

地質／地盤リスクマネジメント 全国大会
(シンポジウム／事例研究発表会)

地盤リスクマネジメントに関するシンポジウム

共催：公益社団法人地盤工学会関東支部・
地盤工学におけるリスクマネジメントに関する研究委員会
地質リスク学会

司会：稲垣 秀輝 (環境地質)

<プログラム>

10:00～10:50 講演

地盤工学におけるリスクマネジメント

公益社団法人地盤工学会 会長
公益社団法人地盤工学会 関東支部
地盤工学におけるリスクマネジメントに関する研究委員会 委員長
日下部 治 (茨城工業高等専門学校)

10:50～11:50 報告

地盤工学と地盤リスク対応

中山 健二 (川崎地質(株))

自然災害・法令・社会情勢等の変遷と地盤リスク

～地震災害と耐震基準・法規等の変遷を中心として～

大里 重人 ((株)土質リサーチ)

地盤リスクと裁判事例

薦田 哲 (紀ノ川法律事務所)

講演

地盤工学におけるリスクマネジメント

公益社団法人地盤工学会 会長

公益社団法人地盤工学会 関東支部

地盤工学におけるリスクマネジメントに関する研究委員会 委員長

日下部 治（茨城工業高等専門学校）

地盤工学における リスクマネジメント

日下部 治
茨城工業高等専門学校
2011. 10. 21

目次

1. 地盤工学分野におけるリスクマネジメントの取り組み
2. 地盤工学におけるリスクマネジメント事例
研究委員会の活動から
3. 2011年の地盤災害と地盤災害低減への
方策
4. まとめ

地質リスク

- 地質に関わる事業リスク
 - バイズ理論
現状の情報
- 追加情報(地質調査)
- 更新された情報 (信頼度の向上)
- 事業コストへの影響 +/- の評価

地盤工学のリスク回避の伝統的手法

- 設計: 調査・試験 → モデル地盤の構築
物理法則の適用 → 挙動の予測
x 安全率
- 施工: 段階施工 + 現場計測
計測から逆解析 → モデル地盤の更新
→ 順解析で次の段階施工へ
Observational method

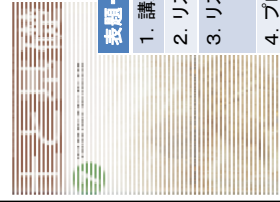
地盤工学分野における リスクマネジメントの取り組み

- 2004年 地盤工学会誌 講座の構成
- 2005年 国際地盤工学会議の議論から
- 10年間の動き

講座：リスク工学と地盤工学

- 「土と基礎」
- 2004年4月～2004年9月号
- 社会的、経営学的、計画的アプローチ
- 金融工学的手法の応用(ビジネスリスク)
- 執筆者の多くは、地盤工学専門ではない。

土と基礎(2004) 講座「リスク工学と地盤工学」



表題・内容	執筆者(敬称略)
1. 講座を始めるにあたって	小林潔司(京都大学)
2. リスク工学とは	小林潔司(京都大学)
3. リスクマネジメント	中嶋秀嗣 (損保ジャパン・リスクマネジメント)
4. プロジェクトリスク	尾ノ井芳樹(電源開発)
5. ジオリスクエンジニアリング	大津宏康(京都大学)
6. ライフサイクル費用とリスク工学	多々納裕一(京都大学)
7. アセットエンジニアリング	安田亨 (パシフィックコンサルタンツ)
8. 講座を終えるにあたって	大津宏康(京都大学)

16th ICSMGE(大阪会議)



2005年

2005年 国際地盤工学会議の議論から

Geotechnical risk and risk management

Geotechnical risk

- Natural hazard e.g. earthquake, flood, slope failure, rock fall
- Construction activities e.g. dam, excavation, tunneling
- Soil contamination

Geotechnical Risk

slope failure caused by earthquake



Niigata, Japan

Geotechnical Risk flood caused by levee failure



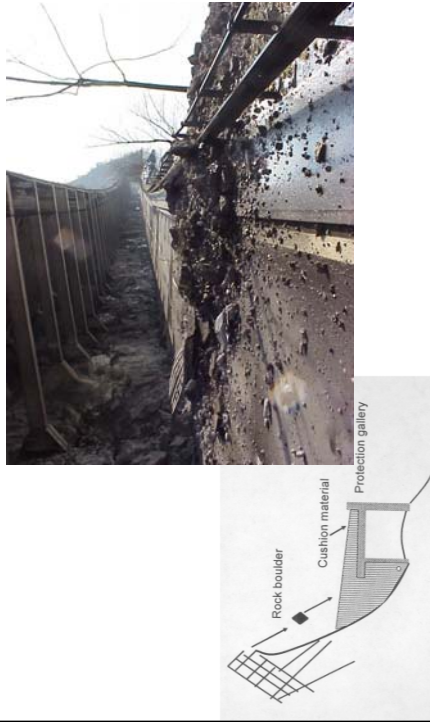
Hurricane Katrina

New Orleans

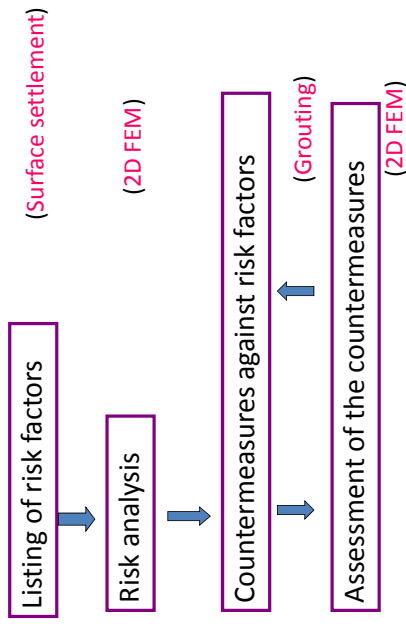
Geotechnical risk:

Rock fall

(Chikatamarla et al.)

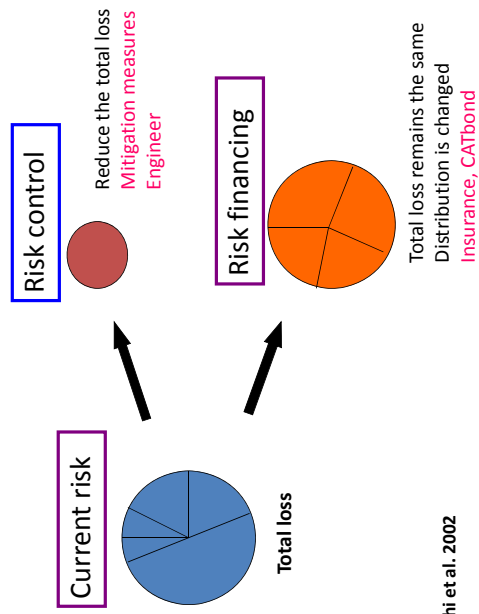


Risk management



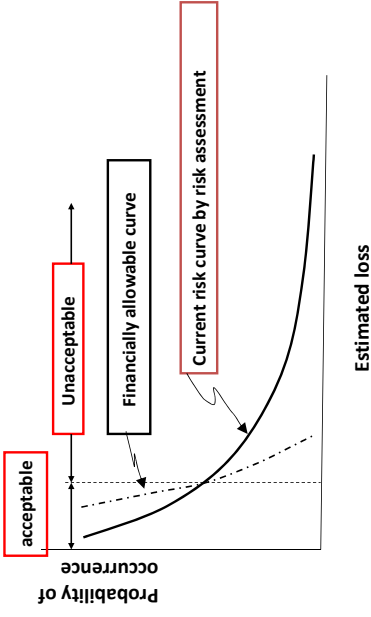
Akagi, 1999 TC28 on Underground construction

Risk management



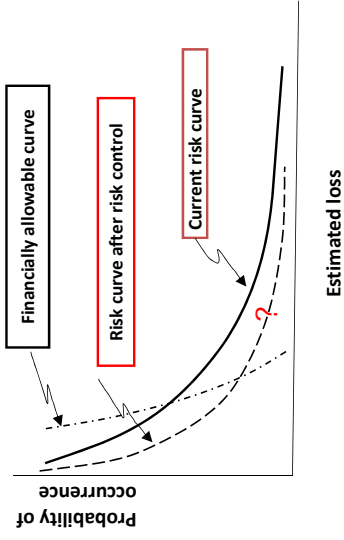
Kobayashi et al. 2002

Current risk curve and financially allowable curve



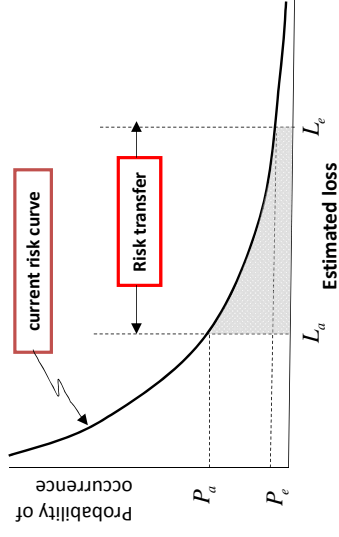
Kanemori, 2005

Risk control (reduce the total loss)



