Открытое акционерное общество Научно-исследовательский институт транспортного строительства

ОАОЦНИИС

на правах рукописи

04.2.01 0 63722"

Пряхин Дмитрий Викторович

МЕТОДИКА ПРОГНОЗНОЙ ОЦЕНКИ РАБОТЫ

ТОНКОСТЕННЫХ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ МОСТОВ С

ПРИМЕНЕНИЕМ ФИЗИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ.

Специальность 05.23.11 «Проектирование и строительство дорог, аэродромов, мостов, метрополитенов и транспортных тоннелей».

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Научный руководитель к.т.н. А.М.Тарасов

Москва-20 Юг

2 ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 5

ГЛАВА 1. АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ

СООРУЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ФИЗИЧЕСКОГО

МОДЕЛИРОВАНИЯ. ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ

МОСТОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ 11

1.1 Анализ современного состояния экспериментальных исследований строительных конструкций с использованием методов физического моделирования 11

1.2 Особенности моделирования мостовых конструкций 21

1.3 Цель и задачи выполненной работы 29

ГЛАВА 2. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ МЕТОДИКИ МОДЕЛИРОВАНИЯ

ТОНКОСТЕННЫХ МОСТОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ 34

2.1 Постановка задачи 34

2.2 Составление аналитических зависимостей, необходимых для перехода от оригинала к модели 35

2.3 Выбор масштаба и материала моделирования 35

2.4 Изготовление модели 38

2.5 Оприборивание и подготовка грузов и загрузочных устройств 39

2.6 Проведение экспериментов 40

2.7 Перенос модельных результатов на реальную конструкцию 40

з

ГЛАВА 3. УЗЛОВЫЕ МОМЕНТЫ МЕТОДИКИ МОДЕЛИРОВАНИЯ

ТОНКОСТЕННЫХ МОСТОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ 42

3.1 Критериальные зависимости, лежащие в основе методики моделирования тонкостенных мостовых конструкций 42

3.2 Конструктивные решения 44

3.2.1 Физическое моделирование тонкостенных мостовых конструкций с применением новых низкомодульных материалов. Крупноблочное моделирование 44

3.2.2 Использование прерывистых ребер при моделировании тонкостенных конструкций 49

3.3 Технологическое обеспечение 63

3.3.1 Физическое моделирование строительных конструкций при изготовлении из разных материалов как натуры, так и модели 63

3.3.2 Использование специальных тензометрических розеток при обработке результатов, получаемых при испытаниях моделей тонкостенных мостовых конструкций 72

ГЛАВА 4. ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА ФИЗИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ТОНКОСТЕННЫХ

МОСТОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ 82

4.1. Изучение вопроса достоверности результатов, получаемых на моделях. 82

4 4.2 Теоретические исследования напряженно-деформированного состояния

тонкостенных мостовых конструкций и физическое моделирование на

современном этапе 97

ГЛАВА 5. ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗРАБОТАННОЙ

МЕТОДИКИ ФИЗИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗНОЙ

ОЦЕНКИ РАБОТЫ ТОНКОСТЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ 104

5.1 Исследование работы пролетного строения вантового моста через реку Москву у Серебряного бора 104

5.2 Исследование работы пролетного строения вантового моста через реку Москву на трассе Москва-Бородино 118

5.3 Использование методов физического моделирования тонкостенных сооружений в смежных областях строительства. Крытый Конькобежный Центр в Коломне 135

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 153

Литература 159

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основныерезультатыивыводыработы

ВдиссертацииизложенырезультатыисследованийпоразработкеметодикипрогнознойоценкиработытонкостенныхконструкцийпролетныхстроениймостовыхсооруженийсприменениемфизическогомоделированияЕецельюявляетсяпреодолениеосновнойпроблемыпримоделированиитонкостенныхсооружений—сложностьанередкоиневозможностьобеспеченияполногогеометрическогоподобиявследствиебольшогодонесколькихтысячразразличиямеждувеличинамитолщинотдельныхэлементовнатурногообъектаиегодлиной

ВосноведаннойметодикилежитряданалитическихвыводоватакжеконструктивныхитехнологическихрешенийполученныхдиссертантомпоитогамкомплексныхтеоретическихиэкспериментальныхисследованийОнибылипроведеныкакврамкахизучениянафизическихмоделяхработырядатонкостенныхмостовыхконструкцийосуществленныхвпоследниегодывлабораториимоделированияииспытанияконструкцийИЦЦНИИСтестОАОЦНИИСтакиспециальнодляданнойдиссертационнойработыБылитакжеучтенынаучныеданныеопубликованныевоткрытойпечати

Кузловымположениямразработаннойметодикиотносятся

Вчастиконструктивныхрешений





• Проектированиемоделиипереходотэкспериментальныхданных

кпараметрамреальногосооруженияприизготовленииинатурыимоделиизнесколькихматериаловсразличнымифизикомеханическимисвойствами

Подборэквивалентныхматериаловпримоделированиигруппэлементовнатурногообъектавыполненныхизразличныхматериаловзначительнорасширилвозможностиварьированияфизическимипараметрамимоделинаэтапевыбораоптимальногомасштабаитехнологиимоделированиясовременныхконструкций

