

建設資材情報 別冊

災害に強い まちづくり

PART 4

特集
1

防災を知る

特集
2

どう対処していくのか
高齢化を迎えた社会資本

津波災害による暗闇時高台避難に関する公開実験(高知県黒潮町) — 命の道としての必須機能の確立 —

公益社団法人土木学会 地震工学委員会「突発災害時における避難誘導に関する調査研究小委員会」委員長 工学博士 大野 春雄



1. 公開実験の目的

当委員会は、緊急課題として土木学会地震工学委員会の中に平成24年1月より活動をしてきている。委員会の目的として、ソフト面の「逃げる」ことの緊急対策について着目し、東日本大震災の教訓を踏まえ、新しい方向性を示すこととしている。従来からの広域避難場所の配置や誘導手法(避難路、情報の伝達、避難誘導標識)には災害は真っ暗な夜間にも発生すること、地震直後にはライフライン機能(電力機能)は必ずダウンすることなどに対する考慮を必須としなければ、災害時の避難誘導路にならないことを提言している。

今回の公開実験場所の黒潮町では、平成25年1月31日に「第二次黒潮町南海地震・津波防災計画」が発表された。その基本的な考え方として、「最大34mの津波の町で犠牲者ゼロを目指す15の方針」が提示された。その第一の方針として、「揺れたら逃げる」の精神で、一人一人が一生懸命逃げる教育を挙げている。

逃げるための命の道としての必須機能に、暗闇時の対応が非常に重要であることを明確にする目的として、公開実験の場所は、津波到達時間が極端に早い、漁港・漁村を対象とした。一般財団法人漁港漁場漁村総合研究所の協力のもと、高知県黒潮町佐賀漁港の佐賀観音高台避難階段を選定し、黒潮町の全面協力により公開実験を実施した。

公開実験は2回目で、前回は平成24年4月8日に静岡県吉田町において、町立住吉小学校の屋上に設置された避難場所に避難する暗闇時高台避難誘導の公開実験を実施した。今回は、津波高34.4mとなる周辺の漁港漁村を対象とした緊迫した地域での暗闇時高台避難の公開実験であった。

本公開実験から着目するキーワードは、

- 突発災害はいつ発生するかわからない
 - ・ 東日本大震災は午後2時46分
 - ・ 阪神淡路大震災は午前5時46分
- 電力機能は発災直後にダウンし停電になる
 - ・ 停電のバックアップ機能はどの程度あるのか
- 暗闇での避難行動を正確に理解しなくてはならない
 - ・ 暗闇における避難行動を的確に行わせるためには、どのようにすべきか
- 避難誘導標識における新素材の発見
 - ・ 高輝度蓄光材料の応用(避難誘導標識・誘導マーク・ライン)
- 高輝度蓄光材料を用いた避難誘導の有効性は
 - ・ 一人一人の命を救うための「逃げる対策」の有効な手段となくらるか

- 高齢者の対応は、どのようにしたら良いか
 - ・ 避難行動弱者の問題

これらの問題提起から、命の道としての避難路、避難階段の必須機能の確立を目指して、公開実験の成果を反映させるものである。

2. 公開実験の概要

(1) 暗闇時における高台避難誘導の公開実験要領

- 実験場所：高知県黒潮町佐賀漁港・観音堂避難道を中心とした地域
- 集合場所：黒潮一番館駐車場(町施設)
- 集合日時：平成25年4月20日(土)18時30分～
- 実験説明：18時45分～19時15分
- 実験開始：19時15分～20時30分まで
- 実験参加者：黒潮町町民 約100名
- 実験担当者：土木学会委員、漁港漁場漁村総合研究所、黒潮町役場関係者(約40名)
- 協力企業：(株)ドベル、(株)アベイラス、(株)コンステック、(株)橋本組、(株)ラウンズ、東栄コンクリート工業(株)(30名)
- 報道関係：新聞、テレビ関係(約20名)