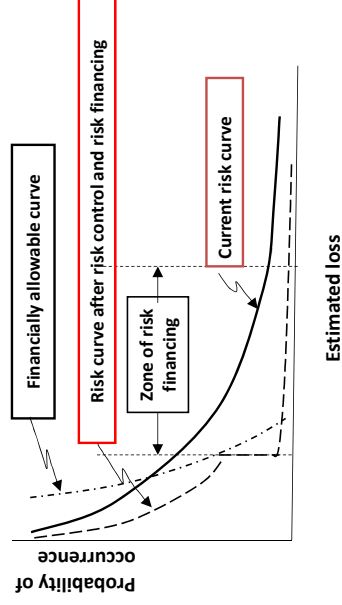
Kanemori, 2005

Risk financing (transfer/share the risk)



Kanemori, 2005

Risk management



Kanemori, 2005

Geotechnical risk and risk management

- project risk management
- risk identification and risk analysis
- risk assessment
- risk monitoring
- risk communication

最近10年の動き

(1)2010年 国際地盤工学会技術委員会
Impact on Societyカテゴリーに2つのTC

「Forensic Geotechnical Engineering」

地盤に関わる事故

「Engineering Practice of Risk Assessment and
Management」

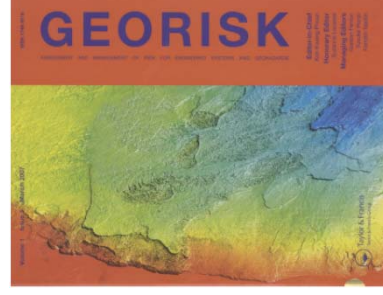
確率的手法の適用

最近10年の動き

(2) Geotechnical Risk and reliabilityに関する定
期的な国際会議開始

2007年 国際学術論文集 Georiskの刊行

国際論文集“GEORISK”



最近10年の動き

(3)2009年

ISO3100 「Risk management

– practice and guidelines」

2010年

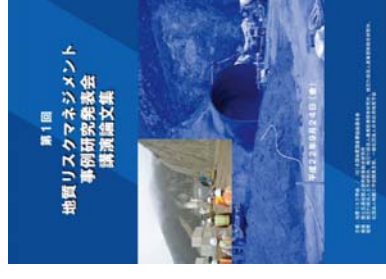
JIS Q 31000 「リスクマネジメント

—原則および指針」

最近10年の動き

(4) 2010年 地質リスク学会発足

地質リスク学会(2010発足)



まとめ-1

- 地盤工学分野は、安全率法、観測施工で伝統的にリスク回避を行ってきた。
- 地盤工学分野におけるリスク工学の認識は、社会学・経営学のビジネス分野の応用として導入された。2005年国際会議時と基本概念は今も変わらない。
- 最近10年における注目すべき4つの事項

地盤工学におけるリスクマネジメント 事例研究委員会の活動から

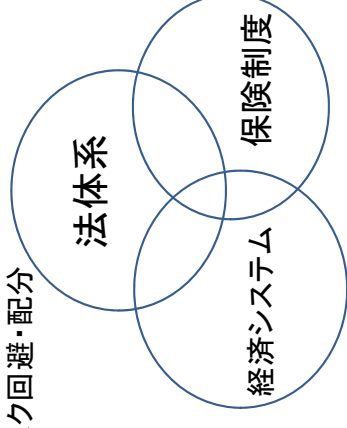
- 委員会の目指したもの
より広範に社会システムとの係りから地盤工学のリスクを考える
- 委員会構成
地盤工学の専門家
法律・訴訟・保険の専門家
- 成果: 地盤工学会誌講座連載
(2011.7月号から掲載中)

講座「地盤工学における リスクマネジメント」

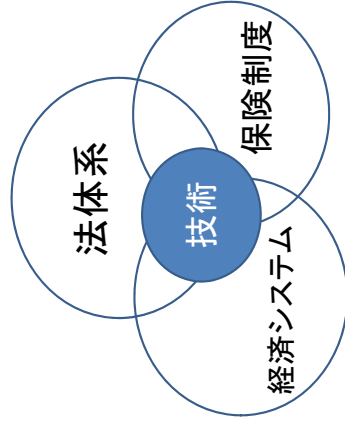


研究委員会の目指したもの

- リスク回避・配分



人命の安全・財産の保全

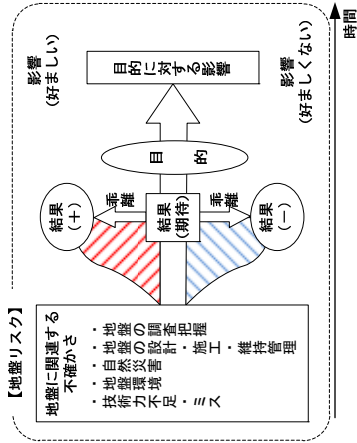


講座の構成

- 2章 リスクとリスクマネジメント
- 3章 地盤工学とリスクマネジメント (中山氏講演)
- 4章 自然災害・法令・社会情勢等の変遷と地盤リスク (大里氏講演)
- 5章 地盤リスクマネジメントと社会・経済システム
- 6章 裁判例からみた地盤リスク (薦田氏講演)
- 7章 契約と地盤リスク

2章：定義の議論

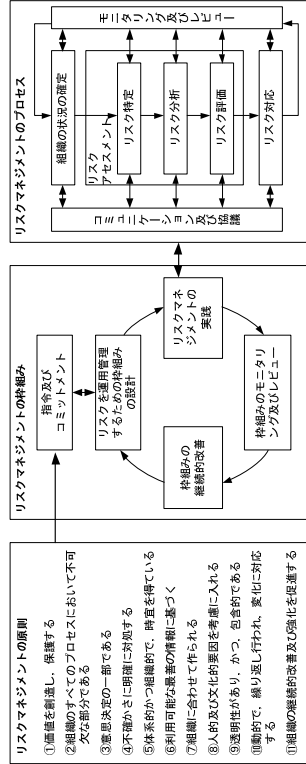
JIS Q 31000によるリスクの定義
目的に対する不確かさの影響



不確かさの原因

対象区分	不確かさの原因
地盤の調査把握	地盤本来の不均一性、地盤評価の不確実性、調査・試験法の不確実性、測定値から設計値を決定する際の不確実性、データ数に依存する不確実性
地盤の設計・施工・維持管理	計算式の精度、調査・設計・施工法の調和、施工精度、施工中の防災措置、周辺環境、構造物の劣化、社会・経済情勢の変化
自然災害	降雨、地震、火山噴火、津波、高潮、高波、土砂災害、急傾斜地、深層崩壊、海岸・堤防侵食、洪水、台風、都市災害
地盤環境	地下水、土壌汚染、温暖化、地盤沈下
技術力不足・ミス	地盤調査計画、地盤評価、地盤設計、地盤に係る施工などに おける技術力不足やミス

リスクマネジメントの原則



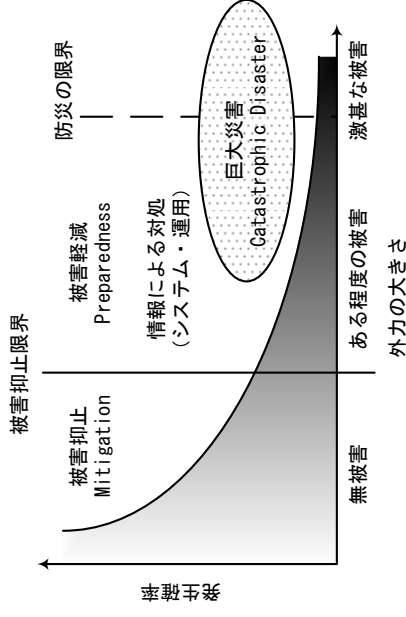
道路事業の地盤リスク事例

- ・ 予期せぬイベント 27%
- ・ 周辺地域への対応 23%
- ・ 関係機関への対応 20%
- ・ 予期せぬ地質条件への対応 16%
- ・ 地下埋設物への対応

