

ハード・ソフトによる防災と減災の 適応範囲——東日本大震災の事例から

清野純史 京都大学大学院工学研究科教授

私は3月11日以降、4回現地に入っています。調査といえるほどのものではありませんが、いったい何が起こったのかをこの目で見ています。

多くの方が亡くなりました。私どもの研究は、そのような犠牲の上に成りたっていることを肝に銘じながら、亡くなられた方がたに深く哀悼の意を表しますとともに、被災された方がたにお見舞いを申し上げます。

阪神・淡路大震災で生死を分けた耐震設計

【資料1】は、1995年の阪神・淡路大震災の写真です。当時は、家屋の倒壊、インフラ被害、港湾被害、鉄道被害などさまざまな被害が発生しました。

【資料2】は、耐震設計法が改正された1981年以前に建てられた建物と以降に建てられた建物とでは、倒壊率が極端に異なったことを示しています。このことは耐震設計法が変わる以前に建てられていても、それ以降の耐震基準に合わせて補強すれば倒壊をかなり減らすことができることを示しています。

【資料3】は、兵庫県の実大三次元震動破壊実験施設(E-ディフェンス)での実験です。二つの建物はともに1981年以前の設計基準で建てられたものですが、左側の建物は1981年以降の設計基準に合うように補強しています。耐震補強していない建物は、みごとに壊れています。

阪神・淡路大震災では6,434人が亡くなりました。【資料4】

▶資料1 阪神・淡路大震災の構造物被害



高速道路から落ちかけたバス

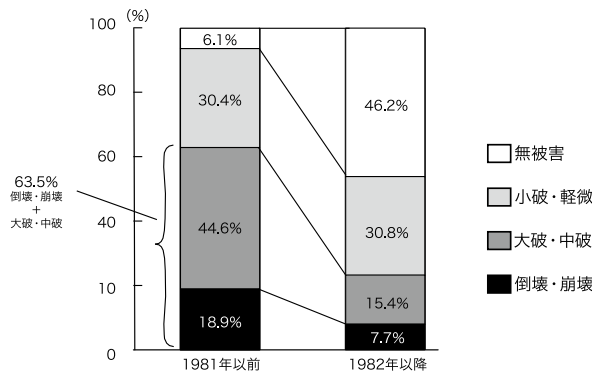


高速道路のビルト橋の倒壊



中層階が潰れた神戸市役所

▶資料2 兵庫県南部地震(阪神・淡路大震災)での年代別住宅被害



〈『広報ぼうさい』より「平成7年阪神・淡路大震災建築震災調査委員会中間報告」をもとに作成〉

▶資料3 木造建物破壊実験



〈(独)防災科学技術研究所・兵庫耐震工学研究センター公開データより〉

は、地震後数か月の内に神戸市内で亡くなられた方の死亡原因を示しています。建物倒壊が原因の8割以上を占めています。焼死等による原因も10%以上を占めています。建物が倒れてそのまま火災に巻き込まれた方もいるはずですから、9割以上の方が建物の倒壊等によって亡くなっているという事実があります。このことが、その後の「家を強くしなくてはいけない」、「耐震改修を行わなくてはいけない」という国を挙げての耐震化対策推進の大きな根拠の一つになっています。

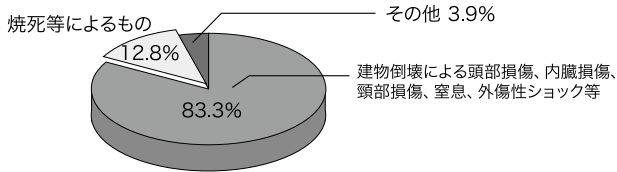
建物だけでなく、室内被害も多くの犠牲者と負傷者を出します。食器棚が倒れてきたがテーブルの下にもぐって助かったとか、梁が落ちてきたが低いタンスが支えてくれて助かったなどの例もあります【資料5】。

ご夫婦で寝ていたところに二段重ねのタンスが倒れてきて、ご主人だけが亡くなったという例もあります。建物だけでなく家具も成傷器になりうるのです。

津波災害と人間被害

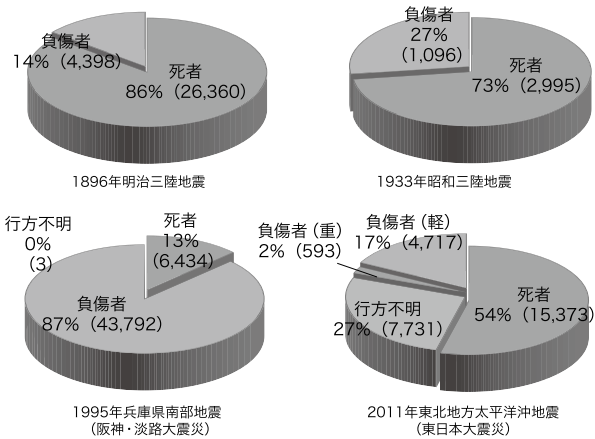
三陸地方には、大きな地震と津波が1896年と1933年に発生しています。【資料6】は大型の地震による死者と負傷者の内訳を表したものです。津波による被害が大きかった明治の三

