

索道事故の現状と 防止のための取り組み



独立行政法人 交通安全環境研究所

交通システム研究領域 佐藤 久雄

内 容

(現状)

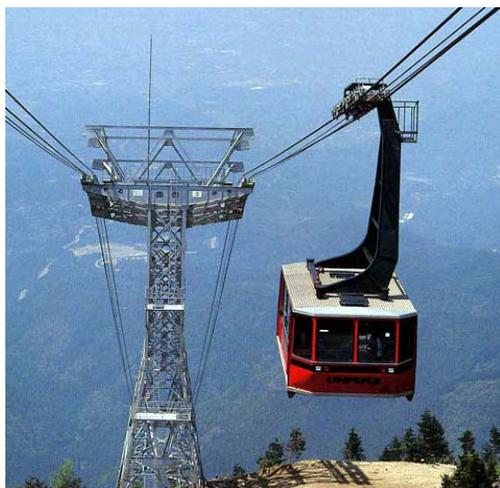
- ・索道の現状
- ・索道事故の現状
 - 事故例／事故の特徴



(対策)

- ・再発防止のための取り組み
- ・取り組みの1例
 - 風による事故に対する対策の検討例

索道の現状



- 設置基数 約2,600基
- 輸送人員 約4億人／年

特 徴

- 急こう配への対応が可能なこと
- 支柱の間隔を長くとれるので、谷や水路などの横断に有利なこと 等

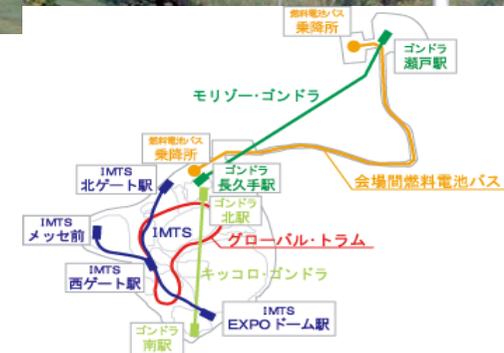
	ロープウェイ	鉄道	新交通 (モノレール・案内軌条式)
こう配	100% (45deg)	3.5%	6%
支柱間隔	2,000m 程度 (1,881m、雲辺寺R/W)	200m 程度 (193m、常磐新線荒川橋梁、 3径間連続トラス)	50m 程度 (3径間連続鋼軌道桁)

応用例 (国内)

(横浜博 1989)

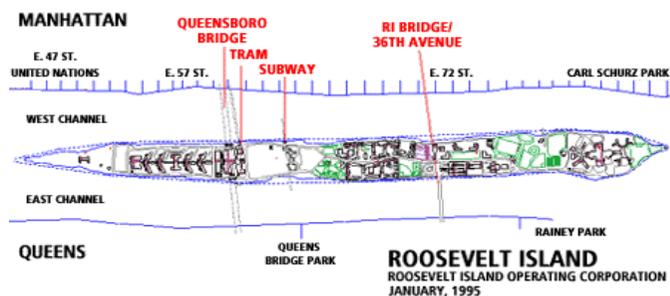


(愛知万博 2005)



応用例 (海外)

(New York)

