

平成18年度土木学会全国大会研究討論会

ジオリスクエンジニアリング/マネジメント
～岩盤構造物の上手な作り方、使い方～

岩盤力学委員会
岩盤構造物の創造・保生に関する
マネジメント研究小委員会

アセットマネジメント
Geo-Risk Management

平成 18 年度土木学会全国大会研究討論会

ジオリクスエンジニアリングマネジメント

～岩盤構造物の上手な作り方、使い方～

平成 18 年 9 月 20 日 (水) 16:40-18:10

於 プリズムハウス P101

【主催】

岩盤力学委員会岩盤構造物の創造・保生に関するマネジメント研究小委員会

【主旨】

高度経済成長期においてエネルギー供給および交通ネットワーク整備などの社会基盤整備において多大な貢献をしてきた岩盤力学にも今や、これまでの「足らざるものを建設する」技術から、「質の高い社会基盤構造物を合理的に創造・保生する」技術へのパラダイムシフトが求められている。このような新しい建設マーケットの課題に対処するために岩盤力学に関わる技術者は、従来型の力学に関する要素技術に加えて、いわゆる社会経済学等の学際的知識に基づくマネジメント技術を備える必要がある。しかし、我が国の建設分野は要素技術としては世界でトップクラスにあるにもかかわらず、上述のマネジメント技術についてはいささかお寒い状況にあるのが現状である。このような観点から、本討論会では、①地下岩盤工事における建設コスト変動リスクとは何か？その評価手法は？②岩盤構造物のアセットマネジメントとは何か？について最新の話題を提供する。そして討論会参加者と共に岩盤力学に関わる技術者に求められるエンジニアリングエコノミー感覚とは何なのかについて討論する。

ジオリクスエンジニアリング/マネジメント ～岩盤構造物の上手な作り方、使い方～

平成18年9月20日(水)16:40-18:10
於 フリスラムハウスP101

岩盤力学委員会岩盤構造物の創造・保生に関する
マネジメント研究小委員会
小委員長 大津 宏康(京都大学大学院)

1

研究討論会の目的

- ◆ 岩盤力学に求められる「パラダイムシフト」
「足らざるものを建設する」技術

↓
「質の高い社会基盤構造物を合理的に創造・保生する」技術

- ◆ 岩盤力学に求められる「パラダイムシフト」
力学に関する要素技術
+
社会経済学等の学際的知識に基づくマネジメント技術

要素技術は世界でトップクラス しか、マネジメント技術は???

2

マネジメントとは？

現状の日本での建設マネジメントに対する批判

- ◇ 精神論
 - ◇ 経験に基づいた理論(バイアス)
 - ◇ 答えがない
 - ◇ 日本人の文化には馴染まない
- 典型的なマネジメント学に対する隔った認識
マネジメントとは一意思決定

余韻)マネジメントは、部下を使う人ではなく、意思決定を行う人

3

プロジェクトの実行に関する意思決定

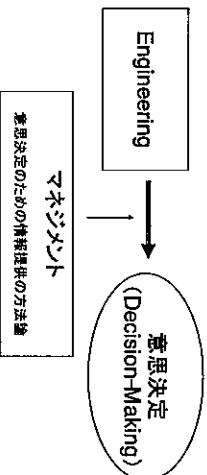
KKDモデル(Site-Specific Model)から論理モデル(Generic Model)へ

- ◆ KKDモデル
-プロジェクトにおいて成功する3要素「K(経費)」「K(勤)」「D(産駒)」、
-限定した成功体験に基づく特定した条件(Site-specific)に限定
- ◆ 論理モデル
成功体験を論理的、より一般的な場(Generic)への体系化
可能な限りバイアスの無い、客観性・透明性の高い情報の提供
⇒更新モデルあるいは数学モデルの適用

4

結局は

情報の価値



5

話題提供

- 「岩盤構造物のマネジメントの現状」
亀村 勝美(大成建設(株))
- 「岩盤構造物の建設コスト変動リスク評価」
峯 敏雄(電源開発(株))
- 「岩盤構造物(道路分野)のASETマネジメント」
中村 一樹(応用地質(株))
- 「岩盤構造物のプロジェクトファイナンス」
尾ノ井芳樹(電源開発(株))