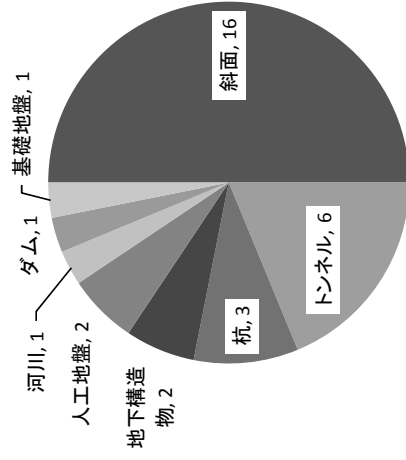
最大の事業遅延リスク

- 設計段階における「ルート・構造に関する地元協議」

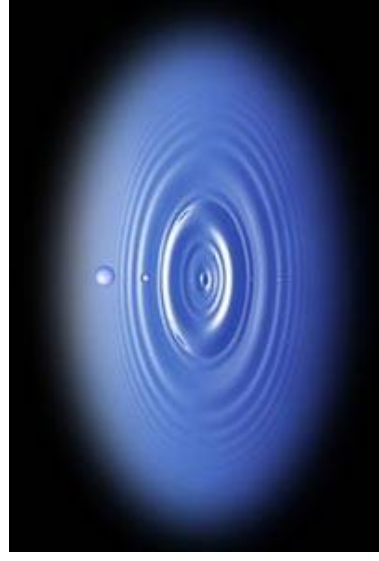
3章：地盤工学の視点 ハードとソフト対策



文献からみた地盤リスクの分類



4章：自然災害、法令、技術の進展



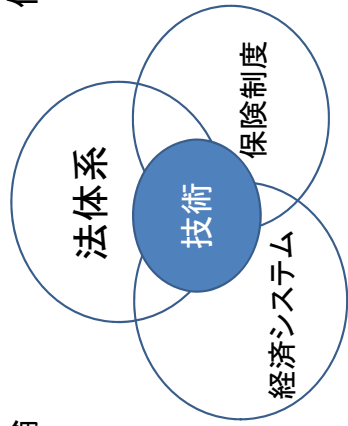
知識波紋

常に拡大

5章：社会システムとの関連

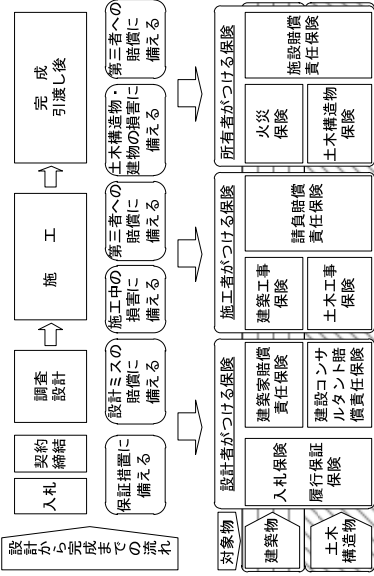
● 概論

保険と補償

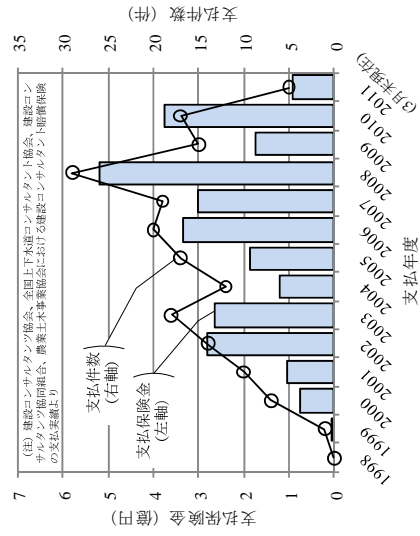


5章：保険制度

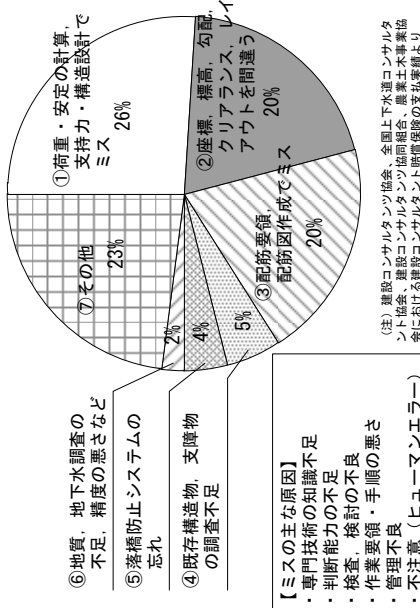
「土木建造物・建物」の「設計・施工・完成後」に関する保険について



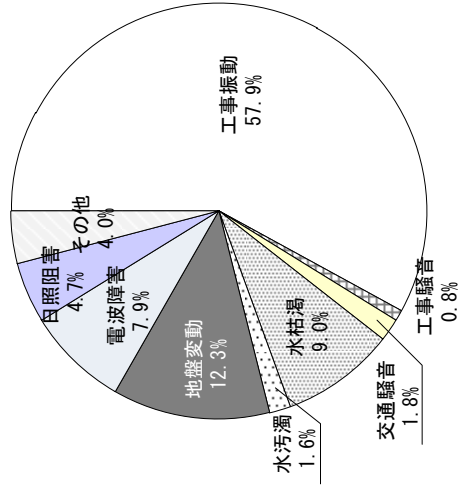
保険の支払実績



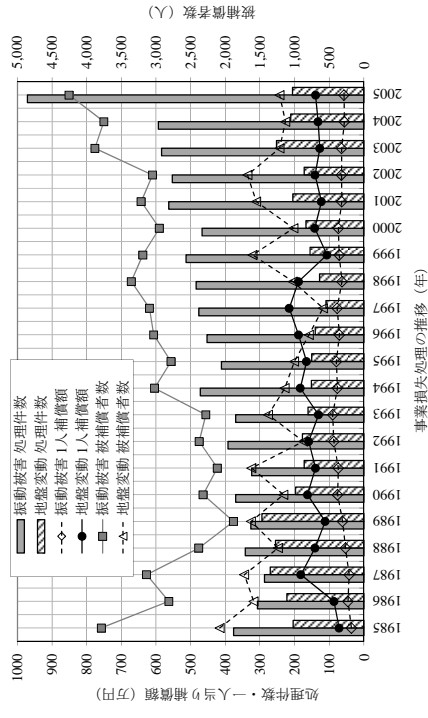
保険支払の原因



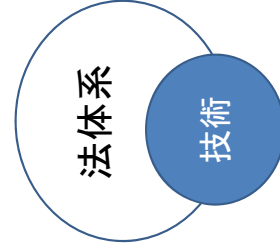
事業損失の累計別割合



事業損失の処理の状況

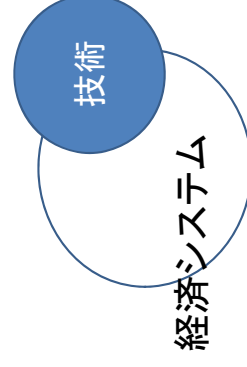


6章: 訴訟事例

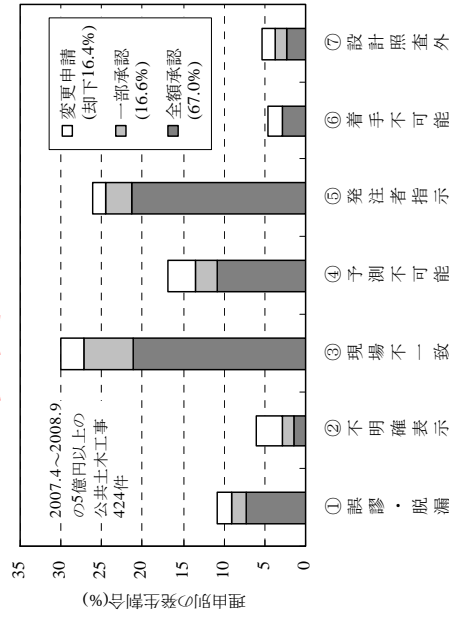


7章: 契約とGBR

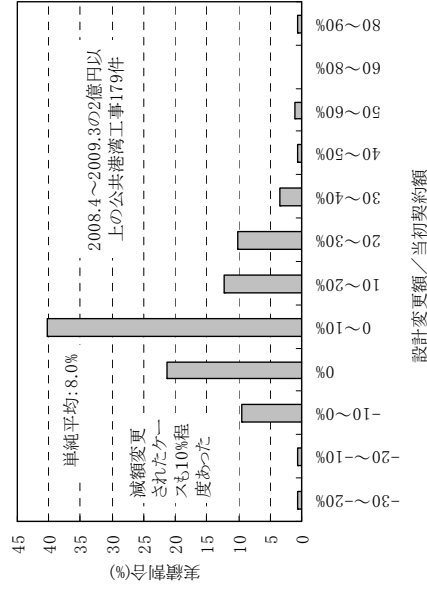
- 契約約款: リスク分担ルールの規定
- GBR: 地盤情報に関するリスク分担手段 (訴訟費用の削減)