(2) 避難行動パターン

- ① 実験1：高輝度蓄光材料なしの避難階段での行動
- ② 実験2：階段段鼻に高輝度蓄光材料を使用した場合の行動
- ③ 実験3：階段段鼻・手すり部に高輝度蓄光材料を使用した場合の行動
- ④ 実験4：避難階段までの避難ルートの高輝度蓄光式避難誘導標識の機能の確認実験

調査内容：アンケート調査による行動意識

(3) 今回の公開実験に用いた高輝度蓄光材料について

- 高輝度蓄光材の採用基準

今回の公開実験では、数ある蓄光材の中から、平成24年12月21日に公布された新規JIS規格JIS Z 9096 適合品であり、さらに高輝度蓄光式屋外用案内標示板として建設技術審査証明の交付を受けNETIS登録されている「アルシオール・サインプレート」およびNETIS登録されている「高輝度蓄光式防滑階段材(アルシオール・ステップ)」を採用した。

この素材は日没後12時間経過した後も10mcd/m²以上の高い輝度を保ち、なおかつ屋外においても10年以上の長期耐久性を有する。建設技術審査証明の中で、視認性については、発光部分が150×150mmの標示板の場合、環境照度0ルクス下で350m以上離れた所から確認できる誘目性と、環境照度0.1ルクス下で150×150mmの標示板の中に設け

たφ100のランドルト氏環の切れ目が8m以上離れた所から見える判読性を有していることが確認されている。また、発光部と非発光部の輝度比を終日5以上に保つことができるため、段差標示として非常に優れた標示性能を発揮する。

(4) 津波災害による高台避難の誘導に関する公開実験の実験場所

実験場所は黒潮町佐賀漁港に隣接した観音堂避難場所、避難行動のルートは、右図に示す。階段以外の避難ルート(平坦部分)には、高輝度蓄光式の津波避難標識(矢印を含む)を25m間隔に設置。暗闇時の機能を確認する。観音堂階段部分には、高輝度蓄光式の表示物(階段段鼻、手すりなど)を設置し、暗闇時の避難行動に対する機能を確認する。

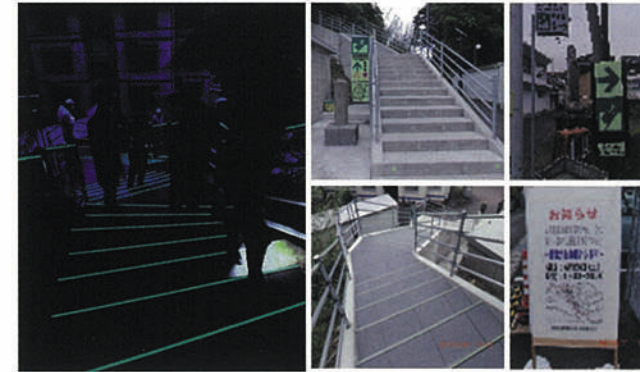
3. 公開実験の結果

今回の実験場所は、内閣府の南海トラフ上の地震被害想定が発表された直後でもあり、報道メディアの注目も呼んで新聞全国紙・地方紙や複数のテレビ報道により、住民の暗闇時高台避難の実験の様子が伝えられた。

住民のアンケート調査の結果は以下に示すとおりである。

- ① 「満足度」については、蓄光材料なし【実験1】の場合、満足と回答した被験者が11.8%であったのに対し、階段段鼻のみに蓄光材料を設置した【実験2】の場合、67.6%の被験者が、階段段鼻と手すり蓄光材料を設置した【実験3】の場合、72.5%の被験者が満足と回答しており、蓄光材料の設置により飛躍的に満足度が増すことが確認された。
- ② 「視認性」については、【実験1】の場合、見やすいと回答した被験者が34.3%であったのに対し、【実験2】の場合、85.3%、【実験3】の場合、82.4%の被験者が見やすいと回答しており、蓄光材料の設置によりほとんどの被験者が見やすいと感じていることが確認された。また、実験開始直後は、まだ照度が満月天より明るい0.1～0.2ルクス程度であったため、見やすいと答えた被験者が増えたものと考えられる。実際の照度は満月天で0.1ルクス、新月天で0ルクスになる為、視認性の差はさらに大きくなる。
- ③ 「怖さ」については、【実験1】の場合、怖いと回答した被験者が51.0%であったのに対し、【実験2】、【実験3】の場合、11.8%の被験者に留まっており、蓄光材料の設置により減ったものと推察される。
- ④ 「昇りやすさ」については、【実験1】の場合、昇りやすいと回答した被験者が19.6%であったのに対し、【実験2】、【実験3】の場合、73.5%の被験者が昇りやすいと回答しており、蓄光材料の設置により多くの被験者が昇りやすいと感じていることが確認された。
- ⑤ すべての項目において【実験2】と【実験3】とでは評価がほぼ同等であり、若干【実験3】の方が高評価であった。