6

岩盤構造物のマネジメントの現状

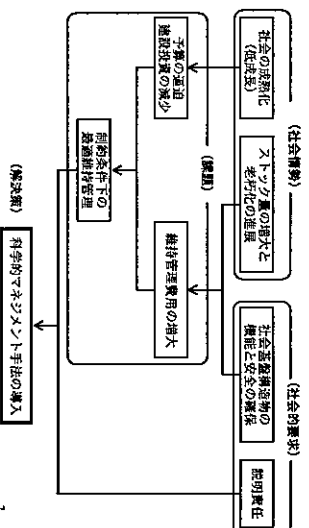
内容

- ・今、何故マネジメントなのか？
- ・岩盤構造物のマネジメントとは？
- ・ジオリスクとは？

亀村勝美
大成建設株式会社

1

今、何故マネジメントなのか？



2

アセットマネジメントとは？

- ・限られた予算で新設、既存の社会資本に求められる性能・価値を維持すること
- ・PDCAサイクルの継続的、多段階的実施

3

岩盤構造物のマネジメントとは？

事業フロー	どんな不確実性？	関係者は？		
		事業主	施工者	銀行
企画	建設費・維持費 収支・返済	○	○	○
調査	地質・環境 物性値	○	△	
設計	解析条件・解析法	○	△	
施工	施工原差・ミス 不良地山・湧水	△	○	
維持管理	自然災害・劣化 点検・評価	○	△	○

4

ジオリスクマネジメントとは？

- ・岩盤に関わる様々な不確実性
 - ・想定外のコストの発生
- ↓
- ・これをリスクとして定量的に評価し、マネジメントする

5

リスクとは？

- ・リスクの定義
「ある事象生起の確からしさと、それによる負の結果の組み合わせ」JIS Z 8115:2000
「事態の確からしさとその結果の組み合わせ、または事態の発生確率とその結果の組み合わせ」JIS Q2001:2001
工学的には確率×損害で表せる悪い結果
- ・一方、経済学的なリスクは、「一般的に「ある事象の変動性に関する不確実性」

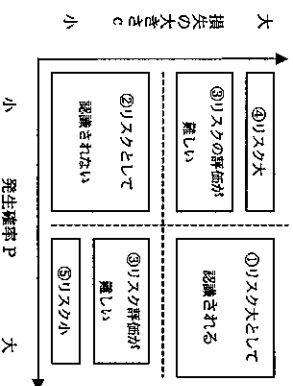
6

リスクマネジメント?

事業段階	コストの変動	リスク
企画	コスト増・収益減	フライングリスク
調査	再調査・再試験	建設コスト変動リスク
設計	再設計・補強設計	
施工	補修・再施工 災害(自然・人為)	
供用	維持コスト増・補強 事故・災害	残差のアセットマネジメント

7

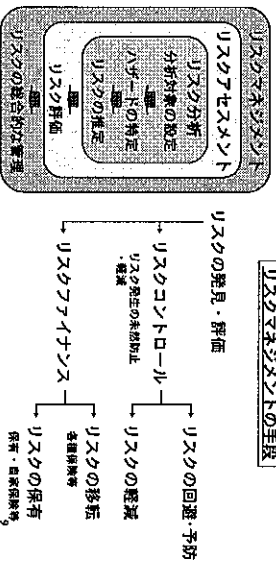
リスク評価



8

リスクマネジメント 基本概念

リスクマネジメントの手段



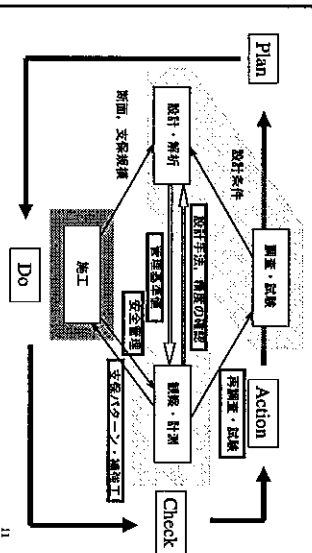
ジオリスク低減のための岩盤構造物における情報化施工管理

情報化施工管理の目的は、岩盤構造物の品質管理：コスト管理でもある

- ・完成された岩盤構造物が当初設定された性能を備えていること
- ・その後の供用期間を通じてその性能が維持されていくこと
- ・これを具体的にモニタリングし評価する

10

情報化施工管理とマネジメント



11

まとめ

- ・岩盤構造物にもマネジメントは不可欠
- ・リスクを知る(工学的+経済学的)
- ・リスクは何処にでもある
- ・岩盤に関わる不確実性は多種多様
- ・では具体的にどうやる?