▶資料4 神戸市内における検死統計



〈「広報ぼうさい」より「神戸市内における検死統計（平成7年／兵庫県監察医）」をもとに作成〉

▶資料6 三陸地方を襲った地震と阪神・淡路大震災の違い



陸地震では死者が8割強を、同じく1933年の昭和の三陸地震でも死者は7割以上を占めています。今回の東北地方太平洋沖地震では、行方不明者も含めた死者はやはり8割強を占めています。

いっぽう、阪神・淡路大震災の死者は6,434人でしたが、トータルでは負傷者のほうが圧倒的に多いという事実があります。内陸の直下型地震と津波をとまなう海洋型地震とは、モードが大きく違うからです。[資料7]は、4月10日時点での宮城県内で亡くなった方の死因の内訳です。約96%が水死もしくは溺死でした。

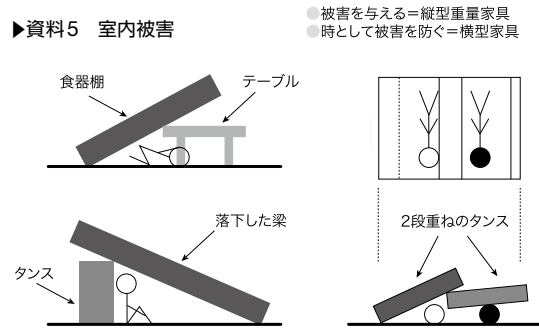
バンダ・アチュで撮られた有名なニュース映像があります。最初は歩くほどの速さで押し寄せてきた波が、いろいろなものを巻き込みながらどんどん速さを増してゆく映像です。モスクの上から撮影されたものでしたが、最初の歩いていどの速さは数十秒後にはたいへん速く、しかもどんどん高さを増しました。

今回の地震でもひじょうに多くの映像が残されています。石巻市のガス会社の屋上から撮られた津波の映像でも、海から道路を遡ってきた津波は、最初は駆け足くらいの速さの波が、30秒か1分で一挙に速度を増し、あっというまに波も高くなりました。「津波がきたら泳いで逃げればいいじゃないか」と思う方もいるでしょうが、そのような状況では決してありません。いったん巻き込まれたら、もうどうしようもないのです。

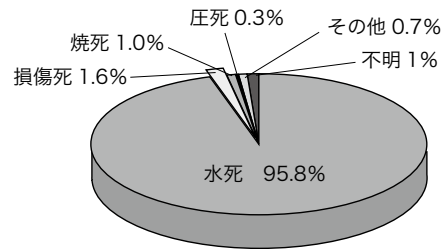
津波の規模を予見して被害を防ぐことはできるか

地震が起こると建物はすぐに揺れはじめますが、津波は地震の揺れがおさまってから時間をおいてやってくるのが特

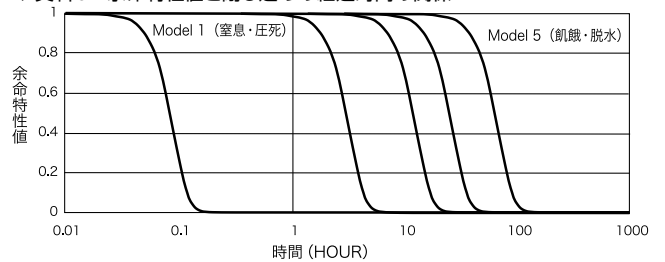
▶資料5 室内被害



▶資料7 東日本大震災における宮城県の死因内訳 (2011年4月10日時点8,015人)



▶資料8 余命特性値と閉じ込めの経過時間の関係



〈東濃地震科学研究所 太田裕氏作成資料より〉

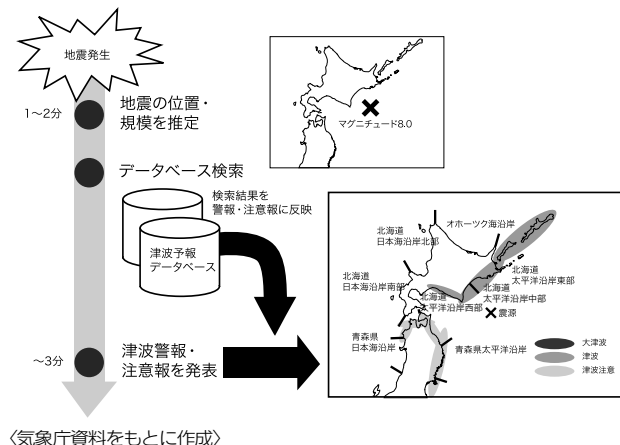
徴です。ただし、ひとたび津波が襲ってくると悲惨な状態になります。

地震被害には、このような津波被害と、家屋の倒壊による被害とがあります。[資料8]は東濃地震科学研究所の太田裕先生が提案した図です。横軸が時間の対数、縦軸は生死を表しています。1が生きている、0が亡くなってしまった状態です。窒息や圧死、水死がモデル1のモードで、生から死へとあっというまに移ります。頭部や頸部を強く打ったら数時間で、損傷がなく閉じこめられたなら数日間で飢餓や脱水で亡くなってしまうようなモードもあります。