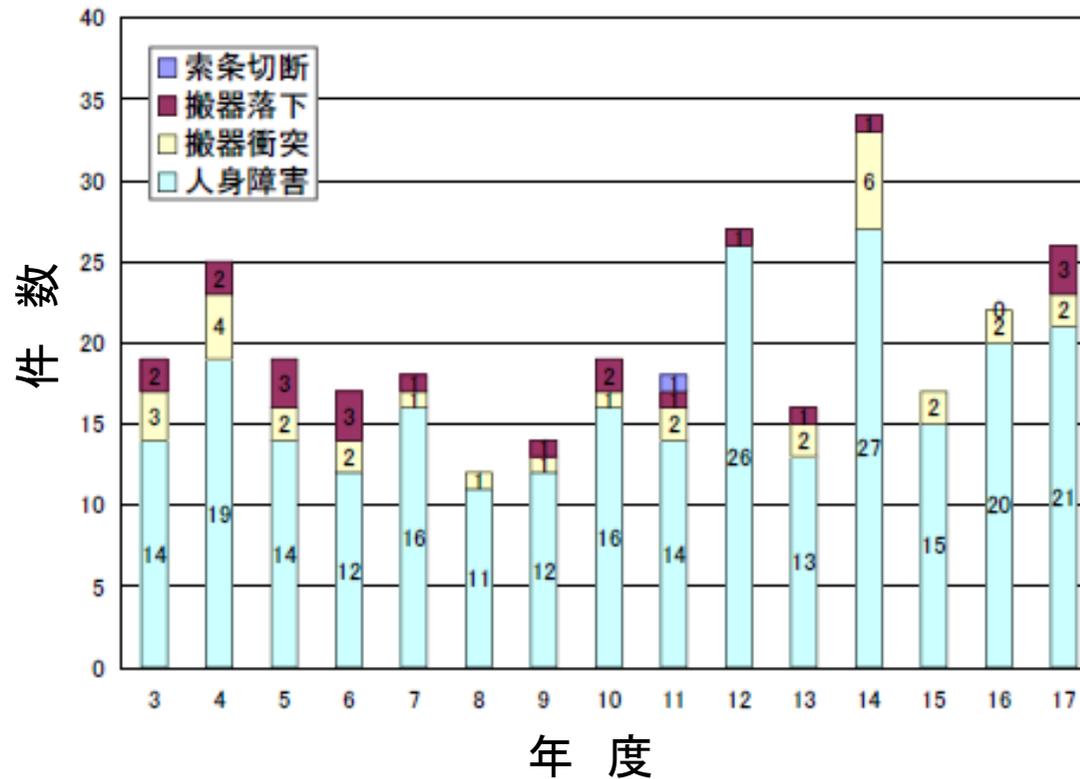


(Medellin / Columbia)



索道事故の現状

(事故件数の推移)



- ・年平均: 約20件
- ・近年、増加傾向

事故例

一旦事故が起きると、大きな事故につながる可能性

(写真: ITTAB2006~2008)



(搬器衝突事故/イタリア)



(搬器衝突事故/アメリカ)



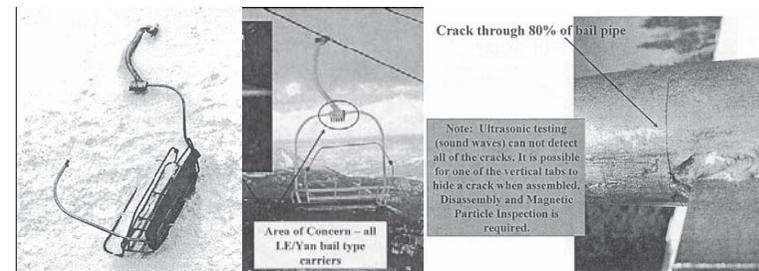
(搬器落下事故/韓国)



(搬器落下事故/日本)



(搬器衝突事故/アメリカ)



(搬器落下事故/アメリカ)

索道事故の特徴

1. 事故が起きると、大きな事故につながる可能性
 - ・地上高が高い ⇒ 搬器落下・搬器衝突
2. 同じ種類の事故の増加
 - ・握索装置の不具合 ⇒ 前後の搬器の衝突
 - ・ハンガー損傷 ⇒ 搬器落下
 - ・風 ⇒ 搬器落下・搬器衝突 など
3. 事故の原因が単純でないものの増加
 - ・詳細な事故原因調査が必要

