

Исследования состояния снежного покрова для обеспечения мероприятий по борьбе с метелями на дорогах (составление картины ущерба от снега, выбор технических решений для снегозадерживающих мероприятий)

# Основная концепция мероприятий по борьбе с метелями

## Необходимость мер по борьбе с метелями

На дорогах в холодных регионах с высоким уровнем снежных осадков нарушения дальности видимости и снежные заносы от метелей представляют серьезную опасность для обеспечения безопасности движения транспорта.

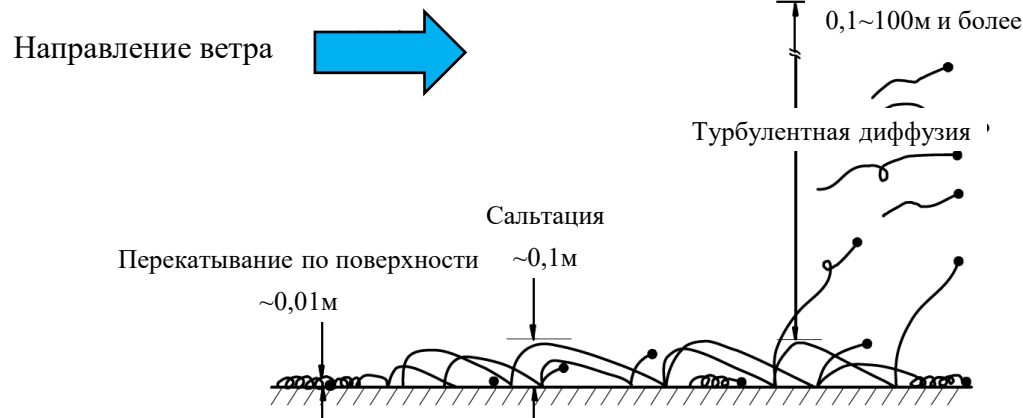
Автомобильные дороги являются одним из наиболее важных элементов общественной инфраструктуры, в плане обеспечения безопасного и беспрепятственного движения транспорта в зимний период борьба с метелями является одной из главных задач.

## Общее представление о метелях и бедствиях, вызываемых метелями

### (1) Механизм возникновения и развития метелей (виды переноса снежных частиц)

- Частицы снега переносятся по поверхности путем перекатывания.
- Сальтация – движение, при котором частицы переносятся, повторяя цикл удар-отскакивание от поверхности.
- Суспензия, когда при турбулентной диффузии частицы поднимаются высоко над поверхностью

Метель усиливается, одновременно наращивая массу переносимого снега с подветренной стороны, поэтому ущерб от метели ярче всего проявляется на открытых участках местности.



## (2) Основной ущерб от метелей (снежные заносы и дальность видимости)

-Снежный занос .....Образуется в зоне турбулентной диффузии, где разделяются потоки воздуха на зону слабого ветра с наветренной стороны от наземного объекта, препятствующего потоку воздушных масс, и зону ветра с подветренной стороны.



По этой причине помимо метеорологических условий, но также и в зависимости от рельефа местности, наличия препятствий на поверхности, а также конструкции дороги, местоположение и размеры образующихся снежных заносов могут отличаться.

-Дальность видимости ..... Чем больше масса снега, переносимого перед глазами, и выше скорость ветра, тем хуже видимость.



При этом дальность видимости в плане способности различать предметы лучше, когда на поверхности земли есть объекты, создающие контраст со снегом, например, деревья вдоль дороги, чем в ситуации, когда фон придорожного пространства формируется только белым снегом и небом.

## 3.Цели предпринимаемых против метелей мер и достигаемый эффект

Меры по борьбе с метелями преследуют цели по повышению надежности, безопасности, экономичности, удобства и комфортности движения транспорта в зимний период путем предотвращения образования снежных заносов и смягчения нарушений видимости.

Непосредственный эффект.....Снижение частоты случаев закрытия проезда, снижение количества ДТП, снижение количества случаев мобилизации техники для уборки снега (Предотвращение снижения скорости следования транспорта по дорогам, снятие напряженности в результате транспортных заторов, повышение чувства спокойствия и комфортности за рулем).

Косвенный эффект .....Расширение возможностей для ведения бытовой повседневной жизни и общения, обеспечение альтернативных дорог во время стихийных бедствий, повышение качества общественных услуг, улучшение придорожной среды (в случае снегозадерживающих лесонасаждений), экономия на расходах по обустройству муниципальных объектов и пр.

# Порядок работ (технологическая карта-схема) при выборе технических приемов по борьбе с метелями, начиная с исследований состояния снежного покрова

Технологическая карта-схема работ <Условные обозначения> (0) □ ▢ ▴ : пункты, пояснения к которым даются на следующих стр.



# Краткое описание проведения полевых исследований

## 1. Исследования в «поле» (составление картины условий местности до залегания снежного покрова)

.....Соответствует (2) на технологической карте-схеме

- 1) Условия формы рельефа .....Выступающие части рельефа местности вокруг линии дороги, взаиморасположение гор, рек и пр.
- 2) Окружающее пространство .....Лесополоса (ветрозащитная лесополоса) и пр. условия наличия растительности, здания и др. объекты укрытия.
- 3) Конструкция дорожного полотна .....Участки дорожных выемок грунта, насыпей и т.п.
- 4) Искусственные сооружения и пр. ....Вспомогательные технические объекты вдоль дороги (мостовые сооружения, защитные ограждения, подпорные стены и т.п.).
- 5) Прочее .....Состояние землепользования, выбор точек в случае установки оборудования для метеорологического наблюдения и т.д.

※ Содержание пп.1~4, указанных выше, могут служить теми факторами, которые оказывают прямое влияние на «увеличение» или «сдерживание» ущерба от снега.



На фотографиях слева (примеры) приведены места со сложными условиями на местности

- Точка изменения волнистости рельефа.
- Частично наличие лесополосы.
- Конструкция дорожного полотна демонстрирует границу перехода выемки в насыпь.
- Линия дороги образует S-образный изгиб.
- На прилегающей местности присутствие небольшой реки и мостового сооружения.
- Уже были зафиксированы случаи ущерба от метелей и нарушения от схода снежных лавин.

## 2. Исследования при помощи метеорологических наблюдений, а также сбор и анализ данных (составление картины общей специфики метеорологической ситуации на месте)

.....Соответствует (4-6-7) на технологической карте-схеме

Являются основополагающими условиями для оценки уровня метелеопасности и выбора способа технического исполнения сооружений для осуществления мер борьбы с метелями.

- Исследования при помощи метеорологических наблюдений с фиксированных точек (осуществление метеорологических наблюдений с определенного поста).

- Исследования при помощи передвижной метеорологической станции (во время передвижения по дороге проводятся линейные метеорологические наблюдения).

Детальные пояснения даются на следующих страницах.

### 3. Исследования снеговых отложений (составление картины возникновения нарушений в результате метели)

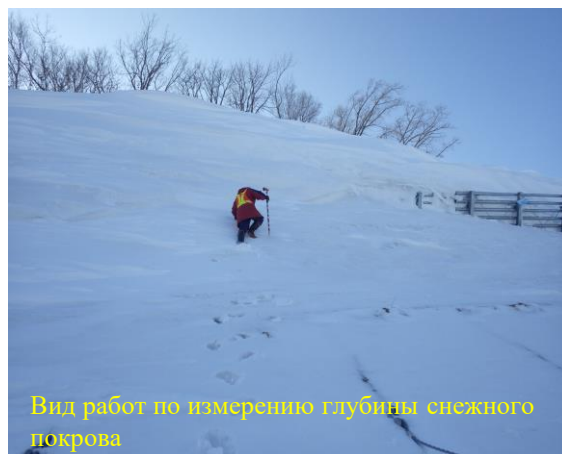
.....Соответствует (5-8) на технологической карте-схеме

Осуществляется пешком или на автомобиле в день прогнозируемого возникновения метели на основании прогноза погоды и т.п.