家屋の倒壊や水死は、あっというまに亡くなるのが特徴です。ただし、家屋の倒壊は地震が発生すると瞬時に起こりますが、津波はしばらく時間を確保できます。そこがいちばん大きな違いとなります。

では、津波警報はどのようなしくみで発令されるのでしょうか。地震が発生すると、どこで起こったのか、どのくらいの規模かの情報を、通常は地震計から判断します。津波警報は、どの位置で、どういう規模の地震が起これば、どのていどの津波が起こるかをあらかじめ計算しておき、何万というケースをデータベース化しておき、地震が発生した時点でそれを

▶資料9 津波警報・注意発表の流れ



利用します。震源やマグニチュードがわかった時点で、データベースからもっとも適合するものを選び、津波の高さや到達時間などを決めます【資料9】。その結果、3m以上の津波が予測されると大津波警報となりますし、3m以下だと津波警報、0.5mですと津波注意報、そのようなかたちにして津波警報が発令されます。

【資料10】は、気象庁が発表した津波の予想到達時刻と高さです。注目していただきたいのですが、14時46分に地震が発生して4分後には津波情報として発表されています。マグニチュードが7.9で、高さが3mの津波が岩手県には既に到達していたと推定されています。宮城県では10分後に6mの津波が、20分後には福島県に3mの津波が来るであろう、こういう予報が出されました。

地震発生から24分後、マグニチュードは変わっていませんが、3県ともに到達が確認されています。岩手県で6m、宮城県で10m、福島県で6mです。最終的に落ち着いたのが15時31分で、10m以上の到達が確認されています。出された情報は、このように変わっています。

予想と結果とがこんなにも違っている、と批判しているのではありません。現在の最高水準の技術をもって予測しても、実際の津波とはかなりの差がありうるのです。正確な情報を出すということはそれほど難しいことなのです。

その後、マグニチュードは訂正されました。まず8.4になり、その夜には8.8になり、2日後に9.0になりました。

ハード対策とソフト対策

【資料11】をご覧ください。この二つの対策には、定義がいまいな面もありますが、「ハード対策」とは施設の耐震化のことです。たとえば、防波堤や防潮堤をかさ上げする、新幹線の高架橋に鉄板を巻くとかコンクリートで補強する、道路や鉄道盛土に鉄の矢板などを打ち込んで滑らなくする、揺れにも丈夫で耐えられる埋設管に交換する。こういうものを「ハード対策」と定義します。

「ソフト対策」は、情報発信や広報などに関するものです。情報の収集とか提供で、オペレーションは人が主体です。で

▶資料10 津波到達予想時刻と予想される津波高さ及びマグニチュードの値の変遷

気象庁発表 津波情報 (報道発表)	M	岩手県		宮城県		福島県	
		津波到達 予想時刻	予想津波 高さ	津波到達 予想時刻	予想津波 高さ	津波到達 予想時刻	予想津波 高さ
3/11 14:46 地震発生							
3/11 14:50	7.9	到達推測	3m	15:00	6m	15:10	3m
3/11 15:14	7.9	到達確認	6m	到達確認	10m以上	到達確認	6m
3/11 15:31	7.9	到達確認	10m以上	到達確認	10m以上	到達確認	10m以上
(3/11 16:00)	8.4						
3/11 16:09	8.4	到達確認	10m以上	到達確認	10m以上	到達確認	10m以上
(3/11 17:30)	8.8						
3/11 18:47	8.8	到達確認	10m以上	到達確認	10m以上	到達確認	10m以上
(3/13 12:55)	9.0						

（気象庁発表資料をもとに作成）

▶資料11 ハード対策とソフト対策の定義

ハード対策：施設の耐震

- 防波堤、防潮堤をかさ上げる
- 新幹線高架橋橋脚に鉄板を巻く
- 道路・鉄道盛土や河川堤防に沿って矢板を打ち込む
- 埋設管路を耐震管に置き換える、などなど

ソフト対策：情報・広報等、システム（情報を検知し伝えるという意味で）

- オペレーションは人が主体となる
- 情報の収集と提供
- ハザードマップ
- 避難路、避難場所、避難誘導

は、地震計のシステムはハードかソフトか。観測機自体はハードですが、情報を検知して伝えるシステムという意味で、ここではソフトの対策と定義しています。ハザード・マップや避難路、避難場所、避難誘導もソフトに入ります。

