蓄光式高硬度石英成形板標示材料の災害に強いまちづくりへの活用

㈱アベイラス　正会員　○井上　之彦
特定非営利活動法人　建設教育研究推進機構　フェロー　大野　春雄
社団法人　交通バリアフリー協議会　正会員　日田　信博

1．はじめに

蓄光式高硬度石英板標示材料（以下蓄光式標示材料という。）は、太陽光や照明光などの光源中の紫外線（主としてA領域波長）を材料内に蓄え、周辺の照度が低下した場合に自発光する性質を持ち、暗視下での情報提供ツールとして省エネルギーや経済性の面から優れた材料であり、地震や火災時の避難誘導標識として建築物等の屋内での利用が進みつつある。従来、一般的な蓄光材料は、暗所下において発光輝度が短時間で急激に低下し、かつ耐水性や耐候性等の耐久性に劣っていたため屋内での使用に限定されていたが、蓄光式標示材料のように12時間経過後も10 mcd/㎡以上の高い輝度を維持し、かつ屋外使用においても高い耐久性を実現した製品が開発されてきており、今後、電力等のインフラに依存しなくても機能する土木資材として、災害に強いまちづくりへの活用が期待される。本稿では、この材料の特性と土木分野への適用性について示す。

2．蓄光式標示材料とその発光性能

蓄光式標示材料の母材である高硬度石英成形板は、①無機質細粒骨材（石英石）、②無機質微粒骨材（水酸化アルミ、石英石粉、蓄光顔料等）、③有機樹脂（MMA）を基本構成材料とし、特殊な混合・成形・加工技術で得られる有機・無機ハイブリッド板状素材の一般名称である。

この素材は強度や表面硬度、耐水性、耐薬品性、耐候性、耐摩耗性など卓越した基本性能を有しており、屋内外の床壁、水回り、船舶、車両等、広範囲な分野で活用されている。

そして、高硬度石英成形板に少量の蓄光顔料を添加し、高輝度蓄光機能を付与したものが蓄光式標示材料であり、図1に示すような発光性能を有している。ここでは対象材料を太陽光下で励起（蓄光）後、室温23±2℃の暗室内に設置した場合の標示面輝度の推移を示している。蓄光材料は、暗所視下で時間の経過とともに発光輝度が低減していくため、輝度をいかに長時間保持できるかが視認性確保のための大きな決め手となる。

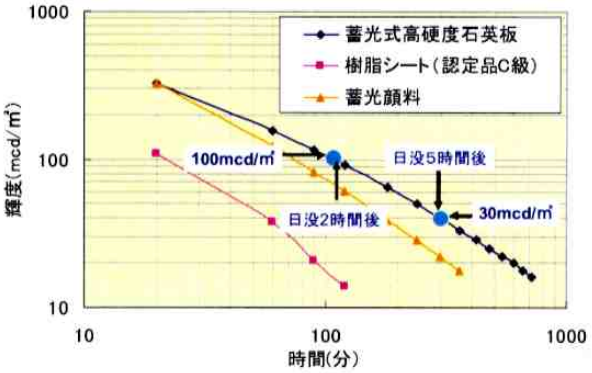

図1　各種蓄光材料の発光性能

従来蓄光製品である樹脂シートは、樹脂に蓄光顔料を混ぜて製造するため、蓄光顔料単体より発光性能が上回ることはない。一方、蓄光式標示材料は図2に示すように材料奥深くにある蓄光顔料に至るまで励起される特殊な材料組成になっており、蓄光顔料単体の発光性能及び発光時間を大幅に上回る性能を有する。

また、土木分野で標示材料として活用するためには、日本国内全地域の屋外において年間を通した夜間の視認性能が求められる。蓄光式標示材料は年間を通じて、日没後2時間後で100 mcd/㎡、3～4時間後で50 mcd/㎡、5～6時間後で30 mcd/㎡の発光輝度を保持可能である。

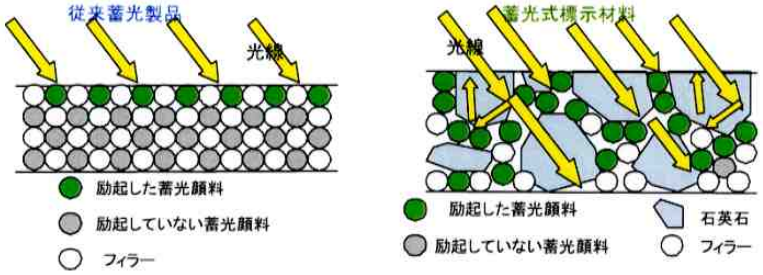

図2　従来蓄光製品と蓄光式標示材料の構成比較

キーワード：蓄光式標示材料、安全・安心、まちづくり、高硬度石英成形板
連絡先：〒102-0085　東京都千代田区六番町7-4シグマ六番町ビル　㈱アベイラス　TEL03-3265-3414

更に日の出直前でも 10mcd/㎡以上の輝度を保持する性能を有しており、一晩中十分な誘目性を有する。

3．視認性試験

歩行者向け案内標識図柄ついて、被験者による薄暮から夜間にかけての誘目距離及び判読距離を既存の反射式標識(以下既存標識とする)と比較測定し、蓄光式標示材料の視認性を確認した。

