圧電素子と蓄光材料を用いた無電力の避難・安全装置の開発

岩田地崎建設㈱ 技術部 正会員 須藤敦史,河村 巧
○ 大建産業㈱ 正会員 荒井 洋
岩田地崎建設㈱ 内山 忠
㈱セラテック 岡本正昭 ㈱菱晃 吉川進,小林克次
㈱エコネット・エンジニアリング 丸山隆之

1. はじめに

地球温暖化を背景にして「環境に優しい」「環境に配慮した」「環境負荷が少ない」というキーワードから,近年,エコ（省エネルギー・省資源）に対する気運が高まっている[1].一方,昨年からの電力不足から土木・建設の現場においても電力の軽減対策,積極的な省エネルギー・省資源が要求されている.

そこで,本報告では圧電（セラミックス）素子や蓄光材料（クライトブライト）を使用したトンネル坑内における無電力の避難誘導装置の研究・開発状況を報告する.

2. 圧電（セラミックス）素子

(1) 圧電体[2)など]

圧電体とは,結晶の表面に応力を加えると結晶の表面に正負の電荷を生じる現象（力が電気エネルギーに変換する圧電性・圧電性の正効果）を示す物質である.

一般的な圧電体として有名なものは水晶で,クオーツ時計の振動子として広く利用されており,水晶やPZN-PTに代表される単結晶とPZTに代表されるセラミックスに大別される.

(2) 圧電素子の特徴

圧電（セラミック）素子は,①環境にやさしい,②小型・軽量,③水に強い特徴を有しており,様々な分野への応用が可能な材料である.

3. 避難誘導 LED マットへの応用

トンネル坑内などや室内において,夜間緊急時に避難者の足元を明るさを確保するため,圧電素子を組込んだ LED マットを提案して適用性も検証している.

これは歩行圧力を圧電素子により電気エネルギー変換して避難誘導マット（床）の LED ランプを点灯させるものであり,避難誘導 LED マットの構造（図.1）と試作 LED マットの概観を写真.1,2 に示す.

この圧電（セラミック）素子における発電方式は床型の装置を設置するだけでどこでも発電可能であるため,応用分野を特定することなく多方面で様々な研究開発が行なわれており,床発電や災害時などの緊急補助電源としての活用も検討されている[3)など].

4. 蓄光材料（トンネル非難誘導灯）

蓄光材料は,太陽光や蛍光灯などの光エネルギー（紫外線）を吸収して,光エネルギーの供給が止まった後も

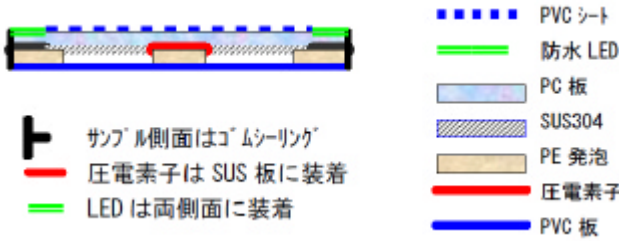

図.1 避難誘導 LED マットの構造図

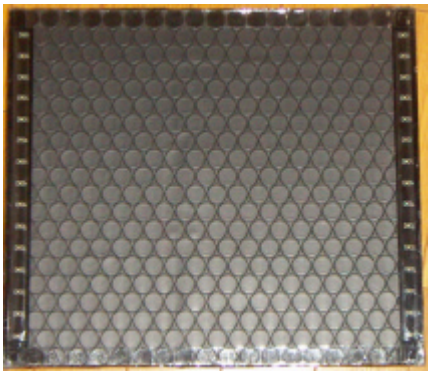

写真.1 避難誘導（圧電素子）LED マット

写真.2 避難誘導 LED マットの発光状況

徐々に光を放出する耐候性や耐熱性に対して極めて安定した材料であり,半永久的に発光を繰返す物質である.

この材料は店舗,工場,高層ビル及び地下道・地下鉄通路などで,災害など緊急時に停電となった場合の避難誘導標識（安全通路,階段,手すりなど）として有効である.

(1)蓄光材料（クライトブライト）と規格

蓄光材料は照度約 200 ルクス（lx）で 20 分間光を照射

キーワード:圧電（セラミック）素子,蓄光材料,無電力,避難誘導灯
連絡先 〒060-0062 札幌市中央区南 2条西 6丁目 17番地 1 TEL011-222-6600 FAX 011–222-6699 E-mail arai@daiken-sangyo.jp

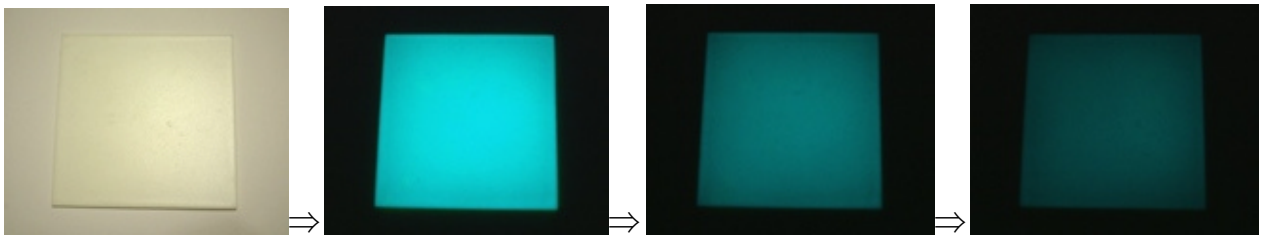

写真.3　蓄光材料の減光状況

し,照射を止めてから 5 分後,10 分後,20 分後,60 分後の輝度がそれぞれ 110,50,24,7 mcd/m^{2}以上あれば蓄光（標識）として有効な性能を有していると JIS 規格で規定されている（写真.3 参照）.そこで 本研究・開発で使用した蓄光材料は,高温生成したセラミック系物質であり,図.2 に示すように規格を満足してほぼ半永久的に光の吸収・発光を繰り返すクライトブライトを用いている.

