

# 東日本大震災をどうみるか？

～地域基盤の総合的フェイルセーフ化に向けて～

家田 仁（東京大学・工・社会基盤学専攻）  
国土学・都市学・交通学

2011年4月26日 日本学術会議・学術フォーラム

- 土木学会・都市計画学会・地盤工学会共同の第一次総合調査（団長は、阪田土木学会長）
- 青森県・八戸～千葉県・浦安（福島原発エリアを除く）
- 俯瞰性・一般性と個性・ハードからソフトまでの総合的現象理解・今後への糸口
- 4月末から地域基盤再建・総合調査団（第二次総合調査団）

## 1. イントロダクション

## 2. いくつかの視点から

普代村 田野畑村

強さと広がり（名取と女川）

明と暗

仙台市若林区

しびとさ (toughness) と  
もろさ (vulnerability)

## 2. いくつかの視点から

## いくつかの視点から

### 1) 災害とエンジニアリングの関係性

- 『進化』に対するエンジニアリングの責務
- 阪神におけるコンクリート構造設計の顕著な進化、土構造設計の漸進的進化（原状復旧か？強化復旧か？）。
- 大きな進化を遂げるはずの津波分野

●ある程度までの作用外力に対しては脱線を引き起こさない（防災）

●それ以上の作用外力に対しては、万一脱線しても線路を大きく逸脱して列車衝突など人命を損ないうる深刻な事態に至らしめない（減災）

「フェイルセーフ化」：不測の事態が発生しても、あるいは誤った取り扱いが生じて、最悪の事態に至らしめないように、ハード・ソフト両面からシステムを設計する。

ex)

- 信号が消灯してしまった場合には「赤現示」とみなすルール（ソフト）
- 万一、列車の車両連結が切れてしまった場合、車両を繋ぐブレーキ管から空気が抜け自動的にブレーキがかかる仕組み（ハード）

- 神話と絶対からの脱却
- 事実と可能性に真摯に向かい合う

## いくつかの視点から

### 1) 災害とエンジニアリングの関係性

- 『進化』に対するエンジニアリングの責務
- 阪神におけるコンクリート構造設計の顕著な進化、土構造設計の漸進的進化（原状復旧か？強化復旧か？）。
- 大きな進化を遂げるはずの津波分野

### 2) 安全と『最小律』（Law of Minimum）

- 『進化』は次の問題を顕在化させる。終わりのない新たな発見。

### 3) 『想定外』か？

- 貞観地震の記録（869年）、現場から、どうやって過去の風化を防ぐか？わかっているけれど海のそばに
- 『想定』：どうやって？多分野間で整合的か？周知されているか？

### 4) 巨大災害・超過災害（設計外力以上）への対処理念を確立すべき

- フェイルセーフ化の理念（安全設計の基本、例えば...）
- 致命的事態の回避＋修復の容易性（ex. レベル2地震動への設計思想 ex. たとえ脱線しても...） 防災＋減災、ハード＋ソフト
- 超過洪水対策としての高規格堤防（スーパー堤防）も同様（『仕分け』されたが）

○防災施設の超過災害に対する「減災」効果は？

○越流後の津浪流の挙動を考えた施設設計の必要性

## いくつかの視点から

### 5) もう一つの被災側面～生業被害と産業被害

- 雇用＝所得に決定的に影響、東北のみならず鹿島コンビナート等にも
- 地域再建＝生活再建＋安全再建＋生業再建

### 6) フェイルアウト現象をつみとる

- クルマ避難の悲劇、被災した避難場所、記憶が住み方と記憶 避難場所にはない非常物資、「田老地区」をどうみるか、そして原発...

### 7) 既に現地にある今後に向けたヒント

- 避難路と避難訓練、避難ビル、丘陵上の住宅地・産業地区・「総合運動公園」＝防災拠点

避難場所兼用町営住宅ビル

避難場所と避難経路誘導

防災基地＋避難所となった総合運動施設

沿岸被災地と丘陵上住宅地と

『三陸津浪に因る被害町村の復興計画報告書』

(昭和9年3月 内務大臣官房都市計画課)

「永久に浪災を防御し又は之を避け得べき安住の地を築設し、以て生活の安全と便益とを確保する...努めて姑息なる施設を避け...」(序文)

津浪防護対策 (p.39-)

