による色ムラ、変色、剥がれ、膨れ、シワ等の劣化等については、表面のトップコートにシワが発生している標識が数カ所確認された．設置前からあったのか、設置後に入ったのかについては不明である．

視認性に関しては日の入り時間から 9 時間～11 時間しか経過していないにも拘らず 25m（JIS Z 9097 解説に示されている視認性確認距離）離れたところからは輝度の不足により視認出来ないものが多数あった．

７．考察

発光性能の実測調査において、設置後 2～8 ヶ月であるにもかかわらず、ほとんどの標識についてⅡ類で規定している 12 時間後の輝度が 10mcd/㎡以上を満たしていないことが判った．また、晴天時など昼間の気温が高い時、12 時間後の輝度が低下傾向にあることも判った．これらより、夏季の晴天日、特に夏日や真夏日などは、更に発光性能が低下することが予想される．

また、「JIS Z 9097（津波避難標識システム）付属書 D の 2.1.2.3 その他の性能」で「JIS Z 9096 に規定されている 16 項目の性能基準が要求されているが、今回、黒潮町に設置されている蓄光式津波避難標識の要求性能は 16 項目の内、6 項目が除外され 10 項目のみとなっている．特に、表面の強度を評価する耐摩耗性試験が除外されていることから、今後表面の劣化による更なる輝度性能の低下が懸念される．尚、今回の測定条件は JIS Z 9097 で規定された測定条件とは異なる為、JIS 適合判定ではないことを付け加える．

８．おわりに

2013 年 4 月に黒潮町で公開実験を実施するにあたり、公的試験機関による JIS Z 9096 の耐久性の 16 項目全てに適合することを確認した蓄光式津波避難標識の試験施工を行っている．4 年以上経過した今回の調査時に同じ測定方法で発光性能の確認を行ったところ、Ⅱ類の性能（12 時間後の輝度が 10mcd/㎡以上）を大きく上回る性能（12 時間後の輝度が 13～18mcd/㎡）を維持していた．このことからも 16 項目全ての性能基準に適合することが長期に渡る耐久性を担保する必要条件であることを裏付けている．