交通研での再発防止のための取り組み

1. 教訓データベースの構築

- ・同種の事故の再発防止
- ・現在、詳細な事故分析中
- ・研究所ホームページで情報提供予定

2. 事故原因究明業務

- ・搬器衝突事故(福島)／索条断線インシデント(熊本)など
- ・2009.4・事故調査体制の整備(鉄道局)／委員として参画

3. 必要な対策の検討

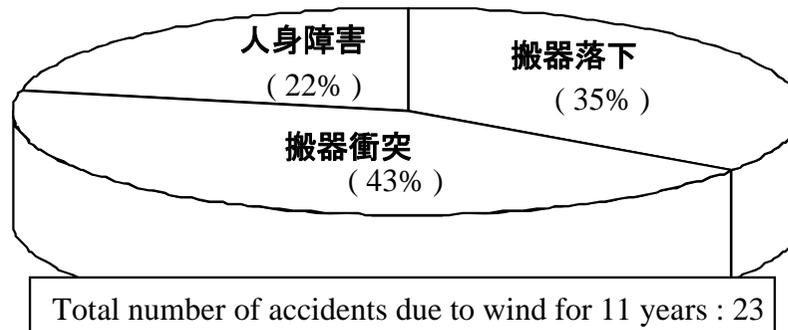
- ・脱索防止対策／風対策など

取り組みの1例

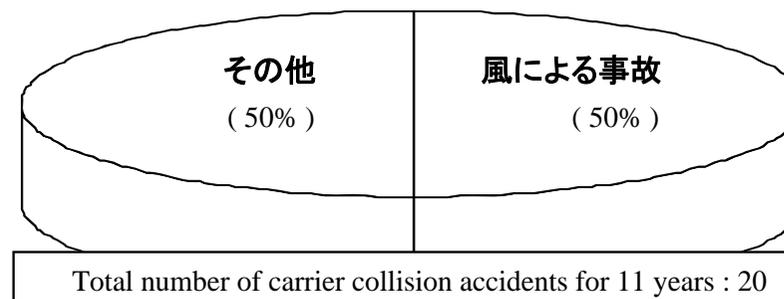
— 風による事故に対する対策の検討例 —

< 風による事故の現状 >

(風による事故の内訳)



(全搬器衝突事故の内訳)



・風による事故／
重大事故に結びつき易い

搬器衝突・1994三重

強風でゴンドラ宙ぶり
三重 未明に25人全員救助

17日午後11時、三重県津市にある、津市港に建設中の津市港ターミナルの建設現場で、強風によるゴンドラ衝突事故が発生した。乗っていた乗客25人は全員救助された。現場では、ゴンドラが衝突し、一部が破損している様子が見られる。

建設現場では、強風によるゴンドラ衝突事故が発生した。乗っていた乗客25人は全員救助された。現場では、ゴンドラが衝突し、一部が破損している様子が見られる。

建設現場では、強風によるゴンドラ衝突事故が発生した。乗っていた乗客25人は全員救助された。現場では、ゴンドラが衝突し、一部が破損している様子が見られる。

建設現場では、強風によるゴンドラ衝突事故が発生した。乗っていた乗客25人は全員救助された。現場では、ゴンドラが衝突し、一部が破損している様子が見られる。

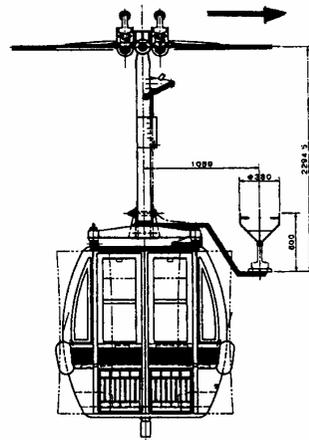
風対策の方法

1. 従来よく用いられている方法
 - 防風ネット、防風林を設置する方法
 - 搬器にウエートを搭載する方法
2. 交通研で検討を行ってきた方法
 - 搬器の空力特性の向上を図る方法
 - 搬器に減衰装置を装着する方法
 - 搬器の運転限界風速に関する検討

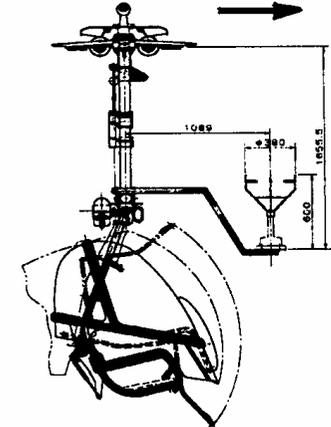
運転限界風速の推定方法の検討

- 目的
 - 風のもとでの運転保安の向上
 - これまで、運行停止風速は、主として経験的に決定／風特性のデータに基づく決定が重要
 - 運転限界風速についての研究例は見当たらない。
 - 索道施設における風特性についての研究例は見当たらない。
- 内容
 - 風特性の調査解析
 - 運転限界風速の推定方法の提案
 - 運転限界風速の検討例
 - 運行管理への活用例