図柄は 22 時頃まで標示板が頻繁に利用される「バスのりば」案内標識図記号の縦型（写真１）、810×420×5mm（縦型、ピクトサイン部 300×300mm）サイズのものを用いた。発光部の輝度水準は 100 mcd/㎡、50 mcd/㎡、30 mcd/㎡、10 mcd/㎡（既存標識は自発光しないため 0 mcd/㎡）とした。環境照度は 0lx（暗天）、0.1lx（満月天）、1lx（街灯照明付近）、10lx 以上（薄暮時）のもと実施した。被験者は 65 歳以上の男女各 4 人、20～40 歳の男女各 2 人、計 12 人とした。

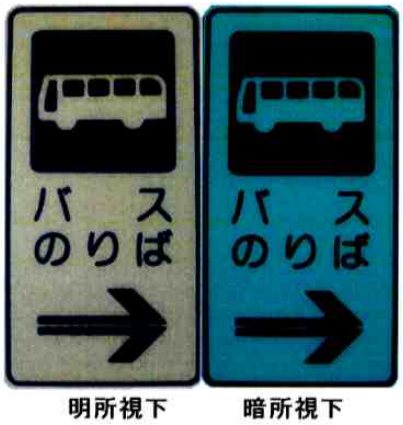

写真１　蓄光式案内標示材料

また、視認性の判断基準は①何か光っていることが判る誘目距離、②何かの標示板だと判る誘目距離、③矢印の方向が判読できた距離、④「バスのりば」の標示板であることが判読できた距離の４水準とした。

4．試験結果

環境照度 0.1lx（満月天）下での発光輝度別の視認性試験結果を図３に示す。0.1lx の環境照度下において、既存標識に対する蓄光式標示材料の視認距離は、表示面輝度が 100 mcd/㎡（日没 2 時間後）の時、光誘目が 134.6m（既存標識の 3.1 倍）、標示板誘目が 62.2m（同 2.4 倍）、矢印判読が 36.3m（同 1.7 倍）、バスのりば判読が 12.6m（同 1.6 倍）と優れた視認性が得られる。更に、表示面輝度が 30 mcd/㎡(日没 5～6 時間後)の時、光誘目が 76.1m（既存標識の 1.8 倍）、標示板誘目が 44.5m（同 1.7 倍）、矢印判読が 27.3m（同 1.3 倍）、バスのりば判読が 10.3m(同 1.3 倍)の視認性が得られる。

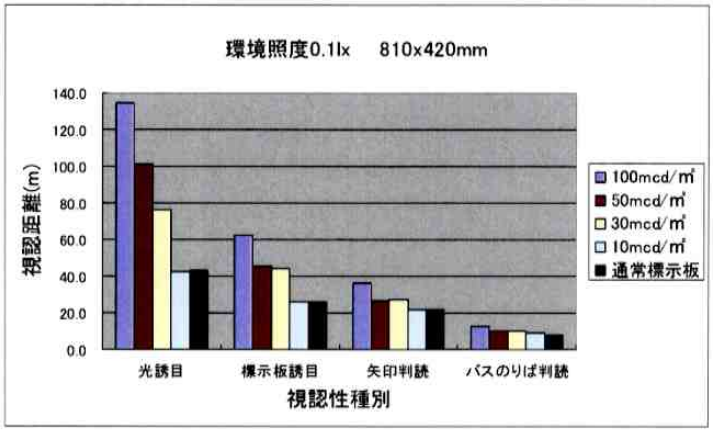

図３　視認性試験結果

環境照度 0lx の下においては既存標識が全く見えないのに対し、輝度 10 mcd/㎡、810×420mm サイズのもので、矢印が 12.4m、バスのりばが 4.5m の判読距離を有する。また、国土技術政策総合研究所内の実大トンネル実験施設にて別途実施された試験において、輝度 10 mcd/㎡、150×150mm サイズの蓄光式標示材料で 350m 以上の誘目距離があることが確認されている。[1] つまり、明け方まで標示材の確認（誘目）ができることになる。

5．まとめ

蓄光式標示材料の実用的な情報認知プロセスとしては、標示材の確認（誘目）→標示材への接近→標示内容の判読、が想定され、歩行者や自転車など、比較的移動速度が遅く、標示材に近接して判読できる標示材への適用が有効である。歩行者向け案内標識や広域避難場所標識、津波避難場所標識の他、歩道、公園、歩道橋、ダム施設などの階段段差標示、河川水位標など広範囲な土木資材用途に適用可能と考えられ、特に、夜間大規模地震が起こった場合など電力の供給が寸断され完全な暗天になるような場面では、有効な道しるべや段差標示等として不安を抱える避難民の安全な避難誘導に貢献できるものと期待される。

参考文献：　1)「蓄光式高硬度石英成形板標示材料の性能に関する試験　性能試験報告書」(土研セ試験報告第 697 号　平成 19 年 4 月　財団法人土木研究センター)