【資料12】はハード対策の例で、上段は道路橋の巻き立てや斜面・護岸の補強です。鋼板やコンクリートで支柱を巻き立てて補強しています。中段はRC構造物にブレースを入れて補強したり、ダンパーを入れて地震エネルギーを吸収するようなくみです。下段はトンネルのグラウト補強や、下水管の更生、水道橋橋脚の補強などの対策例を示したものです。

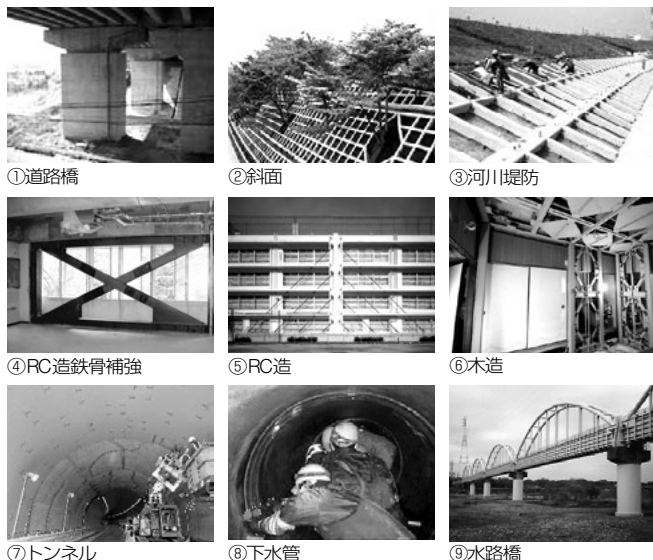
中央防災会議の津波対策の方針

中央防災会議では、6月に地震・津波対策に関する専門調査会を立ちあげて中間報告し、想定津波対策の考え方を提案しています【資料13】。建物の二段階設計は、すでに行なわれています。供用期間中に1、2回起こるレベルの地震には構造物が多少損傷しても元どおりになるように、あるいは大きな地震にも壊れないようにして人の命を守るようにしよう、そういう目標のもとに性能を決めて設計することになっています。

津波対策についての上記のような基準はこれまでなかったのですが、ここでは①住民避難を基軸とするものと、②海岸保全施設の耐震を中心とするものとを提案しています。①は、発生頻度はきわめて低いが甚大な被害が発生する最大クラスの津波を想定しています。今回の地震がこれに当たります。②は、①よりも地震の発生頻度が高く、津波高は高くないが大きな被害をもたらす津波です。この二つに分けて今回のような地震に対してソフトとハードを尽くして総合的な津波対策を提案しています。

海岸保全施設の、岩手県釜石市の全長63mの防波堤もかな

▶資料12 ハードの対策例



- ① <http://www.qsr.mlit.go.jp/osumi/road/iji/kyouryounotaisinnhokyou.htm>
 ② <http://www.raito.co.jp/project/doboku/norimen/fukiwaku/index.html>
 ③ <http://jo-sf02.city.ogaki.gifu.jp/kouhou/16nen/0901/04.htm>
 ④ www.konoike.co.jp/news/2002/nr20021030.html
 ⑤ <http://www.kajima.co.jp/news/press/200503/31a1fo-j.htm>
 ⑥ [twoorks.osakazine.net/c13129.html](http://works.osakazine.net/c13129.html)
 ⑦ www.nsc-eng.co.jp/fukukoh/concrete.html
 ⑧ <http://www.city.shizuoka.jp/000103624.pdf>
 ⑨ <http://www.kwsa.or.jp/> (2011年7月23日最終閲覧)

り被害を受けました。それでも、津波到達時間を遅らせる一定の効果はありました。しかし、堤防をこれ以上高くすることにはさまざまな困難がともないます。費用も膨大になります。そう考えると、通常の地震や台風、高波、高潮から守ってきたのと同様の効果が得られるようであれば、現状のレベルで復旧すればよいではないか、そしてその不足分をソフトで補えばよいではないか、そういう考えが出てくるのは至極当然です。

ハード対策を復元しつつソフト対策を組み合わせる

では、ハードとソフトを単純に組み合わせればよいのでしょうか【資料14】。私は、望ましいのはあくまでハード対策ではないかと思っています。われわれが何も考えなくても守ってくれるからです。現実的ではないのですが、たとえば高さ30mの津波に耐える防潮堤を造ったとします。その堤防は絶対にわれわれを守ってくれます。景観や費用などさまざまな問題はあっても守ってくれます。やはりハードの対策は従来以上にきちんと継続していかなければなりません。とはいえ、いろいろな制約がありますから、ハードとソフトの組み合わせも当然考えなくてはいい

ません。
 すでにいろいろな組み合わせが行なわれています。新幹線も、ハードとソフトとが一体になった対策を講じています。地震の揺れが起こる前に警報を鳴らして新幹線を自動的に止めるしくみになっています。ほかでは、

▶資料13 中央防災会議「東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会」中間報告とりまとめ(6月26日)

