

安全情報伝達施設の整備

《津波の情報は目と耳で・早く確実に》

Study on Safety Communication System

《Tsunami Information Quickly and Exactly Transmittable to The People at a Beach》

橋詰知喜*・福屋正嗣**・鹿田正一***・真野泰人***

Tomoyosi Hashizume, Masastugu Fukuya, Shouiti Shikada, Yasuhito Mano

This study started in 1995 with purpose of developing the system to quickly and correctly transmit to the coastal area the urgent information like Tsunami by means of satellite communication. This paper introduces the three case of safety communication system with local characteristics which was planned, taking the initiative all over the country.

Key words : Communication System, Tsunami, Satellite

1. はじめに

地震・津波からの人的被害を軽減するには迅速な避難行動や初動体勢が不可欠である。しかしながら、従来のシステムでは、海岸部は情報伝達経路の末端となることが多く、伝達時間の短縮と情報伝達の確実性の向上が大きな課題とされてきた。

近年、地震観測態勢の強化により地震発生から約2分後に地震速報が発表され数分後には津波に関する情報も発表されるようになった。さらにこれらの情報は衛星を介して全国各地で同時に受信出来るようになっている。

本調査は、このような地震・津波情報の伝達技術の急速な進展をふまえ、これらの情報を海岸部の最も危険な状況に置かれている多くの市民に、直接、迅速確実に映像と音声で伝えるためのハードウェア・ソフトウェア両面に亘るシステムを提案するために実施したものである。

調査の方法は、安全情報伝達施設の整備を行う3地点をケーススタディとして、海岸部における緊急情報伝達上の問題点と特徴を整理し安全情報伝達施設に要求される基本的な機能を検討した。さらにそれぞれの地域特性や利用の条件を調査し、各々の要求を満たすための機能についての検討をおこなった。

2. 情報伝達上の海岸部の特性

安全情報伝達施設の整備を検討する前に海岸における情報伝達の上の現状の特徴を知っておく必要がある。

まず第一に海岸部は情報伝達経路の末端であるということである。海岸にいる人々の多くはテレビやラジオからの情報の入手は困難で、市町村の防災無線や広報車等から情報を入手する。従って情報が届くまでにはかなりの時間がかかることになる。津波の危険性が最も大きい場所である海岸部こそいち早く津波の情報が伝達されるべきである。

第二に、海岸は波の音や風があり、海岸線に沿って細長い範囲に分散している人々に対して、音声による伝達方法は確実性に欠ける。また、海岸の利用者は沿岸の住民だけでなく地震や津波に対して認識が少ない人もいるということである。日本海中部地震の津波による秋田県加茂漁港の海岸における災難は、地震・津波の認識が高くない山間部の地域からたまたま遠足に来ていた小学生が津波に襲われた。この教訓からも海岸部においては、津波に対して正確な情報が確実に伝達されなければならない。

一方、施設を設置するうえで海岸の環境条件も重要な要素となる。表-1はケーススタディとして計画された3ヶ所の海岸特性についてまとめたものである。この表から海岸の長さを見ると400mから1500mでそのうち施設が集中している範囲は300mから400mである。また海岸の幅は施設設置位置から遊泳区域まで120m~150mで特に施設が集中している範囲は30m~150mである。海岸長さ・幅方向ともに少なくとも施設が集中している範囲内には情報を確実に伝達する必要がある。安全情報施設を計画地の中心に置いた場合の情

* 水産庁振興部開発課 (前水産庁漁港部防災海岸課)

** 正会員 (財) 漁港漁村建設技術研究所

*** (財) 漁港漁村建設技術研究所 (101 東京都千代田区内神田1-14-10)

報伝達距離は最大200mとなる。

さらに、海岸部は施設の設置場所としてかなり厳しい自然環境である。特に強風や潮風が直接あたることや、四季を通じ多湿で温度の変化が大きい場所でもある。表－1から設置場所の温度は－10°～40°で、地域によっては積雪にも配慮しなければならない。

さらに海岸の利用は年間の限られた期間で一年を通じて多くの人々が利用することはないが、散策や釣りなどの人々は年間を通じ昼夜関係なく海岸にいる。施設の運用の条件としては通年24時間稼動することを前提としなければならない。