設計変更の理由



設計変更金額の割合



単純平均: 8.0%

減額変更されたケースも10%程度あった

GBRの活用

発注者によるベースラインの設定	応札者による入札額の検討	施工時の実際と設定値との関係におけるリスク負担
厳しく設定	対策費用を高く見込むため入札額が高くなる	設定より実際が緩い場合、安く済むので受注者有利
緩く設定	対策費用を少なく見込むため入札額が低くなる	実際が設定値を超えない場合、変更の必要がないため発注者有利 実際が設定値を超える場合、発注者が変更増額費用を支払うため受注者有利

まとめ-2

- 活動目標: 広範な社会システムと地盤リスクマネジメントの関わり
- 訴訟・保険等の専門家との協働
- リスクの定義
- 保険・補償の事例
- 設計変更
- GBRの活用

2011年の地盤災害と 地盤災害低減への方策

- 東日本大震災
- 台風12号
- 地盤工学と法整備

東日本大震災



(撮影:伊藤和也氏)



(撮影:伊藤和也氏)



(撮影:伊藤和也氏)

東日本大震災が提起したこと

- (a) 海溝型地震の怖さ：
希少頻度の大規模地震
長時間震動が継続
広域多所被害

Japan Quake May Have Shortened Earth Days, Moved Axis



This view of Earth comes from NASA's Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer aboard the Terra satellite. > Larger image

地殻変動：惑星運動への影響

- 東日本大震災 (M9.0)
地軸 17cm 変化
自転速度 1.8 microseconds 速まる
- チリ地震 (M8.8)
地軸 8cm 変化
自転速度 1.26 microseconds 速まる
- スマトラ地震 (M9.1)
地軸 7cm 変化
自転速度 6.8 microseconds 速まる

東日本大震災が提起したこと

- (b) 公共構造物の安全性レベルと私有財産の安全性レベルの落差
最新の技術基準に準拠して設計された多くの公共構造物の被害は皆無かあっても軽微耐震技術の有効性が確認
戸建て住宅等の私有財産の安全性レベルの低さ



宅造地被害



液状化被害

東日本大震災が提起したこと

- (c)システムの機能障害とBCPの重要性:
- 付帯設備の被害によってシステム全体の機能障害
- システム安全性・事業継続性(BCP)の視点の重要性

【高架橋柱の損傷】
東京 (仙台～古川)



JR東日本

【電化柱の折損】(古川～くりこま高原)



JR東日本

東日本大震災が提起したこと

- (d) **法体系の整備の必要性**：
- 過去の災害経験は、迅速なる防災関連法令の整備を促してきた。
- 持続的に安全な基盤整備を保証する法整備が必要。

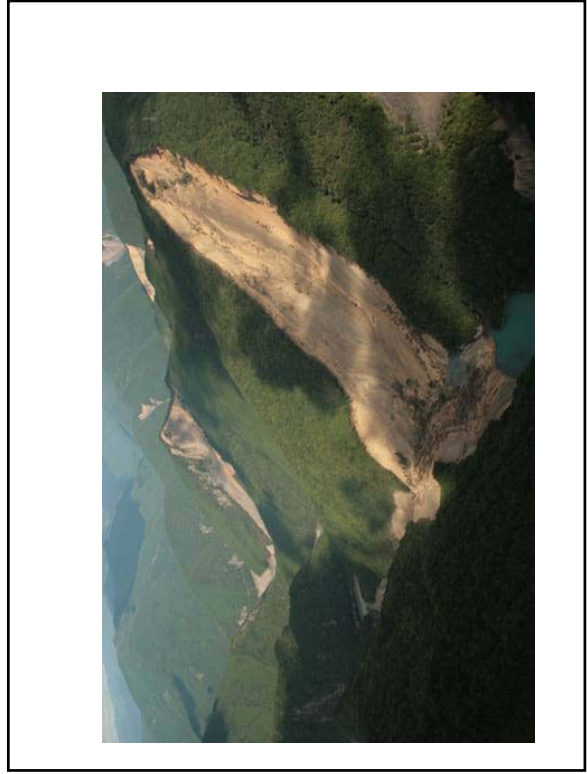
災害と法整備

- 1999年 広島県集中豪雨「土砂災害」
2000年土砂災害防止法
- 2004年新潟県中越地震
- 2005年福岡県西方沖地震
2006年宅地造成地等規制法改正

今回の大災害の経験からの法律議論が見えてこない！

提起したこと

- 海溝型地震の怖さ
- 公共構造物の安全性レベルと私有財産の安全性レベルの落差
- システムの機能障害とBCP(事業継続計画)の重要性
- 法体系の整備の改善



台風12号が提起したこと

- 想定外の降雨量、平成最悪の人的被害
降雨:総雨量1800mm超え
被害:死者62名、行方不明43名
(9月12日現在)
- 都道府県、市町村依存の判断、機能せず
- 警戒区域指定の遅れ:2割が未指定(65,000箇所) 住民合意の遅れ 財産権の制限



防災への法整備プロセス (一事例)

1999年 広島県集中豪雨
「土砂災害」から
土砂災害防止法制定を例に



新聞報道を追跡してみると

中国新聞6月30日朝刊(災害発生)

- 活発化した梅雨前線の東上に伴い、中国地方は28日深夜から29日夜にかけて、広範囲に集中豪雨に見舞われた。各地で山崩れや家屋流失が相次ぐ中、広島県内の被害は広島、呉両市を中心に拡大し、30日午前零時現在、**9人が死亡、21人が行方不明**に。
- 夜間の救出は進まず、被害は時を追うごとに深刻化、**過去十年間で最悪の豪雨禍の様相**を呈してきた。

7月1日朝刊(専門家調査)

- 専門家はどうみるか。30日、広島市内の被災現場を視察した**建設省土木研究所**の南哲行・砂防研究室長は「地質を詳しく調べてみる必要がある」と指摘。広島市佐伯区観音台三丁目の団地に面し、土砂崩れた傾斜地を調査した**広島工業大学**環境学部の菅雄三教授は「広島市近辺の土質は、花こう岩が風化してできたまさ土が多く、集中豪雨も重なった。水が流れる谷や沢も点在しており、事前に土砂崩れを細かく予見するのは難しい」と分析した。

7月1日夕刊(被災者支援)

- 集中豪雨の被災地視察のため広島県を訪れた関谷勝嗣建設相は30日、同県に対し、**被災者生活再建支援法**に基づく支援金支給制度を適用する考えを明らかにした。
- 関谷建設相は**激甚災害特別財政援助法**の適用にも前向きな考えを示した。

7月2日朝刊(法整備の指示)

- 小淵首相は、30日に政府調査団の団長として広島県を視察した関谷勝嗣国土庁長官(建設相)の報告を受け、「急傾斜地での災害の深刻さを知らされた」として、**急傾斜地での家屋建設を制限**するための**法整備を検討**するよう指示した。

7月15日朝刊(プロジェクトチーム)

- 災害直後の30日、被災地を視察した関谷勝嗣建設相は、「今後は最低限の安全を確保しない限り、**宅地造成を制限**すべきではないか」と述べ、**省内に土砂災害対策のプロジェクトチームを設置**した。

7月17日朝刊(学会調査・提言)

- '99/7/17 朝刊
- **土木学会**の広島県土砂災害緊急調査団(団長・福岡捷二広島大工学部教授)の福岡団長ら4人が16日、県庁で記者会見し、調査結果速報を公表した。原因を「短時間での急激な雨量と、まさ土という崩壊しやすい土壌条件が重なった」と分析。自治体の地域防災計画の見直しや、**住民の自主避難システム**の確立などを提言した

7月17日朝刊(学会調査・提言)

- さらに、土石流や斜面崩壊の危険個所を示すだけでなく、災害発生時の土砂や土石流の到達範囲を明らかにした**ハザードマップの作成も自治体に求めている**。
- 住民にも①自宅周囲の地形や地質、災害発生限界雨量などの把握と雨量計の設置②**自主避難場所の確保と行政と一体となった情報伝達システムの確立**③**避難訓練**などによる防災意識の高揚などを提言した。
- [<ソフト対策を提言>](#)

7月20日朝刊(学会調査・提言)

- 土木や環境の専門家をつくる「**砂防学会**」の広島土砂災害緊急調査団(团长・海堀正博 広島大助教授、七人)が十九日、六・二九豪雨災害の広島市佐伯区内の被災地三カ所を調査し、これまでの広島、呉両市での現地調査と総合した中間結果を発表した。

7月20日朝刊(学会調査・提言)

- 土砂崩れの発生場所と局地的に豪雨となった地域が重なり「土石流やがけ崩れの発生に豪雨が強く影響した」と指摘。早急に**危険箇所**を点検して防災施設を整備することや、**長期的には、土地利用における防災面への配慮、雨量観測網の充実などを提言**した。
- **<ハード対策+ソフト対策>**