想定津波の考え方

- 2つのレベルの津波：①住民避難②海岸保全施設
 ●①は発生頻度は極めて低いが被害甚大(最大クラス)
 ●②は①より発生頻度は高く、津波高も低いが大きな被害をもたらす
 ①では、ソフト・ハードを尽くした総合的な津波対策
 ●住民の避難を軸に、土地利用、避難施設、防災施設を組み合わせる
 ●「被害抑止」から「被害軽減」へ
 ②では、既存施設の津波高を大幅に高くすることは非現実的
 ●水位低減、津波到達時間の遅延等で一定の効果が見られた
 ●比較的高い一定程度の津波高に対して施設整備を継続

▶資料14 ソフトとハードをどう組み合わせるか

- ベストはハードのみ(考えなくても守ってくれる)
 ●防災の基本はハード対策
ハードとソフトが一体(揺れに対処：人は考えなくていい)
 ●新幹線
 ハードとソフト(揺れ：すぐに考えて(あるいは反射的に)行動)
 ●高速道路
 ハードとソフト(津波：事が起きてからある程度の時間がある)
 ●人が経験に頼る
 ●思いこみ、間違った知識
 ●ハードへの信頼

緊急地震速報の応用も可能です。高速道路に応用すれば、揺れる前に警報を発して運転手に注意を促す、あるいは車を停止させるというようなことは、少しの時間のゆとりがあれば人の操作でできます。そういうハードとソフトの組み合わせもあるでしょう。

地震が起こってからあるていどの時間をおいてくるのが津波です。その場合の問題点は、経験に頼りすぎたり、思い込みであったり、ハードへの過剰な信頼です。

新幹線の地震動早期検知警報システム

ハードとソフトが一体になることで最悪の事態をまぬがれた一つの例が新幹線です。阪神・淡路大震災では、山陽新幹線が8か所で落橋しました【資料15】。2003年の三陸南地震では、新花巻と盛岡の間の10本を含む23本の東北新幹線の橋脚が損傷して不通になりました【資料16】。

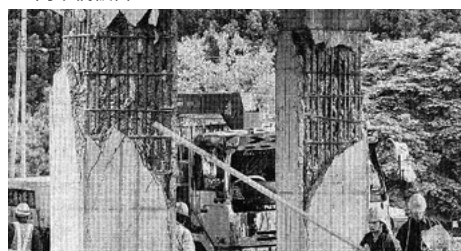
【資料17】は京都大学防災研究所の高橋良和教授のレポートから引用したのですが、今回も同じような被害が起きました。しかし、2003年三陸南地震のあと、東北新幹線は一部で【資料18】のように高架橋を補強しており、補強した部分では、被害は起こりませんでした。

新幹線を止めるシステム「ユレダス」をご存じでしょうか。地震が発生すると縦波のP波と横波のS波がやってきます。S波による横揺れはP波にくらべて大きなエネルギーをもって

▶資料15 1995年阪神・淡路大震災による山陽新幹線の高架橋の落橋



▶資料16 2003年三陸南地震による東北新幹線の高架橋被害



〈「岩手日報」より〉

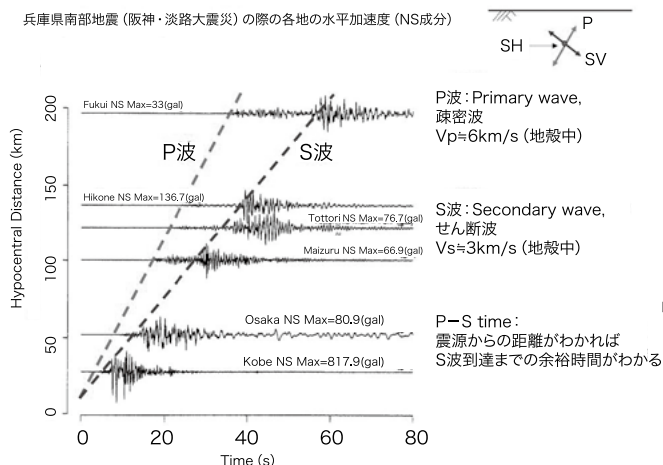
▶資料17 2011年東北地方太平洋沖地震による東北新幹線高架橋被害



〈京都大学 高橋良和氏作成資料より〉

▶資料19 地震波（P波とS波）の伝播と時間差

兵庫県南部地震（阪神・淡路大震災）の際の各地の水平加速度（NS成分）



〈千葉大学 山崎氏作成資料より〉

いますが、S波の速度はP波より遅いので、震源に近いほどP波とS波の到達する時間の差、すなわち余裕時間は少なくなります。逆に遠ければ余裕時間が多くなります【資料19】。

