



Пример современных способов эксплуатации и технического обслуживания мостов (управление имуществом, идеи технического обслуживания)

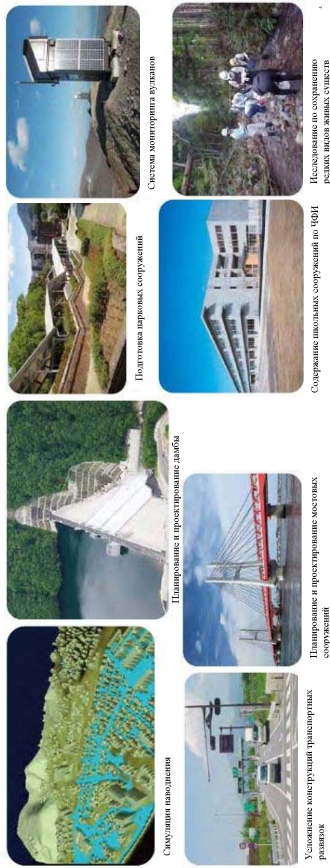
Сентябрь 2018

АО «Исследовательский институт строительных технологий»

Краткий обзор Института строительных технологий

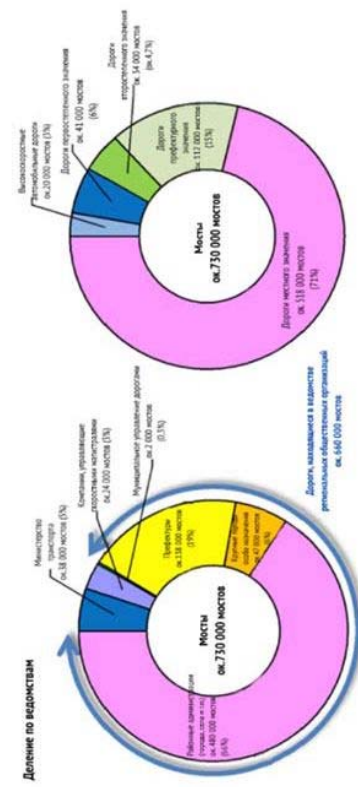
- Наша компания находится во фламане компаний, оказывающих консалтинговые услуги в сфере строительства в Японии. Наш штат насчитывает около 680 инженеров
- Мы предоставляем услуги по управлению компаниями, планированию, исследованию, проектированию и другим расчетам.

Мы вносим вклад не только в обеспечение безопасности и спокойствия, но также и в развитие производства, общества и повышения уровня человеческой жизни.



◆ Текущая ситуация по дорожной инфраструктуре

- ①Количество мостов по обслуживающим организациям**
- Из 730 000 мостов по всей Японии около 90% (660 000) находятся под контролем сил местного самоуправления.



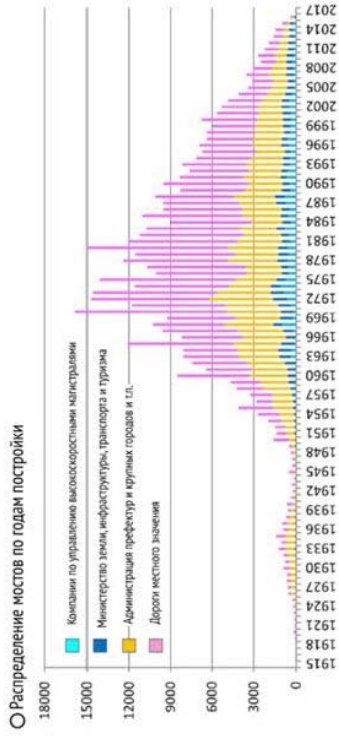
Источник : Ежегодное издание по техобслуживанию дорог МЗИТТ Дорожное управление авг.2017

1. Введение

◆ Текущая ситуация по дорожной инфраструктуре

② Количество мостов по годам постройки

- На сегодня возраст около 23% мостов превышает 50 лет
- Через 10 лет повышение приблизительно на 48% ⇒ Быстрый износ
- Год постройки около 230 000 мостов не известен. Большинство из них находится в ведомстве региональных администраций. Как правило, это мосты небольшого размера (до 15 м длиной)



Источник : Ежегодное издание по техобслуживанию дорог МЗИТТ Дорожное управление авг.2017

4

◆ Проблемы и задачи технического обслуживания

①Бюджет

- Необходимо увеличить ⇒ недостаточный бюджет по статье на ремонт и улучшение

②Структура

- В местных общественных организациях (города — около 50%, села — около — 70%) нет специалистов по гражданскому строительству, ответственных за безопасность мостов)

③ Индустрия технического обслуживания

- Ремонтные работы по сравнению с новой постройкой требуют большего количество ресурсов, а в связи с увеличением затрат на рабочую силу и материалы становятся малоприбыльными.

④ Понимание населения

- У населения мало возможностей узнавать о состоянии дорожных объектов. Не хватает информации от организаций, занимающихся техническим обслуживанием.

6

◆ Текущая ситуация по дорожной инфраструктуре

③ Состояние мостовых сооружений

- По измененному в 2014 г. Дорожному законодательству каждая организация, занимающаяся содержанием и техобслуживанием дорог, должна провести исследования мостов на их прочность согласно единой системе с разделением на 4 категории.
- По результатам около 10% мостов нуждаются в незамедлительном ремонте (категории III и IV)

※ Категория I: в хорошем состоянии (повреждений в сооружении нет)

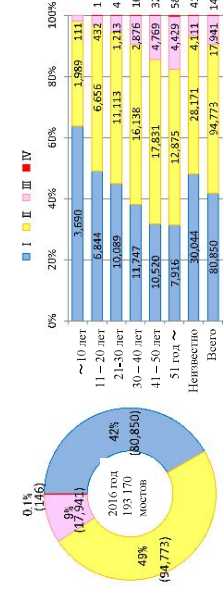
Категория II: на этапе профилактики (повреждений не выявлено, но желателен планово-предупредительный ремонт)

Категория III: на ранней стадии (существует вероятность возникновения повреждений. Необходимо проведение работ в самые ранние сроки.)

Категория IV: аварийное состояние (Имелось повреждение либо вероятность их возникновения несоразмерно высока. Требуется незамедлительное проведение ремонтных работ)

※ Из-за округления результатов общая сумма может не составлять 100%.

○ Категории ○ Разделение по категориями и возрасту объектов



Источник : Ежегодное издание по техобслуживанию дорог МЗИТТ Дорожное управление авг.2017

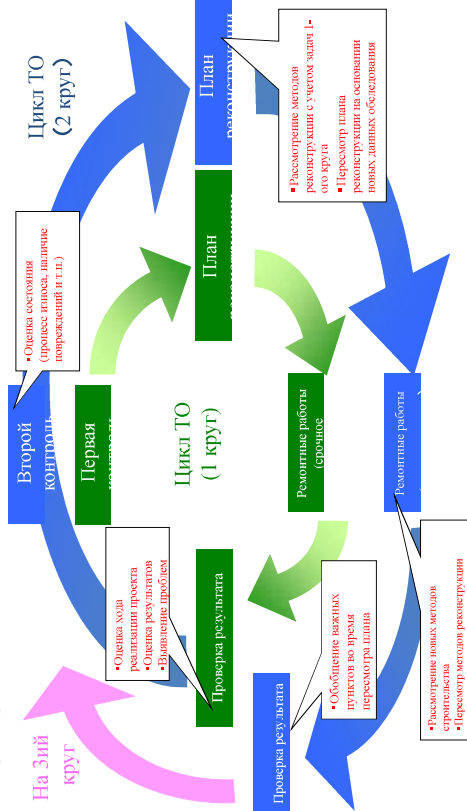
2. Общая характеристика управления мостами

7

◆ Цикл технического обслуживания

- Необходимо построить цикл ТО, его продвигать и улучшать для решения проблем, связанных с износом объектов (важно продолжать постоянно обновлять и использовать объекты)

<Пример цикла ТО>



8

◆ Обследование моста (проверка состояния и выявление проблем)

Во время проведения обследования (с использованием лесов)



Проблема

- установка лесов требует времени и финансовых затрат
- на высоких местах достаточно опасно проводить работы
- недостаточная дифференциация обследования и его состояние
- В оценке проверяемых лет состояния



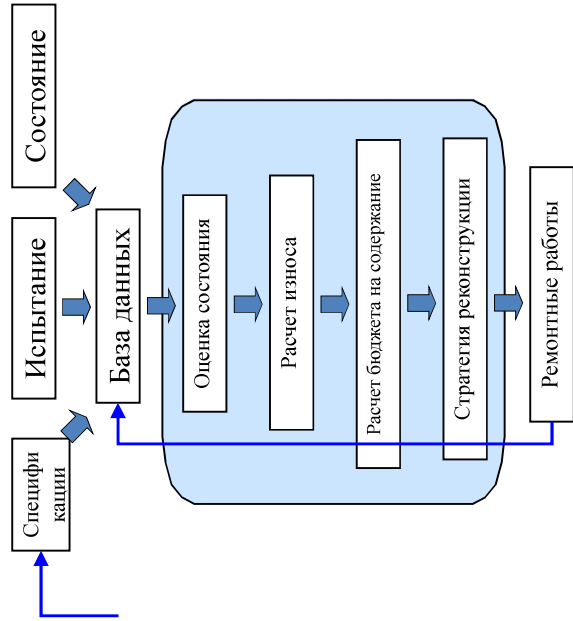
Проблема

- Необходимо обеспечить место хранения сплетения (также необходимо учитывать правила просла просла оборудования)
- Не все виды мостов могут быть осмотрены с ее помощью
- Требуется времени и других затрат

Большой мост через р. Куро (Департамент развития региона Хоккайдо)

10

◆ Процесс выполнения работ согласно циклу ТО



9

◆ Модернизация технологий обследования (потребность в разработке технологий)

Визуальное обследование с близкого расстояния

- Оборудование, которое может заменить визуальное обследование с близкого расстояния на наличие повреждений, влияющих на срок службы: разрывы, трещины, растрескивание, ослабление и выпадения, коррозии, - на **опорах стальных мостов**.
- Оборудование, которое может заменить визуальное обследование с близкого расстояния по пунктам проверки - на наличие трещин, расслоения, износа арматуры, протечки, выпадения известки, воздуха, выпадения - на **пролетном строении стальных и железобетонных мостов**.
- Оборудование, которое может заменить визуальное обследование с близкого расстояния по пунктам проверки - на наличие трещин, расслоения, износа арматуры, протечки, выпадения известки, воздуха, выпадения - на **пролетном строении стальных и железобетонных мостов**.

Простукивание



- Оборудование, которое может заменить испытание простукиванием болтов и заклепок в **опорах стальных мостов** на предмет их ослабления или повреждения, а также воздуха на **опорах бетонных мостов**
- Оборудование, которое может заменить испытание простукиванием **пролетного строения стальных и железобетонных мостов**

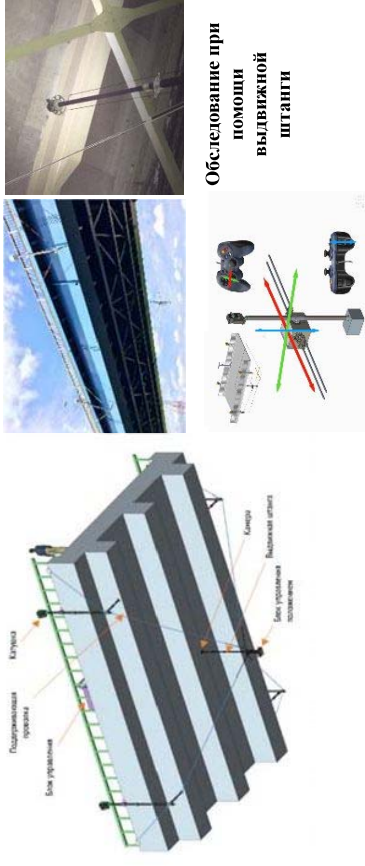
Специальная техника

- Оборудование, которое может приблизить проверяющего к месту обследования на **стальных и железобетонных мостах**

11

◆ Повышение технологичности обследования (опыт нашей компании)

Название: Роботы для обследования мостов
Цель: Экономия рабочей силы, повышения эффективности испытаний
Описание: Производятся съемка моста в разных точках специальными роботами, подвешенными на 4 тросах. Результаты обследования заносятся в базу данных



Управление осуществляется джойстиком с моста

◆ Испытания на основе обследования

Оценка прочности моста ⇒ для снижения и выравнивания затрат на содержание и реконструкцию объекта
важно рационально подходить к вопросу,
“когда” “какой мост” будет отремонтирован.

【Пример】※На данный момент не существует единого определения категорий прочности между обслуживающими компаниями (задача).

- Степень безопасности с точки зрения разрушения и обвала моста
- Долговечность
- Безопасность третьих лиц
- и др. параметрам проводится испытания на прочность (для разработки стратегии обслуживания)

【Степень прочности(4категории)】 Описание основных пунктов

Категория	Состояние
I	В хорошем состоянии
II	Повреждений в мостах и других дорожных объектах не обнаружено.
III	Повреждений не выявлено, но желателен планово-предупредительный ремонт.
IV	Существует вероятность возникновения повреждений. Необходимо проведение работ в самые ранние сроки. Имеются повреждения либо вероятность их возникновения невероятно высока. Требуется незамедлительное проведение ремонтных работ.