土砂災害防止法の歩み(1999)

国交省HP

- 6月29日 災害発生
 - 7月8日 建設省防災国土管理推進本部開催 「総合的な土砂災害対策に関するプロジェクトチーム」の設置を決定
- (11月 建設大臣が河川審議会に諮問)

土砂災害防止法の歩み(2000)

- 2月4日 河川審議会答申 **災害発生から7ヶ月**
「総合的な土砂災害対策のための法制度のあり方について」
- 3月14日 閣議決定
「土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律案」
(第147国会に提出)
- 4月18日 参議院 可決
- 4月27日 衆議院 可決
- 5月8日 法律 公布 **災害発生から10か月**

衆議院の議論（国会会議録検索システム）

- 4月21日 建設委員会にて大臣による趣旨説明のみ
- 4月26日 審議および採決
政府参考人 河川局長 竹村公太郎
- 4月27日 議院運営委員会
衆議院本会議

議論：砂防三法 ハード対策
土砂災害防止法 ソフト対策

砂防3法

砂防法	明治30年
地すべり等防止法	昭和33年
急傾斜地法	昭和44年

土砂災害防止法の歩み（2001）

- ＜政省令の整備＞
- 3月28日 施行令公布（十告示）
- 3月30日 施行規則制定
- 4月1日 法律施行
- 7月9日 土砂災害防止対策基本指針制定

土砂災害防止法の歩み（2002）

- 3月31日 広島県において、全国初の土砂災害警戒区域等の指定を実施
- 災害発生から2年9か月

災害発生から防災法整備まで

- 災害発生
- 政治判断
- 担当省の専門家チーム
- 審議会(専門家含む)
- 立法 (国会質疑)
- 政省令整備(省の専門家)
- 法律施行
- 行政現場 実施

報道
学会調査・提言

法整備における技術者の関与

- 立法過程
災害調査・提言
審議会
(国会質疑:政府参考人)
施行令(技術基準)作成
告示(計算式)作成
- 法律適用過程
土砂災害警戒区域の指定等

新たな地盤リスクの課題

- 地盤災害発生から関連法律作成までの経緯を、被害状況、報道、当時の技術情報との関連で詳細に追跡して、我が国における防災関連法律の立法過程、法律の適用実態を明らかにする必要がある
- 災害関連法律によって人的被害は減少しているのかの検証が必要

- 土砂災害防止法:災害から立法までのプロセスを確認(立法府議論は、極めて短時間)
- 地盤リスクに関する法整備に関わる地盤専門家の役割は限定的?
- 台風12号の土砂災害はなぜ防止できなかったのか? 法体系の検証が必要。

新たな研究課題

- (1) 最新の技術情報をどのように立法過程に反映できるのか
- (2) 地盤技術者がどのように立法への寄与が行えるのか
- (3) 地盤リスク回避にむけて安心・安全な国土形成に向けて現行の防災法体系における改定項目を列挙
- (4) 実現のための立法・行政・地盤技術者の協同システムの在り方を提示

立法との協働

- 協力体制の構築が急務
- 特に‘政治指導’のもとで、立法と技術専門家との協働システムが必要
- 立法過程での貢献
- 法律施行後の貢献

まとめ—3

- 地盤防災に関する科学・技術の進歩が国民生活レベルに貢献するには、法整備までの議論が必要(リスクの予防)
- 地盤「工学」分野、地盤リスクマネジメントの新たな研究課題
- 立法とどのように協働するか課題

報告

地盤工学と地盤リスク対応

中山 健二 (川崎地質 (株))

地盤工学と地盤リスク対応

川崎地質株式会社
中山健二

内容

1. 地盤リスク・マネジメントの定義・概念
2. 地盤リスクの概念
3. 地盤リスク対応
(事前対策・事後対策, ソフト対策・ハード対策)
4. 事業の各段階で発生する地盤リスクの実態
(事例収集・区分・実態分析)
5. リスクマネジメント事例(学会・国・地震災害)
6. まとめ

1. 地盤リスク・マネジメントの定義・概念

2010.9 JISQ31000に示された定義
リスク⇒「目的に対する不確かさの影響」

委員会でのリスクの定義

「目的に対する“地盤に関する”不確かさの影響」

組織や事業内容
に応じて設定
・社会資本整備
・国民の生命・財産
の保全

地盤リスク

社会資本整備(例)
調査・設計・施工に影響
費用・期間・品質
に悪影響

2010.9 JISQ31000に示された定義
リスクマネジメント

⇒「リスクについて、組織を指揮統制するための
調整された活動」

・委員会でのリスクマネジメントの定義
「地盤リスクについて、組織を指揮統制するため
の調整された活動」

地盤に関する不確かさを適切にマネジメント

2. 地盤リスクの概念

地盤リスク

⇒ 想定外の地盤の出現など地盤の不確かさに起因

地盤に関連する不確かさ？

- ・地盤の調査把握
- ・地盤の設計・施工・維持管理
- ・自然災害
- ・地盤環境
- ・技術力不足・ミス

目的に対する
結果

好ましい
結果

好ましく
ない結果

3. 地盤リスク対応

- ◆ ソフト対策・ハード対策
- ◆ 事前対策・事後対策

リスクマネジメントのためには
バランス良く対応

ソフト対策

- 技術者を対象
 - ・教育訓練・資格制度
 - ・設計マニュアル整備
 - ・組織の連携
- 住民を対象
 - ・教育訓練・広報
- その他
 - ・保険・訴訟・契約他

ハード対策

- 事前対策
 - ・構造物強化、工学技術適用
 - ・信頼性設計、性能設計
 - ・リスク事例集積と類型化
 - ・適正な地盤調査・試験実施
- 事後対策
 - ・工学技術の適用
 - ・原形復旧から強化復旧移行

- ◆ ソフト対策・ハード対策
- ◆ 事前対策・事後対策

リスクマネジメントのためには
バランス良く対応

事前対策(リスク顕在化前)

- 調査・設計・施工技術
 - ・合理的な構造物強化
 - ・入念な調査と結果の評価
 - ・高度かつ慎重な工学的判断
 - ・性能規定型設計
 - ・物性値の統計処理
 - ・リスク事例の集積と類型化
 - ・適正な質・量の調査・試験

事後対策(リスク顕在化後)

- (応急・恒久対策)
- 設計・施工技術
 - ・地盤改良技術
 - ・補強盛土技術
 - ・法面補強技術
 - ・地下水対策技術

4. 事業の各段階で発生する地盤リスクの実態

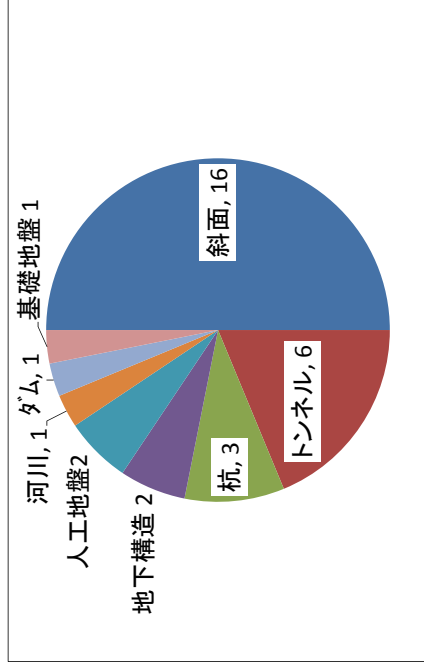
アプローチ

最新のリスクマネジメント事例研究活動成果
(第1回地質リスクマネジメント事例研究発表会, 他)
事例収集→分類・整理・・・32事例

事例に診る地盤リスクの事態

- 工事別分類
- 事業の段階別分類

地盤リスク事例の分野別構成



事業の各段階で発生する地盤リスクの実態 収集事例の工事・事業段階区分

	調査	設計	施工	維持管理	計
斜面	3		10	3	16
トンネル	5	4	4		13
杭	2	2			4
地下構造物	1			1	2
人口地盤				2	2
河川		1			1
ダム		1			1
基礎地盤	1				1
計	12	8	14	6	40

段階	リスクの認識・発現内容
調査	<ul style="list-style-type: none"> ● 事業計画地や隣接地に地すべりブロックや断層破砕帯、軟弱地盤の分布等の地質的問題点(共通) ● 地山区分、支持層などの地盤区分など構造物の目的や機能上の問題点(共通)
設計	<ul style="list-style-type: none"> ● 地盤情報のバラツキや不確実性による設計上の物性値に関する問題点(共通) ● 経験式による設計定数の問題点(共通)
施工	<ul style="list-style-type: none"> ● 工事中に発生した地盤破壊や変状による地質的問題点、予測地盤との乖離(斜面、トンネル、ダム)に伴う、追加調査、対策工事、工事の一部変更、工期の遅延等の問題点
維持管理	<ul style="list-style-type: none"> ● 地盤や地下水環境の変化による構造物の機能や安定問題(斜面、地下構造物) ● 人工地盤上での建屋の変状(沈下・変形)問題