表－1 計画地の条件一覧表

		A 海岸	B 海岸	C 海岸
計画地の海域		駿河湾	北海道太平洋岸	東北日本海側
海岸の延長	計画地の海岸延長	700m	400m	1500m
	施設が集中している範囲	300m	400m	300m
海岸の幅	施設の設置位置から遊泳区域範囲	120m	150m	150m
	施設が集中している範囲	40m	30m	150m
海岸の向き		南東	南西	西
最高気温～最低気温		40°～-5°	35°～-15°	40°～-10°
強 風		台風による強風	台風による強風	冬期季節風
飛 沫		あり	あり	あり
積 雪		なし	30cm(凍結注意)	30cm(宕雪注意)
市町村庁から計画地までの距離		1.5km	1.0km	6.5km

3 地震・津波情報の流れ

現在、気象庁では全国約570地点（平成9年4月時点）の地震観測地点からの情報を基に地震発生から約2分後に「震度速報」を発表する。内容は地震発生時刻と震度3以上が観測された地点である。同時に「津波予報」の有無も発表され、津波予報がある場合はその規模と範囲について発表される。その数分後に「震源・震度」に関する情報として震源の位置・深度・地震の規模、津波の情報については津波警報や津波注意報の有無、予想される津波の高さなどの情報が発表される。引き続き津波の情報として津波の予想到達時刻や予想される津波の高さ、さらに各地の検潮所で観測された津波の第一波到達時刻とその高さ、最大波の到達時刻とその高さの情報が発表される。

これらの情報は、「緊急情報衛星同報システム」により伝達されると同時に専用回線（アデス回線）を用いたコンピュータネットワークにより都道府県、報道機関、防災機関等に伝達される。さらに各機関から独自のルートにより各地に伝えられる。この中で一般の人々になじみのあるのは、テレビやラジオ等のメディアによるものである。（財）日本気象協会は気象庁からの地震・津波の情報を独自の気象情報提供サービスにこの緊急情報をのせる体制をとっており専用回線を利用した情報伝達（M I C O S）と通信衛星（J C S A T－2）を使った情報伝達（M I C O S－S a t）の2つの伝達経路を持っている。将来は、様々な機関により衛星通信やパソコン通信などを利用した緊急情報の伝達経路が増えていく可能性があると思われる。

4 安全情報伝達施設システムの提案

津波の情報は最も危険な海岸部にいち早く確実に伝える必要がある。海岸部の現状や津波情報の流れをふまえて安全情報伝達施設の提案を行う。

4. 1 必要な機能

海岸部における安全情報伝達施設として必要な機能は次の2点に重点をおいた。

- ①人の手を介さずに地震・津波情報を直接受けいち早く伝達する機能
- ②音声に加え、視覚的に情報を伝達する機能

①については、「緊急情報衛星同報システム」を採用した。これは静止気象衛星「ひまわり」からの情報を直接受信してそれを伝えるシステムである。このシステムを採用することにより従来に比べ情報の伝達時間が短縮され海岸部の人々が瞬時に行動を起こせるようになり避難時間が長くなる。

②については文字や画像により情報伝達の確実性を増す目的で伝達装置に表示盤を採用した。海岸部においては波や風によりスピーカーからの音声は確実に伝わらないことがある。また、緊急時には心理的にも動揺してい

るため聞き間違いや聞き取りミスを起こすことも懸念される。これにより利用者は目と耳から情報の内容を確認できるため正しい判断と落ちついた行動を起こすことが可能になる。

この他に以下の機能を持たせることとした。

- ③情報の発信拠点であるということを知ってもらうため、常時には気象情報や地域情報の提供が可能とする。
- ④システム自体が正常に作動しているかシステム自体で点検出来るように毎日の時報などを表示させる。
- ⑤災害発生時に給電が止まってもある程度の時間システムが稼働できるように無停電電源装置を備える。
- ⑥緊急情報の入手経路を2系統確保する。
- ⑦情報の一元化を図るためシステムの一部を地方自治体庁舎や消防消防署に配備し地域防災情報との連携を図れるようにする。
- ⑧システムの管理のため、受信した情報や表示した内容を自動的にストックさせる。