2004年に新潟県中越地震で上越新幹線の脱線事故が発生しました【資料20】。「ユレダス」は多少荒っぽいやり方ですが、地震を検知すると、その区間の電源をすべて落として新幹線を止めます。直下型の地震でしたから、「ユレダス」システムの作動と、運転手の緊急ブレーキの作動がほぼ同時に行なわれたといわれるように、直下型地震への対応には限界があります。それでも、震源と離れることによって余裕時間が多くあれば効果的です。東日本大震災では、仙台－古川間の2台がこのシステムによって無事に止まることができたと聞いています。

高速道路上の大量の車に情報を発信する

ハードとソフトの組み合わせですが、考えられる一つが高速道路の緊急地震速報です。新潟県中越地震のさいに、当時の日本道路公団が堀之内と小千谷の間に乗り捨てられた車の持ち主にアンケートしました【資料21】。道路被害が大きかったことから、車を乗り捨てて避難した車が21台もあったからです。

その追跡調査の結果ですが、どのように情報を入手したかという質問には、「まったくわからなかった」という回答が半数以上を占めました。どういった情報を知りたいかの質問には、避難の方法や高速道路の走行情況が上位を占めました。的確な緊急地震速報があれば、このような情報はすぐ得るこ

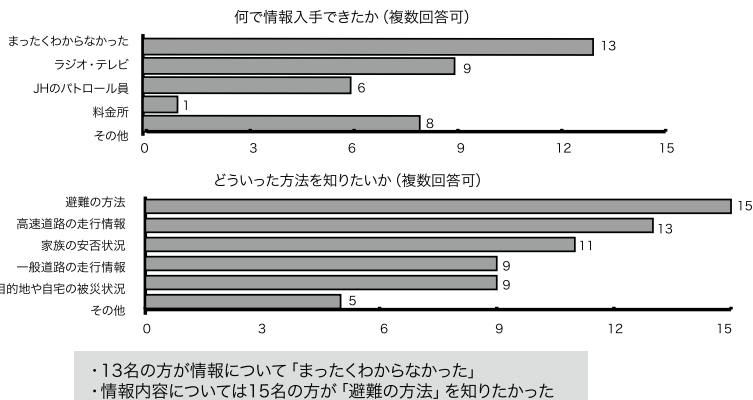
▶資料18 2003年三陸南地震を受けて高架橋を補強した東北新幹線（石鳥谷駅周辺）



▶資料20 2004年新潟県中越地震で脱線した上越新幹線

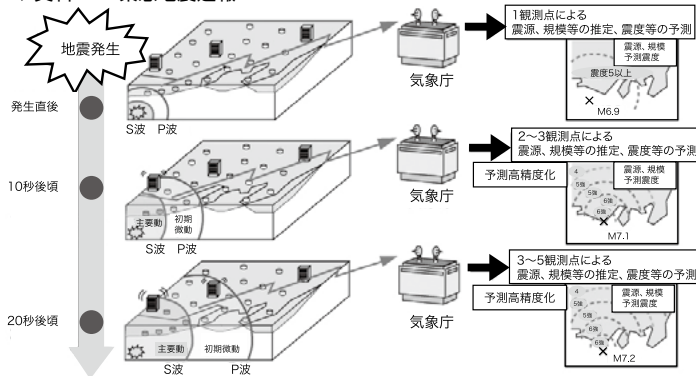


▶資料21 2004年新潟県中越地震で被災した高速道路上の車両運転者へのアンケート



〈日本道路公団資料をもとに作成〉

▶資料22 緊急地震速報



〈気象庁資料をもとに作成〉

とができます。そういうソフトの整備も重要だと思います。

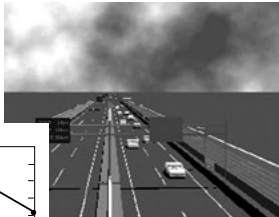
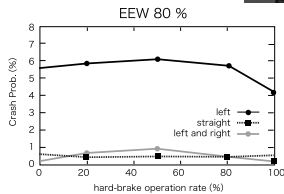
緊急地震速報【資料22】は、先ほどのユレダスと同じように、震源にもっとも近い点でP波を関知し、それを気象庁に伝えて広報します。ですから、震源に近いところではあまり時間はかせげないことを念頭におかなくてははいけません。

いま、高速道路運転中のドライバーの8割が緊急地震速報を受け取ったと仮定し、左側の路肩に停止する、そのまま停止する、左右両側に分かれて停止する、という3通りの行動をとったとします。すると、左側の路肩に停止するという行動をとった場合の事故率が高くなることや、急ブレーキを踏む人や踏まない人が混在する場合に事故率が高くなる、また、緊急地震速報の受信率が50%の場合に事故率が高くなるなど、情報の不釣り合いが起こっているときに危険性が高いことが、【資料23】に示したシミュレーション結果からわかります。