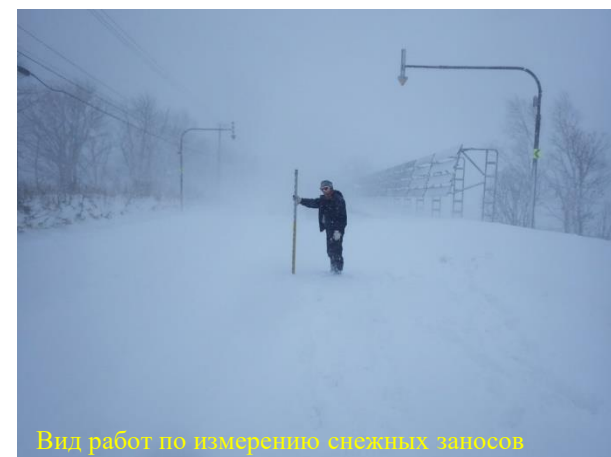
- 1) Проведение фотосъемки картины возникновения метели (главным образом осуществляется наблюдение за состоянием образования снеговых заносов на поверхности дороги).
- 2) Проведение видеосъемки картины возникновения метели (главным образом осуществляется наблюдение за картиной ухудшения видимости).
- 3) Замер глубины снежного покрова (наблюдение за распределением залегания снега на дороге и придорожном пространстве).
- 4) Запись границ территории и масштабов нарушений, вызванных снегом (рассмотрение точек в плане первоочередности принимаемых мер в зависимости от частоты возникновения и масштабов).
- 5) Фактическое тестирование снегозадерживающего эффекта уже имеющихся на месте сооружений, обеспечивающих снегозадержание при метелях.



Вид работ по проведению метеорологических наблюдений



Вид работ по измерению глубины снежного покрова



Вид работ по измерению снежных заносов



Съемка картины нарушения видимости из движущегося автомобиля



Фотосъемка снежных наносов на дорожной поверхности



Эффект от снегозадерживающего ограждения, обеспечивающего эффект сдувания с полотна

# Метеорологические наблюдения с фиксированной точки – это...

-Это самый фундаментальный метод исследований при составлении общей характеристики метеорологических условий на местах.

-Осуществляется одновременно со сбором уже существующих метеорологических материалов (дорожные метеорологические телеметрические системы, автоматизированные системы сбора метеорологической информации AMDS и пр.), находящихся поблизости от трассы, являющейся объектом исследований.

Цели проведения: после анализа метеорологических данных определить модель погодных условий, осуществить выбор основных технических решений по типу конструкции снегозащитных ограждений и рассчитать уровень метелеопасности.

Места установки (количество): репрезентативные точки вдоль линии дороги, являющейся объектом исследований (места установки, а также количество устанавливаемого оборудования определяются с учетом состояния рельефа и конструкции дороги).  
Или, в частности, в точках, где прогнозируется значительный ущерб от снега.

Основные параметры наблюдений: направление ветра, скорость ветра, температура атмосферного воздуха, глубина снежного покрова (при необходимости дальность видимости, фото- и видеосъемка).

Обычно автоматические метеорологические измерительные приборы ведут непрерывное наблюдение за изменяющимися природными условиями.



Возникновение метелей зависит от температуры окружающего воздуха и скорости ветра, а также от выпадения снега и глубины снежного покрова.

Пример установки оборудования на дороге до запуска ее в эксплуатацию (обочина).

## Краткое описание приборов для метеорологических наблюдений с фиксированной точки



### **Анемометр (прибор для измерения направления и скорости ветра)**

- Измеряют на местах направления ветра и скорость ветра (средняя, максимальная, максимальная скорость порыва).
- Репрезентативные точки окружающей местности на местах, где отсутствуют объекты укрытия, Или, в частности, в точках, где прогнозируются суровые погодные условия (ущерб от снега).

### **Термограф (сопротивление платины), шельтер естественной тяги.**

- Измерение температуры атмосферного воздуха на местности.
- Устанавливаются на репрезентативной точке местности, где нет отражения и рассеивания от грунта, зданий и т.п.

### **Лазерный глубиномер снежного покрова.**

- Измерение глубины снежного покрова на местности (ед. изм. в см.).
- Устанавливается в местах с отсутствием неровностей рельефа местности и горизонтальными к поверхности земли потоками воздуха, а также в местах, где нет влияния от снежных заносов и уборки снега.

### **Солнечные панели**

- Используются в качестве вспомогательных источников электроснабжения.
- Основной источник электрического питания обеспечивает аккумулятор.

### **Защитный кожух регистратора**

- Защищает от внешнего воздействия регистрирующее устройство и аккумулятор.

### **Устройство регистрации данных**

- Устройство для настройки различных параметров, таких как интервалы метеорологических измерений и т.п., запись метеорологических данных.

### **Цифровая камера**

- Осуществляет съемку видео- и статичных изображений, производит их запись. Выбор интервала между съемками произвольный.
- Наряду с климатическими данными позволяет визуально проверить картину возникновения метели на местности.



Устройство регистрации данных

# Систематизация данных метеорологических наблюдений с фиксированной точки (примеры температуры атмосферного воздуха и направления ветра)

## Температура атмосферного воздуха

Средняя температура атмосферного воздуха на исследуемом участке

	定点気象観測		アメダス
	【No.1】	【No.2】	【米沢観測所】
12月	2.0	2.0	2.1
1月	0.2	0.1	0.2
2月	-0.2	-0.3	-0.1
調査期間	0.4	0.3	0.5

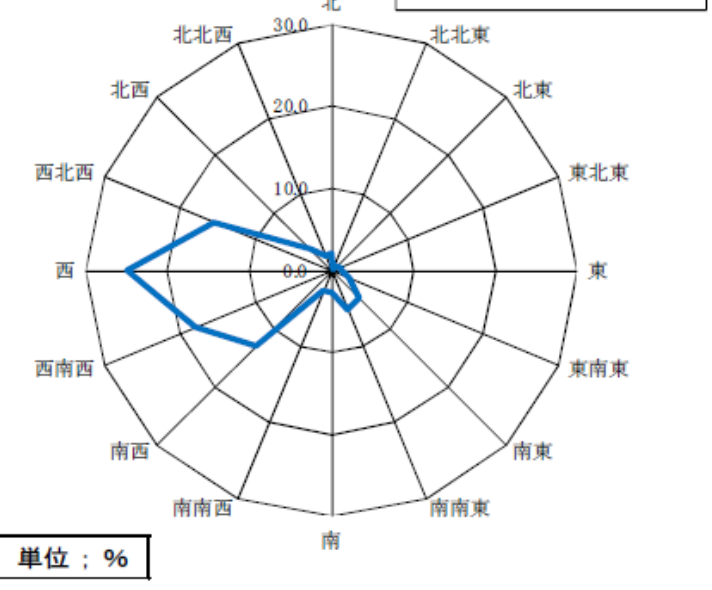


## Направление ветра, скорость ветра

Макс. повторяемость направлений ветра на исследуемом участке

		定点気象観測		アメダス			
		【No.1】	【No.2】	【米沢観測所】			
12月	第1最多風向	西	96回	西	95回	西	73回
	第2最多風向	西南西	79回	西南西	90回	西北西	58回
	第3最多風向	西北西	70回	西北西	74回	西南西	50回
1月	第1最多風向	西	182回	西	169回	西	107回
	第2最多風向	西南西	140回	西南西	150回	西北西	82回
	第3最多風向	南西	132回	南西	57回	西南西	75回
2月	第1最多風向	西	177回	西	169回	西北西	106回
	第2最多風向	西北西	134回	西南西	98回	西	75回
	第3最多風向	西南西	109回	西北西	85回	北北西	65回
調査期間	第1最多風向	西	433回	西	433回	西	255回
	第2最多風向	西南西	338回	西南西	338回	西北西	246回
	第3最多風向	西北西	216回	西北西	216回	西南西	179回