12

【創造WG報告】 岩盤構造物の 建設コスト変動リスク評価

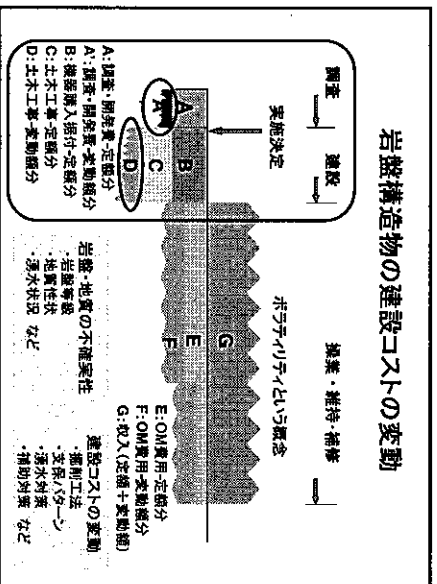
2006年9月20日

電源開発株式会社
環境エネルギー事業部 地下開発G
峯 敏雄

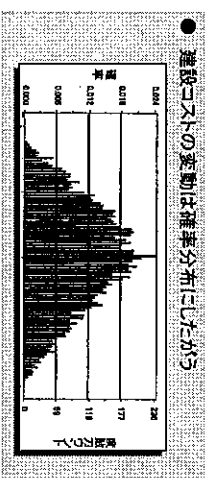
説明内容

1. 岩盤構造物の建設コストの変動
2. 建設コスト変動リスクとは何か？
3. 建設コスト変動リスクの評価方法
4. ケースプロジェクトによる事例

岩盤構造物の建設コストの変動

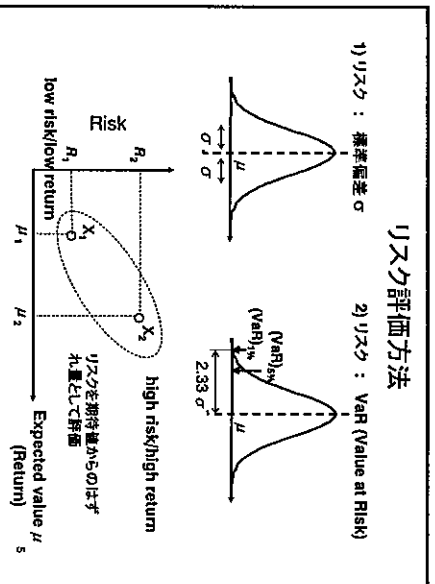


建設コスト変動リスク

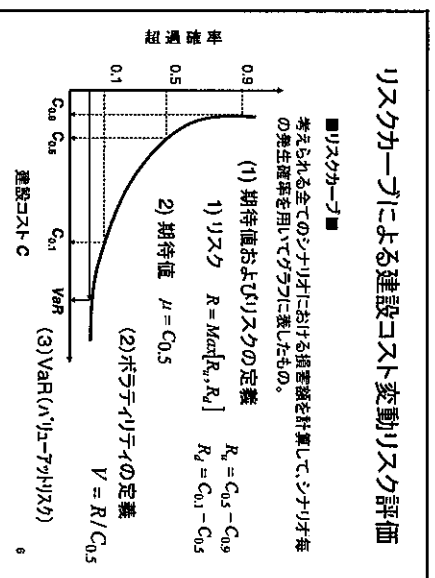


- 建設コストの変動は確率分布にしたがう
 - 建設コストの変動リスク
- 金融工学におけるリスクの考え方で表現
 $\text{リスク} = \text{期待値からのバリエーション} = \text{標準偏差}$