Необходимость принимать срочные меры

Низкая

Высокая

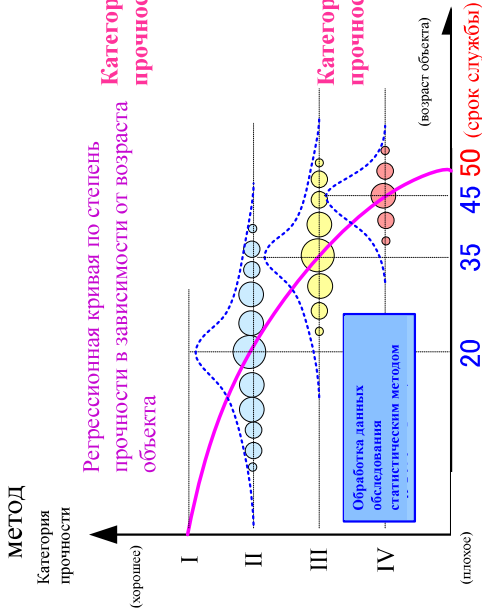
◆ Повышение технологичности обследования (опыт нашей компании)

Название: Автоматическое обследование с помощью роботов
Цель: Обследование труднодоступных мест, измерение параметров объекта, внешнее обследование и т.п.
Описание: Повышение эффективности обследования при помощи мультикоптера, технологии расчета на основе 3D-данных



◆ Построение модели износа

(Пример)Статистический метод



Категория прочности -II

Регрессионная кривая по степени прочности в зависимости от возраста объекта

Категория прочности - III

Категория прочности - IV

(плохое)

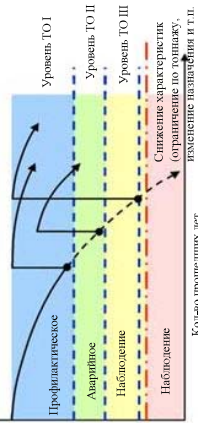
◆ Уровень обслуживания, план по содержанию и ТО в зависимости от степеней значимости моста

- Не эффективно поддерживать все мосты на одинаковом уровне
- Уровень содержания устнаавливается в зависимости от степени значимости дороги и моста

Пример определения уровня и плана содержания

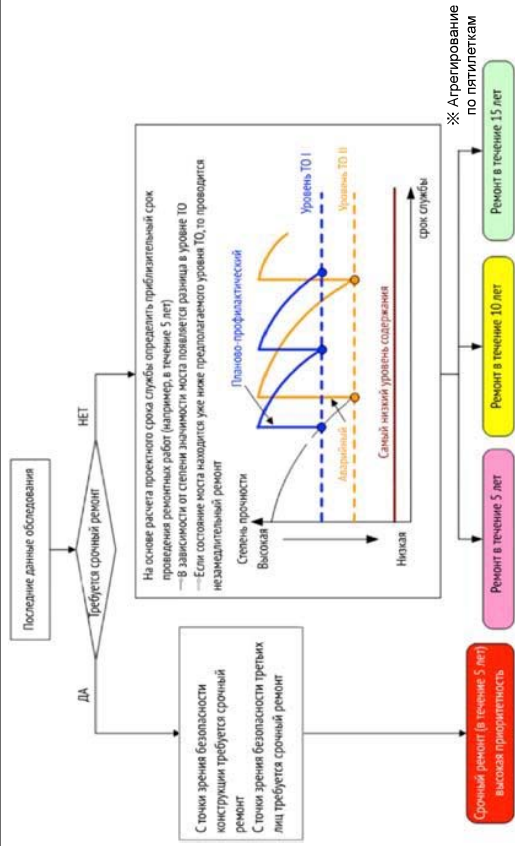
Степень значимости	Уровень ТО	Сценарий	Описание
Степень: высокая Группа А	Уровень ТО I	Планово-предупредительный	По обнаружению небольших повреждений в мосте высокого значения проводится предупредительный ремонт, чтобы не ухудшить ситуацию
Степень: средняя Группа В	Уровень ТО II	По обнаружению неисправностей	Проводятся масштабные мероприятия после того, как ситуация стала визуально ошутимой
Степень: низкая Группа С	Уровень ТО III	Наблюдение	Проводится замена элемента после того, как повреждение углубилось

Характеристика ТО



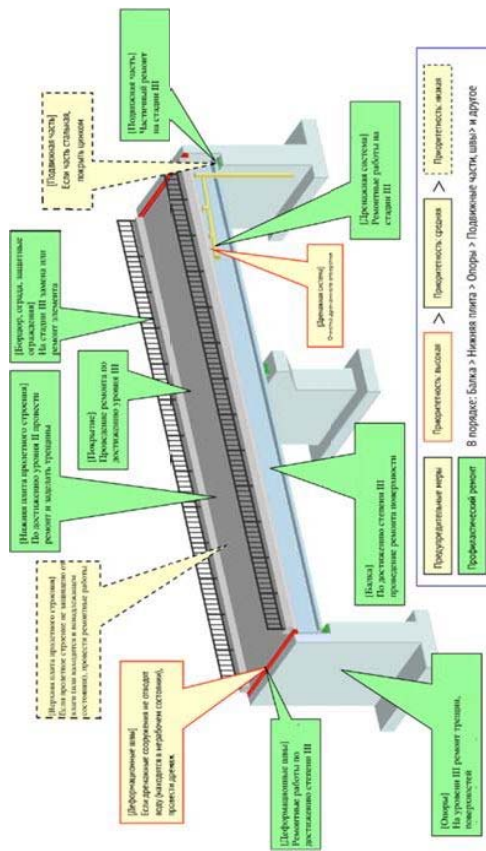
◆ Принятие плана обслуживания на основе расчета износа

- Ремонт мостов, находящихся в аварийном состоянии и требующих незамедлительного ремонта
- На основе расчета проектного срока службы определить приблизительный период проведения ремонтных работ (например, в течение 5 лет)



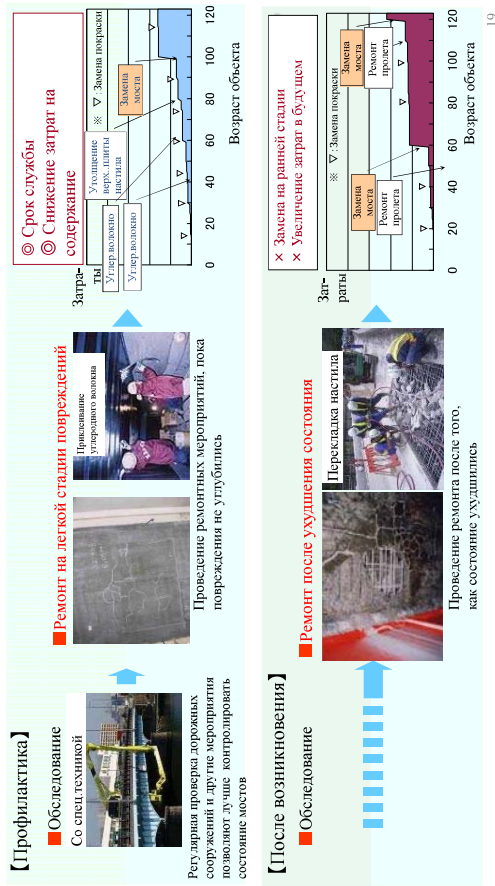
◆ Пример определения плана ТО

<Пример определения плана ТО:бетонный мост, уровень ТО I >



◆ Расчет затрат во время срока службы

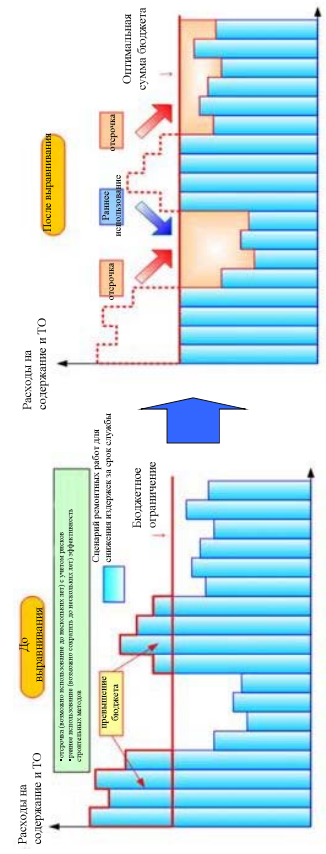
- **Определение бюджета на содержание каждого в течение всего срока службы на основе различных сценариев ТО**



◆ Выравнивание бюджета

После вычисления издержек за срок службы всех подведомственных мостов, проводится выравнивание бюджета с учетом финансовой ситуации.

【Визуализация выравнивания бюджета】



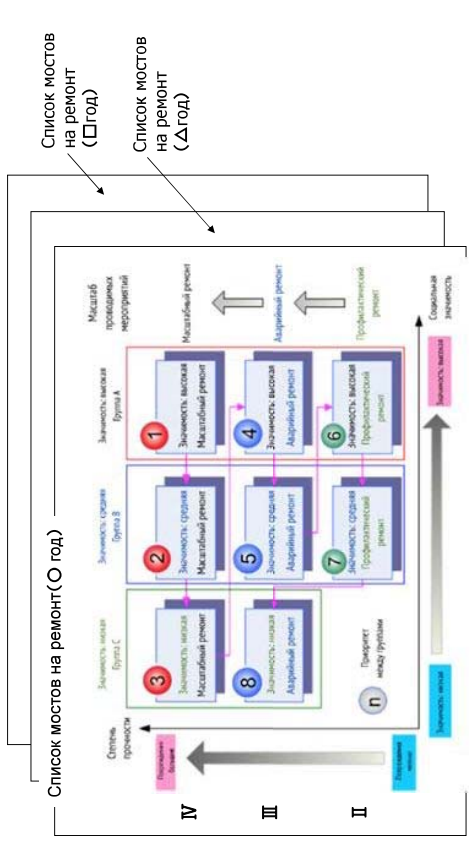
◆ Вывод плана ремонтных работ мостов для увеличения срока их службы

【Пример вывода списка ремонтных работ】

Название моста	Название ж/д линии	Длина (км)	Год постройки	Срок службы	Планируемое обслуживание	Содержание работ										Период			
						2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018				
Мост 00	Всп. №. 000	30	1995	12	2005	Содержание железных дорог													
Мост 00	Линия №. 000	80	1998	9	2007	Содержание железных дорог													
Мост 00	Всп. №. 000	100	1970	37	2007	Зачистка покрытия													
Мост 00	— №. 000	50	1940	66	2006	Реконструкция													
Мост 00	И №. 000	18	1980	26	2008	Удаление старых конструкций													
**	И	**	**	**	**	**													
Следующие работы						Затраты на реконструкцию	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		
сто млн. руб./год																			

◆ Оценка приоритетности работ

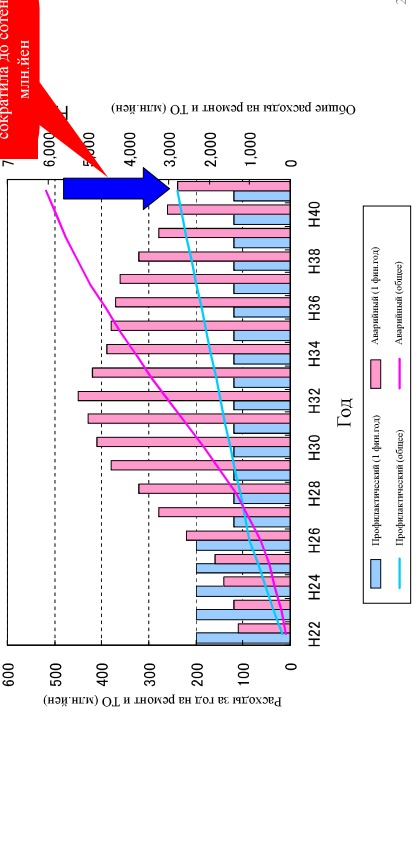
● Приоритетность работ в отношении каждого моста, входящего в определенную возрастную группу, определяется по 2-векторной системе, где один вектор показывает **степень прочности**, а другой – **значимость моста**.



◆ Расчет предстоящих издержек на эксплуатацию и ТО

- Вычисление издержек на эксплуатацию и ТО на основе общей суммы, необходимой на весь срок службы объекта
- Провести расчеты по двум типам ТО (планово-профилактический, аварийный). При выборе планово-профилактического варианта необходимо рассчитать экономически эффективное сокращение издержек

【Пример расчета общей суммы издержек на эксплуатацию и ТО моста】



◆ Пример проведения ремонтных работ на основе плана ТО до конца срока службы (1)

<Мост со стальными опорами 1975г. постройки Длина – 15,5м>

① Во время обследования (возраст объекта - 30 лет)



② Во время проведения ремонтных работ



③ После завершения ремонтных работ



24

Пример восстановительных работ на основе плана ТО в течение всего срока службы

① Мост А Ж/б мост → стальной мост 2010г. – завершение работ Длина – 26м



② Мост В Ж/б мост → мост из сборного ж/б 2010г. – завершение работ Длина – 15м



26

◆ Пример проведения ремонтных работ на основе плана ТО до конца срока службы (1)

<Ж/б мост 1934г. постройки Длина – 8,0м>

① Во время обследования (возраст объекта - 70 лет)



② Во время проведения ремонтных работ



③ После завершения ремонтных работ

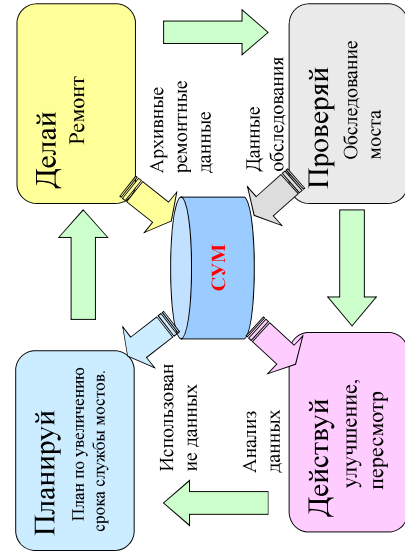


25

◆ Поддержка через систему управления мостами (СУМ)

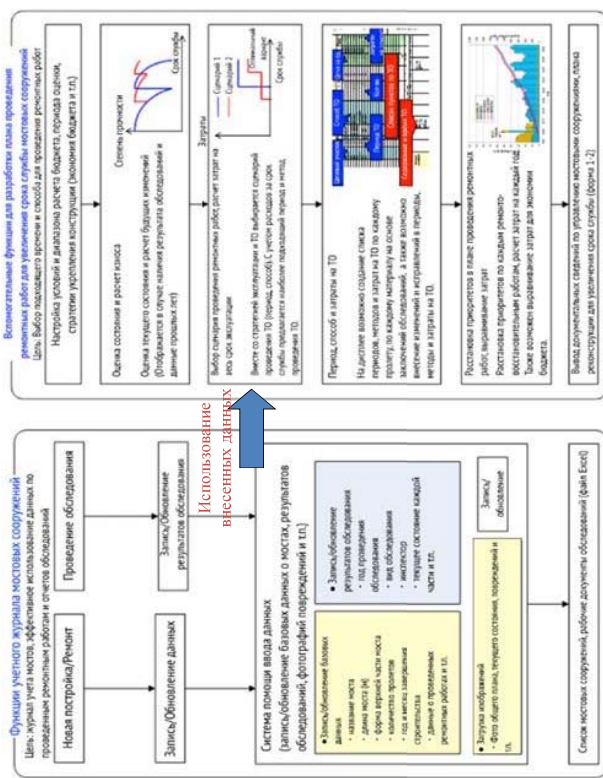
- Внедрение системы управления мостами повлияло на более эффективную работу и улучшение цикла ТО.