風特性の測定施設

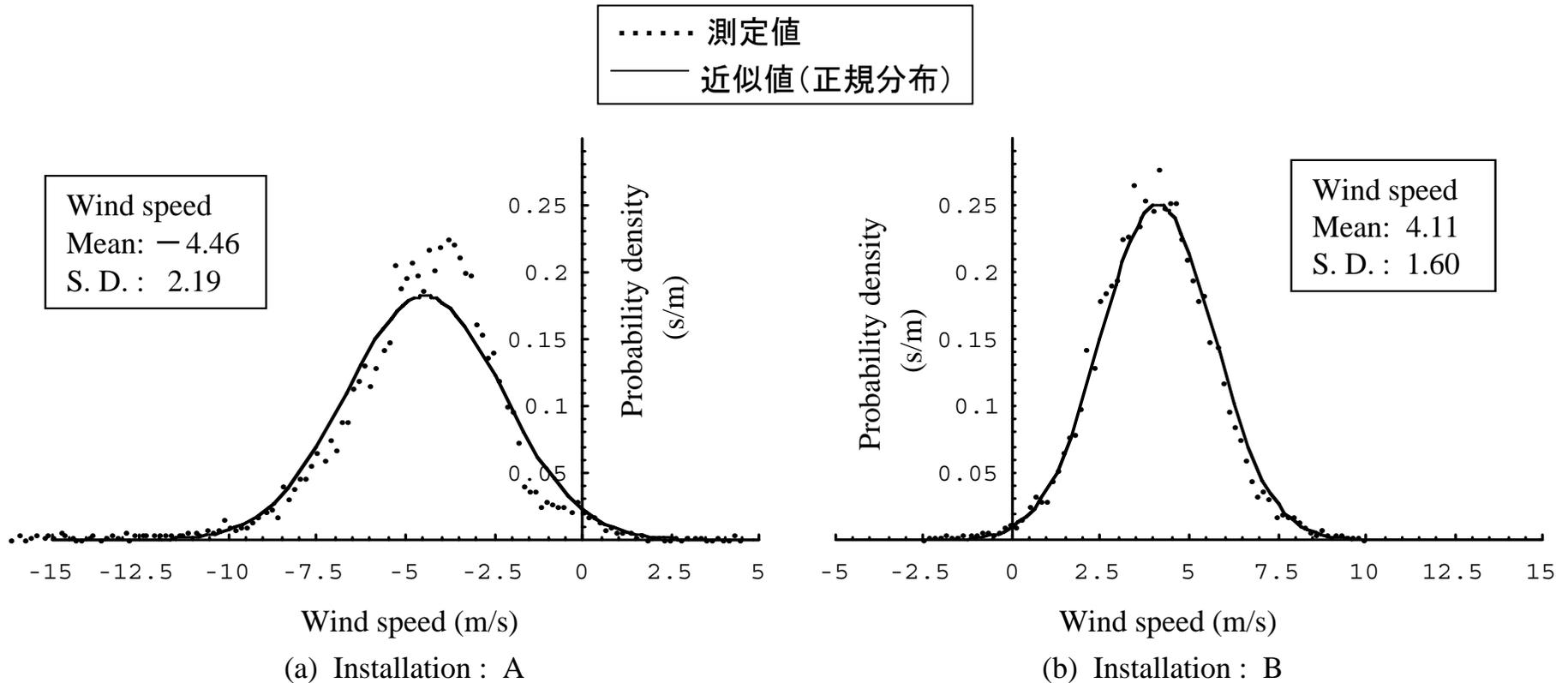


(A)



(B)

風特性(風速の確率密度関数)