(2)クライトブライト蛍光灯カバー

クライトブライトを蓄光蛍光灯カバー（写真.4）に塗布し,蛍光灯などの照明により蓄えていた光エネルギーを長時間で放出（発光）することで停電時や消灯後に長時間自発光するものであり,①丈夫で軽く取扱いが簡単,②繰り返し長時間自発光するため経済的である③災害停電時のパニックを防止し,ブルーグリーン発光で精神を落ち着かせるなどの効果・特性を有している.

5. トンネル内の通路識別（安全設備への応用）

トンネル工事などの坑内における非常用照明は,通常はバッテリー内蔵式の照明を 50m～100m 間隔に設置して緊急時の退避ルートを確保して示さなければならないが,バッテリー内蔵式の照明を設置していない区間ではサイリュウムや懐中電灯などが無いと退避しづらいという問題点があった.そこで雨水渠内工事において,非常（災害）時の停電などの照明の消失時に安全通路の確保するために,クライトブライト蛍光灯カバーを通常の照明装置に装着した（写真 5.6 参照）.

6. まとめ

トンネル坑内における無電力の避難誘導装置として,圧電素子を用いた避難誘導 LED マットおよび蓄光材料（クライトブライト）を用いた蛍光灯カバーの適用性について確認ができた.今後は各種工事現場において種々の安全看板と組合わせて運用していく予定である.

【参考文献】

1) 「平成21年度エネルギーに関する年次報告」（エネルギー白書2010,環境省.
2) 小林三昭,林寛子,武藤佳恭,圧電素子を駆使した床発電システムの開発,日本工業出版「超音波テクノ」,2010年4月号.
3) 河村巧,須藤敦史,荒井洋,岡本正明,伊藤篤:圧電素子を用いた簡易振動計とトンネル坑内の安全装置などの開発について,土木学会第66回年次学術講演会,Ⅶ-267,2010.

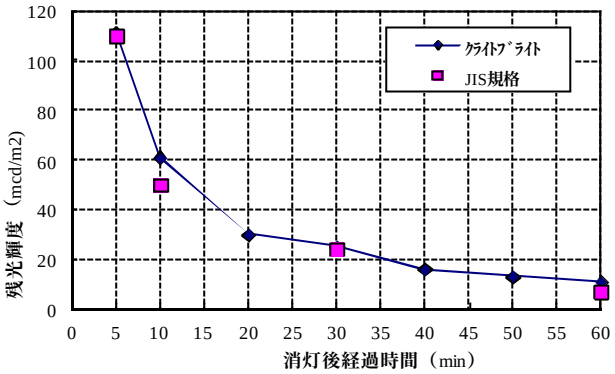

図.2　ｸﾗｲﾄﾌﾞﾗｲﾄの残光輝度

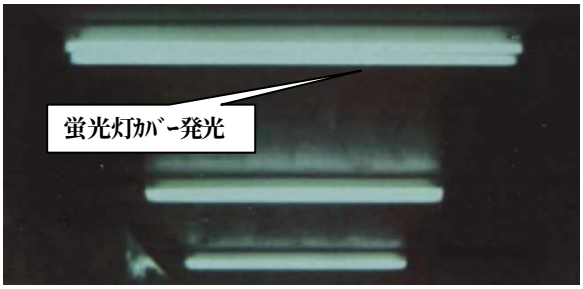

写真.4　蓄光（ｸﾗｲﾄﾌﾞﾗｲﾄ）蛍光灯カバー

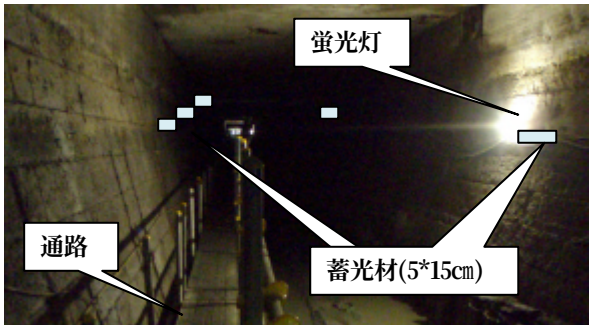

写真.5　トンネル坑内設置状況

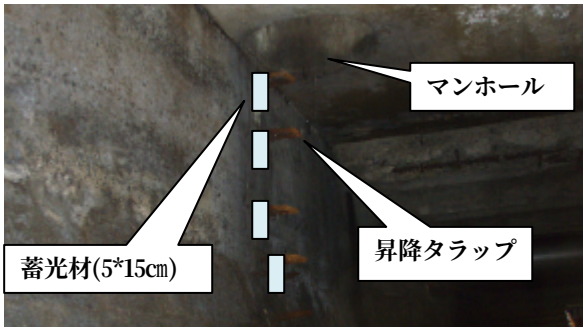

写真.6　昇降タラップ設置状況