*田老町は2005年に宮古市と合併して廃止され、宮古市田老地区となった。

▶資料23 緊急地震時の車両の挙動解析結果

8割の運転者が緊急地震速報を受け取って路肩に停車する場合



▶資料26 普代水門の諸元

- 岩手県海岸高潮対策工事
- 着工：1973年2月 ●完成：1984年3月
- 普代川河口から約300m上流
- 堤高：TP+15.5m ●堤長：205m
- 1933年の昭和三陸地震も1960年のチリ地震も普代川を遡った津波が盆地を襲った
- 今回の津波の高さは20mを超えた
- 地震直後に久慈消防署普代分署が遠隔操作で水門を閉めたため、水門上流約200mのところで止まった
- 1896年の明治三陸大津波では普代村で1,010人の死者、行方不明者がでている

〈首藤伸夫氏メモより〉

▶資料28 1933年昭和三陸大津波前後の田老町



大津波前



大津波後

- 1896年6月15日（明治三陸地震）マグニチュード8.25：田老での最大波高15m：死者・不明者1,859人
 - 1933年3月3日（昭和三陸地震）マグニチュード8.1：田老での最大波高10m：死者・不明者911人
- 〈田老町資料より〉

歴史の教訓はどう生きたか

では津波に対しては、ハードを補うソフト対策としてどのような方策を考えなくてはいいのでしょうか。地震が発生してから津波がくるまでは、瞬時に起こる揺れとくらべてあるていどの時間があると考えられるので、人は過去の経験に頼りがちです。ハードへの信頼もあります。ここでは、ハード対策が功を奏した岩手県普代村の例とハードとソフトの両対策を長年行ってきた宮古市田老地区の例を挙げてみます。普代村と田老地区の位置は[資料24]に示すとおりです。

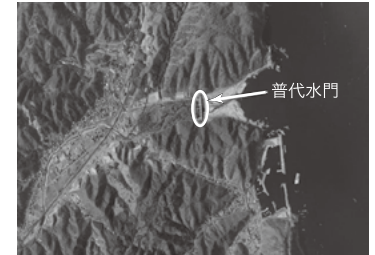
普代村にみる津波対策

普代村には、海岸から300m離れた普代川に水門があります。その上流に集落があります[資料25]。普代水門の諸元を示したものが[資料26]です。

▶資料24 岩手県普代村と宮古市田老地区

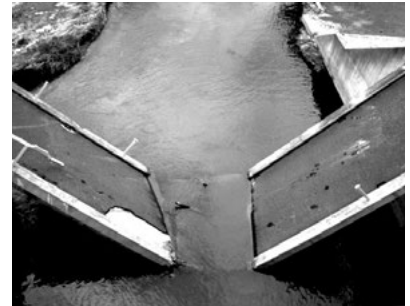


▶資料25 普代水門と普代村



〈国土地理院撮影航空写真をもとに作成〉

▶資料27 被災後の普代水門と津波で壊された管理道路



普代村は、明治三陸大津波では1,000人以上の死者・行方不明者を出しています。水門は高さ15m、堤長が200mです。しかし、津波は20mありました。管理用道路は波の力で崩壊していますが、津波は集落までは到達しませんでした。水門横の道路の門扉は、電気系統の故障で半分しか閉まりませんでした[資料27]。

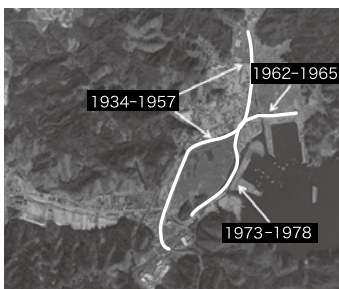
田老町にみる津波対策

田老町*は1896年の明治三陸地震での津波で1,859人の死者・不明者が出ました。1933年の昭和三陸津波では死者・行方不明者が911人でした。明治三陸大津波の最大波高は平均海面から15m、昭和三陸津波は10mでした。今回の震災では、乙部、田老、摂待合わせて166人の方がたが死亡あるいは行方不明となっています。

[資料28]は昭和三陸大津波の前後の写真です。集落のすべてが津波に流されたことがわかります。

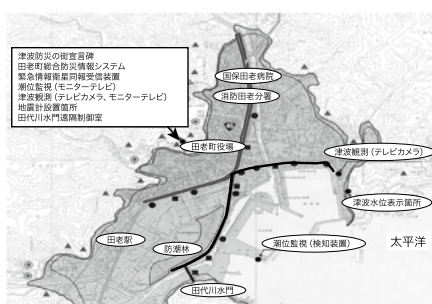
この教訓から、田老町では三期に分けて堤防を築きました[資料29]。第一期は昭和三陸津波の翌年の1934年から、第二期は1962年から1965年にかけて、第三期は1973年から1978年にかけて造成しています。上から見た堤防はX型です。平均海面から10mで、堤防自体は地面から約5mの高さです。まったく海が見えないので、閉塞感を感じさせます。避難所も整備されました[資料30]。田老町に関しては、2005年の時点で国際興業株式会社が明治三陸大津波をシミュレーションしています。しかし、堤防は昭和三陸津波の10mの津波を勘案して造っていました。明治三陸大津波では15mの津波でしたから、シミュレーションでは津波は防潮堤を軽々と越えていました。明治三陸津波クラスの津波がくれば防潮堤を越流する