・ 風速の確率密度関数 ⇒ ほぼ正規分布する

ランダム風応答のシミュレーション方法

- ・風速の確率密度関数を用いて、搬器のロール角応答を導出

風特性

Y方向風速の確率密度関数: 正規分布

Y方向風速 $U(t): R_{nd}(\mu, \sigma)$ 乱数の発生

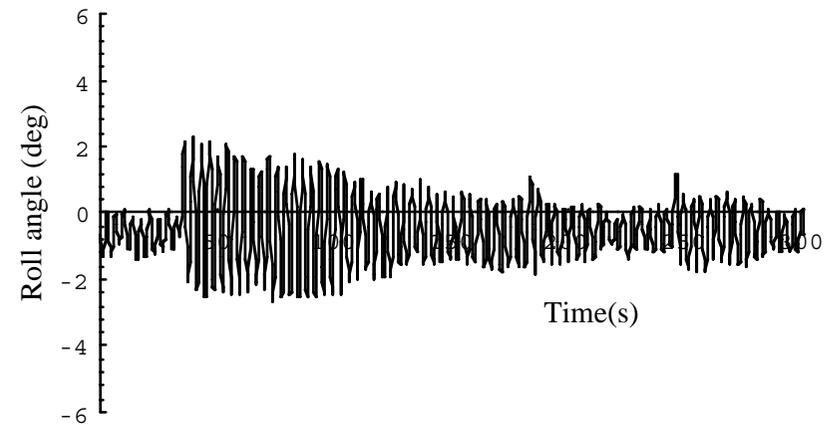
風外力 $F(t) = (1/2) \rho C_s A U(t) |U(t)|$

搬器のロール角応答

シミュレーション(搬器A)



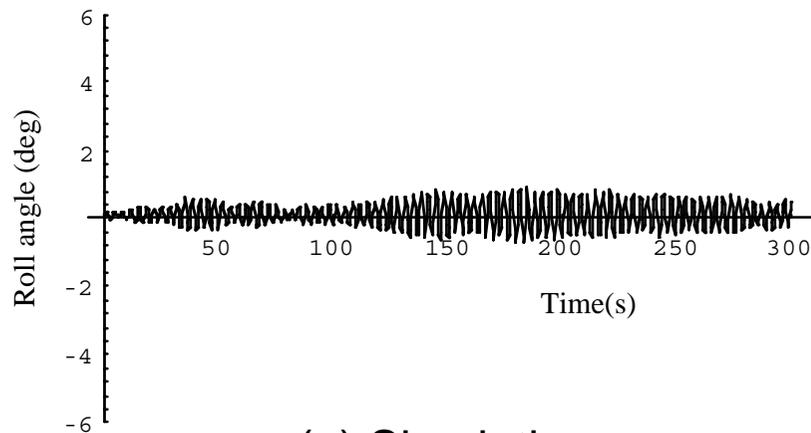
(a) Simulation



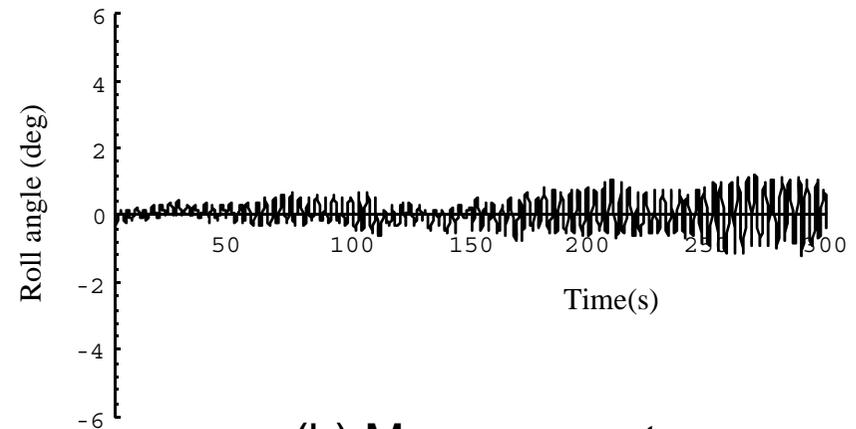
(b) Measurement

- 搬器ロール角の最大値
 - シミュレーション値と測定値はほぼ近い値

シミュレーション(搬器B)