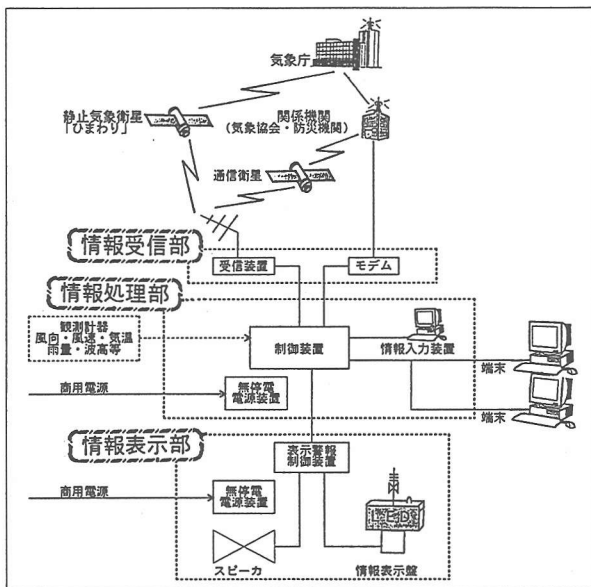
4. 2 システムの基本構成

安全情報伝達施設に要求される機能を満たすためのシステムの基本構成は、情報の流れから整理すると図一1に示すように大きく情報受信部、情報処理部、情報伝達部の3つに分けられる。情報受信部は衛星からの受信アンテナや電話回線を受けるモデムのことである。情報処理部は制御装置と任意情報の入力装置、モニター等で、これらはパソコン又はワークステーションで構成される。情報伝達部には表示警報制御装置、表示盤、スピーカー、赤色灯が含まれる。これらのシステムは既存のハードウェアの技術を応用することで組み立てられるが、運用にあたっては計画地の地方自治体の体制等により異なるため、システムを運用するためのソフトウェアは実態に合わせてつくる必要がある。また、それぞれの施設の設置場所は地域防災情報等との情報の一元化や施設をどのように利用するかにより変わってくる。A海岸においては防災情報の一元化と24時間体制で職員がいるという理由から受信部と情報処理部を消防署に置き操作端末を市役所に置いている。またモニター端末を漁港管理事務所に置き海岸部にある表示装置の表示内容と同じ情報が得られるようにしている。表一1からも解るように海岸部と市町村庁の距離が離れていることから3海岸ともにそれぞれの施設間の情報のやりとりはN T Tの専用回線を用いた。

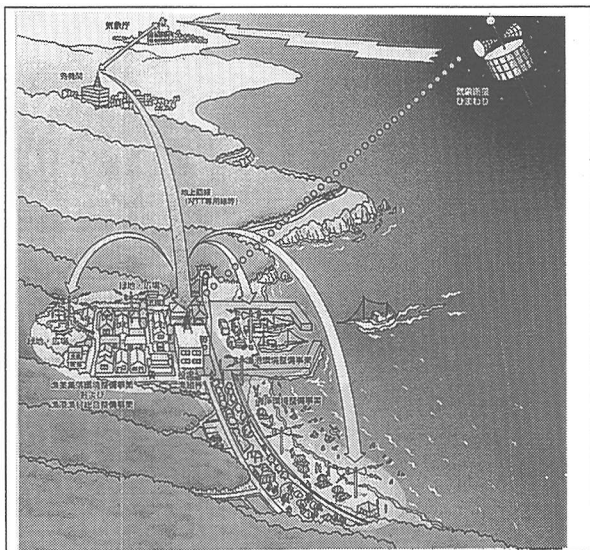
図一2は安全情報伝達システムの概念図で情報処理部からの情報は、情報伝達部を増設でより広い範囲に伝達が可能となる、

4. 3 情報入手経路の多重化

地震・津波情報の入手方法として採用した「緊急情報衛星同報システム」は、離島や半島先端部等これまでの情報伝達経路では情報が届きにくかった地域にも緊急情報が全国一斉に届けられると言うメリットを持っている。一方このシステムに用いられている静止気象衛星「ひまわり」からの電波は食の時期と受信地域に強雨が発生した場合、通信障害で情報を受け取れないことがある。安全情報伝達施設の緊急情報入手の確実性はシステムの信頼性につながる。従って「緊急情報衛星同報システム」から緊急情報を入手できない場合に備え、別の緊急情報入手経路のバックアップを確保しておく必要がある。またこれは受信装置のハードのトラブルに対するバックアップということにもなる。