## Роза ветров



# Передвижные метеорологические наблюдения – это...

- Получение линейных климатических данных при передвижения на спецавтомобиле, оснащенного метеорологическими приборами.
- Это позволяет экстрагировать изменения погодных условий на всей протяженности линии дороги и локальную специфику климата, которые невозможно получить путем метеорологических наблюдений с фиксированной точки.

Цели проведения: анализ полученных данных, оценка уровня метелеопасности по всей линии трассы; экстрагирование участков, требующих принятия мер; проведение проверки эффективности уже существующих снегозадерживающих технических объектов.

Основные параметры наблюдений: направление ветра, скорость ветра, температура атмосферного воздуха, видимость, съемка видеокамерой и пр.

Способ метеорологических наблюдений: передвижение в любую выбранную точку и выполнение различных видов наблюдений. Проведение регистрации реальной возникающей картины ущерба от снега путем использования показателей, полученных трансмиссометром, и съемкой видеокамерой.

Путем сверки и сопоставления полученных данных, а также конструкции дороги и мест расположения снегозадерживающих сооружений, можно провести количественную оценку влияния, оказываемого отличиями в конструкции дороги на поведение метели и оценку действенности противометелевых конструкций.



# Краткое описание автомобиля для мобильных метеорологических наблюдений



## **Анемометр (прибор для измерения направления и скорости ветра)**

-Измеряют на местах направления ветра и скорость ветра (средняя, максимальная, максимальная скорость порыва).

## **Термограф (шельтер естественной тяги)**

-Измеряет на местах температуру атмосферного воздуха.

## **Сигнальный проблесковый маячок**

-Привлечение внимания участников транспортного движения поблизости.

## **Цифровая видеокамера**

-Регистрация в форме изображения окружающей обстановки.

## **Трансмиссометр**

-Регистрирует дальность видимости на местах.

## **Устройство регистрации данных (установлен внутри салона автомобиля)**

-Осуществление настройки различных параметров, таких как интервалы метеорологических измерений и т.п.

-Регистрация метеорологических данных.

Спецификация аппаратуры, установленной на передвижной автомобильной станции метеорологического наблюдения.

Аппаратура, установленная на автомобиле	Производитель	Модель
Трансмиссометр	VAISALA	PWD12
Ультразвуковой анемометр для измерения направления ветра и скорости ветра	Wind Sonic	PGWS-100
Сенсор температуры воздуха	Lufft	8150.TF
Устройство регистрации данных	Lufft	OPUS200 8160
Персональный компьютер	SONY	VAIO VGN-S_2
Цифровая видеокамера с жестким диском	SONY	HDR-HC1

# Систематизация данных от мобильных метеорологических наблюдений (пример)

Наряду с изображением выводятся данные о местоположении, скорости ветра, направления ветра, дальности видимости.



図19-1 移動気象観測地点データ(2010年3月10日09:40:56~09:45:28) 3-2回目 復路

## Виды противометелевых мероприятий (классификация по основным видам)

Меры, предусматривающие изменение самой конструкции дороги (планирование строительства новой дороги, план модернизации дороги и т.п.).

- 1) Планирование линии трассы: планирование линии трассы с учетом метелей, обход опасных зон, активное использование естественного леса и т.п.
- 2) Конструкция дороги: снегозадерживающие выемки и снегозадерживающие насыпи (обустройство дорожного полотна на высоте, где можно ожидать получение снегозадерживающего эффекта).

Меры по обустройству вспомогательных дорожных объектов по обочинам дороги или за пределами дорожного полотна (уже спланированные дороги и уже существующие дороги и т.д.).

- 3) Сопутствующие объекты: придорожная снегозадерживающая лесополоса, снегозадерживающие ограждения, объекты для визуально-направляющего ориентирования и т.п.).
- 4) Крупногабаритные конструкции: защитные убежища от снега, тоннели и т.п.

.....Если требуется получить быстрый эффект снегозадержания, то этой цели соответствуют снегозадерживающие ограждения.

Система контроля и пр. (необходимость непрерывного обеспечения независимо от наличия или отсутствия сооружений, обеспечивающих мероприятия по снегозадержанию).

- 5) Обслуживание и уход: реагирование в виде уборки и вывоза снега, регулирование дорожного движения по время метелей и т.п.
- 6) Информационный контроль: мониторинг информации, предоставление информации и т.п.

## Набор условий, необходимых для выбора способа технической реализации мер (снегозадерживающие сооружения)...Если требуется получить быстрый и немедленный эффект снегозадержания.

Цели снегозадержания: меры по устранению нарушений видимости, меры борьбы со снежными заносами или оба фактора вместе.

Климатические условия: господствующие направления ветра по время метелей и внутренний угол у вершины угла поворота трассы, скорость ветра по время метелей, объем снегоотложений снежных заносов, максимальная глубина снежного покрова

Конструкция дороги: форма поперечного профиля (высота выемок грунта, насыпей грунта), количество полос для движения (ширина проезжей части), наличие или отсутствие центральной разделительной полосы и пешеходных тротуаров.

Условия землеотвода: ширина участка, занимаемого существующим дорожным полотном, есть ли возможность аренды или покупки прилегающих земельных участков?

Затраты на обустройство, расходы на обслуживание и уход: предъявляются требования к экономичности конструкции (затраты на строительство, расходы на демонтаж установленных объектов, расходы по обслуживанию технического состояния и т.п.).

Забота об окружающей среде: обзор со стороны водителей и чувство сдавленности пространства, сохранение ландшафтного пейзажа, снежные сугробы от снеговых заносов, солненное освещение

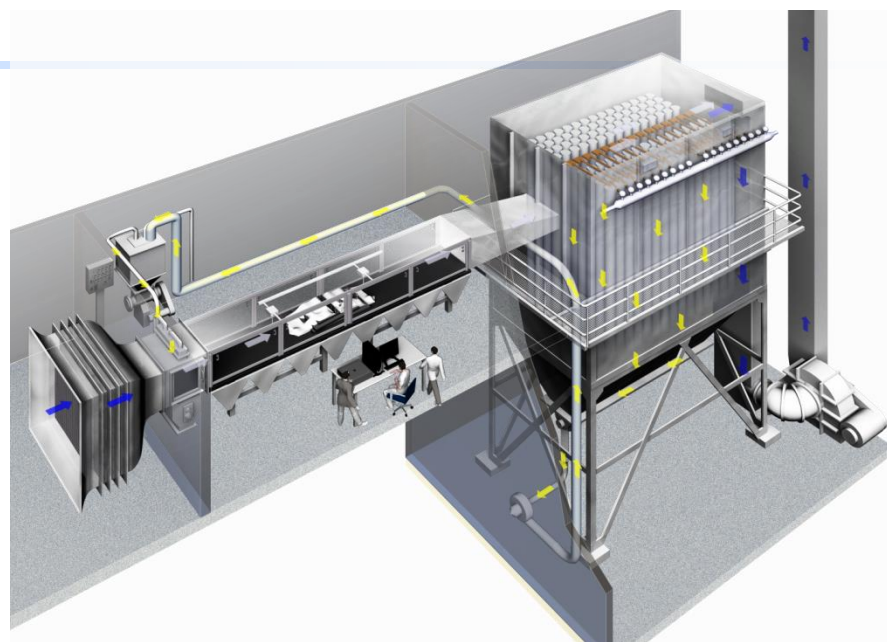
# Пригодность того или иного технического решения конструкции (снегозадерживающего заграждения) с точки зрения комплекса условий