(a) Simulation



(b) Measurement

- 搬器ロール角の最大値
 - シミュレーション値と測定値はほぼ近い値

運転限界風速の推定方法の提案

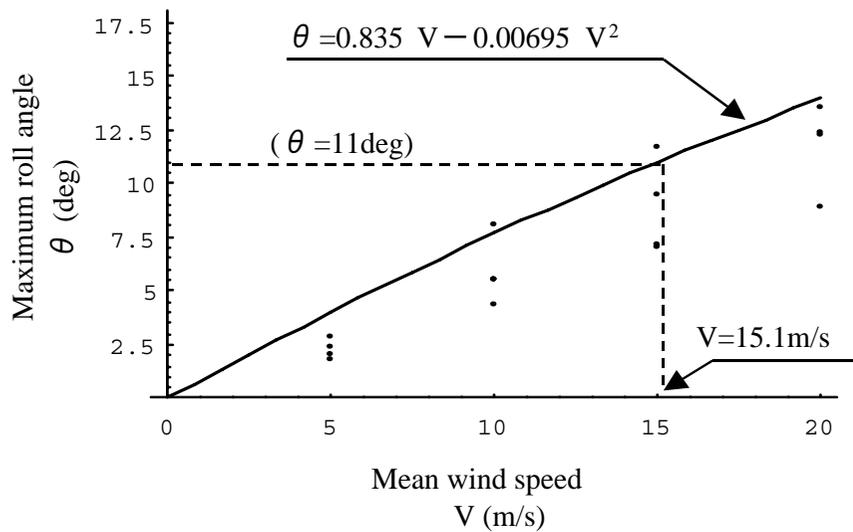
- 運転限界風速：ロール角11度に対応する風速
- 風速の確率密度関数を用いたランダム風応答シミュレーションによる推定