図一1 安全情報伝達システムの基本構成図



図一2 安全情報伝達システムの概念図

現在、地震や津波などの緊急情報を「緊急情報衛星同報システム」と同等の早さで受け取る方法として考えられるのは（財）日本気象協会の気象情報提供サービス（M I C O S）が考えられる。専用回線によりM I C O Sと接続することにより、食の時期と強雨障害による静止気象衛星「ひまわり」からの通信経路のバックアップとなる。この回線については緊急情報伝達の早さやの確保のためと緊急時は公衆回線が混雑するという理由から専用回線が前提となる。しかし専用回線を利用した場合、計画地から各地方の（財）日本気象協会までの専用回線使用料を負担しなければならず、場所によっては維持経費の負担が大きくなる。この経費の負担を軽減する方法としては通信衛星を利用したM I C O S - S a tがある。静止気象衛星「ひまわり」と通信衛星（J C S A T - 2）の位置が違うため食による通信障害の時期が異なり、必ずどちらかの衛星からの情報は受け取ることが可能となるが、強雨による通信障害の解決にはならない。ケーススタディとしてとりあげたA海岸とB海岸はM I C O S、C海岸はM I C O S - S a tを情報入手経路のバックアップとして計画された。今後は地域防災情報等と双方向で緊急情報の交換が出来るようにするなどして、情報入手経路の多重化を図っていく必要がある。

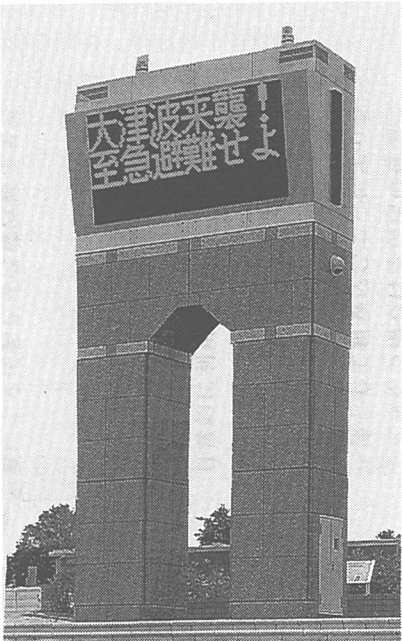
4. 4 情報表示盤

写真－1はA海岸において既に設置された安全情報伝達施設の表示盤である。これは表示盤をモニュメントとして設置した例である。海岸部に届いた情報は最終的に情報伝達部により確実に人々に伝えられなければならない。表示盤の仕様により情報伝達の結果が大きく左右される。表－2はケーススタディで計画された各海岸の表示盤の仕様を比較した表である。ここでは表示盤の仕様について述べる。

表－2 表示盤の仕様一覧

	A 海岸	B 海岸	C 海岸
表示部の表示方式	3色LED	80インチプロジェクタ (40インチ画面×4面)	3色LED
画像	文字・記号	映像も可	文字・記号
表示画面の大きさ	1440×2880	1690×1260	1040×4160
文字サイズ(最大)	480×480	600×600	560×560
判読距離	120m以上	30m ^{*1}	150m以上
視認角度	左右	60°	70°
	上下	上5°,下30°	30°
			上5°,下30°

^{*1}1;7°ロシエクタは日光の直射があった場合は見にくくなるため判読距離をおとした。



写真－1 情報表示盤

(1) 表示方式の種類

表－3は表示方式別の比較表である。表示内容の見やすさという点では画面の大きさや視認角度などで判断できる。画面のサイズはどの方式も方法により大きくできる。また視認角度はフルカラーLEDを除いてどれも同じで、画面正面から120度から140度の範囲である。海岸部には人々が細長い範囲に分布していることからフラットな表示盤では情報を伝達できる範囲は限られてしまう。この問題を解決するには2つの表示盤を異なる方向に設置する方法や曲面表示盤の採用などが考えられる。

表－3 表示方式の比較

表示方式	ブラウン管	プロジェクター	3色LED	フルカラーLED	放電管
画面サイズ	マルチテレビにより大画面可能	マルチビジョンにより大画面可能	大画面可能	大画面可能	大画面可能
視認角度	±60°	水平±70° 垂直±30°	±60°	±30°	±60°
文 字	○	○	○	○	○
画 像	○	○	×	○	○
画面輝度	500cd/㎡	2000cd/㎡	2500cd/㎡	2500cd/㎡	5000cd/㎡
屋外設置	×	△	○	○	○
寿 命	8000時間 (輝度半減)	3000時間 (ライトバルブ交換)	50000時間 (輝度半減)	50000時間 (輝度半減)	8000時間 (輝度70%)
電力消費量	○	○	○	△	×
価 格	◎	○	○	△	×