以上の実験1～3により、



高輝度蓄光材を階段段鼻や手すりに設置することで、津波避難時のより迅速かつ円滑な避難誘導が期待できると考えられる。アンケート結果については、今後、黒潮町、土木学会のホームページにて公開する予定である。

4. 命の道としての必須機能

津波避難として高台避難が必要であり、それには避難タワー、避難ビル、避難道などを設置してきているが、すべてに階段が必要となる。また高台へ誘導するにも、その周辺地域から経路を的確に最短で誘導しなければならない。今回の実験を通して、暗闇時の対応として、高輝度蓄光材料は電力喪失時にも機能し、重要なメンテナンスのいらぬ材料として着目しなければならない。しかし、この材料はさまざまな素材のものがある。耐久性、発光時間、輝度などを評価して採用しなければならない。

また暗闇時の対応として、太陽電池を用いたもの、自家発電装置のものなどがあるが、いずれも維持管理や定期的なメンテナンスのための費用がかさむ。シンプルな構造で長期間、平常時から災害時までシームレスで機能し、かつメンテナンスフリーの高輝度蓄光材料の普及が進むことを期待する。



暗闇時高台避難の誘導に関する公開実験について



高知県黒潮町 町長 大西 勝也

平成25年4月20日、公益社団法人土木学会地震工学委員会および一般財団法人漁港漁場漁村総合研究所、地域住民の協力のもと、暗闇時高台避難の誘導に関する公開実験を行った。

本町は、昨年公表された内閣府中央防災会議および高知県の南海トラフ巨大地震による地震・津波高の推計によると、最大震度が7、最大津波高が34mという日本一厳しい、町の存続をも脅かす予測となった。しかし、いかなる困難な状況に直面しようとも一人の犠牲者も出さないための南海地震対策を推進していかなければならない。

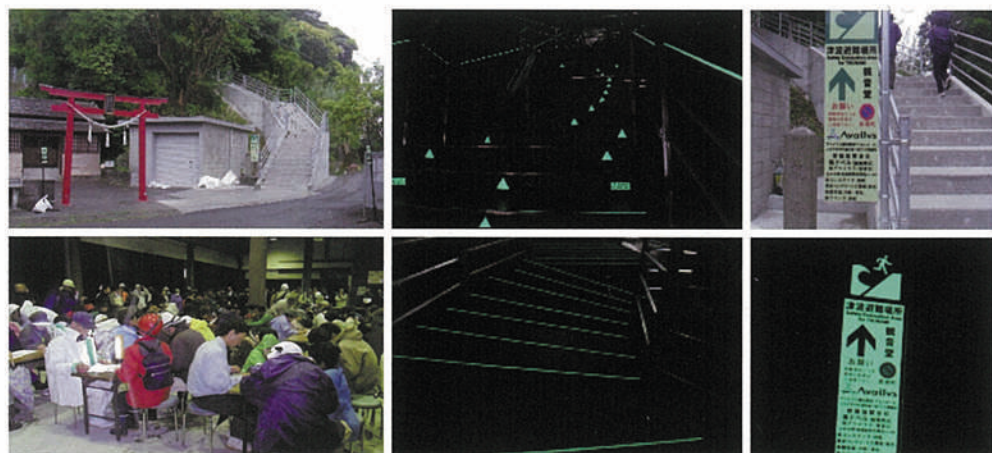
現在の町の防災事業で、最も力を入れているものの一つに避難場所や避難道といった避難空間の整備がある。避難空間には最悪の事態にも対応できる施設整備が不可欠であり、避難場所を示す案内板、夜間避難も考慮したソーラー蓄電式の夜間照明を整備している。しかしながら、これでもまだ不十分で、前述した最大深度7の地震に伴う家屋やブロック塀の倒壊、倒木などにより、それらの施設も影響を受ける可能性も否定できない。