風速毎に数回のシミュレーション

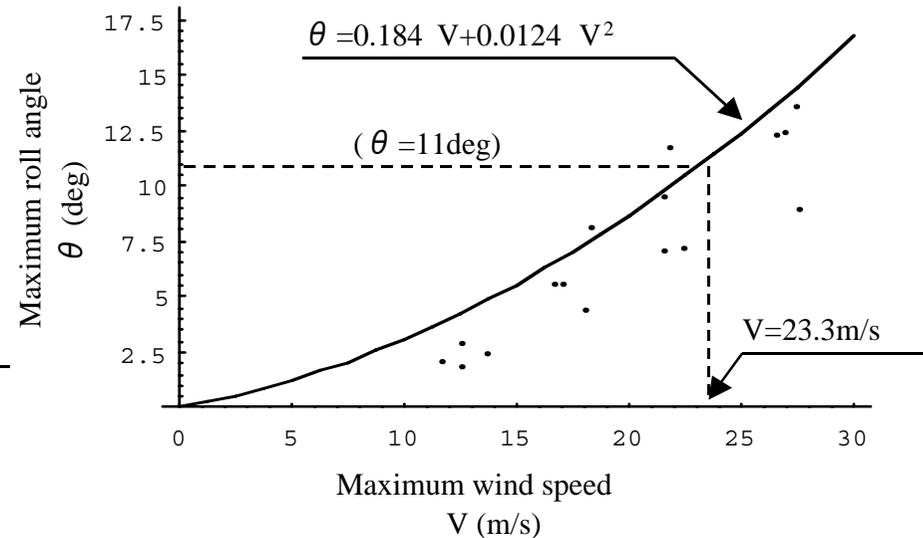
各風速での最大ロール角の上限値について、最適な2次曲線の算出

最適な2次曲線上で、ロール角11度に対応する風速

運転限界風速の検討例（搬器A）



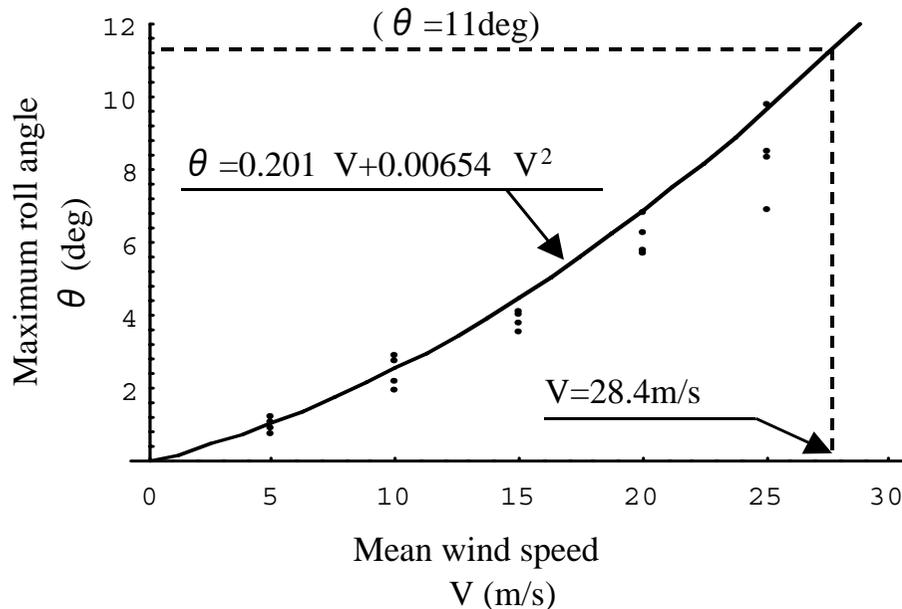
(a) Mean wind speed vs. maximum roll angle



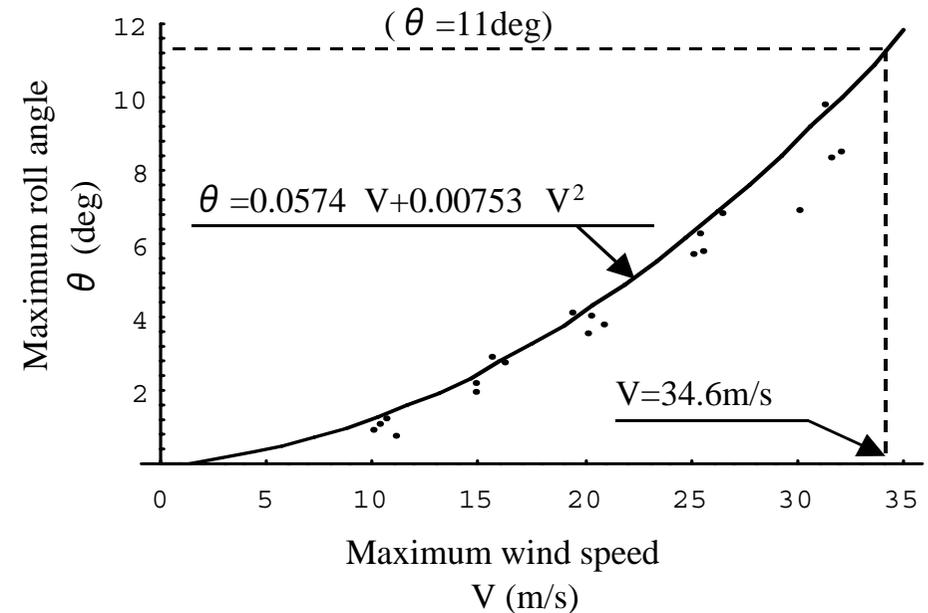
(b) Maximum wind speed vs. maximum roll angle