## Список пригодности снегозадерживающих заграждений по категориям условий

Параметры условий			Тип снегозадерживающего заграждения				Основные стандарты при оценке (необходимы исследования)	Примечание
Параметры	Детализация условий	Стандартный показатель и т.п.	Заграждения для улавливания снега	Заграждения для улавливания снега	Заграждения для сдувания снега	Заграждение для предотвращения снежных заносов от дующих снизу вверх метелей (в основном в горной местности)		
Цели снегозадержания	Меры против снежных заносов		○	○	×	○	Результаты исследования состояния снега Мобильное метеорологическое наблюдение	
	Меры против ухудшения видимости		△	○	○	○		
Климатические условия	Глубина снежного покрова	Менее 100см	○	○	○	○	Уже существующие климатические материалы Результаты исследований состояния снега Метеорологические наблюдения с фиксированной точки Мобильное метеорологическое наблюдение ↓ Анализ погодных данных	
		100~150см	○	○	△	○		
		150см и более	○	○	×	○		
	Скорость ветра во время метели	Стабильный и сильный	○	○	○	○		
		Слабый	△	○	×	○		
	Направление господствующих ветров во время метели и внутренний угол у вершины угла (поворота трассы)	Почти под прямым углом	○	○	○	○		
		Под углом прим. 45гр.	△	○	△	△		
		Почти параллельное	×	△	×	△		
	Масса отложений при снежном заносе	Неопределенный	△	△	×	△		
		Менее 40м <sup>3</sup> /м	○	○	○	○		
40~60м <sup>3</sup> /м		○	○	△	○			
Конструкция дороги	Конструкция земляного полотна дороги	60м <sup>3</sup> /м и более	○	△	×	△	Исследования в «поле»	
		Высокая насыпь	×	○	○			
		Низкая насыпь~высокая насыпь	△	○	○			
		Низкая насыпь и ниже	○	○	○			
	Горный склон	Выемка	△	△	×			
		Глубокая выемка	×	×	×			
	Дорога с широкой проезжей частью (многополосная дорога)	Односторонний склон	×	△	×	○		
Условия землепользования	Необходимая ширина		×(Большая)	△(Средняя)	○(Маленькая)	△	Обсуждение с правообладателями земли Уже существующие материалы	
Затраты на обустройство, а также эксплуатационные расходы			△	○	○	△		
Забота об экологии	Условия движения		○	△	△	○	Сравнительное изучение и пр.	
	Пейзаж		○	△	△	○		
	Окр. среда вдоль дороги		×	△	○	○		

< Примеры условных обозначений оценки > ○ : подходит, △ : требует рассмотрения, × : не подходит.

# Испытательные аэродинамические трубы

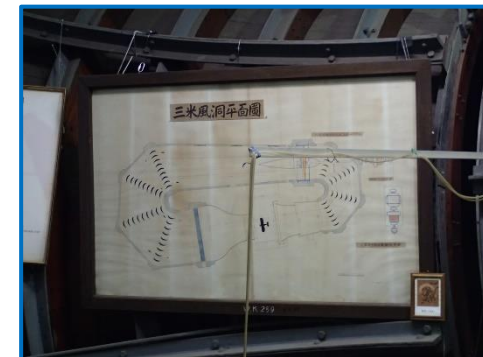


Акционерное общество РИКЭН КОГЁ

1. История и виды аэродинамических труб
2. Цели продувки в аэродинамической трубе
3. Испытательная аэродинамическая труба
  - ① Краткое описание устройства
  - ② Устройство для моделирования возникновения метели
  - ③ Снежный порошок
  - ④ Технологическая схема продувки в аэродинамической трубе
4. Эксперименты в аэродинамической трубе
  - ① Пример создания снежного покрова
  - ② Пример анализа поля обтекания
5. Рабочий процесс анализа

# 1. История и виды аэродинамических труб

Крупнейшая в Японии аэродинамическая испытательная труба величиной 3м была построена в качестве технического оснащения отдела аэродинамических труб НИИ авиации Императорского Университета (ныне Центр перспективных научных исследований Токийского Университета) еще в 1929г. В то время она использовалась для испытания аэродинамических характеристик первого японского пассажирского самолета YS-11. Она используется и в наше время для подготовки лыжников по прыжкам с трамплина.



**Аэродинамические трубы можно разделить на два основных типа:**

Аэродинамическая труба незамкнутого типа (труба Эйфеля)

Аэродинамическая труба замкнутого типа (Гёттингенского типа)

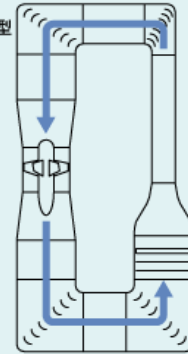


風路形式の違い

エッフェル型  
(遠心送風機の場合)