【Связь цикла ТО и системы управления мостами】



27

◆Пример основных функций СУМ



◆ Пример основного дисплея СУМ(2)

- ① Настройка условий предварительного расчета

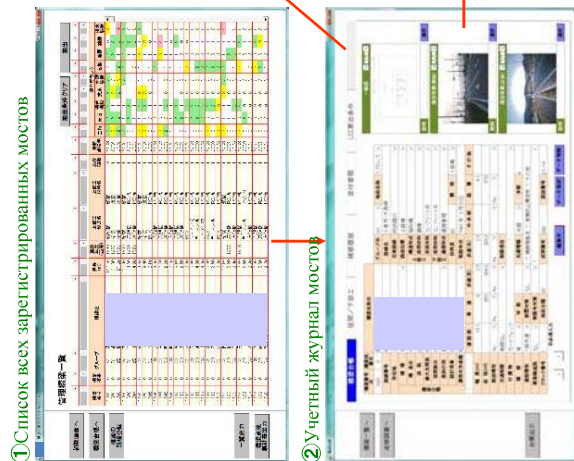


◆Пример основного дисплея СУМ(1)

- Пример окна с функциями,
которыми снабжен учетный
журнал

- ### ③Регистрация результатов обследования

- ④ Другие (Пример: регистрация дополнительных документов)



3. Приспособления для технического обслуживания в Японии

1Внимание к ТО уже на этапе проектирования моста

Общее описание

В июле 2017 г. были изменены спецификации дорожных мостов. Ниже представлено краткое описание изменений, внесенных в спецификации мостов и их содержание.

Содержание изменений

1) С метода допустимого напряжения на метод расчета по предельному состоянию и метод расчета по коэффициентам нагрузок и сопротивления

В добавление:

2) Уточнение позиций, которые должны быть в бюджете проекта

Например:

①Предварительное условие для проектирования моста (уточнение требуемых характеристик, условий содержания и ТО)

• Объединение дорожного проекта с проектом ТО

②Износостойкость, сопротивление нагрузке и другие характеристики.

• Внесение пунктов и методов, которые позволят обеспечить износостойкость

• " обеспечить сопротивление нагрузке

• " обеспечить наличие других характеристик.

2. Пункты, которые необходимо учитывать при планировании моста

В зависимости от предварительных условий, выдвинутых на этапе проектирования, будет отличаться и требуемые характеристики моста. В этом случае также необходима тщательная проработка методов содержания и ТО на основе первоначальных условий.

(1) Степень значимости моста

1) Роль в логистической и других видах социальной и экономической деятельности

2) Роль в плане пожарной безопасности

3) Функция замещения дорожного пути

(2) Период проектирования

(3) Специальные условия для месторасположения мостов

①Дорожные пути ②Природная среда ③Окружающая среда

④Используемые материалы и производство

⑤Качество работ ⑤ТО (методы проведения обследований (в обычное время, во время чрезвычайных ситуаций))

⑥Методы ремонта и восстановления после происшествий (рабочее пространство, рабочее место и т.п.)

⑦План ТО (уборка снега, меры противодействия оледенению и т.п.)

1.Пункты, которые необходимо учитывать при проведении ТО

① Методы проведения обследования в обычное время, во время чрезвычайной ситуации, а также методы проведения регулярных проверок (способы подъезда и т.п.)

② Принять во внимание непредвиденные обстоятельства

③ Обеспечения места для проведения обследования

④ Варианты действий в случае необходимости замены элементов

⑤ Варианты нанесения краски или другого покрытия в случае необходимости его замены

⑥ Совершенствование методов обеспечения долгого срока службы (замена лакокрасочного или другого покрытия и т.п.)

3. Пункты, которые необходимо учитывать на стадии проектирования

(1) По проекту моста

1) Обратить внимание, как избежать потери функциональности моста из-за поврежденных отдельных частей или на стыках

①Предусмотреть надежные и легкие варианты ремонта вышедших из строя элементов

② Варианты ремонта и замены элементов

③ Варианты определения сроков ремонта и замены

④Обеспечить необходимое пространство для проведения обследования и ремонтно-профилактических работ

2) Учесть **своевременное выполнение проверки по оценке состояния моста** во время эксплуатационной проверки или в случае происшествий и стихийных бедствий.

① Способы обследования и контроля (обычное обследование, аварийное обследование, плановая проверка и т.п.)

② Создание маршрутов обследования и обеспечение необходимого пространства для обследования

③Наличие и степень оснащения для проведения ТО, структура

(2) По проекту структуры

1) Обратить внимание, чтобы качество работы соответствовало первоначальным условиям проекта

① Учесть природное напряжение (порядок укладки бетонной смеси, расположение технологического шва, производство и монтаж и т.п.)

② Простота система проверки качества

③ На этапе выполнения работ просчитать необходимое количество материала для поднятия уровня грунта

④ Проверка нагрузки во время выполнения и их завершения

2) Учесть **своевременное выполнение проверки по оценке состояния моста** во время эксплуатационной проверки или в случае происшествий и стихийных бедствий

① Варианты расположения стыков для более легкого обследования

② Расчет необходимых временных конструкций и сооружений, количества материала каждого вида для сохранения транспортного движения, логистики и других видов деятельности.

4. Другие пункты, связанные с эксплуатацией и ТО

(1) Пункты, о которых следует помнить во время планирования

1) Способ проведения ТО

① Метод и частота проведения обследований

② Расчет замены элементов

2) При расчете конструкций на сейсмостойкость необходимо учесть все элементы, которые могут подвергнуться деформации, а также расположение и размеры зоны возможной деформации.

3) Варианты подъезда и другие моменты в планировании способов проведения обычного, аварийного и планового обследований.

4) Временные конструкции, дополнительная арматура и другие детали, остающиеся в элементах объекта во время проведения строительных работ

5) Оснащение для проведения ТО

6) Пункты, которые необходимо помнить во время эксплуатации и ТО

3) Обратить внимание на мелкие элементы, некачественное выполнение которых может привести к несоответствию с первоначальным условием о максимальном сроке службы объекта

① Дренажные конструкции

② Расположение прокладок и других усиливающих элементов

③ Расположение стыков

④ Способы уменьшения силы нагрузки локально в местах расположения арматуры и других усиливающих элементов

② Новейшие технологии эксплуатации и ТО бетонных сооружений

Два подхода к облегчению эксплуатации и ТО бетонных сооружений

1. Использование бетона высокой плотности и без трещин замедлит износ конструкции
2. В холодном, влажном климате - незамедлительное проведение ремонтных работ без поддержки строительных материалов

Использование бетона высокой плотности и без трещин замедлит износ конструкции



Использование модификатора Silica (Силика)

40

RA9-11

41

Знакомство с Silica White (Силика Уайт)

1. По сравнению с обычной добавкой Silica (микрокремнеземом, с мелкими шарообразными частичками аморфного кремнезема) ее частицы более крупные и проще в использовании.
2. Возможно использование обычного воздухоовлекающего пластификатора
3. «Природная кремнеземистая добавка» на основе отложений вулканического пепла, собранного в Японии, и солей кремниевой кислоты

Знакомство с Silica White (Силика Уайт)

4. При использовании этого модификатора можно ожидать следующие эффекты:
 - ① Увеличивает прочность на 30%
 - ② Предотвращает появление трещин
 - ③ Увеличивает морозостойкость (предотвращает скопление)
 - ④ Предупреждение появления солевых отложений

42

7 Преимущества SILICA WHITE для железобетонных изделий

1. Бетонное покрытие

【Эффект микро-наполнителя】

Частицы SILICA WHITE, мелкие бетонных частиц, заполняют пустоты между цементными частицами, тем самым уменьшая попадание количества воды в пустоты. В результате, увеличенная свободная вода улучшает текучесть бетонной пасты, тем самым сглаживая бетонную поверхность. В таком случае гидрофобизирующая добавка не нужна.

2. Внутренняя структура

Итоги результатов тестирования на распределение пор по размерам, проведенного методом ртутной порометрии, подтвердили, что высокопрочный цемент с примесью SILICA WHITE имеет очень плотную структуру пор. Наиболее твердый бетон имеет меньший суммарный объем микропор.

3. Низкое тепло гидратации

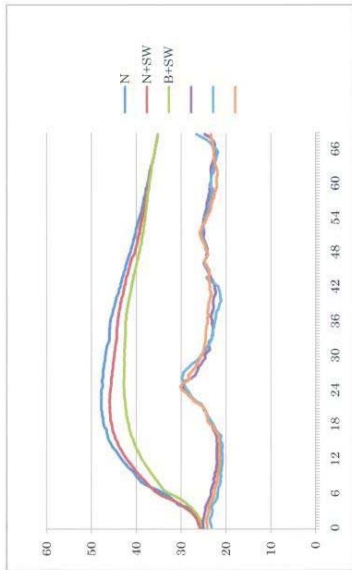
Как правило, растрескивание бетона происходит за счет тепловыделения цемента. С добавлением SILICA CEMENT, внутренняя температура цемента уменьшается на 5 градусов Цельсия и предотвращает бетон от растрескивания.





Изменение температуры

1. Эффект микро-наполнителя 2. Внутренняя структура 3. Низкое тепло гидратации



N24+15-25N • N+SW/24+15-25N-SW • B+SW/24+15-25B-SW

	Состав (грамм)			Масса на единицу объема кг / литр
	КРЕМНЕ- ЗЕМНЫЙ ЦЕМЕНТ	ЦЕМЕНТ	ВОДА	
Н				
Н+SW				
В				
В+SW				
Наименьшая внутренняя температура	47.8	46.0	42.8	
Максимальная температура различается в зависимости от температуры снаружи	24.3	23.7	19.5	



SILICA WHITE

ОТЧЕТ ОБ ИСПЫТАНИЯХ РАСТВОРА НА ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОСТЬ И ПРОЧНОСТЬ

ОБРАЗЕЦ	Состав (грамм)				Масса на единицу объема кг / литр
	КРЕМНЕ- ЗЕМНЫЙ ЦЕМЕНТ	ЦЕМЕНТ	ВОДА	НОРМА СТОКА	
ОБЫЧНЫЙ ЦЕМЕНТ	0	500	1 500	274	2,16
SILICA WHITE 5%	25	500	1 450	276	2,17
SILICA WHITE 10%	50	500	1 450	276	2,17
SILICA WHITE 20%	100	500	1 400	276	2,18

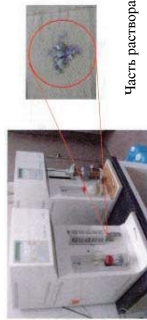
Метод приготовления бетонной смеси:
Бетономешалка: 5 литров цементной смеси
Порядок ввода:
Заполнитель → SILICA WHITE → Цемент → Вода
Смесь : Одна минута без воды и 3 минуты с водой



Результаты испытаний
Отчет о водонепроницаемости Ед.изм. : Н/мм2

ОБРАЗЕЦ	№	ВЕС ДО ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТА (граммы)	ВЕС ПРОНИКАЕМОЙ ВОДЫ ПОСЛЕ 1 ЧАСА (граммы)	Водонепрони- цаемость
ОБЫЧНЫЙ ЦЕМЕНТ	1	1 424	7,0	1,00
	2	1 435	7,0	
	3	1 437	8,0	
	СРЕДНЕЕ	—	7,3	
SILICA WHITE 5%	1	1 438	5,4	0,78
	2	1 423	5,4	
	3	1 419	6,7	
	СРЕДНЕЕ	—	5,8	
SILICA WHITE 10%	1	1 423	5,3	0,70
	2	1 437	5,3	
	3	1 433	4,7	
	СРЕДНЕЕ	—	5,1	
SILICA WHITE 20%	1	1 402	5,1	0,68
	2	1 435	5,1	
	3	1 431	4,9	
	СРЕДНЕЕ	—	5,0	

Тест на распределение по размерам пор с помощью рутного способа проники



Часть раствора

Примеры строительства в Японии

Средняя общеобразовательная школа с техническим уклоном,
г. Иппиномаки (2004•2005)



Проектная организация: Префектура Мияги
Открыта в 2006 г.
Назначение SILICA CEMENT
: Прочность
Водонепроницаемость
Защита от разрушения поверхности
Количество смеси SILICA WHITE: 20кг/м³



В 2013 (2 года после землетрясения) цунами преодолело реку в 2км и обрушилось на здание школы.
Высота цунами составила 2м, но серьезных разрушений не принесло.