情報の量という点では動画を含めた画像情報は3色LED方式以外は対応可能である。最も問題となる屋外設置の適否は表示装置の発光量(輝度〔単位:cd/m²〕)と外からの入射光(照度〔単位:ルクス〕)の関係で決まる。外からの入射光以上の光量がないと表示内容は外光により消され何が表示されているかわからない。昼間の戸外の照度は約500cd/m²、直射日光は5000cd/m²の輝度に相当するといわれている。ケーススタディの3海岸の向きは西から南東向きで夕日を含めて表示盤に直射日光があたる。このような条件では2500cd/m²以上の輝度がある方式以外は屋外設置に適さないといわれている。これについては表示盤そのものでなく表示盤に直射日光があたらぬ対策も必要となる

維持管理という点では表示部の寿命と電力消費量があげられる。LED方式や放電管方式は他の方式に比べ寿命が長いが電力消費量は大きい。LED方式はすぐに立ち上がるというメリットがあり常時通電の必要はないが、放電管方式は起動時間が長い安全情報伝達施設として用いる場合、常時通電しなければならないため維持費がかかる。経済性は表示盤自体の価格と発光部の寿命、維持管理費を総合して考えなければならない

表-2に示した各地点の表示盤の仕様は施設設置の目的や設置場所の環境条件、維持管理、経済性等を考慮して選定された。A海岸とB海岸は文字情報だけ表示できる3色LED方式を採用した。B海岸においては画面輝度はLEDに劣るプロジェクタを採用した。これは情報に画像や動画を取り入れたいという強い希望があったためで、直射日光が画面にあたらない対策として表示盤の上に庇を設けた。このように表示部の周辺を暗くする対策がとれる場合はプロジェクタ方式も採用が可能である。

(2) 表示盤の大きさ

表示盤の大きさを決める根拠としてどの程度の距離から表示内容が判読できるかということが最も重要なことである。判読の基準は表示する内容にもよるがここでは文字の大きさから判読距離を求める方法を用いた。

道路標識設置基準¹⁾によると文字の判読距離は次式で求められる。

判読距離(m)=5.67×k₁×k₂×k₃×h

ここで、k₁:文字の種類による補正係数

字の種類	漢字	ひらがな	カタカナ	アルファベット
文字種類係数	0.6	0.9	1.0	1.2

k₂:文字の複雑さによる補正数係数

画数	10画以下	11～15画	16画以上
文字画数係数	1.0	0.9	0.85

k₃:走行速度による補正係数

速度(km/h)	徒歩	20	30	40	50	60
走行速度係数	1.00	0.96	0.94	0.91	0.89	0.87

h:文字高さ(cm)

走行速度を歩行者とし文字種類別に文字の高さと判読距離の関係を求めると図-3のようになる。文字の画数は、漢字は16画以上その他文字種類は10画以下として計算した。緊急情報には漢字が含まれることから判読距離は文字高さの約300倍を目安にすればよい。従って文字の高さが0.5mであれば150mからも判読が可能となる。

表-2をみるとA海岸とC海岸においては文字の大きさを表-1に示す遊泳区域まで判読可能な範囲として文字の大きさを設定している。

4. 5 施設のメリットと高度利用

地震発生後、津波警報や注意報が発令されると海岸を管理する地方自治体の職員は総出で地域住民の安全確保のために大忙しとなる。安全情報伝達施設システムに「緊急情報衛星同報システム」を用いたことにより地方自治体の職員は、最も危険となる海岸にわざわざ情報伝達のために広報車で行く必要が無くなりその時間を他のことに使える。