ゲッチンゲン型



## 2. Цели продувки в аэродинамической трубе

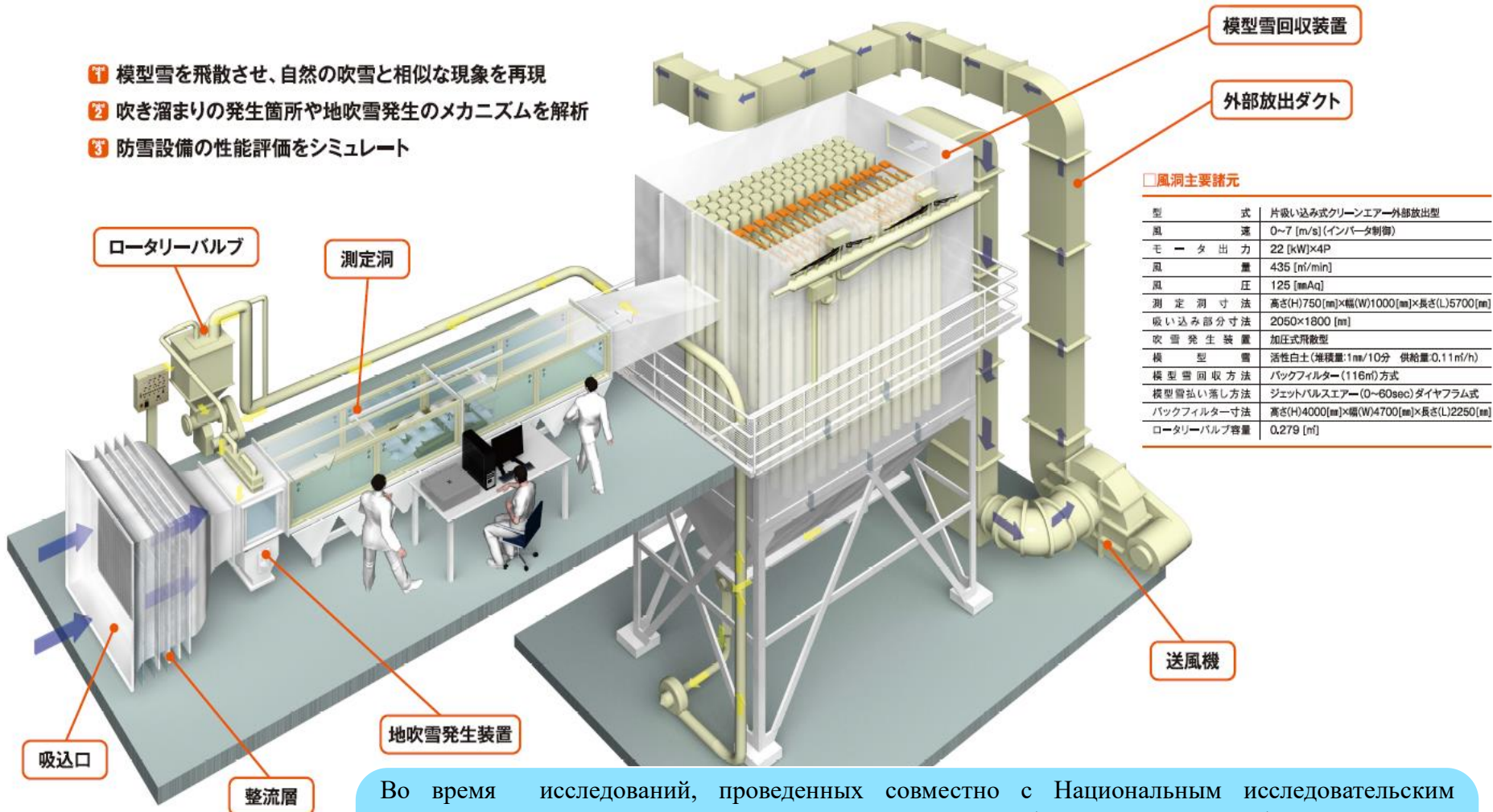
Применительно к дорожным линиям, требующих принятия мер снегозащиты, активно используют данные метеорологических наблюдений с фиксированных точек, полученных в данной местности, и посредством моделирования природной снежной метели в аэродинамической трубе можно заранее провести сравнительное изучение таких задач, как:

«Проверка эффективности технических мер (снегозадерживающие ограждения)»  
«Планирование их соответствующей дислокации»

и т.п., что позволяет внести отвечающие характеру данной местности предложения о соответствующих технических способах снегозащиты.

# 3. Испытательная аэродинамическая труба (① Общее описание устройства)

- 1 模型雪を飛散させ、自然の吹雪と相似な現象を再現
- 2 吹き溜まりの発生箇所や地吹雪発生メカニズムを解析
- 3 防雪設備の性能評価をシミュレート



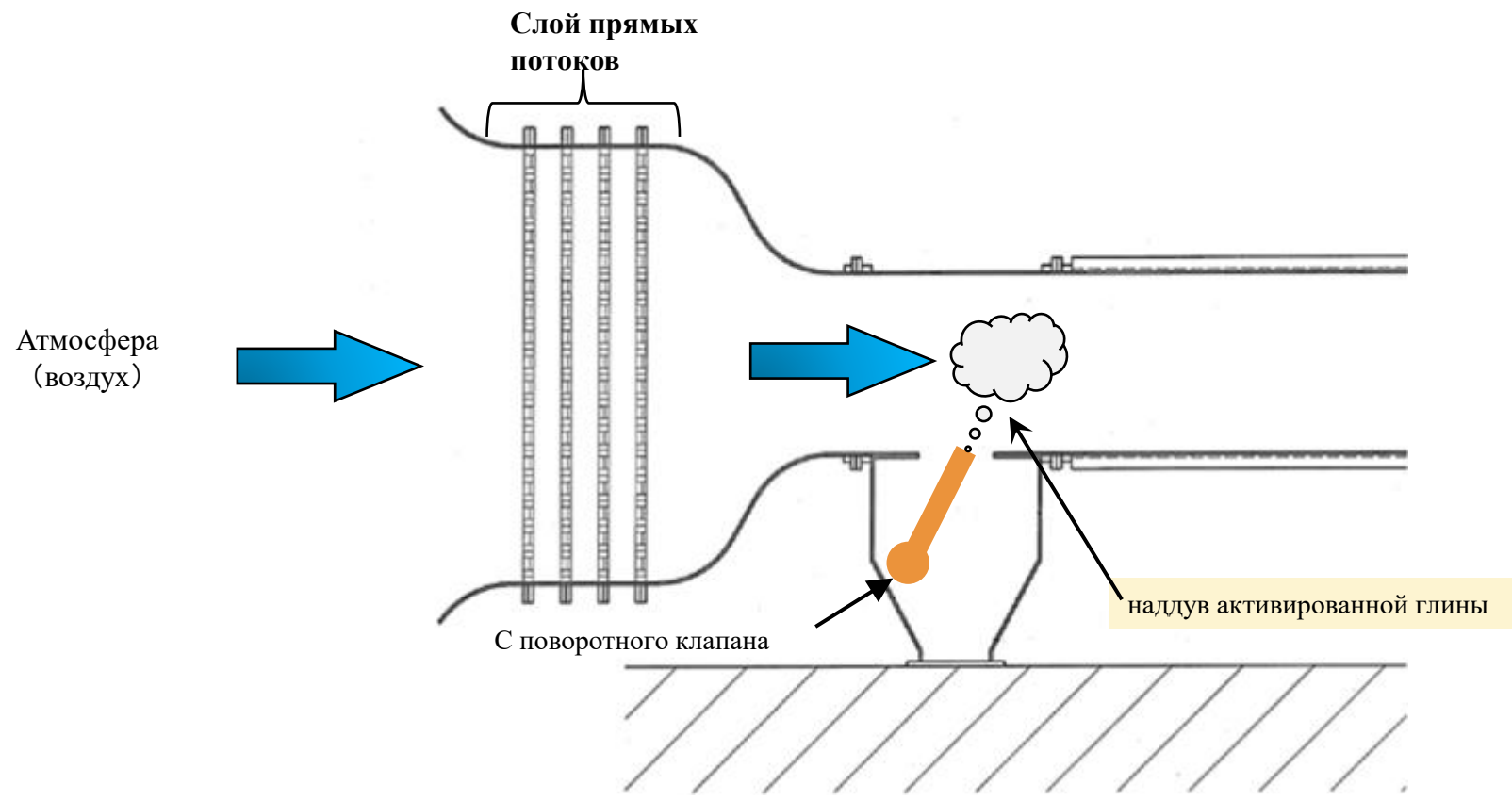
□ 風洞主要諸元

型 式	片吸い込み式クリーンエア外部放型
風 速	0~7 [m/s] (インバータ制御)
モ ー タ 出 力	22 [kW]×4P
風 量	435 [m³/min]
風 圧	125 [mmAq]
測 定 洞 寸 法	高さ(H)750 [mm]×幅(W)1000 [mm]×長さ(L)5700 [mm]
吸い込み部分寸法	2050×1800 [mm]
吹雪発生装置	加圧式飛散型
模 型 雪	活性白土 (堆積量: 1mm/10分 供給量 0.11 m³/h)
模型雪回収方法	バックフィルター (116m³) 方式
模型雪払い落とし方法	ジェットバルブスエアー (0~60sec) ダイアフラム式
バックフィルター寸法	高さ(H)4000 [mm]×幅(W)4700 [mm]×長さ(L)2250 [mm]
ロータリーバルブ容量	0.279 [m³]

Во время исследований, проведенных совместно с Национальным исследовательским институтом геонаук и предотвращения стихийных бедствий (NIED), были проведены эксперименты по созданию схожей ситуации при помощи аэродинамической трубы с искусственным снегом и на основании результатов проверки в «поле» было доказано, что внутри аэродинамической трубы возможно воспроизвести феномены, сходные с естественными снежными метелями.