5. リスクマネジメント研究事例(①地質リスク学会)

地質リスク学会の定義「地質に係わる事業リスク」

主なマネジメント事例研究内容

- ◆ **事例をリスク区分(回避・発現・最小に回避・その他)**
- ◆ **事例のリスクマネジメントについて分類・効果を整理・評価**

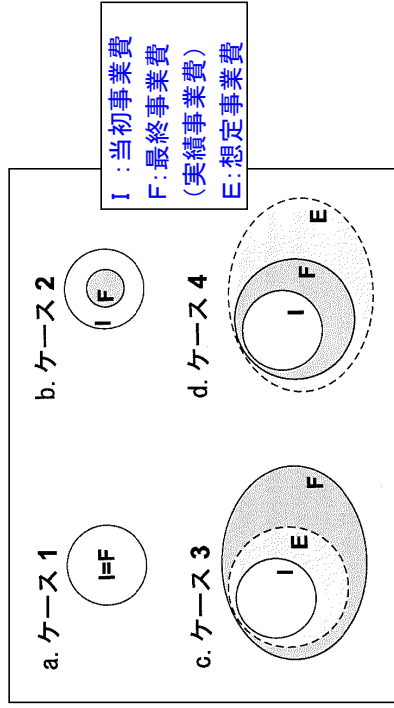
各種費用の概念と整理区分

- I: **当初事業費**
- F: **最終事業費(実績事業費)**
- E: **想定事業費**

想定事業費

タイプ1: 地質リスクを適切に評価して事業費を抑えた場合でマネジメントできなかった時の**想定事業費**
 タイプ2: マネジメントできず事業費が増大した場合で、適切に評価した場合の**想定事業費**

事業費の増減とケース区分



ケース区分によるマネジメント効果の評価

② 道路事業による費用増加影響リスクマトリクス

(JICE REPORT) 2004より

大	80 億円以上	(用地) 予算措置対応 (設計) 環境対策に関する協議 (工事) 早期せめ地質変化, 地下埋設物	(工事) 周辺住民対応
中	80 億円未満	(設計) 自然環境協議 (工事) 近接構造物, 自然災害, 予算措置変更	(設計) ルート変更, 構造変更で再測量 (設計) 関係機関調整, 埋蔵文化財協議
小	10 億円未満	(設計) 新たな開発計画協議 (用地) 社会状況の変化 (工事) 事故, 法令変更, 社会状況変化	(設計) ルート・構造に関する地元協議 (用地) 交渉難航 (工事) 関係機関対応
平均増加費用		小 5件未満 中 20件未満 大 20件未満	発生確率 (184工区)

6. まとめ

- ① 地盤に問題があり、大規模な掘削を伴うような工事では、**リスク発現の可能性が高く**、一旦、不具合が発生した場合の対応は困難で、高いコストと工期延長が必要となる
- ② 工事目的に対応していない地盤調査は、調査数量を増やしても**リスクは回避, 低減**できず、不経済な設計となる場合がある
- ③ 地盤リスクは発注者・設計者・施工者で共通認識 (**リスクコミュニケーション**) して回避する必要がある
- ④ **地震による地盤リスク**を評価して、リスク対応が行われた箇所は、被害軽減に有効 (**リスクマネジメントの重要性再認識**)
- ⑤ **地盤リスク**と共存するためには、一層の事例収集・分析とパランスの良いハード・ソフト対応が急がれる

報告

自然災害・法令・社会情勢等の変遷と地盤リスク
～地震災害と耐震基準・法規等の変遷を中心として～

大里 重人 ((株)土質リサーチ)

自然災害・法令・社会情勢等の変遷と地盤リスク

>地震災害と耐震基準・法規等の変遷を中心として

株式会社 土質リサーチ
大里 重人

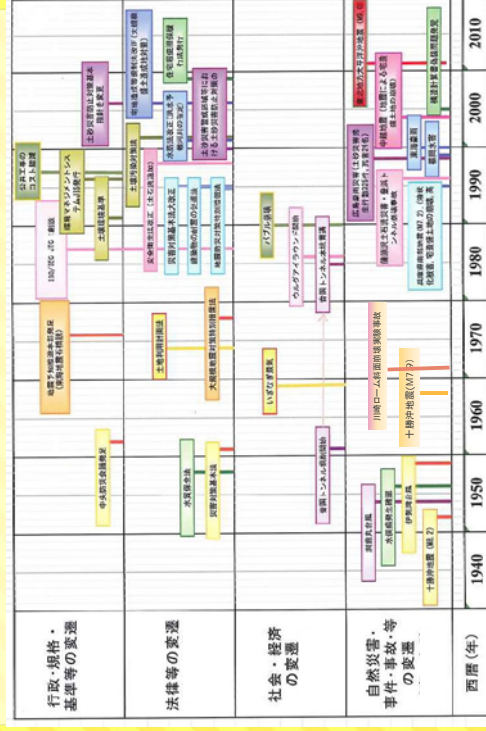
講演のフレーム

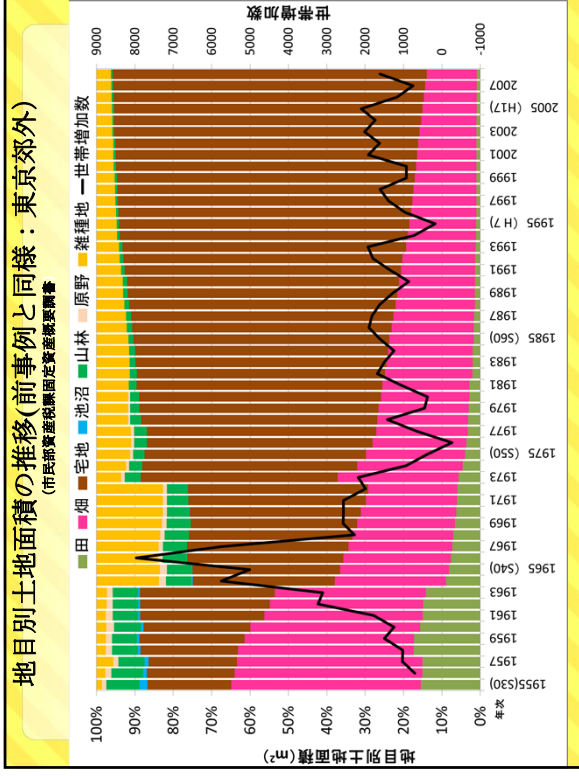
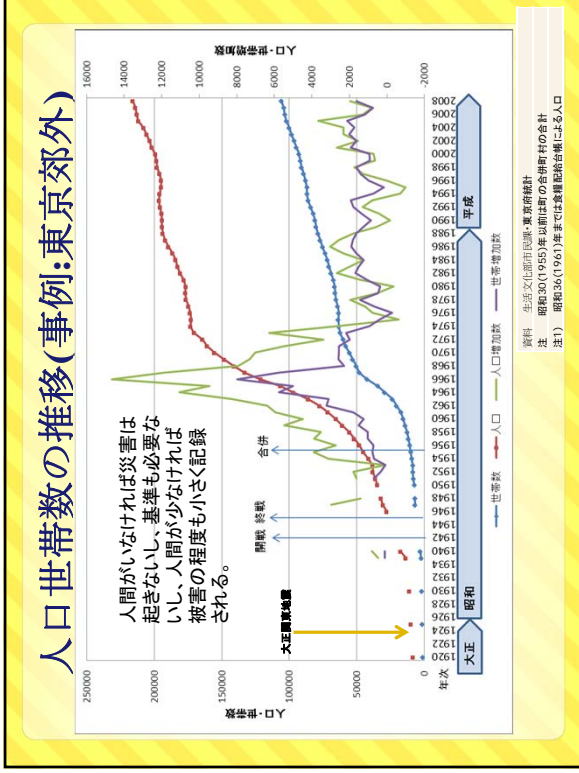
- 歴史から学ぶこと
- 災害の歴史と対策等の変遷
- 対策等の変遷から読み取れること
- 想定外？
- まとめ

歴史から学ぶこと

- なぜ基準や規格が必要になったのか？
- どのような過程の中で基準や規格が策定されたのか？
- 基準や規格が成立した背景を理解しておかないと、設計や施工を実施した構造物が被災した場合の終局図がイメージできないし、何をどのように調査したら良いかイメージすることができない。
- 過去の出来事と連携した理解が必要！

規格・法律の改正等へ影響を与えた社会・経済の動きと災害・事件等





災害対策基本法

※昭和34年 伊勢湾台風
 一 昭和34年 災害基本法制定着手
 一 昭和35年 災害対策の整備及び推進に関する法律案
 一 昭和36年 災害対策基本法原案国会提出
昭和36年10月31日可決

伊勢湾台風から約2年間の議論の後 成立している!