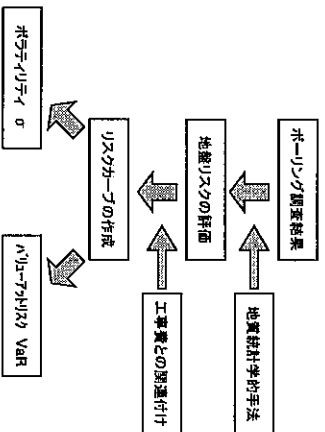
リスク評価方法



リスクカーブによる建設コスト変動リスク評価

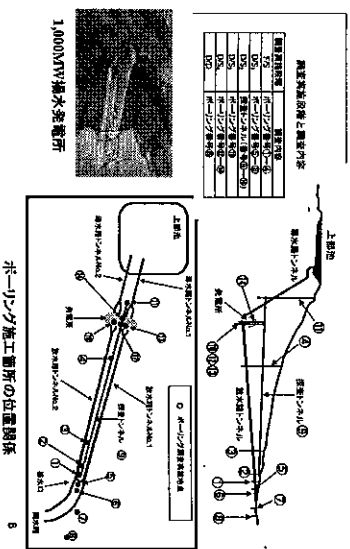


建設コスト変動リスク評価



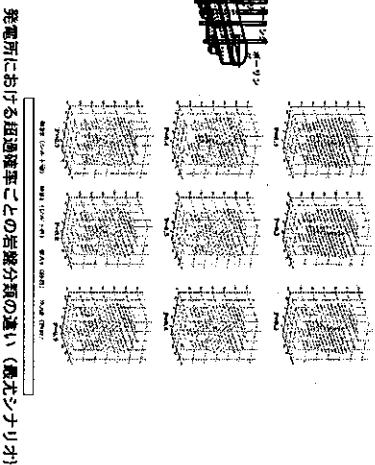
7

ケースプロジェクトと事前調査



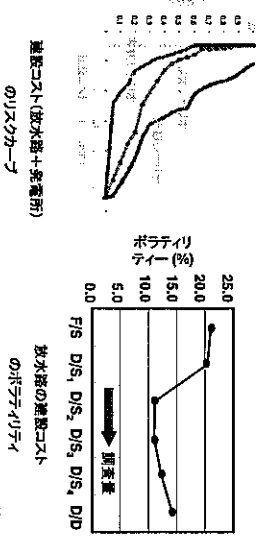
8

地下空洞の岩盤分類の解析結果



9

建設コスト変動リスクの評価



10

まとめ

- ① 岩盤構造物の建設コストの変動は、岩盤・地質の不確実性に起因する。
「掘ってみなければわからない」という不確実性が高いため、当初見積りからの変動が大きい。
- ② 金融工学分野ではリスクは「期待値からのハズレ量」として定義されることが一般的である。
具体的には標準偏差 σ 、あるいはVaRが用いられる。
- ③ 建設コスト変動リスクの評価
地盤統計学を用いたリスク評価手法に加えて、新たに金融工学の分野で用いられているリスクカーブの概念を用い、地盤条件に起因する建設コストのボラティリティを評価する。

11

岩盤構造物(道路分野)の アセットマネジメント

保生ローキンググループ
応用地質株式会社 東京本社
構造物マネジメントグループ 中 村 一 樹

1

保生ローキンググループ

- 「保生」すなわち維持管理の段階における、岩盤構造物のマネジメントに関して検討を行う

2005/9/6

2

本日のお話

- 岩盤構造物とは...
- アセットマネジメントとは...
- TO BE OR NOT TO BE, THAT IS THE QUESTION.