### 3. Испытательная аэродинамическая труба (2 Устройство для воспроизведения снежной метели)

Устройство для  
воспроизведения снежной  
метели



### 3. Испытательная аэродинамическая труба (③ Снежный порошок)

Снежный порошок = активированная глина

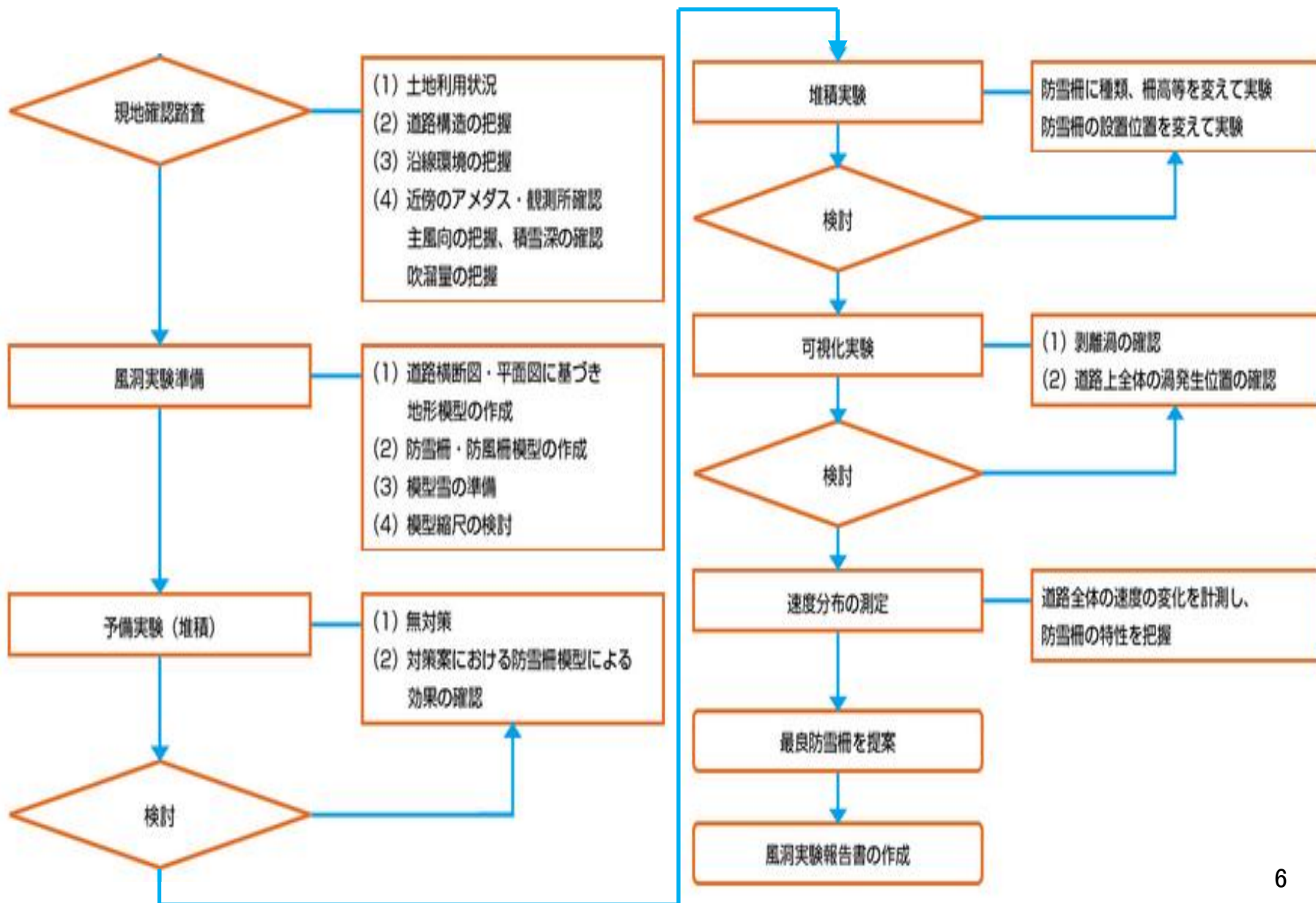
- Порошок с микропорами на поверхности
- Адсорбент нефти и масел

Сравнение активированной глины и природного снега

Параметры		Ед.изм.	Активированная глина	Натуральный снег
Удельный вес	Фактически	г/см <sup>3</sup>	2,3~2,4	0,92
	Визуально	г/см <sup>3</sup>	0,4~0,5	0,03~0,2
Угол покоя		градус	40~50	45~50
Диаметр частиц		мм	0,025~0,001	0,2~2
Критическая скорость трения движения		м/с	0,16~0,20	0,15~0,40

### 3. Испытательная аэродинамическая труба

#### (4) Технологическая схема проведения эксперимента в аэродинамической трубе

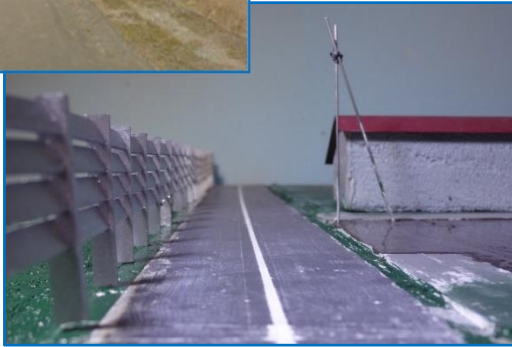


## 4. Эксперимент в аэродинамической трубе (1 Пример снежного покрова)

Фотография рядом со снегозащитным ограждением по принципу сдувания с поверхности дороги



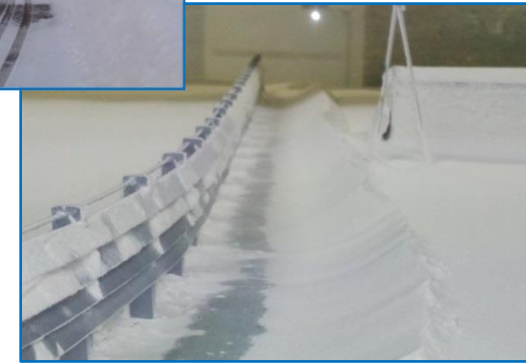
До испытаний



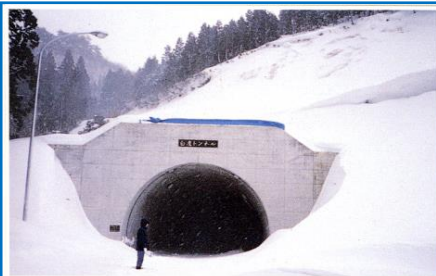
Фотография рядом со снегозащитным ограждением по принципу сдувания с поверхности дороги



После испытаний



Фотография у портала туннеля



Результаты испытания у портала тоннеля



Поскольку условия при полевых испытаниях приблизительно те же, что и при испытаниях в аэродинамической трубе, можно осуществить проверку для выявления участков, требующих принятия мер по снегозащите