災害・事故等が発生して数年程度、一時(暫定対応)通達は数か月のうちに公表されている。

耐震基準の歴史1

期間	年	地震名または被災内容	耐震基準・法規・計画等
第1期	1923	●大正関東地震 (M7.9) 近畿志摩津島津、RC・煉瓦・SRC構造物の被災	建築・原子力施設 港湾施設
	1924		※山形県震害防止改正 特種建築物の強化 ・木造構造物の強化 ・耐震力を規定 (RC造)
	1926		※津波被害に關する 郡別案
	1948	●馬井地震 (M7.1) 直下型地震・RC構造物の被災	
第2期	1950		※建築基準法制定 (中伊勢地震法廃止) ・地震力に対する壁量規定
	1952	●昭和27年十勝沖地震 (M8.2)	※津波施設 ※港湾工事設計方針変更
	1956		※構造設計法 ※構造設計法
	1959		※港湾工事設計変更
1962		※災害対策基本法施行 ・地震予防対策強化	

耐震基準の歴史3

年	地震名または被災内容	耐震基準・法規・計画等	経過
第III期	1995	● 兵庫県南部地震 (M7.2) 能代町震害調査報告書(第10号) ※新建築省(現建設省)特命調査員派遣(D9号) (建築物耐震強化)	建築・原外力施設 道路橋
	1995		※人命救助確保対策(建設省)
	1999		※新建築省の構想目標を定める旨 ※他府の建設の技術上の基準の制定 (防災強化) 等の関係 ※新建築省(現建設省)の 別の措置
	2000	● 鳥取県西部地震 (M7.3) 鳥取県地震調査報告書(第2号) ● 2001年太平洋東部地震 (M6.7) 鳥取県地震調査報告書(第3号)	※新建築基準法の改正 (居住用建築物の耐震) ※新建築省(現建設省)の特命調査員派遣 (建築物耐震強化)
第IV期	2002	● 新潟県中越前地震 (M6.8) 新潟県地震調査報告書(第1号) ● 新潟県中越後地震 (M6.8) 新潟県地震調査報告書(第2号)	※新建築基準法の改正 (居住用建築物の耐震) ※新建築省(現建設省)の特命調査員派遣 (建築物耐震強化)
	2003	● 新潟県中越前地震 (M6.8) 新潟県地震調査報告書(第1号)	※新建築基準法の改正 (居住用建築物の耐震) ※新建築省(現建設省)の特命調査員派遣 (建築物耐震強化)
	2004	● 新潟県中越前地震 (M6.8) 新潟県地震調査報告書(第1号)	※新建築基準法の改正 (居住用建築物の耐震) ※新建築省(現建設省)の特命調査員派遣 (建築物耐震強化)
	2005	● 新潟県中越前地震 (M6.8) 新潟県地震調査報告書(第1号)	※新建築基準法の改正 (居住用建築物の耐震) ※新建築省(現建設省)の特命調査員派遣 (建築物耐震強化)
	2006	● 新潟県中越前地震 (M6.8) 新潟県地震調査報告書(第1号)	※新建築基準法の改正 (居住用建築物の耐震) ※新建築省(現建設省)の特命調査員派遣 (建築物耐震強化)
	2007	● 新潟県中越前地震 (M6.8) 新潟県地震調査報告書(第1号)	※新建築基準法の改正 (居住用建築物の耐震) ※新建築省(現建設省)の特命調査員派遣 (建築物耐震強化)
	2008	● 新潟県中越前地震 (M6.8) 新潟県地震調査報告書(第1号)	※新建築基準法の改正 (居住用建築物の耐震) ※新建築省(現建設省)の特命調査員派遣 (建築物耐震強化)
2009		※新建築基準法の改正 (居住用建築物の耐震) ※新建築省(現建設省)の特命調査員派遣 (建築物耐震強化)	

耐震基準の歴史2

年	地震名または被災内容	耐震基準・法規・計画等	経過
第III期	1964	● 新潟地震 (M7.5) 液状化による建築物倒壊・タンク被害	建築・原外力施設 道路橋
	1967		※他府の建設の技術上の基準の制定 (防災強化) 等の関係 ※新建築省(現建設省)の別の措置
	1968	● 鳥取県西部地震 (M7.5) 鳥取県地震調査報告書(第2号) ● 鳥取県中越前地震 (M7.5) 鳥取県地震調査報告書(第1号)	※新建築基準法の改正 (居住用建築物の耐震) ※新建築省(現建設省)の特命調査員派遣 (建築物耐震強化)
	1970		※新建築省(現建設省)の特命調査員派遣 (建築物耐震強化)
	1971		※新建築省(現建設省)の特命調査員派遣 (建築物耐震強化)
	1972		※新建築省(現建設省)の特命調査員派遣 (建築物耐震強化)
	1974		※新建築省(現建設省)の特命調査員派遣 (建築物耐震強化)
第IV期	1978	● 新潟県中越前地震 (M6.8) 新潟県地震調査報告書(第1号)	※新建築基準法の改正 (居住用建築物の耐震) ※新建築省(現建設省)の特命調査員派遣 (建築物耐震強化)
	1979		※新建築省(現建設省)の特命調査員派遣 (建築物耐震強化)
	1981		※新建築省(現建設省)の特命調査員派遣 (建築物耐震強化)
	1984		※新建築省(現建設省)の特命調査員派遣 (建築物耐震強化)
	1989		※新建築省(現建設省)の特命調査員派遣 (建築物耐震強化)
	1993	● 鳥取県西部地震 (M7.5) 鳥取県地震調査報告書(第2号)	※新建築基準法の改正 (居住用建築物の耐震) ※新建築省(現建設省)の特命調査員派遣 (建築物耐震強化)

耐震基準の歴史1


昭和40年代前半、戦後復興期、建築物の被害が深刻化し、戦前以来の耐震基準を改定する必要がある。昭和42年に、戦後初の耐震基準改定が行われ、建築物の耐震性が向上した。昭和44年に、戦後最大の震災となった新潟県中越前地震が発生し、戦後最大の死者を出した。この地震を契機として、戦後最大の耐震基準改定が行われ、建築物の耐震性が大幅に向上した。昭和45年に、戦後最大の震災となった新潟県中越前地震が発生し、戦後最大の死者を出した。この地震を契機として、戦後最大の耐震基準改定が行われ、建築物の耐震性が大幅に向上した。昭和46年に、戦後最大の震災となった新潟県中越前地震が発生し、戦後最大の死者を出した。この地震を契機として、戦後最大の耐震基準改定が行われ、建築物の耐震性が大幅に向上した。

過去の経験と被災



第一号 圧入式の鋼製油槽

大正関東地震での経験
(引用:S47 海軍施設系技術官の記録刊
行委員会編 海軍施設系技術官の記録)



この山中に埋設式油槽がある

久慈郡東石川町油槽被害
IMGP2648 2011.05.19 13.10.06
N 40.13.1370 E 141.48.320

埋設内の油槽被害は軽微(天部は被害)

久慈郡のタンク被害
IMGP2749 2011.05.18 14.22.01
N 40.11.7410 E 141.47.7890

大正関東地震での経験 (引用:S47 海軍施設系技術官の記録刊行委員会編 海軍施設系技術官の記録)

東日本大震災での油槽被害

地震被害のリスクは考慮されなかつたのか?