また、情報の提供に文字や画像を利用したことは、音声による情報伝達に比べ伝達時間の短縮と情報の量と質

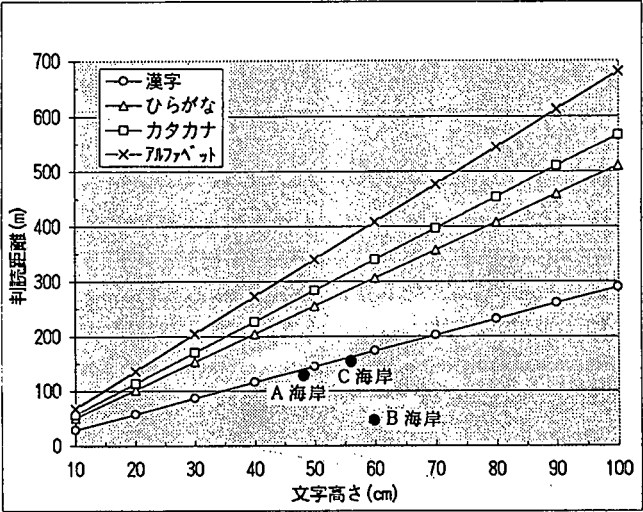


図-3 文字高さと判読距離の関係

の向上につながる。音声による伝達は情報を全て聴き終わるまでに時間がかかるが、画像は瞬時に情報の内容全体が理解でき、伝達できる情報量も格段に多い。そして、音声情報は聞き取りできない場合はすぐに再確認できないが画像情報は見直すことができ情報伝達の確実性が向上する。なお、表示盤による情報伝達は聴覚障害者に対するバリアフリー施設ということもできる。

さらに、緊急時以外の利用としては天気予報や波浪予報などの情報をはじめ花火大会や地域のイベント等のお知らせなど地域情報の提供も可能で、海岸美化などの協力依頼にも活用できる。写真－２は、注意の喚起の例である。それ以外に表示する情報として、風向風速計や温度計等の観測値等、より身近な情報を取り込むことも可能である。市民に対して、情報を発信する施設として認知してもらうためにも日常的に利用者にとって身近な情報を発信しておくことは重要なことである。

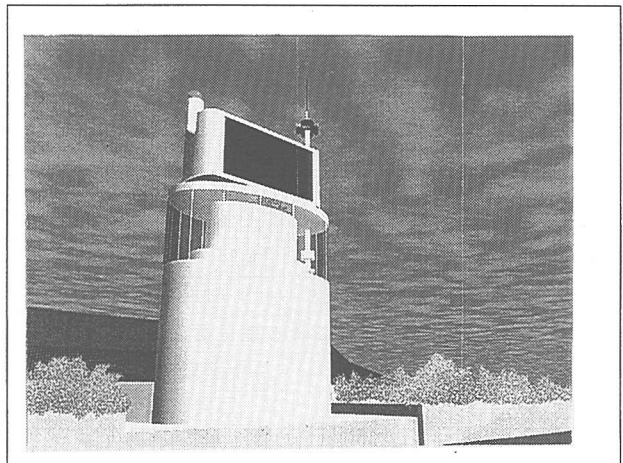
ケーススタディで提案したシステムの表示盤は一ヶ所であるが、情報処理部からの情報は数カ所に表示することが可能で、周辺の海岸や漁港、集落などへの拡張性も有している。

また監視塔や管理施設などがこれから計画される場合、表示盤はその施設の一部として組み込むことによりシステムの選択範囲が広がることや、周辺の施設とのデザインの一体性が保てる。B海岸の場合は管理棟の壁面に情報表示盤を組み込んで計画したことにより、表示部に直射日光があたらないような対策がとれた他、低温や積雪対策が可能となった。

図－４は表示盤を監視塔と一体的に計画したイメージである。



写真－２ 情報表示例



図－４ 表示盤イメージ図

5 おわりに

安全情報伝達施設が本来の目的で役に立つようなことがしばしば起こってはならないが、このような施設の整備により海岸部への緊急情報の伝達時間の短縮と確実性が増すことで、海岸利用者の安全性は向上する。さらに、この施設は緊急情報のみならず、天気予報や地域情報の提供等の利用により色々な便宜が図れ、多くの可能性をも有しているものと考ええる。今後は、完成された施設の利用状況を追跡し、より使い易いシステムとして改良を重ね、情報の伝わりにくい全国各地の海岸部に安全情報伝達施設が整備されていくことを期待する。

最後に、本調査にあたりご協力を戴きました都道府県市町村の関係者ならびに関係機関に対し心よりお礼を申し上げます。

参考文献

- 1) 道路標識設置基準・同解説：(社)日本道路協会，昭和62年1月，pp.62-66
- 2) 漁港漁村における防災情報伝達体制に関する調査報告書：水産庁漁港部防災海岸課海岸整備班，平成9年3月