# 4. Продув в аэродинамической трубе (② Пример анализа поля обтекания)

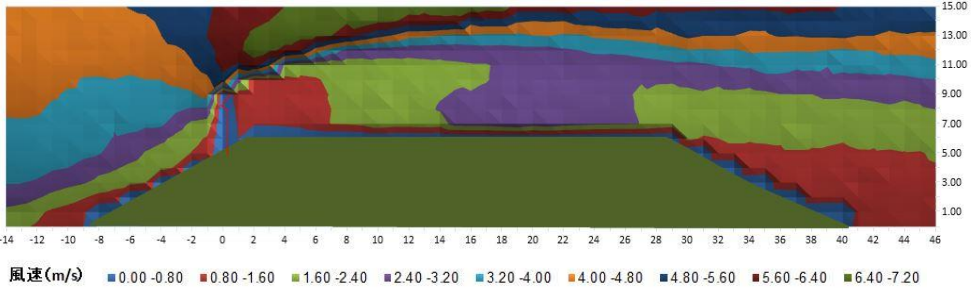
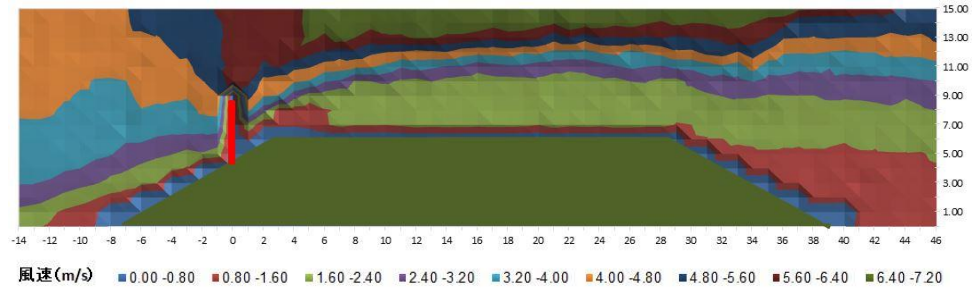
## Взаимный сравнительный анализ на основе визуализированных экспериментов и распределения скорости ветра

※ Высота снегозащитного ограждения согласно результатам данных эксперимента должна составлять 4,5м.

Визуализированный эксперимент



Измерение распределения скорости ветра

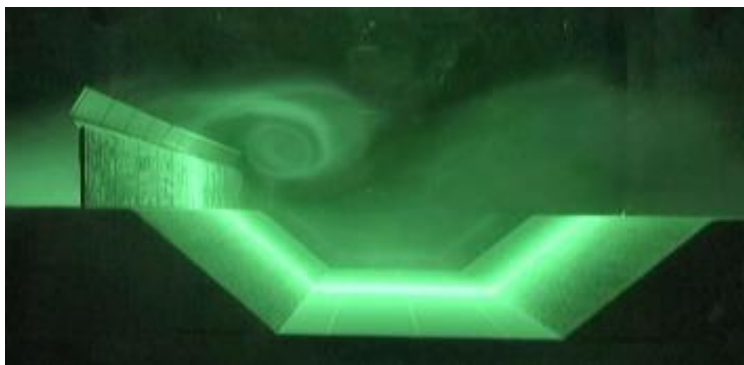


## 4. Продув в аэродинамической трубе (② Пример анализа поля обтекания)

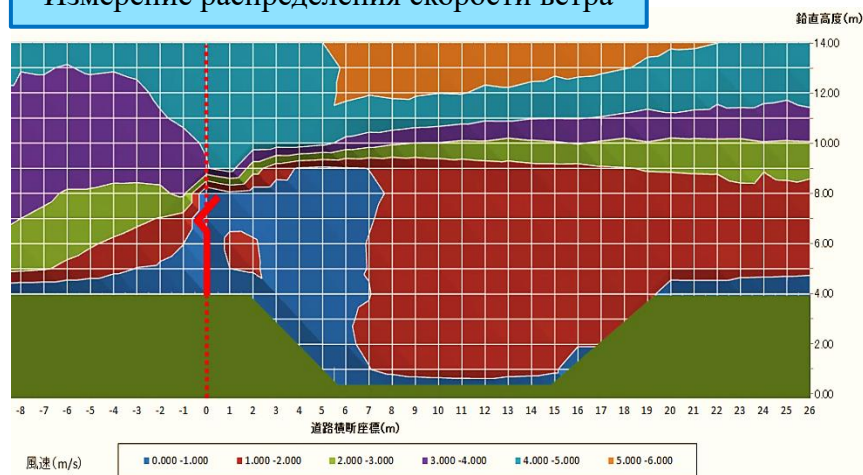
### Взаимный сравнительный анализ на основе визуализированных экспериментов и распределения скорости ветра

※Высота снегозащитного ограждения с улучшенными характеристиками согласно результатам данного эксперимента должна составлять 4м.