Международный университет Дзёсай



Количество смеси SILICA WHITE: 20кг/1м3



Строительство завершено: 1995г
Фото: 2014г

Не обнаружено ни одной трещины спустя 19 лет после строительства.

Назначение SILICA WHITE:
Прочность
Водопроницаемость
Защита поверхности от разрушения

4. Солеустойкость

Итоги проведенного тестирования на распределение пор по размерам, проведенного методом рутинной порометрии, также подтвердили, что кумулятивный объем пор цемента смешанного с SILICA WHITE увеличился на 133% по сравнению с общими характеристиками цемента, а также смешанный бетон имеет высокое удельное сопротивление от проникновения хлоридов.

5. Цикл замораживание-оттаивание

Тест на замораживание и оттаивание бетона с примесью SILICA WHITE показал относительно высокий коэффициент упругости. Изменение массы после 300 циклов составило 100~97.8%, среднее значение составило 2.2%, относительный динамический коэффициент упругости – 96.7%.

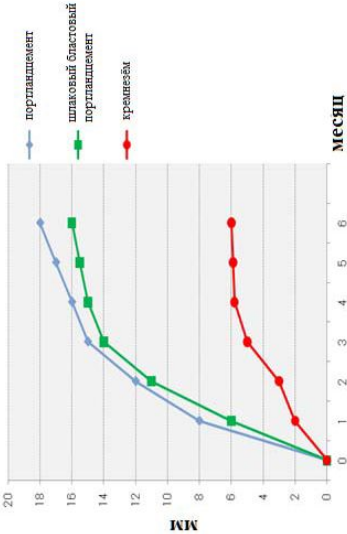
6. Износостойкость

Износостойкость бетона с добавлением SILICA WHITE составляет 555.4мм³/см³, что свидетельствует о высоком коэффициенте к истиранию.

7. Кислотостойкость

Сравнительное испытание бетона с добавлением SILICA WHITE показало снижение серной кислоты на 5% (20% объема цемента) имеют значительную кислотостойкость.

СОЛЕУСТОЙКОСТЬ



мм					
8	12	15	16	17	18
6	11	14	15	16	16
2	3	5	6	6	6
1	2	3	4	5	6

Месяц

Примеры строительства в Японии

ГРо-Ро 260° J Водные объекты в порту Абашини

Проектная организация : Министерство земель, инфраструктуры, транспорта и туризма



Завершено : 1994г.

Фото: 2012 20 лет

Назначение SILICA WHITE

: Солеустойкость и защита от разрушения

Количество смеси SILICA WHITE: 40кг/1м3

Бетон без примеси SILICA WHITE необходимо реставрировать.

РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕСТА НА АБРАЗИВНУЮ ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ

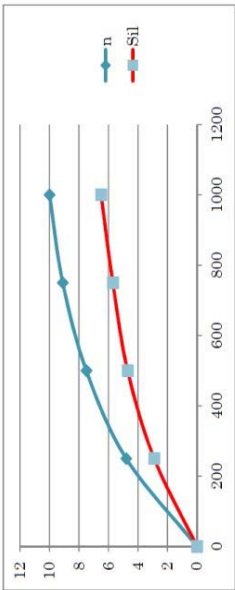


6. Тест на абразивную износостойкость

Полученный коэффициент абразии $555,4 \text{ мм}^3/\text{см}^3$ показывающий высокую износостойкость.

Прибор для испытания на абразивную износостойкость (измеряется по потере в весе)

ВЧ = 40%	250 ОБОРОТОВ	500 ОБОРОТОВ	750 ОБОРОТОВ	1000 ОБОРОТОВ
1:2 РАСТВОРА	4.8г	7.6г	9.1г	10г
1:2 РАСТВОРА silica white (100%)	2.9г	4.7г	5.7г	6.5г



Подземный переход САППОРО (2011г.)

Подземный переход от станции Саппоро до центра города. 520м длиной и ежедневной проходимостью в 150,000 человек.



Назначение SILICA WHITE:
Износостойкость поверхности



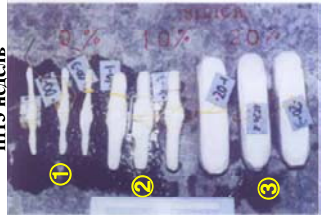
Испытание на кислотостойкость

СМЕШИВАНИЕ

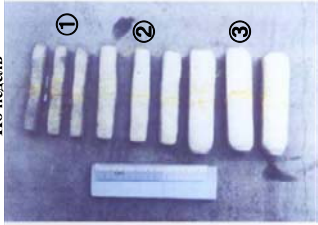


Образцы исследо- вания	ВЧР (%)	№	СОСТАВ (г)				РАСПЛЫВ САМОУПЛОТ- НЯЩЕГОСЯ БЕТОНА
			цемент	silica	вода	песок	
SILICA WHITE	65	I	520	0	338	1040	242
		II	468	10%	338	1040	245
		III	416	20%	338	1040	246

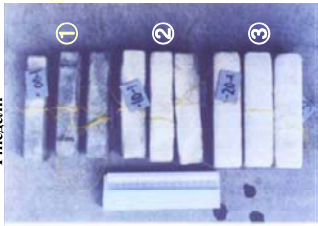
Фото результатов
III 13 недель



II 8 недель



I 4 недели



ПРОЦЕДУРА СМЕШИВАНИЯ SILICA WHITE

ПРОЦЕДУРЫ

- ① СМЕШИВАНИЕ МЕЛКОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ И БЕЛОЙ САЖИ
- ② СМЕШИВАНИЕ ЦЕМЕНТА
- ③ СМЕШИВАНИЕ КРУПНОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ И СУХОЙ СМЕСИ
- ④ СМЕШИВАНИЕ ВОДЫ И РАСКИСЛИТЕЛЯ

ПРОПОРЦИИ СМЕШИВАНИЯ

ПРОПОРЦИИ СМЕШИВАНИЯ КРЕМНЕЗЕМНИСТОГО ЦЕМЕНТА ЗАВИСИТ ОТ НАЗНАЧЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ (соотношение веса)

Бетонные опорные сооружения (выше уровня земли)	3 ~ 10 ~ 20% доли цемента
Бетонные опорные сооружения (ниже уровня земли)	5 - 10% доли цемента
С цементным раствором	10 - 20% доли цемента
С цементным раствором	3 - 10% доли цемента
Твердый бетон- без осадка	Более 7% доли цемента
Морское сооружение (Подводное)	10 - 20% доли цемента

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ БЕТОНА С ДОБАВЛЕНИЕМ SILICA WHITE ЯПОНСКОЙ КОМПАНИИ «SILICA INC.»



В Японии для строительства может быть использован бетон только заводов, получивших разрешение Японского промышленного стандарта. Если прочность состава бетонной смеси составляет 24 Н, бетон более 27Н с добавлением 3Н на испытании 56-дневной прочности может быть использован для строительства зданий, сооружений и заготовок. Если прочность готовой бетонной поверхности 26Н и ниже, сооружение должно быть либо усилено, либо разрушено. В Японии производство обычного бетона очень строго регулируется техническими регламентами. Таким образом, в данном списке нет данных, соответствующих обычному бетону.

Функции пластификатора и цементная добавка абсолютно различны между собой. Мы используем бетон с прочностью 18Н, 21Н, 24Н, 27Н для малоэтажных зданий, от 30Н до 50Н для высотных зданий и от 50 до 130 для сверхвысоких зданий. Качество бетона проверяют испытанием на осадку конуса. Слишком высокое значение может указывать на некачественность бетона. Хотя и существует разница в использовании бетона для строительства зданий и для общегражданских объектов, осадка конуса для этих типов объектов составляет от 8 до 21 см. Испытание на осадку конуса проводится с помощью конуса (60л). Некоторые данные не показывают объем каждого материала при конвертации 1м³ в 60л.

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА

ПРОДУКТ : "SILICA WHITE"

①КОЛИЧЕСТВО : 20КГ/1УП

②УПАКОВКА: БУМАЖНАЯ

ГАРАНТИЯ НА КАЧЕСТВО :

5 ~ 7 ЛЕТ СО ДНЯ ПРОИЗВОДСТВА

УСЛОВИЯ ХРАНЕНИЯ:

① ПРОДУКТ НЕОБХОДИМО ХРАНИТЬ В КРЫТОМ СКЛАДСКОМ ПОМЕЩЕНИИ

② СКЛАДСКОЕ ПОМЕЩЕНИЕ НЕ ДОЛЖНО БЫТЬ ВЛАЖНЫМ

③ СКЛАДСКОЕ ПОМЕЩЕНИЕ ДОЛЖНО БЫТЬ ДОСТАТОЧНО СУХИМ

④ УПАКОВАННЫЙ ПРОДУКТ НЕ ДОЛЖЕН ХРАНИТЬСЯ БОЛЕЕ 15 ЛЕТ

МЫ НЕ МОЖЕМ ГАРАНТИРОВАТЬ КАЧЕСТВО УПАКОВАННОЙ ПРОДУКЦИИ ПРИ НЕСОБЛЮДЕНИИ ВЫШЕУКАЗАННОЙ ИНСТРУКЦИИ.

РЕМОНТ БЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОСТЬ, СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАСТВОР

РАСТВОР SILICA ROC (КРЕМНИСТОЙ ПОРОДЫ)

Необходимо только добавить воду

РАСТВОР SILICA ROC (КРЕМНИСТОЙ ПОРОДЫ) – ГОТОВЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАСТВОР МЕЛКОИЗМЕЛЬЧЕННОГО ЦЕМЕНТНОГО МАТЕРИАЛА (МЕЛЬЧЕ, ЧЕМ ЦЕМЕНТНЫЕ ЧАСТИЦЫ) И СПЕЦИАЛЬНОЙ СМЕСИ.

ДАННЫЙ ПРОДУКТ РАЗРАБОТАН В КАЧЕСТВЕ АЛЬТЕРНАТИВЫ ПОЛИМЕР-РАСТВОРУ

ДЛЯ БОЛЕЕ ВЫСОКОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА БЕТОНА И ВО ИЗБЕЖАНИЕ НЕКОРРЕКТНЫХ ПРОПОРЦИЙ СМЕШИВАНИЯ, ДОБАВЛЯЯ ВОДУ ПОЛУЧАЕТСЯ ВОДОНЕПРОНИЦАЕМЫЙ, НЕВЫВЕТРЯЮЩИЙСЯ ПРОЧНЫЙ РАСТВОР С ВЫСОКОЙ УДОБОУКЛАДЫВАЕМОСТЬЮ И НЕЗНАЧИТЕЛЬНЫМИ ТРЕЩИНАМИ ВСЛЕДСТВИЕ УСАДКИ.

СЫРЬЕ

ЦЕМЕНТ, ФРАКЦИОННЫЙ ПЕСОК, ХИМИЧЕСКИЕ ПРИСАДКИ, SILICA WHITE В ВЛАГОНЕПРОНИЦАЕМОЙ УПАКОВКЕ (20КТ)

ПРИМЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ:

• В ЦЕЛЯХ РЕМОНТАХ, ТАКИХ КАК: СЕПАРАТОР, ГНЕЗДО ИЗ КРУПНОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ В БЕТОНЕ, ШОВ БЕТОНИРОВАНИЯ, НАПОЛНИТЕЛЬ ОКОННОЙ КОРОБКИ

• В ШТУКАТУРНЫХ РАБОТАХ: БЕТОННЫЕ БЛОКИ, КИРПИЧИ, СТРОИТЕЛЬНЫЙ КАМЕНЬ, ЧЕРЕПИЦА И ПРОЧЕЕ

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

ГОТОВЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАСТВОР: ВЫСОКАЯ УДОБОУКЛАДЫВАЕМОСТЬ НА ОСНОВЕ ПРОСТОГО СМЕШИВАНИЯ С ВОДОЙ.

ИСКЛЮЧЕНЫ НЕВЕРНЫЕ ПРОПОРЦИИ СМЕШИВАНИЯ И ОШИБКИ В ХОДЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ.

АНТИВЫЦВЕТАНИЕ: ИСПОЛЬЗУЯ SILICA-WHITE И СПЕЦИАЛЬНУЮ ДОБАВКУ, УМЕНЬШАЕТСЯ РИСК ВЫЦВЕТАНИЯ, РАЗРУШЕНИЯ И РАССЛОЕНИЯ.

ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОСТЬ: КОМБИНАЦИЯ SILICA-WHITE И СПЕЦИАЛЬНОЙ ПРИМЕСИ ОБЕСПЕЧИВАЕТ ВЫСОКУЮ ПЛОТНОСТЬ БЕТОНА, ПОЛУЧАЯ ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОСТЬ ПОСЛЕ ОТВЕРЖДЕНИЯ.



ХИМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ РАСТВОРА
КРЕМНИСТОЙ ПОРОДЫ

Наименование	Вес смеси (кг)	Коэффициент смешивания(%)
Цемент	7,00	34,8779
Кварцевый песок	10,00	49,8256
Кремнеземистый цемент	3,00	14,9477
Метолюза	0,01	0,0498
Октадекановая кислота	0,06	0,2990
ОБЩЕЕ	20,07	100,000

Кварцевый песок : <http://en.wikipedia.org/wiki/Quartz>
Метолюза : <http://www.metolose.jp/e/industrial/index.shtml>
Октадекановая кислота : http://en.wikipedia.org/wiki/Stearyl_acid

Как использовать: 1. смешать с водой от 3% до 5% от объема цемента
2. Установите степень твердости для лучшей
удобоукладываемости.