▶資料29 総延長2,433mの防潮堤
(3期に分けて築堤)



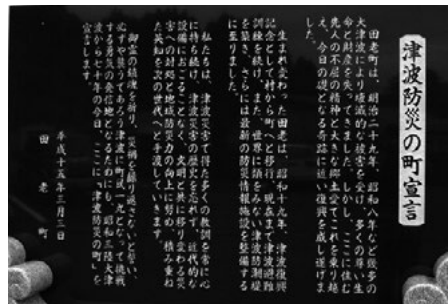
〈国土地理院撮影航空写真をもとに作成〉

▶資料30 田老町の防潮堤と避難場所



〈田老町役場資料をもとに作成〉

▶資料31 「津波防災の町宣言」記念碑

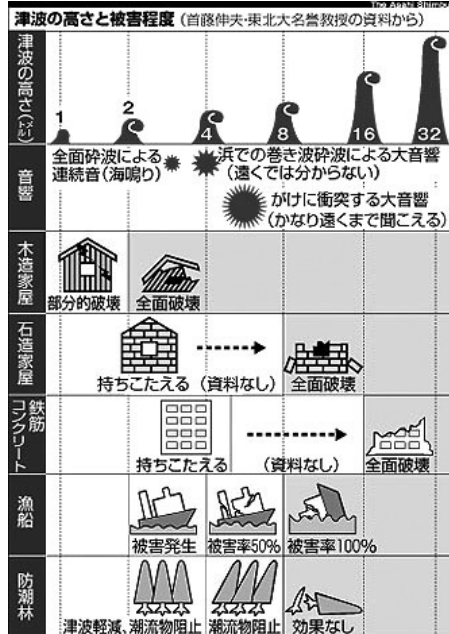


▶資料32 防潮堤を乗り越え民家に襲いかかる津波



皇山昌彦さんが至近距離から撮影した、高さ10mの防潮堤を乗り越え民家に襲いかかる津波(3月11日午後3時すぎ、岩手県宮古市田老地区)
〈産経ニュースより <http://sankei.jp.msn.com>〉

▶資料33 津波の高さと被害



〈「朝日新聞」から首藤伸夫氏作成資料(1992)より〉

ことは既成の事実だったのです。

田老町は「津波防災の町宣言」に「昭和19年、津波復興記念として村から町へと移行、現在まで津波避難訓練を続け、また、世界に類をみない津波防潮堤を築き、さらには最新の防災情報施設を整備するに至りました」とあります[資料31]。ハードとソフトは完備していましたが、3度めの被害がくり返されました[資料32]。

おわりに

防災・減災対策の基本はハードです。さらに、施設整備を継続するだけでなく、そこに新たな技術、イノベティブな技術を取り入れなくてはなりません。

いっぽう、ハードを補うソフトも当然重要ですが、一筋縄ではいきません。そう簡単な問題ではないのです。津波情報を早く伝え、安全に避難させるために、現在は数値計算で波高などを推定して伝えます。どれだけの大きさになるかを直接知るために、実際の波高を海岸で計ったり、ブイに情報を検知する機材を取り付けて洋上に設置することも行なわれています。こんごは、衛星からのモニタリングを含めこのような直接検知の方法がますます発展していくものと考えられます。

ソフトは当然ハードを補うものですが、やはり迅速性が重要です。情報の収集と広報までの時間短縮は喫緊の課題です。正確性も重要です。津波の高さなどの不正確な情報は、誤った避難を導くことになります。ソフトを整備するならば、ここをまず解決しなくてはなりません。それには関係諸機関の努力が必要です。

正確性と同じように、信頼性も重要です。津波の高さと被害のていどについての予測は、研究レベルではいろいろ取り組まれています。[資料33]は、津波研究がご専門の首藤伸夫先生がまとめられたものです。しかし、津波の波力が構造物にどのような影響を及ぼすのかなど、波力の影響の研究はま

だ進んでいない部分が見受けられます。これを埋めなくてはいいけません。

さらには、このようなソフト対策には説得力や実行力がともなわなければなりません。思い込みや誤った知識をもって人を動かすことは容易ではありません。「津波がきても私はここに残る」と言う人をどうすることもできません。住民を避難に向かわせるだけの説得力や実行力を具えなくてはいいけないのです。

われわれは、「またはずれた」などと言いながらも、天気予報をかなり信頼しています。「3m以上の津波の確率は10%です」、「5m以上の津波の確率が80%です」というような情報が、天気予報と同じ精度で提供できれば、有用な情報として受け入れられるのではないかと、個人的には思っています。

とにかく、説得力と実行力のある情報を社会に適用させる、実装することが大事であると思います。

これで私の報告を終わります。どうもありがとうございます。

第2回 安寧の都市ユニット シンポジウム
2011年7月23日 京都大学百周年記念ホールにて