Визуализированный эксперимент



Измерение распределения скорости ветра

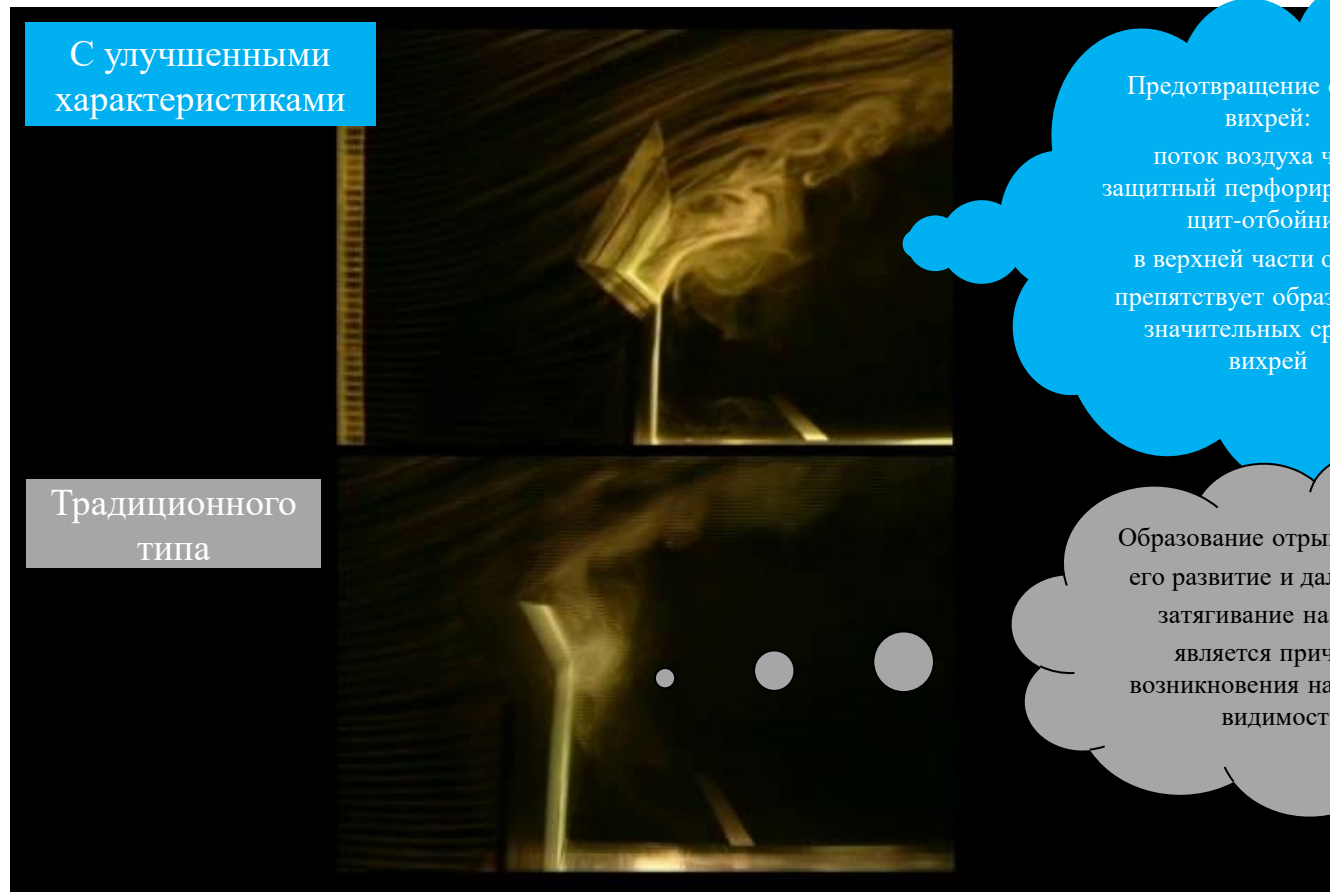


### Анализ направленности ветрового потока на основе распределения скорости ветра и исследования спектра обтекания методом шелковинок



## 4. Продув в аэродинамической трубе (② Пример анализа поля обтекания)

Визуализация эксперимента по сравнительной верификации воздушных потоков в районе ограждения



## 4. Продув в аэродинамической трубе (②Пример анализа поля обтекания)

Визуализация эксперимента по сравнительной верификации эффекта, создаваемого снегозащитным ограждением по типу сдувания



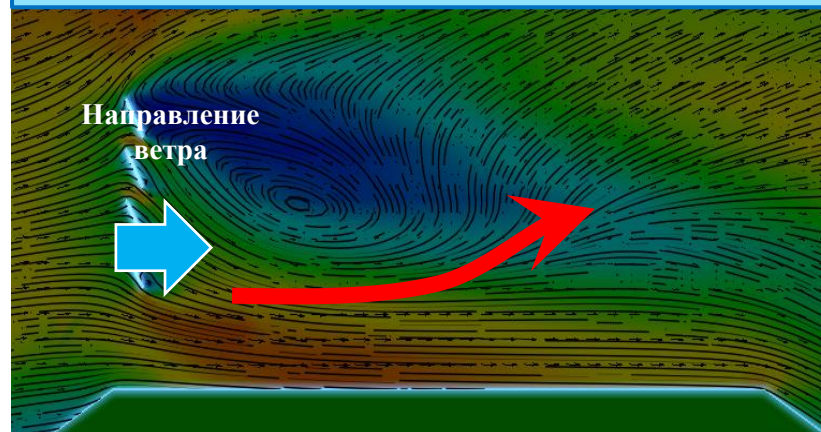
# 5. Рабочие процессы анализа

Взаимно визуализированный анализ пути воздушного потока на основе испытаний в аэродинамической трубе и численного моделирования

Визуализированный эксперимент на основе продувки в аэродинамической трубе



Визуализированный эксперимент на основе численного моделирования



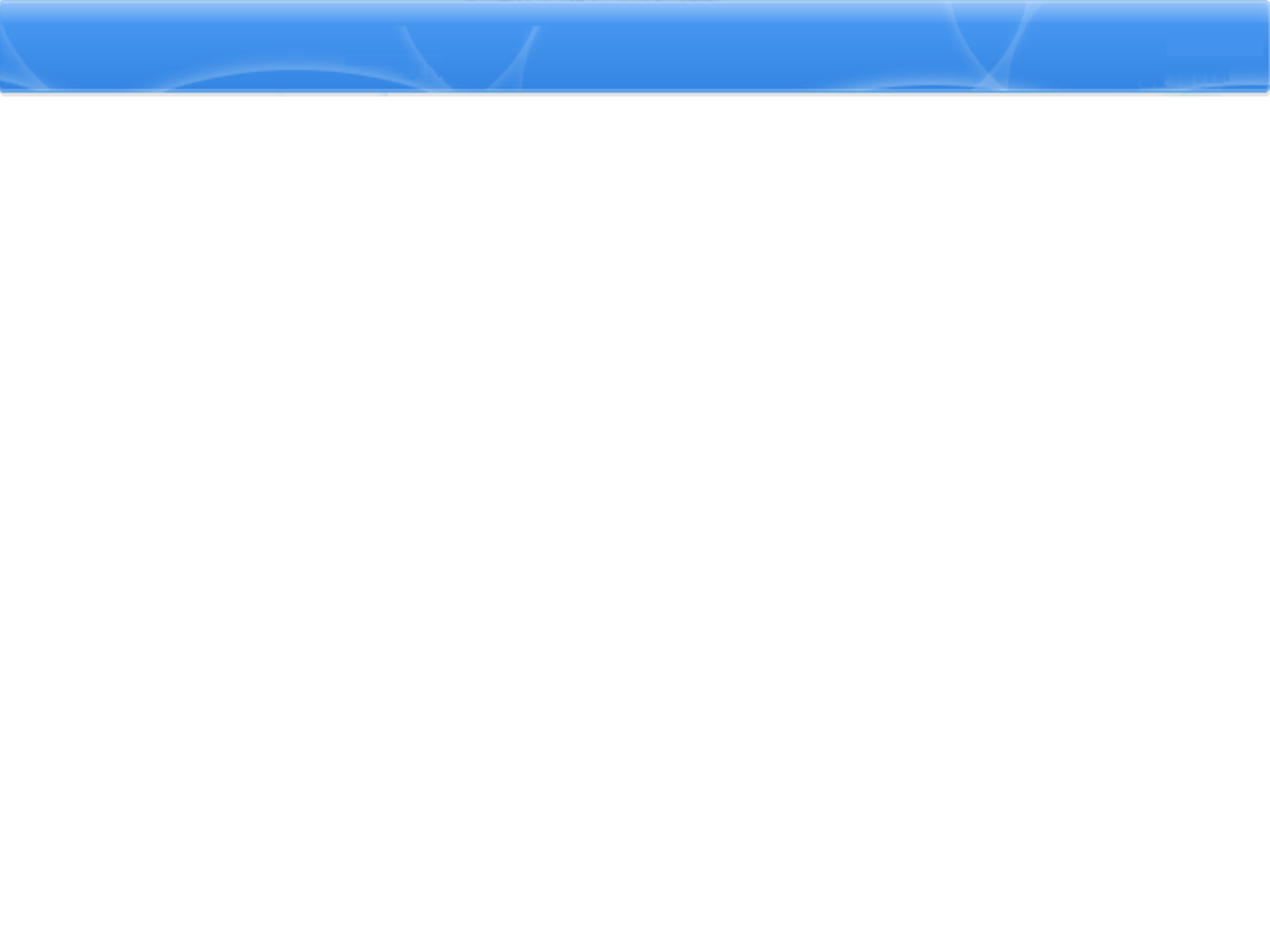
Условия эксперимента

Параметры	Содержание
Снежный порошок	Активированная глина
Скорость ветра	2,5 м/с (соответствует 5,0 м/с в реальности)
Направление	Угол обдува дороги = 90°
Масштаб модели	1/30

Условия анализа

Параметры	Содержание
Программное обеспечение	SolidWorks Flow Simulation 2014
Тип анализа	Поток воздуха внутри
Текучая среда	Воздух (газы)
Скорость ветра	5,0 м/с
Направление ветра	Угол обдува дороги = 90°
Сетка	Ограждение подразбито на части
Масштаб модели	1/1





 **Акционерное общество РИКЭН КОГЁ**