Смесь для заделки трещин при низких температурах
Ripoxu (Рипоксу)®CR-1500



【Характеристики】

Быстрое затвердевание при низких температурах, высокая степень адгезии, без
ярко выраженного запаха, низкая вязкость

Зарегистрировано в NETIS (Информационной системе новых технологий) (КТ-170019-A)

【Места применения】

Герметизация трещин в бетоне, возникших под воздействием морозов, соли и
других факторов

Марка	1500-1	1500-2	1500-3	Существующий эпоксидный состав (для зимы)
Рекомендуемая температура для проведения работ	-10℃~5℃			5℃~20℃
Время затвердевания (5℃)	45 мин.			Более 1 дня
Вязкость※ (23℃)	60	50	110	480
(мПа·с) (5℃)	270	190	340	4090
Коэф.расширения	50%	8%	168%	9%
Оценка (по внутренней системе компании)	Соответствует 1 виду	Соответствует 3 виду	Соответствует 1 виду	1 вид

※Вязкость после смешивания, фактические измерения, проведенные компанией

Концепция разработки

Ремонт бетонных сооружений в холодных районах

○ Износ происходит быстрее, чем в других районах не только из-за воздействия морозов, но и соли (реагентов), а также других факторов.

○ Затвердевание существующих строительных материалов для ремонта (полимер-цемента, эпоксидных материалов) происходит медленнее при температуре ниже 5℃. Также повышается текучесть, что влияет на качество работы.

○ При работе в климатических условиях ниже 5℃ требуется тепловая обработка (увеличение периода выполнения работ, повышение затрат).



С помощью технологий нашей компании мы можем предложить лучшее решение

- ① Технологии разработки полимерных материалов
- ② Технологии твердения при низких температурах
- ③ Технологии создания полимер-растворов

Для использования на территории с низкими температурами
Материал для ремонта бетонных конструкций



昭和電工株式会社

Смесь для заделки трещин при низких температурах
Ripoxu (Рипоксу)®CR-1500

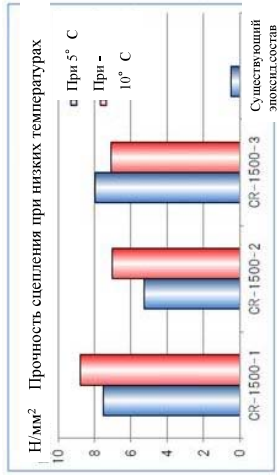


【Испытание】

Зазор Трещина в бетоне шириной 1мм
при температуре 5℃ и -10℃ была заполнена полимерным
раствором и оставлена до затвердевания.
По прошествии суток проведено испытание на изгиб в 4-х
точках.



Фото: Японские промышленные
стандарты (JIS)
Испытания на прочность



За короткое время смесь нашей компании показала более высокую прочность сцепления по сравнению с традиционно используемым эпоксидным составом!

Процесс работы



Обработка поверхности



Установка шайб,
нанесение герметика



Измерение количества
смолы и отверстие



Смешивание смолы
и отвердителя



Инъекция смеси



Демонтаж шайб,
защитка

Пример проведения тестовых работ - 2

Место: преф. Фукусима Время: январь температура: -5~-0°C



Общий вид



Вид сбоку. Пять точек



Процесс инъектирования



После завершения работ

Проверка герметичности шва

Материал для ремонта пролетного строения моста
при отрицательных температурах Сюрипеа®CR-1000

【Характеристики】

Быстрое затвердевание при низких температурах, высокая механическая прочность,

высокая степень адгезии, без ярко выраженного запаха

Зарегистрировано в NETIS (КТ-160146-A)

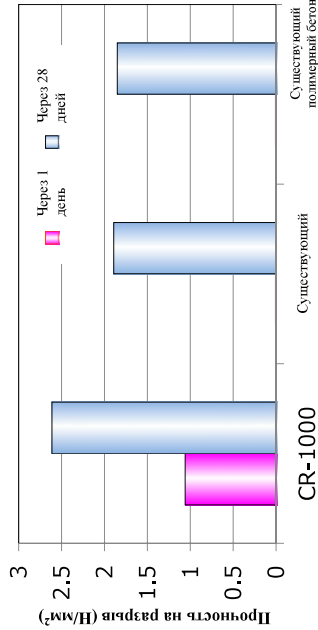
【Место применения】

Герметизация трещин в бетоне, возникших под воздействием морозов, соли и других факторов

Марка полимера	CR-1000-1	CR-1000-2	CR-1000-3
Рекомендуемая температура для проведения работ	-25~-10°C	-10~-5°C	-10~-5°C
Рекомендуемая толщина	Менее 10мм	Менее 10мм	Менее 20мм
Время использования	200мин~60мин	270~60мин	270~45мин
Прочность при сжатии (Н/мм²)	Более 60	Более 60	Более 50
Прочность на разрыв (Н/мм²)	Более 2,5		
Испытание переломом температур	10 циклов без изменений		

Сюрипеа®CR-1000 Твердость

Изменение адгезивных свойств при цикле смены тепла и холода



Условия испытания: -40°C~23°C/день × 28 дней (в лаборатории с циклической сменой температуры)

Условия проведения: нанесение покрытия 5°C ⇒ период выдержки - 40°C×16 часов

Выдержка : сравнение с материалом, выдержанным при 20°C

CR-1000 быстро затвердевает и опережает другие смеси по долговечности

Сюрипеа®CR-1000 Пример испытаний

**SHOWA
DENKO**

昭和電工株式会社

○Условия испытания

- Место : преф. Фукусима
пролет моста
- Время : январь
- Температура : -5°C
- Площадь : 300×200×15мм
- Обработка поверхности : придание шероховатости скальванием
- Время затвердевания : ок 60мин, заливка — 1 раз



Без вздутия, трещин, отслоения и др. повреждений

Разработка и полевые испытания нескольких систем инспекции с использованием планшетного компьютера для органов местного самоуправления и развивающихся стран

Проф. Коу Ибаяси

Национальный Институт Технологий, Колледж Нагаока



Основные принципы работы системы базы данных с планшетным компьютером

Сервер

(в НИТ, Колледж Нагаока, Япония)



Клиенты : планшеты



Интернет-соединение по Wi-Fi

Использование
онлайн / офлайн

iPad (модель с Wi-Fi)
+ FileMaker Go

Проводная сеть



Обслуживающий ПК

Онлайн-версия

Преимущество

- Результаты отображаются в режиме реального времени

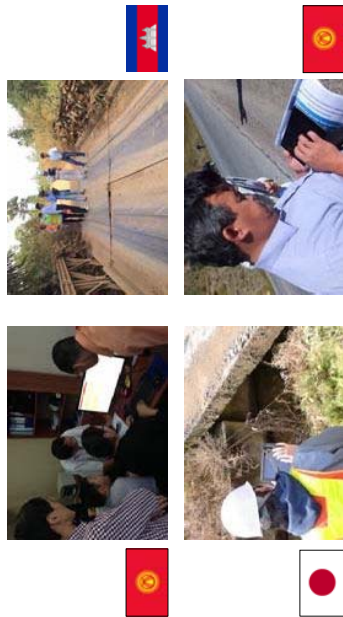
Офлайн-версия

Преимущество

- Возможно использование вне зоны действия сети
- Быстрая бесперебойная работа

→ использует преимущественно
Офлайн-версия

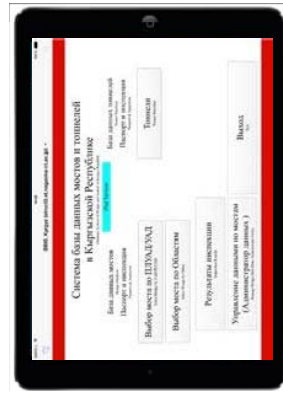
1. Краткое описание системы контроля с планшетного компьютера



ПРОСТО и ЭФФЕКТИВНО

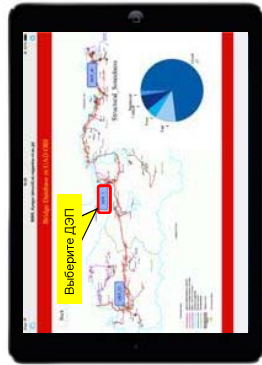
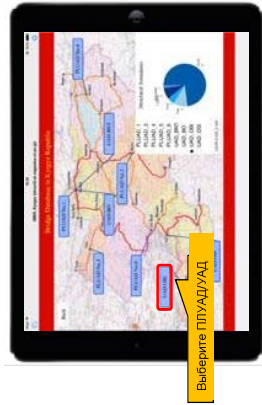
Использование по всему миру системы ввода данных контроля с планшетного

2. Разработка Системы просмотра информации по мостам и тоннелям и проведения инспекций с планшетным компьютером в Кыргызской Республике (2014-2015)





Система данных по мостам



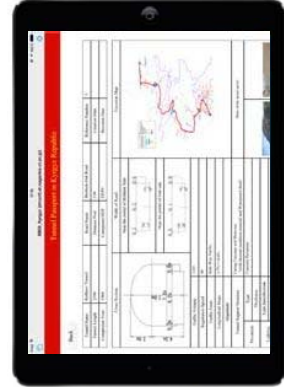
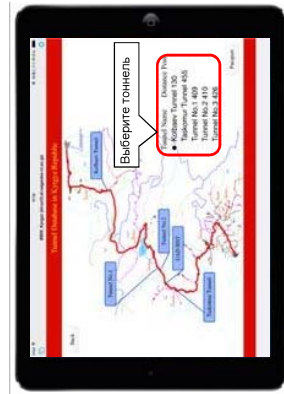
Выберите ПУАД/УАД



Выберите мост

RA10-2

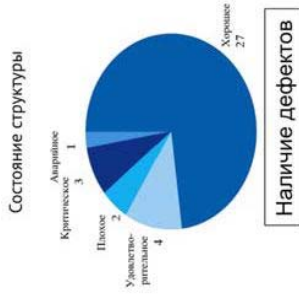
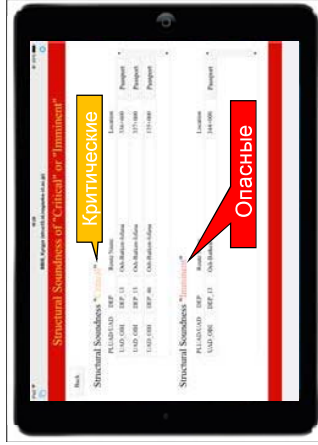
Система данных по тоннелям



Выберите тоннель



Система данных по мостам



3. Разработка и испытание Системы инвентаризации и инспекции мостов с планшетным компьютером для Камбоджи (2015-2017)



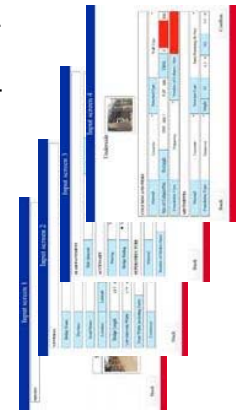
- Состояние мостов ухудшается
- Данные по мостам не собраны



Разработка системы инвентаризации и инспекции мостов с планшетным компьютером

Система инвентаризации мостов

Система включает более 4 страниц



【Пункты】

- Длина моста
- Год постройки
- Тип материала
- Фотографии
- Информация о месторасположении и т.п.

Во избежание неправильного ввода данных



Для некоторых позиций подобрано несколько вариантов, для некоторых – ограниченное количество.

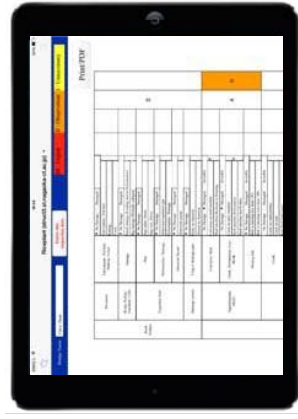
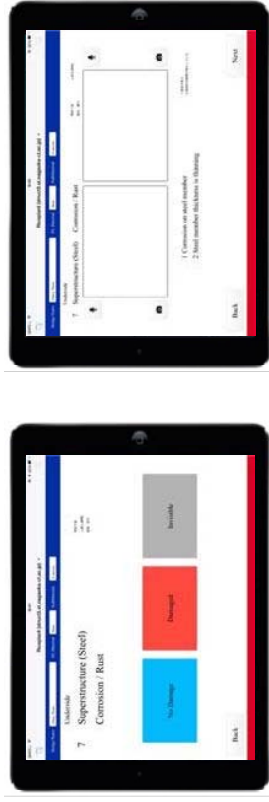
Введение изображений и комментариев одновременно



Эффективное создание каталога мостов



Система оценки мостов



Испытание

Эта система была запущена в работу в июле 2015г.