○部落の高地移転

「波高大にして且つ其の破壊力の大なる地方(外洋に直面する海底勾配の急なV字型湾の湾奥など)に就いては如何なる工作物を設くとも津浪防護の対策とならぬ、部落移転を敢行する外に方法がない。...所謂浸水型の地方に就いては津浪防護の方法が考えられる。」

「(津浪の災害)をしも忍びて、単なる日常生活の多少の不便を忍びえざる筈はない。」

○敷地の地上げ、防浪堤、防浪建築、街路の整備、埋立及び護岸、避難道路、防潮林、防波堤、津浪予報装置

都市計画・復興事業 (p.42-)

「小部落に在りては災害部落地を捨て付近の大都市に併合移住するものある...」

「都市的聚落地はその原敷地に復興するを本則とし...住宅は後方安全なる高地に...移転せしむ。」

「漁業聚落...必ずしも海岸に密接して居住するを必要とせず...部落敷地を付近高地に移転するは他の如何なる防浪対策より勝れるものなり。」

「高地移転を行い得る部落に在りては...建築禁止区域の設定も亦止むを得ざる方策...」

『三陸津浪に因る被害町村の復興計画報告書』

(昭和9年3月 内務大臣官房都市計画課)

「永久に浪災を防御し又は之を避け得べき安住の地を築設し、以て生活の安全と便益とを確保する...努めて姑息なる施設を避け...」(序文)

津浪防護対策 (p.39-)

○部落の高地移転

「波高大にして且つ其の破壊力の大なる地方(外洋に直面する海底勾配の急なV字型湾の湾奥など)に就いては如何なる工作物を設くとも津浪防護の対策とならぬ、部落移転を敢行する外に方法がない。...所謂浸水型の地方に就いては津浪防護の方法が考えられる。」

「(津浪の災害)をしも忍びて、単なる日常生活の多少の不便を忍びえざる筈はない。」

○敷地の地上げ、防浪堤、防浪建築、街路の整備、埋立及び護岸、避難道路、防潮林、防波堤、津浪予報装置

都市計画・復興事業 (p.42-)

「小部落に在りては災害部落地を捨て付近の大都市に併合移住するものある...」

「都市的聚落地はその原敷地に復興するを本則とし...住宅は後方安全なる高地に...移転せしむ。」

「漁業聚落...必ずしも海岸に密接して居住するを必要とせず...部落敷地を付近高地に移転するは他の如何なる防浪対策より勝れるものなり。」

「高地移転を行い得る部落に在りては...建築禁止区域の設定も亦止むを得ざる方策...」

- 自然力をみる真摯な科学的態度
- 安全の高邁な追求心
- 「住」への関心の割に、生業・産業への無関心
- 「超過災害対策」の視点の不足

いくつかの視点から

9) 緻密な安全度評価と「現場主義の地域復興」が不可欠

→ 似たような現象でも場所の特性に応じて大幅に効果が異なる。この「違い」を実証的・俯瞰的に理解しておくことが不可欠。ステレオタイプな机上の議論には十分な注意が必要。

→ 微細な地形条件の違い、防波堤・防潮堤などの防災施設や海岸林などの条件の違いに応じた津波の浸水高、流速、返り波流路などについて緻密な安全性シミュレーションを行った上で公共施設計画、避難所整備・避難計画、建築規制・建築計画を決めるべき。

→ 海で暮らしを立てる人々：漁業・臨海立地産業

最も大事なのは「住みかの安全性」ではなく、「命の安全性」+「暮らしが成り立つこと」。海に親しみ海を怖れるライフスタイルを尊重した「地域復興」があって当然。

いくつかの視点から

9) 緻密な安全度評価と「現場主義の地域復興」が不可欠

→ 似たような現象でも場所の特性に応じて大幅に効果が異なる。この「違い」を実証的・俯瞰的に理解しておくことが不可欠。ステレオタイプな机上の議論には十分な注意が必要。

→ 微細な地形条件の違い、防波堤・防潮堤などの防災施設や海岸林などの条件の違いに応じた津波の浸水高、流速、返り波流路などについて緻密な安全性シミュレーションを行った上で公共施設計画、避難所整備・避難計画、建築規制・建築計画を決めるべき。