2005/9/6

3

道路インフラにおける岩盤構造物とは

- トンネル
 - 全国に道路2600キロメートル、鉄道2200キロメートル
 - そのほか、水路、運橋トンネルなど
- 斜面構造物
 - 吹付け、おう壁、アンカーなどなど
 - 膨大に存在、数量さえ把握されていない
- (参考)道路インフラ以外の岩盤構造物
 - ダム、基礎など

2005/9/6

4

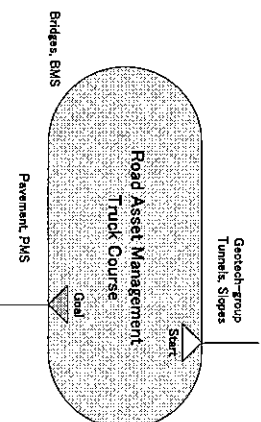
岩盤構造物の維持管理段階における アセットマネジメントとは

- 限られた予算を最適に配分することにより、効率的かつ経済的に、社会資本の価値およびサービスレベルを維持すること
- 最近必要性が増大している
 - 補修必要な社会資本の増大
 - 財政難(少子高齢化/不景気)

2005/9/6

5

岩盤構造物アセットマネジメントの現状



2005/9/6

6

大塚聖典, Summer School 2005 建設マネジメントを学ぶテキスト, 2005/9/6

岩盤構造物のアセットマネジメントの検討要件

- 構造物の性能、機能水準の現在状態の規定
- 構造物の性能低下あるいは自然ハザードの到来に対する将来状態の予測
- 構造物の性能や機能水準のモニタリング
- 費用対効果を含めた、適切な箇所およびタイミングでの維持・補修・更新のルール化

※大津宏康:建設分野におけるリスク工学の適用性とその展望,土木学会論文集, No.728/WI-58, pp.1-16, 2003

2005/9/6

7

岩盤構造物の特殊性

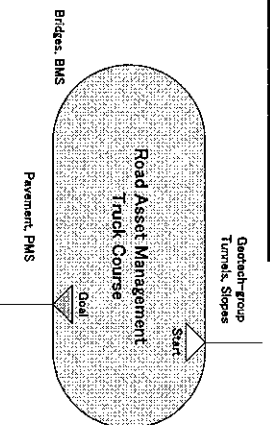
- 状態把握が難しい
- 耐用年数の設定が難しい
- 維持管理水準の設定が難しい
- 劣化予測が難しい

アセットマネジメントの検討要件の
ほぼすべて難しい

2005/9/6

8

岩盤構造物アセットマネジメントの現状



2005/9/6

大津宏康:Summer School 2005 建設アセットマネジメント 主工1031冊

9

これまでの維持管理方法の問題点

- 劣化が見つかって初めて対策を検討する
 - 費用を予想できない(予算化できない)
 - 対策工施工まで数年がかりの
- 健全度評価手法
 - 健全度ランクが定
 - 健全度ランクが寿命
- 劣化予測をしていない(でき
- 過去の状態を示すデータが

2005/9/6

10

TO BE OR NOT TO BE, THAT IS THE QUESTION

岩盤構造物のアセットマネジメントは...

- 必要ですか? 必要ですか?
- 可能ですか? 可能ですか?
- やりませんか? やりませんか?

やりましょう!

2005/9/6

11

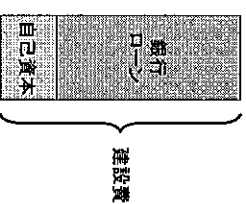
岩盤構造物の プロジェクトファイナンス



2006年9月20日
JPower
尾ノ井芳樹

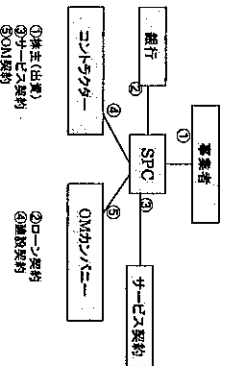
プロジェクトファイナンスの前提

- 建設費は得来の事業収入を前提に調達される
- 建設費は自己資本と銀行ローンで調達するのが一般的(住宅ローンのイメージ)
- すなわち、経済的便益を前提としたプロジェクトに対して行う議論(純粹な公共工事ではない議論)