また、ソーラー蓄電式夜間照明も決して半永久的なものではなく、5年程度でバッテリー交換の必要があることも忘れてはならない。

今回の公開実験は、地域住民の約100名に参加いただき、夜間避難訓練形式で行い、街灯や住家の照明を消灯するなど避難場所周辺のあらゆる照明が不灯となった状態を再現し、暗闇での避難行動の課題、日中にため込んだ光を夜間に発光する「高性能蓄光材」を使用した案内板や避難道の階段・手すりに設置した誘導材の効果を検証した。

実験参加者からは「危なくない」、「よく見え、分かりやすい」、「特にお年寄りに有効」、「避難経路に増やしてほしい」などの感想を聞くことができた。また同時に蓄光材の高い有効性を確認することもできた。

今後とも、いかなる状況下においても必ず機能しなければならない避難空間において、蓄光材を使用した案内板や誘導材、今回の実験場所でも試行的に階段部分に整備しているが、悪天候時や施工数年後でも滑りにくい床材の導入を検討し、施設の充実を図っていきたく考えている。



建設技術証明事業とは？

- 建設技術審査証明は、民間において研究・開発された技術を建設事業に適正に反映させ、新技術の建設技術水準の向上を計ることを目的とした制度である。
- 一般財団法人土木研究センターは、主に土木系材料・製品・技術および道路の保全に関わる技術を審査の対象としている。

「アルシオール・サインプレート」は、蓄光製品で唯一の建設技術審査証明（土木系材料・製品・技術）建設審証第0806号が交付された製品である。その優れた発光性能、物性、耐久性、視認性などが審査・証明されている。

新技術情報提供システム NETIS とは？

- 公共事業などにおける技術活用システムによって蓄積された国土交通省が管轄する技術情報のデータベースである。
- 直轄事業および補助事業にかかわらず、公共事業に活用できる技術を可能な限り網羅している。
- 国土交通省の分野ごとの専門家が精査した上で、先進的かつ有用な技術と認められたもののみが登録される。
- NETIS登録技術は国に認知された先進的技術としての扱いを受ける。

採択製品 NETIS登録No. KT-120031 / KT-090032

漁港・漁村からの避難



一般財団法人漁港漁場漁村総合研究所 第一調査研究部 次長 林 浩志

漁業就業者をはじめ漁港を利用する人々は、防潮堤など津波防災施設の外(海)側にいることが多く、常に津波の脅威にさらされている。

また、多くの漁港の背後には、漁業集落が形成され、漁業活動と生活が一体となって営まれており、これら集落においても防潮堤のないところでは、漁港と同様に津波の脅威にさらされているとともに、防潮堤が整備されているところでも防潮堤を越える津波が来襲する可能性がある。そのため、漁港を利用する人々、漁業集落に居住する人々が津波から迅速、かつ安全に避難するためのルートを確立しておく必要がある。

津波からの避難は、漁港・漁村の各所から安全な高所や避難場所・避難所に、徒歩で計画目標時間内に到達できることが基本となる。そして、より早く、より高いところへ、そして、避難途中で標高が下がらないこと、水際から遠ざかる方向へ、そしてできるだけ高台や避難場所・避難所から遠ざかる向きにならないことが原則となる。また、津波は真っ暗な夜間にも来襲することや地震直後にはライフライン機能(電力機能)が停止するため、これらに対応した避難ルートを確保しておく必要がある。