- ・ 運転限界風速（搬器A）
 - 平均風速で 15.1 m/s
 - 最大風速で 23.3 m/s

運転限界風速の検討例（搬器B）



(a) Mean wind speed vs. maximum roll angle

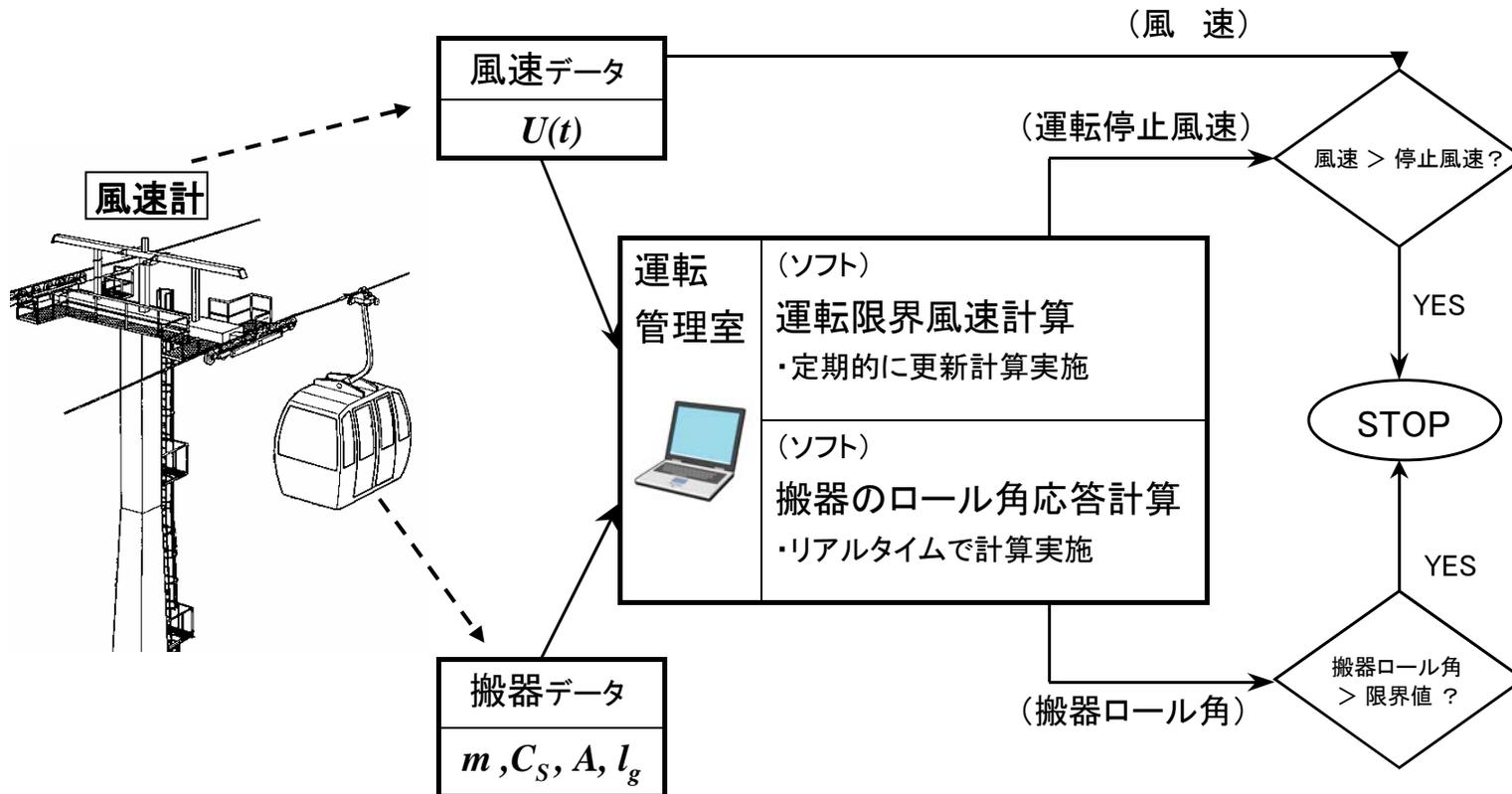


(b) Maximum wind speed vs. maximum roll angle

- ・ 運転限界風速（搬器B）
 - 平均風速で 28.4 m/s
 - 最大風速で 34.6 m/s

運行管理への活用例

- ・PCにソフト組み込み
- ・風特性データに基づく運行管理／運転保安の向上
- ・搬器の振れ角の管理も同時に実施可能



まとめ

1. 索道事故の現状

- ・ 事故例／事故の特徴（同種の事故の増加）

2. 再発防止のための取り組み

- ・ 教訓データベースの構築／事故原因究明業務
／必要な対策の検討

3. 取り組みの1例

- ・ 風による事故に対する対策の検討例

将来展望

(ニューヨーク)



(重慶)



(シンガポール)



1. 都市の道具としての発展

- ・ロープウェイの特徴を生かして「都市の魅力と活力」の創造

ex. ニューヨーク、重慶、シンガポール等

- ・鉄道、バス等の他の交通機関との連携

2. より一層の安全・安心なシステム

- ・実現するための技術革新
- ・ソフト、ハードの両面から実施