Около **1700 мостов** (в течение 2 месяцев)

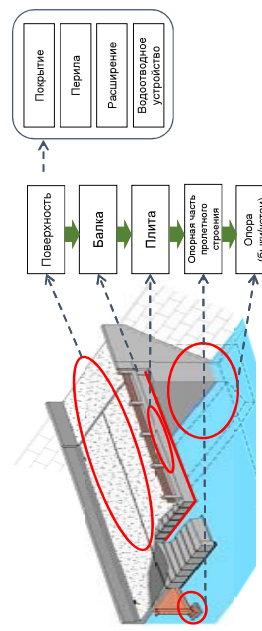
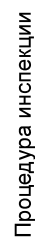
2400 мостов (в течение 1 года)

были исследованы



Собранные из системы данные по мостам

4. Изучение практического применения системы быстрого осмотра мостов в г. **Ниигата**, **ЯПОНИЯ** с планшетного компьютера (2017-2018)



質問事項		回答内容		評価ポイント			
1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10	10	10
11	11	11	11	11	11	11	11
12	12	12	12	12	12	12	12
13	13	13	13	13	13	13	13
14	14	14	14	14	14	14	14
15	15	15	15	15	15	15	15
16	16	16	16	16	16	16	16
17	17	17	17	17	17	17	17

18 пунктов для инспекции

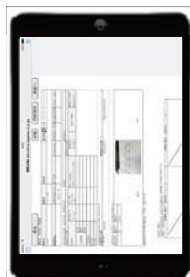
Краткий обзор

Затраты на инспекцию мостов очень высоки
(около 100 000 йен/год на 1 мост)

Малые мосты, инспектируемые членами строительных компаний, а не экспертами по проверке.



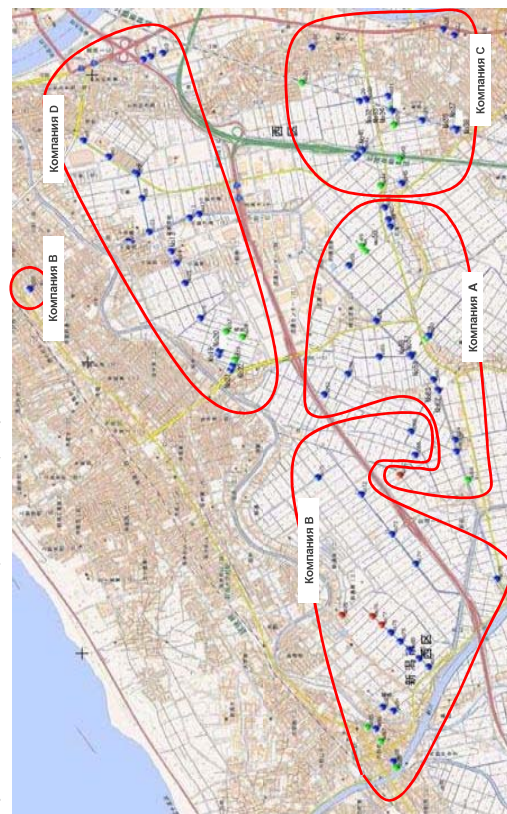
Описание дефектов



Регистрация повреждений

Результаты инспекции

Карта инспекции мостов (90 мостов) строительной компанией





5. Создание базы данных для предотвращения дорожных происшествий с использованием планшетного компьютера в Кыргызской Республике (2016-2018)



Эта база данных может вместить всю информацию о стихийных бедствиях, зарегистрированных в местах происшествий. Система представлена на трех языках.

Результат и значение



Использование такой базы данных во время регулярных инспекций позволит относительно легко проверять и определять потенциальные районы возникновения стихийных бедствий.

“Обычная инспекция” проводится специалистом (членом консультанта-строителя) в 2015
“Инспекция с планшетом” проводится членом строительной компании в 2017

Статистика по всем мостам		Обычная инспекция				Всего	
		I	II	III	IV		
I	194	5	0	0	0	199	73.2%
	68.3%	1.8%	0.0%	0.0%	0.0%	23.2%	3.2%
II	64	14	4	1	83	83	0.4%
	22.5%	4.9%	1.4%	0.4%	29.2%	2	
III	2	0	0	0	0	2	0.7%
	0.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0.0%
IV	0	0	0	0	0	0	0.0%
	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0.0%
Всего		260	19	4	1	284	100.0%
		91.5%	6.7%	1.4%	0.4%		
Σ		24	1	0	0	25	



Сокращение затрат на инспекцию приблизительно на 1/5~1/10

База данных для предупреждения происшествий на дорогах

Данные собраны по 6 основным стихийным бедствиям

“Камнепад/Обвал горных пород”
“Обрушение склона/Оползень”
“Сель”
“Лавины”
“Снежные заносы”
“Эрозия склонов/речных берегов”

Камнепад/
Обвал горных пород



Обрушение склона/
Оползень



Береговая эрозия



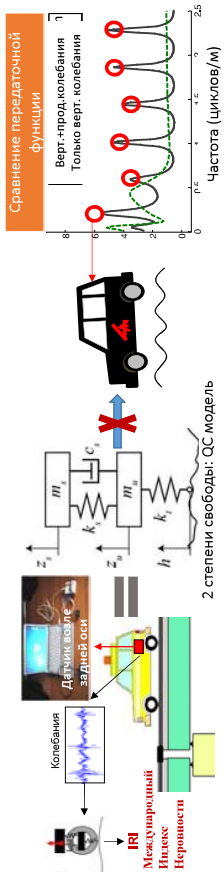
Развитие Системы оценки состояния дорог при помощи смартфона

Томонори НАГАЯМА
 Доцент кафедры Гражданского Строительства
 Университета Токио

Моделирование автомобиля

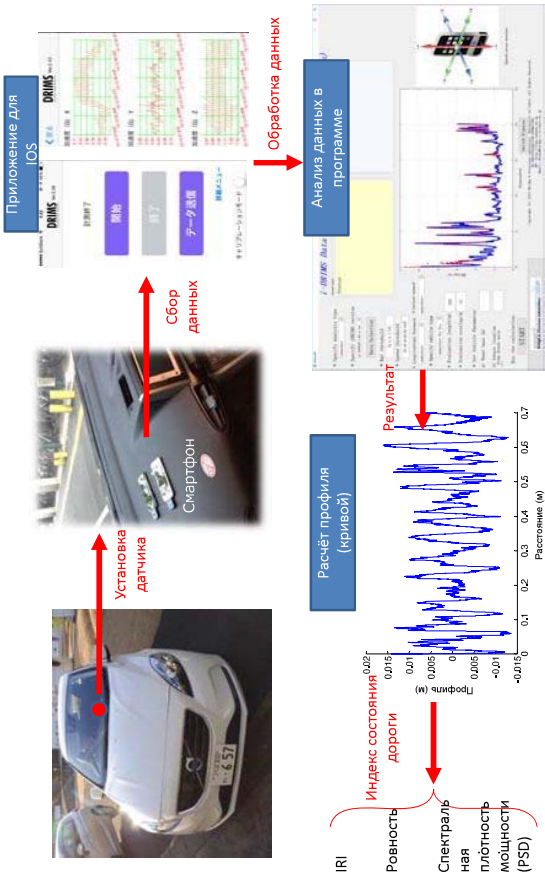
Метод оценки существующего состояния дороги:

Механизм	Метод	Стоимость	Простота применения	Модель	Расположение сенсора	Результат
На основе лазера	Составление профиля дороги	Высокая	Нет	-	-	Профиль
На основе ответной реакции	DRIMS (ПК)	Низкая	Да	2 ст. своб.	Над осью	Индекс IRI
	DRIMS (смартфон)	Низкая	Да	4 ст. своб.	В любом месте	Профиль



Основной недостаток DRIMS-ПК (старая версия) и других методов, работающих на основе ответной реакции: модель QC не может передавать колебания автомобиля относительно продольной горизонтальной оси; показания неточны.

DRIMS (Система мониторинга за состоянием дорог на основе смартфона) общие сведения



DRIMS (Система мониторинга за состоянием дорог на основе смартфона)

- Основана на половинчатой модели авто: учитывает вертикальные + продольные колебания + движение оси
- Определение профиля: сразу получает профиль дороги
- Основан на смартфоне: легкая установка и широкий спектр применения



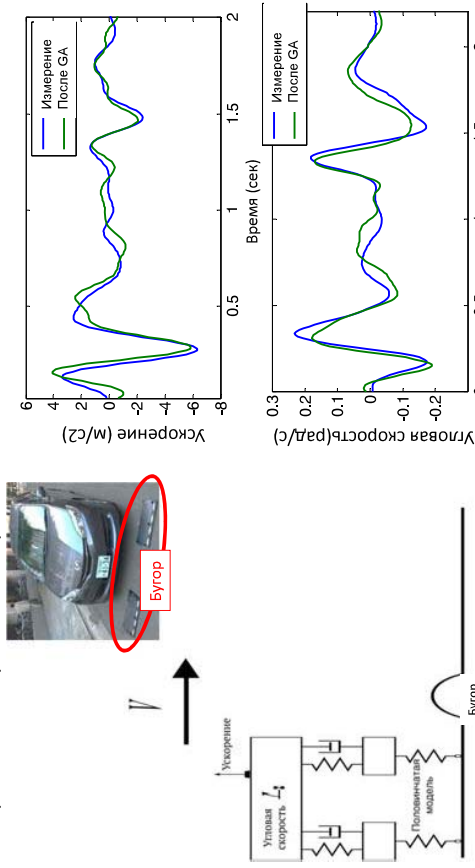
Половинчатая модель авто

Однако, система оценки состояния дорог, основанная на половинчатой модели авто, трудна для калибровки на автомобиле. Подходит только 1) для уже откалиброванных авто в лаборатории 2) автомобили, заводские параметры которых использовались в исследовании

Метод	Результат	Применимость для обычного авто
Тоналес (2008)	Спектральная плотность мощности дороги	Нет
Нгаанга (2014)	Профиль дороги	Нет
DRIMS	Профиль дороги	Да

Моделирование автомобиля с 4 степенями свободы

Калибровка на «искусственной неровности»



Половинчатая модель автомобиля с ответной реакцией на проезд по искусственной неровности

The University of Tokyo

Bridge&Structure Laboratory

Экспериментальная оценка расчётов индекса IRI

Три типа автомобилей



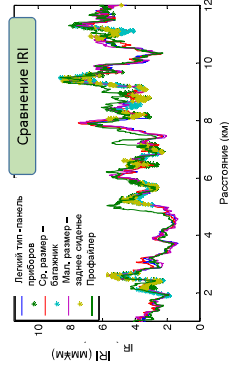
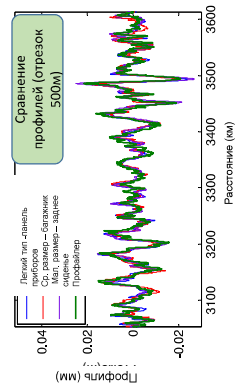
Сравнение с профайлером



Тестовый участок: 13.6 км в городе Чiba

The University of Tokyo

Bridge&Structure Laboratory



Погрешность в расчете IRI - 10 %

Усовершенствование системы DRIMS для расчёта профиля

Модель в пространстве состояний

Динамика автомобиля

$$\dot{\mathbf{x}}(k+1) = \mathbf{A}\mathbf{x}(k) + \mathbf{v}(k)$$

$$\mathbf{y}(k) = \mathbf{C}\mathbf{x}(k) + \mathbf{w}(k)$$

Уравнение погрешностей

$$\mathbf{x} = \begin{bmatrix} x & \theta & \dot{x} & \dot{\theta} \end{bmatrix}^T$$

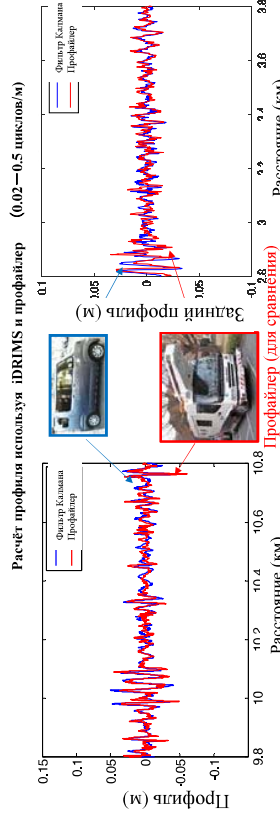
$$\mathbf{y} = \begin{bmatrix} y_f & \dot{y}_f & \ddot{y}_f \end{bmatrix}^T$$

Профиль (неизвестен)

Расчет профиля через фильтр Калмана

Особенности:

- Фильтр Калмана для полновинчатой модели
- Ускорение (вертикальное-продольно) и угловая скорость
- Тангаж
- Компенсируются изменения скорости движения