2

事業組成の例



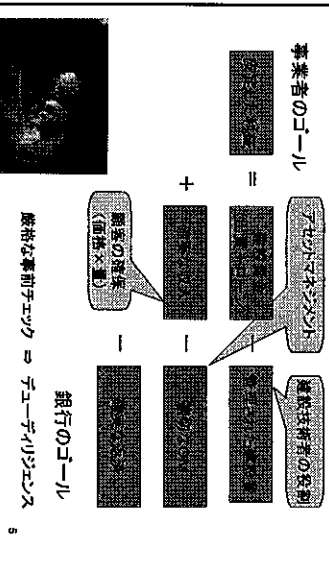
3

プロジェクトファイナンスのゴール

- (事業者) 事業に投資し、建設し、運転し、維持補修を行い、収入を得て、銀行に返済し、初期投資額回収に十分な利回りを乗せた利益を得ていく
- (銀行) 貸出したローンに決まった金利を乗せた返済を確実に実行されること

4

プロジェクトファイナンスの概念



5

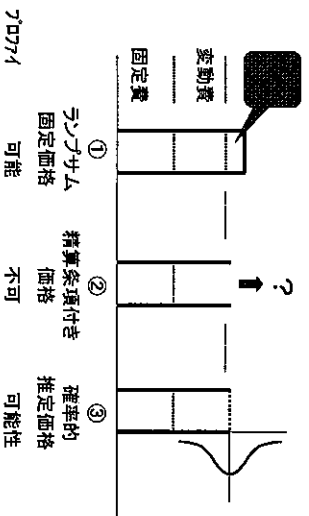
プロジェクトファイナンスの成立条件

1. 確実な収入の(見通しではなく)約定
 - 収入金額(価格×量)の確定、かつ
 - 信頼ある顧客の保証
2. 確実な建設費
 - 信頼あるコントラクターの保証、もしくは
 - 事業者側エンジニアの見立てによる精算
3. 確実なOM(アセットマネジメント)
 - 品質、かつ
 - 費用

6

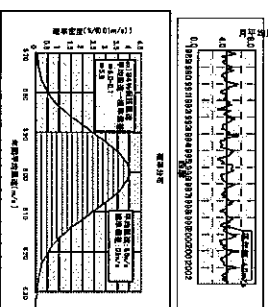
建設技術者の役割
保守運用技術者の役割

岩盤構造物の建設費の表現



7

確率評価によるファイナンス事例 (風力発電プロジェクト)



銀行は風速の建群降量に基づいた収入の予測を前提に、無担保融資(プロジェクトファイナンス)を実行

8

岩盤構造物建設費の変動性

- 1 数量変動
 - 地質条件の顕在による土・岩数量変更
 - 岩盤分類の違いによる安保安工の必要
 - 地質条件の顕在による余掘りと嵩詰め
 - 地質条件の顕在によるクランクト数量
 - 地質条件の顕在によるレイアウト変更
 - 2 価格変動
 - 地質条件の顕在による進行速度の悪化
 - 地質条件の顕在による工法変更(土岩等)
 - 労務・資材・機器・人材、金利などの市場変動
- 空間場 } 時間場
- 鋼構造・コンクリート構造物と違い地質に依拠

9

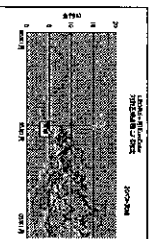
変動性(空間ポラリティ)評価

- 空間場のポラリティ(評価)
 - 既往の空間統計学
 - 線形統計学(鉱山学・地理学など)
 - 地球統計学(油田・埋蔵量など)
 - 林学
 - 地下空間・トンネルなどへの応用
 - クラウドベンチなど
- 岩盤断空間における掘削断層ごとの地盤分類の違い (東京メトロ有明線)

10

時間性ポラリティ評価

- 金融工学における用途
- ポラリティ・ルールズモデルの適用
- 事例(変動金利の推定)



11

まとめ

- 岩盤構造物を含むプロジェクトへのプロジェクトファイナンスには、建設費の変動性(ポラリティ)管理が必要である。
- ポラリティには空間場におけるものと時間場におけるものがある。空間場における解析が可能であるにもかかわらず試みが少ない。時間場におけるポラリティ評価は金融工学において先行している。
- 民間資金におけるプロジェクト成立のためにはプロジェクトファイナンスが有力な手法であり、その成立のためには建設費ポラリティ評価に建設技術者は取り組むべきである。

12