大正関東地震以前に
たとえば明治4年(1871年)竣工横須賀1号船渠(ドック)

1865年(慶応元年)仏英行(柴田剛中日載七・八より)

1865年(慶応元年)仏英行(柴田剛中日載七・八より)東洋船渠株式会社 船渠事務所
「御国は震災の為ドックの脆弱の甚多により、浮きドックに可替換の旨、昨日ウェルニーより相談有之、一同評議の上、御取建ドック大小二個の内小の方を浮候方に決し、其談本日相答、尚緩々の義質問せし趣左の通り、浮ドックは廿五年前後には必ず破損出来可致、尤御入用は建築ドックの三分の二にて出来いたし、凡廿拾万円許相懸り可申、且唯今製造方命じ候ども、当府備出国帆の朝には逆も間に合不申、何れ跡より積懸し候様、御入用使候方は、半出来出来にて三分の一、其余は皆出来積懸し候上、江府おひて渡し方宜敷、右製造方注意の義は海軍局インゼニエールの内へ托命の積りなり」と此義ウェルニーより江戸へ為申通、御用状にも可申遺事。」

地震被害と耐久性を比較した浮きドックとドライドックのリスク評価をしている
菊地(2009)：横須賀市自然・人文博物館 横須賀市博物館業績 第600号で詳しく分析されている

濃尾地震(明治24年1891年10月28日6時38分50秒)
での東大と陸軍の対応 (10月28日で被災から120年)

たとえば東京帝国大学総長加藤弘之が陸軍次官岡澤 精へ
明治24年11月に要請した依頼書:「地震記録蒐集の件」の収
集理由に関する記述

- 一、地震中起こるところの種々の現象を知るには大いに
地震の性質を明らかにして学術上の裨益(ひえき)少なから
ずしかも将来これを予知する方法を講ずるの助けとも
なるべし。
- 二、その家屋、橋梁、道路、鉄道、堤防等に及ぼしたる
影響は大いに建築法に関係あり之を一体にまとめ一覽
に便ならしむるは工学者は無論一般公衆の為大いなる
便利となるべくまた将来地震の害を免るべき建築法の考
案の参考ともなるべきなり

想定外?さまざまな基準と検証・運用

- 被災経験の確認から始まる。
→被災した証明が必要。
- **基準は被災の確認と表裏一体。**
- インシデントの反映
- リスク管理におけるレビュー



災害が発生した時、自分が設計した構造物・調査し
た地域を対象とした被災あるいは健全であったこと
の検証が重要!

歴史的景観・自然景観とリスク

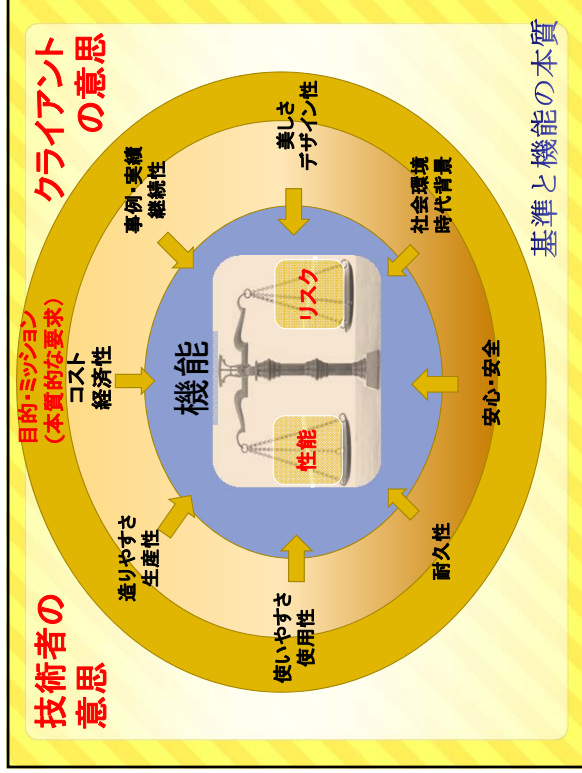


リスクとは?性能決定のよりどころとは?

- 技術者の持つ漠然とした機能維持への危惧感
- 構造物が構築計画された、もしくは構築途中の社会情勢
- クライアントの漠然とした危惧感



機能(性能・安全性)を定めるためのよりどころがほしい!



まとめ

- 基準や指針は過去の事例を踏まえた落としどころ。
- 基準や指針の成立には必ず成立すべき背景がある。
- 成立背景を理解しないで基準書や指針を使用するとただの前提条件が理解できないマニュアル技術者になってしまふ。→新たなリスクの発生！
- 自分で調査もしくは設計・施工をした物件は、災害時必ずレビューすることが重要！
- 各構造物の機能維持は、過去の被災事例が支えている！

報告

地盤リスクと裁判事例

薦田 哲（紀ノ川法律事務所）

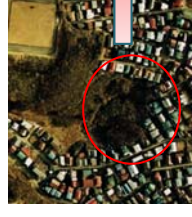
地盤リスクと裁判事例（2例）

- 1 宅地造成における斜面崩壊・軟弱地盤が問題となった事例
 - (1) 工事妨害禁止仮処分事件（和解）
 - (2) 開発許可取消請求事件（取下）
 - (3) 建築続行禁止請求事件（棄却）
- 2 工場跡地の宅地分譲と土壌汚染が問題となった事例
 - (1) 民事調停事件（和解）
 - (2) 損害賠償請求事件（一部認容）

1 宅地造成と地盤リスク

開発地の前後の様子の様子 その1

左⇒周辺の宅地開発で最後に残されてきた谷間
右⇒宅地造成により区画化（現在は住戸立地）



昭和49年頃



平成15年頃

<計画地の地形と模型>

開発の前と後 その2



平成12年12月



平成15年10月

1-1 事件の推移

- HI1.1 開発許可
 - HI1.2 着工とバリケード封鎖
 - HI1.3 許可取消の審査請求
 - HI1.4 妨害禁止仮処分申立
 - HI2.1 開発審査会の請求棄却裁決
 - HI2.4 開発許可取消請求の訴え提起
 - HI3.7 和解成立、訴取下
 - HI5.10 建築続行禁止請求事件判決
- ・横浜地裁川崎支部 平成13年(ワ)第610号 平成15年10月28日判決・判例時報1858号104頁

1-2 開発地と計画の概要

- 周辺はS30年代から40年代に開発
- 開発地はお椀型の谷戸、高低差20m
- 東西南が30度の斜面、40~45度も
- 開発地中央部が厚さ10mの軟弱地盤
- 入り口は幅5mの道路
- 開発面積は9742㎡、53戸造成
- 切土1800㎡、盛土42300㎡

1-3 仮処分審尋の争点

- 1 本件造成工事が危険か
(1) 谷戸の地質構造、地下水涵養量、現場の湧水量、崩壊跡が崩落機序か
(2) 工事による崩壊の危険
ア 盛土が危険性を増大するか
イ 排水施設の排水能力は限界か
ウ 軟弱地盤の改良が有効か
(3) 安定計算に問題があるか
- 2 工事妨害があるか、適法か

1-4 審尋経過と和解

- 1 仮処分手続における審尋
- 2 地質・地盤工学の専門家の役割
- 3 工事内容の改善と裁判官による和解の勧め
- 4 3自治会の多様な意見と長期化
- 5 バリケードによる工事遅延と責任
- 6 工事協定の充実と和解
- 7 一部住民の訴訟継続

1-5 工事協定と改善

- 《 住民参加型工事 》
- 1 地盤の改良
(1) 深層混合改良の改善
(2) ペーパードレンの変更
(3) 盛土改良材の変更
 - 2 地下水の確認、処理
 - 3 土砂運搬シミュレーション
 - 4 安全対策協議会による苦情対応
 - 5 トラック走行の各種制限

2 宅地分譲と地盤リスク



2-1 事件の推移

- S50年頃～YがA工場北側の造成分譲
- S50年頃～A工場の悪臭等苦情 再三行政指導（市が勧告、県が命令）。
- S57年 YがAと汚染除去・土地取得和解
- S59年 YがA地を取得後、汚染悪臭除去
- S62年～Yが開発許可取得、宅地造成
- H2～5年 XらがYから宅地購入等
- H16年 水道管取替で有害物質発見
- H16年 Yの依頼で専門家調査
- H19年 XらがYに損害賠償請求訴訟
- H23年 岡山地裁で一部勝訴判決

2-2 工場と土壌汚染

- 1 A工場は廃白土を原料として石けん、ペンキの元となる油を生成
- 2 S50年頃から悪臭、水質汚濁等が問題となっていた
- 3 Yは工場跡地取得後汚泥除去
- 4 H16年以降の調査で、トリクロロエチレン、ベンゼン、シアン化合物など基準値超過の化学物質の検出
- 4 Xらをはじめ近隣住民に体調不調

2-3 裁判の争点

- 1 宅地造成すべきでなかったか
- (1)油分含有汚泥の地中廃棄の認識
- (2)汚泥に化学物質含有の認識可能性
- 2 汚染物質を除去して造成すべきか
- 3 履歴等を説明すべきであったか
- (1)住宅の安全性、快適性の情報
- (2)疑念を抱きうる情報と対応
- 4 損害の範囲 物件減価と健康被害

2-4 判決と評価

1 結果回避義務と説明義務違反

岡山地裁平成19年(ワ)第1352号平成23年5月31日
判決一判例秘書登載(高裁係属)

2 損害 物件の減価と健康被害

3 瑕疵担保責任と不法行為責任

(1)基準値超過と瑕疵(近時の裁判例)

(2)先行行為と作為義務(公調委事件)

4 土壌汚染対策法の制定と改正

5 土壌汚染のリスクへの対応