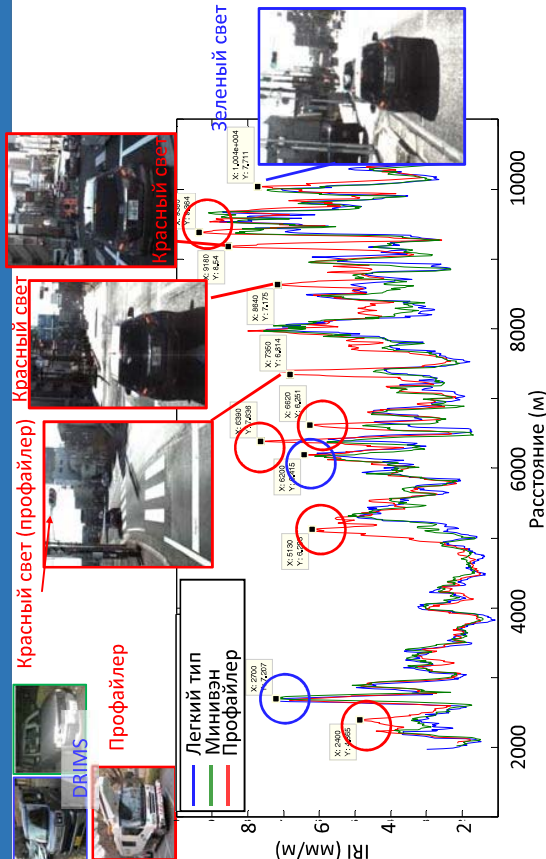


DRIMS делает более правильный расчет профиля по сравнению с профайлером

The University of Tokyo

Bridge&Structure Laboratory

Точность расчёта IRI на основе расчета профиля

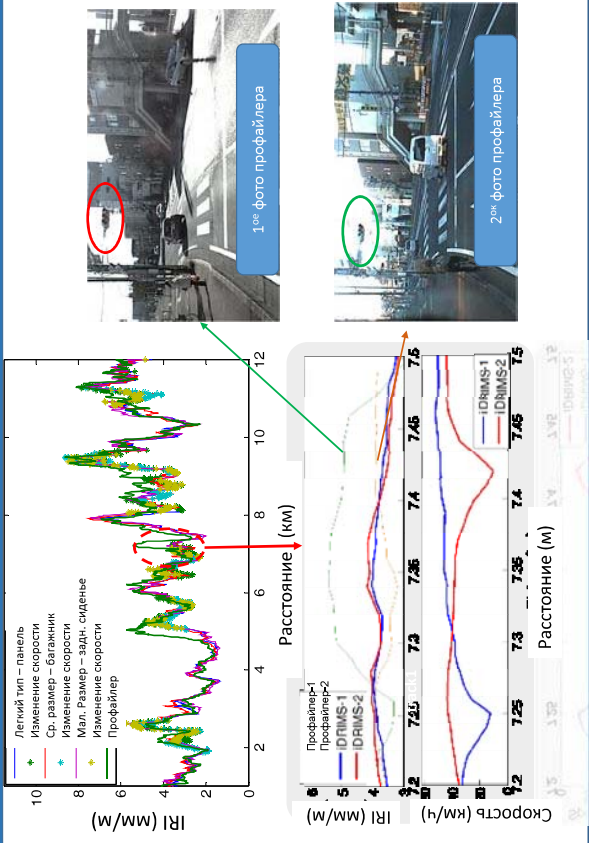


DRIMS работает даже лучше профайлера на участках остановок/начала движения

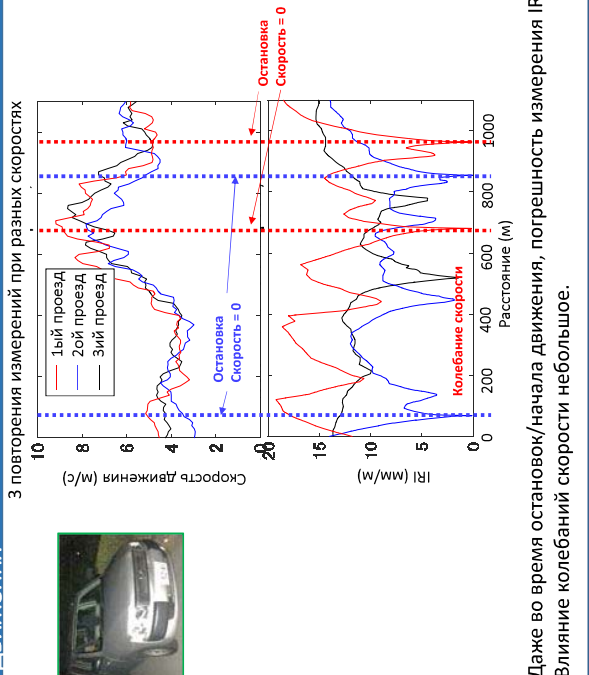
The University of Tokyo

Bridge&Structure Laboratory

Экспериментальная оценка расчётов профиля

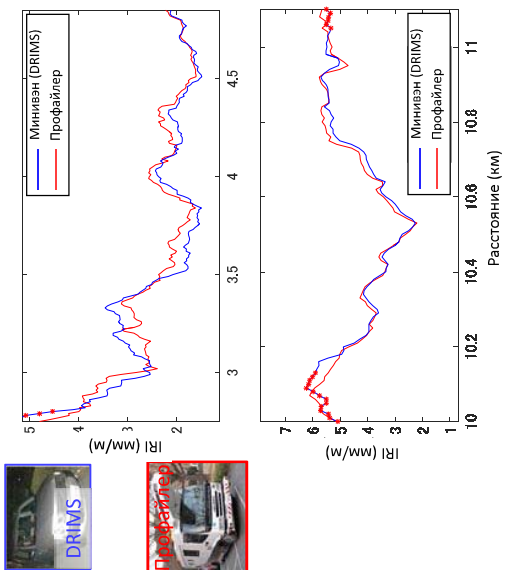


Ошибкоустойчивость и колебания скорости, остановка / начало движения



- Даже во время остановок/начала движения, погрешность измерения IRI не большая.
- Влияние колебаний скорости измерения IRI не большая.

Точность измерений IRI при хороших условиях измерения



Если скорость движения примерно постоянная, DRIMS и профайлер дают практически одинаковые значения IRI

Тест на работоспособность в Исследовательском Центре Гражданского Строительства

Результаты DRIMS :

Ровность	3м профиль	DRIMS	Ошибка	Длина
Участок 1	0,90-1,03мм	1,08мм	4,85%	100м
Участок 2	0,99-1,07мм	1,02мм	0,00%	100м
Участок 1+2	0,88-1,01мм	1,05мм	-3,96%	200м

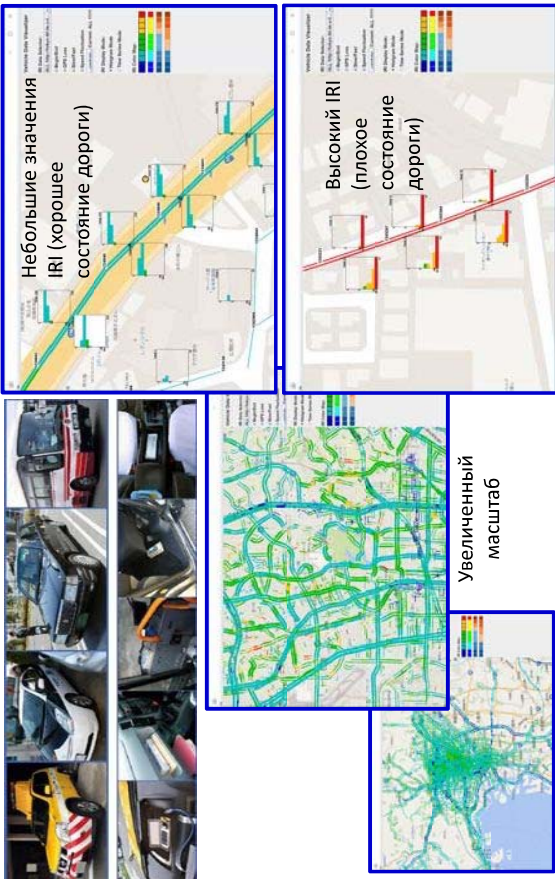
IRI	Калибровка	DRIMS	Ошибка	Длина
Участок 1	1,27мм/м	1,41мм/м	11,02%	100м
Участок 2	1,50мм/м	1,32мм/м	-12,00%	100м
Участок 1+2	1,39мм/м	1,37мм/м	-1,44%	200м

Только метод оценки состояния дорог при помощи смартфона в Японии успешно получил сертификат при работе на обычном автомобиле.



Широкомасштабное применение

Визуальное представление в широком масштабе



Визуальное представление каждого участка

Широкомасштабное применение

- Система DRIMS применялась на коммерческих автомобилях.
- Около 100 коммерческих автомобилей, около 10 организаций
 - Собранные данные более, чем за 1 год
 - Платформа для сбора/анализа данных, чтобы обработать большой объём данных
 - Значения IRI нанесены на карту дорог, используя данные GPS
 - Централизованное управление данными. Активные, неактивные автомобили; автомобили с проблемами калибровки могут отслеживаться удаленно.

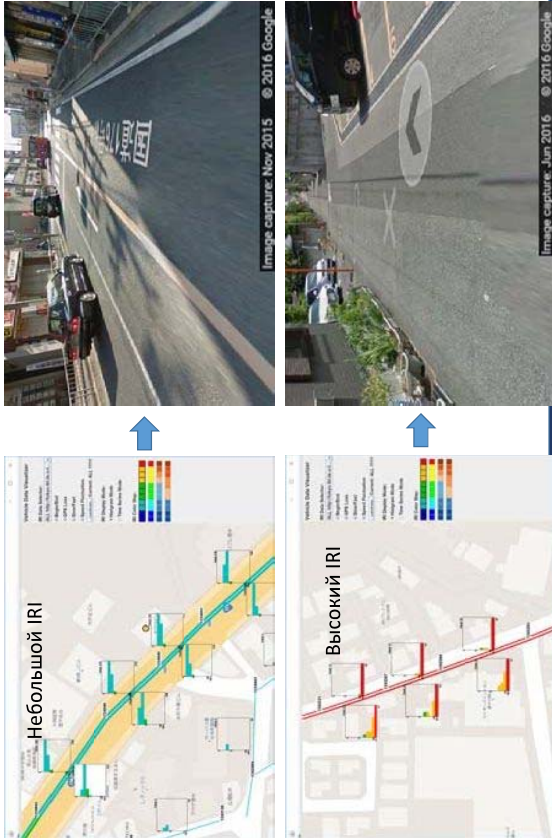


Интерактивный вид

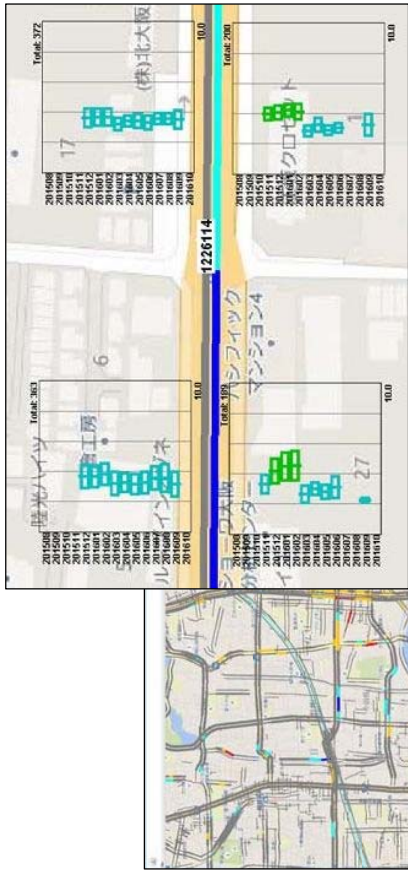
Рис. Карта состояния дорог («горячие» участки)

(Предоставлено: Масаши Тойода, Институт Технические Наук, Университет Токио)

Визуальное представление в широком масштабе



Визуальное представление в широком масштабе (хронологические изменения)



Улучшение значений IRI в результате
ремонта дорог.

Значительные хронологические изменения
выделены цветами.

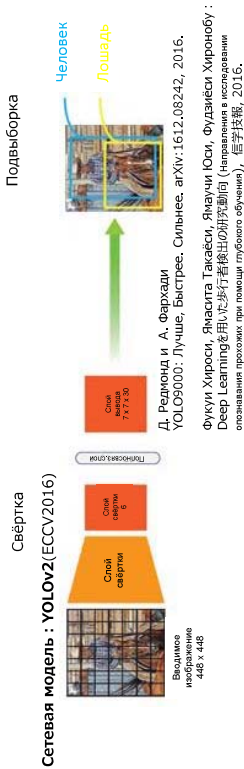
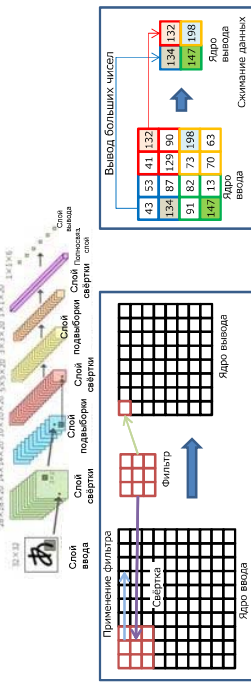
The University of Tokyo

Bridge&Structure Laboratory

Обработка изображения на основе глубокого обучения

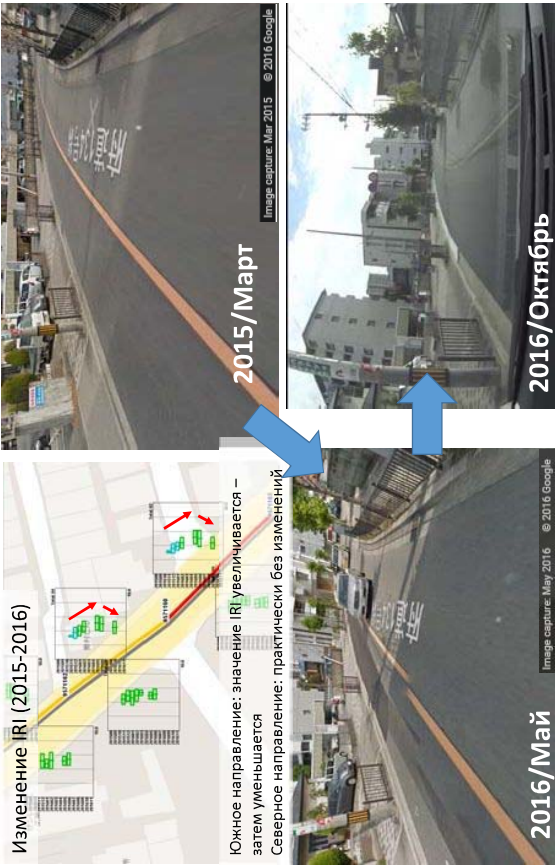
Глубокое обучение

- Использование среднего слоя сверточной нейронной сети
- Структура чередования **сверточных слоев**, содержащих выбранные особенности изображения, и **слоев подвыборки** с суммированными особенностями



Д. Реронди и А. Фарради
YOLO9000: Лучшее, Быстрее, Сильнее. arXiv:1612.08242, 2016.
Фукуи Хироси, Ямагучи Такаси, Фукуда Хиронобу :
Deep Learningを用いた歩行者検出技術の開発 (Development of pedestrian detection technology using deep learning)
осуществление проекта при помощи глубокого обучения), 電子技術, 2015.