最大約20mの津波高が予想される黒潮町佐賀明神地区で4月20日に行われた「蓄光材を使った夜間の避難誘導実験」は、地震による停電を想定し、街路灯をすべて消してより

実際に近い環境で実施したものである。

使用した蓄光材はJIS Z 9096に適合する耐久性と日の出(12時間後)まで10mcd/m²以上の発光性能を併せもち、かつ実績が一番多い蓄光材とした。

実験当日は、小雨が降る中で行われ、気温も12℃とこの時期にしてはかなり寒い状態にもかかわらず、高齢者から子どもまで100人を超える住民が参加した。悪天候にもかかわらず、幼児を抱えた家族での参加が印象的であった。実験は7時からスタートし、徐々に暗闇が迫るとともに、蓄光材が避難方向や階段段差をくっきりと浮かび上がらせ始めた。

実験中、「これなら避難できる」「こんなに明るいとは思わなかった」「階段面だけではなく手すりにもあった方がいい」等々といった会話が数多く聞かれたことが印象的であった。

これら実証実験の結果から、当然のことながら蓄光材が避難誘導において有効であることは実証された。同時に、数多くの参加者の取り組みに対する意識の高さから、日頃からの避難訓練も重要で、この訓練を重ねることで、いつも使い慣れた道が避難路となり、かつ蓄光材による避難誘導が一体となって始めて効果を発揮することが確認できた。

また、従前から使用されていたソーラーパネル式照明は奥尻島でも問題になっているようにメンテナンスが行き届かず、いざという時に機能しないことが至る所から報告されている。

新規格 JIS Z 9096 概要 - 床面に設置する蓄光式の安全標識および誘導ライン -

この規格は、建物からの避難を容易にするために屋内の床面、階段(踊り場、蹴込み、踏み面など)、階段の壁面および建物につながる屋外の床面、階段(踊り場、蹴込み、踏み面など)、階段の壁面などに設置する蓄光式の安全標識および誘導ラインについて標準化を行い、生産および使用の合理化、品質の向上を図るために制定するものである。

主な規定項目は、次のとおりである。1.適用範囲 2.引用規格 3.用語および定義 4.分類 5.性能 6.試験方法 7.製品の呼び方 8.表示 9.試験報告書および取扱説明書 10.保守・点検

主な試験項目など	JIS Z 9096(床面に設置する蓄光式の安全標識および誘導ライン)	JIS Z 9107(安全標識)
耐衝撃試験	500gの鉄球を300mmの高さから落とし、対照見本と比較し、デザイン要素に使用上問題となるような変化があらわれない	300gの鉄球を300mmの高さから落としてわずかなへこみしか生じず、またデザイン要素にはいかなる損傷も生じてはならない
耐アルカリ性試験	40±2℃の水酸化カルシウム飽和溶液に3日間浸漬させた後の目視観察で大きな変化がなく、かつ輝度測定で所定の輝度性能を満足していること	2%水酸化ナトリウム溶液を約2ml滴下し、時計皿で覆い、48時間放置した後、表面を拭取り、乾燥後、その表面の割れ、膨れおよび剥がれがないこと
耐汚染性試験	口紅、墨汁、しょうゆによる汚れ試験後の輝度性能が満足していること	規定なし
凍結融解性試験	-20℃～+20℃を200回繰り返した後、目視観察で割れ、欠けなどの変化がないこと、かつ輝度測定で所定の輝度性能を満足していること	規定なし
耐摩耗性試験	鉄錐での叩きと鉄ブラシでの擦りを回転させながら1,000回転行い、割れ欠けなく、かつ輝度測定で所定の輝度性能を満足していること	研磨紙で600回擦り、表面の程度を見る
現場での輝度測定の方法	付属書B「設置場所におけるりん光輝度の測定方法」にて簡易輝度計とその測定方法を規定	規定なし
適応部位	屋内および建物につながる屋外の床面、階段(踊り場、蹴込み、踏み面など)、階段の壁面などに設置する蓄光式の安全標識および誘導ライン	床、壁