→ 海で暮らしを立てる人々：漁業・臨海立地産業

大事なのは「住みかの安全性」ではなく、「命の安全性」+「暮らしが成り立つこと」。海に親しみ海を怖れるライフスタイルを尊重した「地域復興」があって当然。

10) 総合的フェイルセーフ化の視点に立った被災地の再建や社会基盤のあり方の再検討が必要

→ 被災地の土地利用計画、防災施設整備、市街地整備、交通基盤整備、避難計画、備蓄計画など、ハード面・ソフト面の施策を、「フェイルセーフ化」の視点から再構築。

→ 例えば、「三陸自動車道は役立った」という声、「リタダンシーが重要」という声。しかし、時がたって風化すれば...道路ネットワークのあり方論・道路事業評価の手法についても「フェイルセーフ化」の視点から見直すべき。

東北地方太平洋沖地震による通行止め状況等について 平成23年4月11日(月)14時00分現在

～国道4号から各路線経由で国道45号及び国道6号までの密閉状況の確認結果～

国土交通省 東北地方整備局HPより



交通路のすばやい「啓開」とインフラの強さ・しぶとさ

- ・三陸自動車道(高規格道路)の役割と課題
- ・地域高規格道路(106号線など)や改良された幹線道路の活躍
- ・港湾の重要性

■津波被害で大きな被害が想定される沿岸部への退出のため、「(L)の復旧」段階へ土を搬送することを決断(3月11日)

**第1ステップ** 東北道、国道4号の縦軸ラインを確保

**第2ステップ** 三陸地区へのアクセスは東北道、国道4号からの横軸ラインを確保

- 3月12日、11ルートの東西ルート確保【(L)の復旧範囲】【(L)の復旧範囲】
- 3月14日、14ルートの東西ルート確保【(L)の復旧範囲】【(L)の復旧範囲】
- 3月15日、15ルートの東西ルート確保【(L)の復旧範囲】(16日から一般車両通行可)【(L)の復旧範囲】

**第3ステップ** 一関道45号は、3月18日までに70%が通行可能となる等、道路復旧は総じて3月18日より応急復旧の段階に移行。

国土交通省 東北地方整備局HPより

常磐自動車道の盛土崩壊の事例

- 東日本大震災による最も大きな道路被害事例
- 他にも、盛土の沈下に伴う、道路面の凹凸や亀裂の事例が多数発生

常磐自動車道の盛土崩壊箇所の復旧事例

- 盛土構造は、降雨や震動に対してあまり「強い」とはいえにくい
- 復旧が容易。これが材料としての土・構造としての土構造物(盛土や切土)の頑健性(toughness しぶとさ)
- 土構造物も各種の強化工法によって、最近「強さ」が大幅に向上している。

## 東北地方太平洋沖地震

- ・3月11日発生 M9.0（わが国の観測史上最大）  
最大震度7（宮城県栗原市）
- ・非常に大きな震源域：400km×200km
- ・長時間・広範囲・大振幅の震動。  
しかし、キラーバルスは顕著でない。
- ・連動型地震→巨大な津波が広域に発生→原発問題→電力問題
- ・地震動と津波の伝播シミュレーション（地震研・公開成果物より）
- ・約2万8,000人の死者・不明者（4/12時点）  
約20万人の避難者、膨大な数の市街地・集落が壊滅的に被災

（参考：過去の地震災害・津波災害・戦災における死者・行方不明者数）

- 1891年 濃尾地震（7,300人）
- 1896年 明治三陸津波（2万2,000人）
- 1923年 関東大震災（10万5,000人）
- 1933年 昭和三陸津波（3,000人）
- 1945年 東京大空襲（10万人）（第二次大戦一般市民：80万人）
- 1959年 伊勢湾台風（5,900人）
- 1960年 チリ地震津波（140人）
- 1993年 北海道南西沖地震（奥尻島など）（230人）
- 1995年 阪神・淡路大震災（6,500人）

## 3. おわりに

## 東日本大震災をどうみるか？

- ・M9.0（わが国の観測史上最大）
- ・約2万8,000人の死者・不明者（4/12時点）
- ・約20万人の避難者、沿岸部を中心に数10の市町村にある多数の市街地・集落が壊滅的に被災
- ・浸水面積（農地など含む）：約400km<sup>2</sup>
- ・参考：過去の災害における死者・行方不明者数）
  - 1896年 明治三陸津波（2万2,000人）
  - 1923年 関東大震災（10万5,000人）
  - 1945年 東京大空襲（10万人）  
（太平洋戦争一般市民：80万人、兵員を含めると300万人）
- ・戦災消失面積：約530km<sup>2</sup>
- ・戦災復興都市計画面積：約650km<sup>2</sup>（三大都市圏を含む115都市）
- ・「もはや戦後ではない」（1956年 経済白書）