Визуальное представление в широком масштабе (хронологические изменения)



2015/Март

Южное направление: значение IRI увеличивается –
затем уменьшается
Северное направление: практически без изменений

2016/Май

2016/Октябрь

Разница, замеченная в результате высокой точности/частоты измерений

The University of Tokyo

Bridge&Structure Laboratory

Глубокое обучение

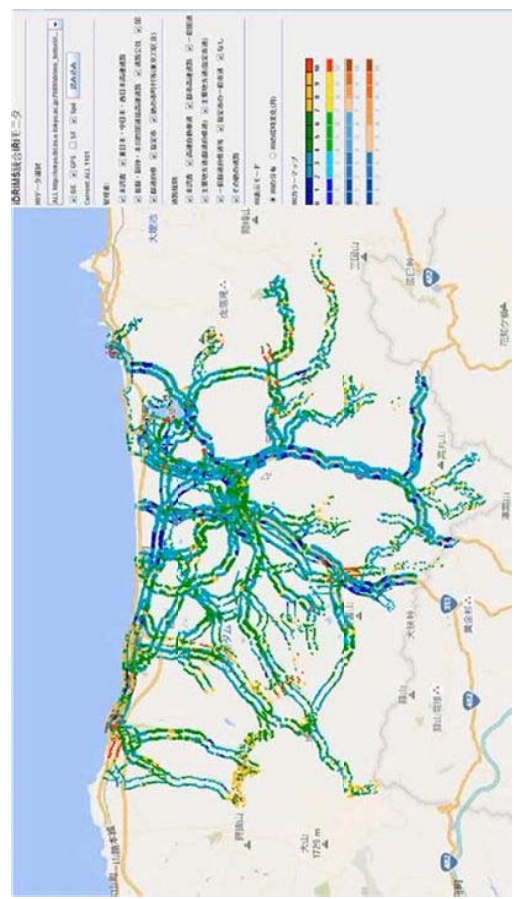
Категории данных для обучения и пробные значения

Прямые трещины	Сетчатые трещины	Лок	Шов	«Заплата»	Ковет	Разметка (пунктир)	Разметка (сплошная)	Всего
1,197	698	570	398	613	247	418	444	4,585

Точность
Участок : Улица-нижняя Линия №179-~ Перед станцией Кураёси Линия №263-~
Линия №21 4,1км
: Позиция станция Кураёси Линия №201 0,4км

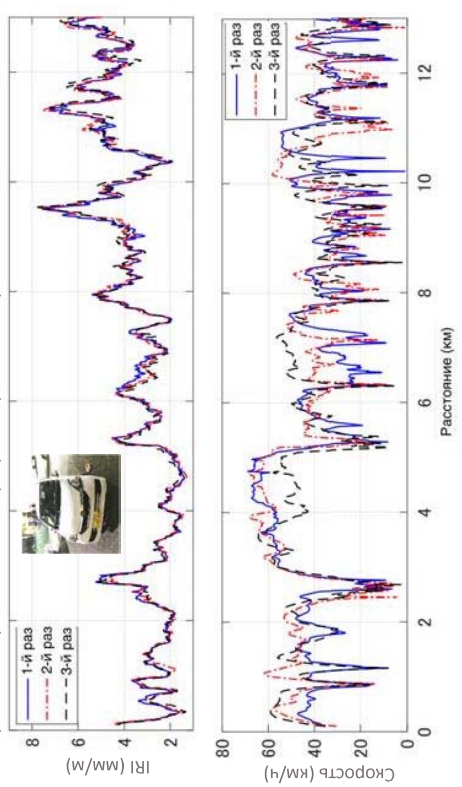
Прямые трещины	Сетчатые трещины	Лок	Шов	«Заплата»
Примеры	726	45	233	16
Точность	89%	93%	94%	69%
Ложноположительный	11%		31%	44%





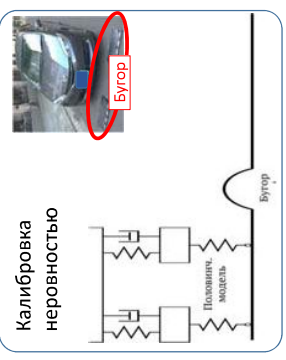
Расчет IRI без калибровки «неровностью»: стабильность

Проезды осуществлялись три раза с разной скоростью.



Почти одинаковые показания IRI получены даже при проездах с разной скоростью.

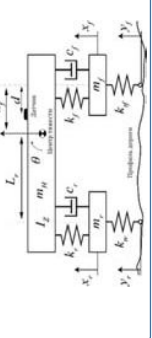
Исключение необходимости калибровки при помощи «искусственной неровности»



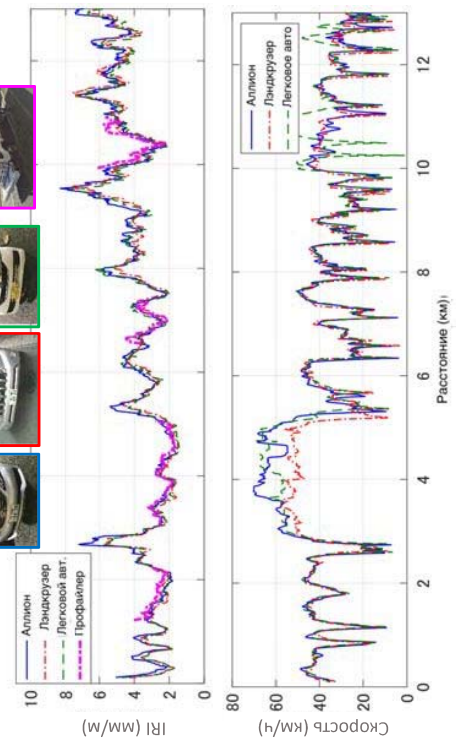
- Важно компенсировать технические отличия различных автомобилей.
 - Однако,
 - Необходимо подготовить комплект особых «искусственных неровностей» известной формы и размеров. Изготовление может занять продолжительное время.
 - Для проведения калибровки необходима ровная площадка.
 - Условия проведения калибровки не всегда одинаковые. Результаты калибровки зависят от того, как водитель управляет автомобилем.
- => Необходим учёт индивидуальных параметров автомобиля без проведения калибровки на «искусственной неровности».

Калибровка только с использованием записей обычного проезда

- Оптимизация 10 параметров автомобиля.
- Целевая функция: разница между профилями впереди и сзади автомобиля рассчитывается независимо друг от друга. independently.

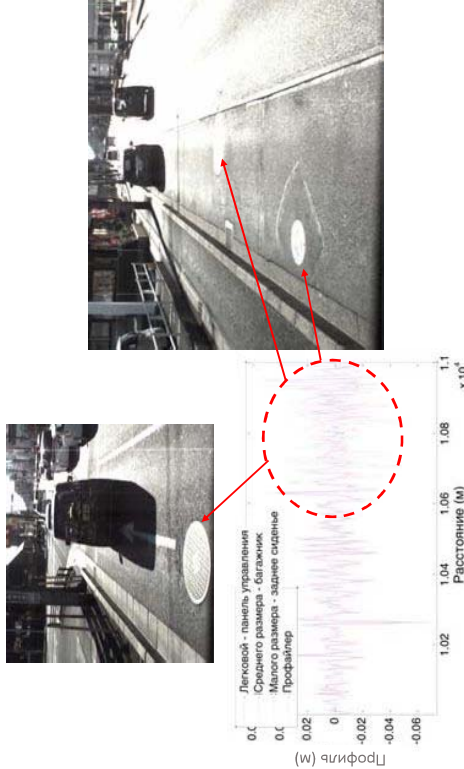


Расчет IRI без калибровки «неровностью»: три различных авто



Изменения IRI одинаковых на всех 3-х автомобилях и профилере

Недостатки метода профилирования половинчатой моделью



На точность измерений методом половинчатой модели авто влияет разница между левой и правой стороной полосы

Экспериментальная оценка

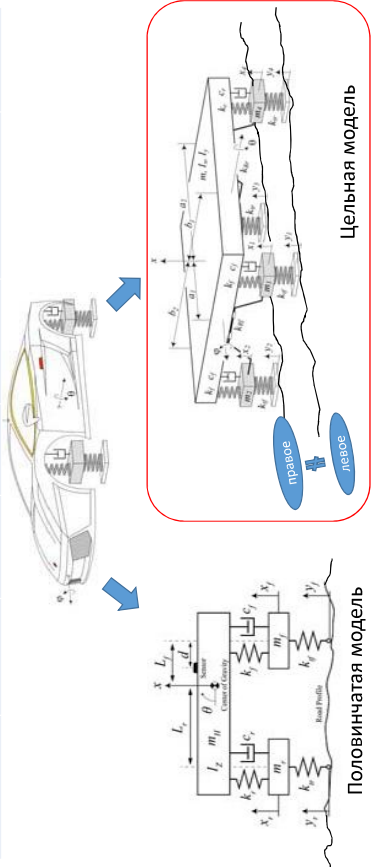


- Целевая дорога в Сайтаме, разница в шероховатости левой и правой полос
- Настоящий профиль дороги измерен профайлером

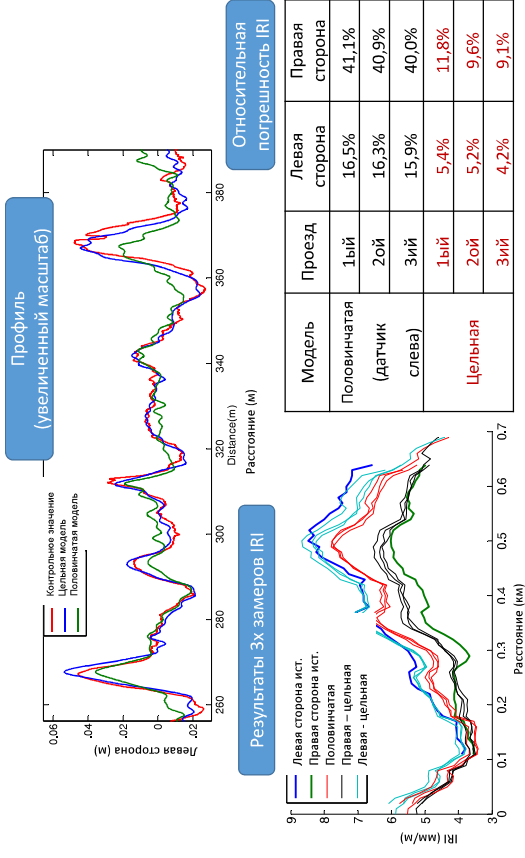
Полная модель и половинчатая модель авто

Сравнение полной и половинчатой модели

Вертикальные колебания	Продольные колебания	Качение	Вертикальные колебания	Вводные	Степень свободы
Цельная модель	○	○	16	4 (четыре колеса)	7
Половинчат. модель	○	×	10	2 (переднее и заднее колеса)	4



Экспериментальная оценка



IRI на левой и правой полосах дороги точно измерен при использовании цельной модели

Заключение

- Была разработана система мониторинга за состоянием дорог на основе смартфона.
 - ✓ Простота в установке
 - ✓ Точность измерений, калибровки автомобиля и расчёта профиля дороги
- Система была опробована на коммерческих автомобилях в Японии. Данные измерений были собраны в широком масштабе. Подсчитанные значения нанесены на карту дорог. Данные обрабатываются централизованно на сервере.
- В дальнейшем система была также усовершенствована для 1) Исключения необходимости калибровки на «искусственной неровности» 2) цельной модели автомобиля.

Devices	#1 Laser Profile	#2 DRMS	#3 DRMS	#4 Roadlab	#5 Roadlab
Overview Photos					
Main Device	GP1 Laser Profile	iPhone (with DRMS app)	iPhone (with DRMS app)	iPhone (with Roadlab app)	Android (with Roadlab app)
WIFI Case	Optional (for GPS)	Optional (for GPS)	Optional (for GPS)	Optional (for GPS)	Optional (for GPS)
Supplier	Chiba 1	DRMS	DRMS	DRMS	DRMS
Use in Korea	Not used	Not used	Not used	Not used	Not used
Accuracy	100% (100%)	100% (100%)	100% (100%)	100% (100%)	100% (100%)
(Area of Error)	100% (100%)	100% (100%)	100% (100%)	100% (100%)	100% (100%)
Stability	100% (100%)	100% (100%)	100% (100%)	100% (100%)	100% (100%)
Uniqueness	100% (100%)	100% (100%)	100% (100%)	100% (100%)	100% (100%)
Operation Speed	100% (100%)	100% (100%)	100% (100%)	100% (100%)	100% (100%)
Cost	100% (100%)	100% (100%)	100% (100%)	100% (100%)	100% (100%)
Evaluation	✓ Most accurate ✓ High Cost ✓ High Accuracy ✓ High Precision ✓ High Reliability ✓ High Stability ✓ High Uniqueness ✓ High Speed ✓ High Cost	✓ Easy Operation (free operation) ✓ High Accuracy (than other portable devices) ✓ Link to Google Earth ✓ Disadvantage: Only for iOS to use	✓ Easy Operation (with short training) ✓ High Accuracy (than other portable devices) ✓ Disadvantage: Durability of GPS, Accelerometer and accessories	✓ Easy Operation ✓ High Accuracy ✓ Low Cost ✓ Disadvantage: Accuracy is not stable ✓ Low Success rate	✓ Easy Operation ✓ High Accuracy ✓ Low Cost ✓ Disadvantage: Accuracy is not stable ✓ Low Success rate