• Использованиепрерывистыхребержесткостипри

моделированииортотропныхплиттонкостенныхконструкций

ДанныйметодическийприемпозволилдобитьсясохраненияосевойжесткостиэлементамоделинауровненатурнойсучетоммасштабамоделированияприминимальномизмененииееизгибнойжесткостиТакпреодоленапроблемаместнойпотериустойчивостивсжатыхзонахтонкостенныхэлементовмоделисразличнымижесткостнымихарактеристикамивовзаимноперпендикулярныхнаправлениях

РазличныекомбинациипредставленныхподходовссуществующимивнастоящеевремяспособамиоптимизациимасштабаметодомсеченийидвумасштабныммоделированиемдаютболеепрактическихвариантоврешениязадачиподобияприсложностиилиневозможностиобеспечениятрадиционнымиспособамиполногогеометрическогоподобиямеждумодельюинатурнымобъектомТакимобразомконструктивнаябазаразработанной



авторомметодикиболеечемвпятьразэффективнеесуществующейв

настоящеевремя

Вчаститехнологическогообеспечения

• Крупноблочноемоделирование—методоснованныйна

примененииновыхматериаловвыпускаемыхввидеготовыхблоковразличногопрофиляПрименениеновыхразномодульныхматериаловПВХпластиковыхпленокипр

ВведениевпрактикувлабораторииМИКИЦЦНИИСтестпослекомплексаметодическихисследованийпроведенныхприактивномучастиидиссертантановыхматериаловмоделированиясоздалопрактическуюбазудлявнедренияконструктивныхрешенийпредложенныхврамкахпредставленнойметодикимоделированиятонкостенныхмостовыхконструкций

ОпытиспользованиянапримерсотовогополикарбонатаприсозданиимоделипролетногостроениямостаЖивописныйуСеребряногоборавМоскведоказалперспективностькрупноблочногомоделированияТолщинастеноксотэтогоматериалавтрииболееразаменьшеминимальновозможнойтолщиныоргстеклаосновногоматериаламоделейвнастоящеевремяЭтопозволилозначительноуменьшитьмасштабмоделированияприсохраненииполногогеометрическогоподобияПриэтомразницамеждузапроектированнымииреальнымифизикомеханическимихарактеристикамисеченийбалкижесткостимоделивыполненнойизсотовогополикарбонатанепревысила



Крометогоприменениеготовыхблоковпримоделированииодногоиз

главныхэлементовконструкциипривелокуменьшениюсроковсозданиявсей

моделинеменеечемвдвараза

• Применениеспециальныхрозетокмодульныхэлементовпри

обработкерезультатовполучаемыхприиспытанияхмоделейтонкостенныхмостовыхконструкций

СцельюучетавозможногоявленияместнойпотериустойчивостивсжатыхзонахэлементовмоделейтонкостенныхмостовыхконструкцийавторомсучастиемспециалистовлабораториимоделированияииспытанияконструкцийИЦЦНИИСтестразработанаособаягруппатензометрическихрозетокГлавнаяееособенностьсостоитвтомчтораспределеннаянормальнаясилавданномслучаеопределяетсяпозначениюусредненногонапряжениявозникающеговрассматриваемомсечении

Однойизметодическихпроблемизученныхвдиссертацииявляетсявопросодостоверностифизическогомоделированиястроительныхконструкцийсучетомслучайныхявленийкаквмоделитакивнатуре

Основнымнаучнымитогомисследованийпроведенныхавторомсталвыводопринципиальнойвозможностиполученияданныхоработенатурнойконструкцииприиспытанияходноймоделисприемлемойдляинженернойпрактикипогрешностьюидостаточнойстепеньюдостоверности

Практическимрезультатомисследованийявляетсяопределениеграничныхзначенийпараметровоказывающихвлияниенавеличину



показателядостоверностиприменительнокусловиямработыконструкциив

упругойзонепристатическойнагрузке

АктуальностьпримененияметодафизическогомоделированиянасовременномэтапепоказанавдиссертационнойработенаосновеегосравнениясаналитическимиичисленнымиисследованияминапряженнодеформированногосостояниятонкостенныхмостовыхконструкцийВкачествеобъектасравненияавторомбылапринятадокторскаядиссертацияИЮБелуцкогоСовершенствованиеметодоврасчетаиоценкиработоспособностиэксплуатируемыхсталежелезобетонныхпролетныхстроений

Анализвыполненныхранееработиданнойдиссертациипоказалчтофизическоемоделированиекакнаучноэкспериментальныйметодисследованийнепотерялсвоейактуальностииможетбытьиспользованвкачествекакодногоизспособовпроверкиновыханалитическихметодоврасчетовипроектированиятакиодногоизинструментовдающихматериалдляпостановкиновыхтеоретическихисследований

ЭкспериментынафизическихмоделяхсозданныхсиспользованиемразработаннойметодикипозволилиуточнитьрасчетныесхемыивнестирядпоправоквконструктивныеитехнологическиерешениянаэтапепроектированияследующихобъектовтранспортногоигражданскогостроительствапролетногостроенияБайтовогомостаЖивописныйчерезрекуМосквууСеребряногобораЗаказчикОАОГипротрансмостБайтовогопролетногостроениямостанатрассеМоскваБородиноЗаказчикЗАО



ИнститутПромосКрытогоКонькобежногоЦентравКоломнеЗаказчик

ЗАОКурортпроектКрытогоКонькобежногоЦентравКрылатском

Заказчик—ЗАОИнпредстройПрактическимрезультатомприменения

даннойметодикисталоснижениестоимостиисроковработповозведению

приведенныхобъектовиповышениеихнадежностиибезопасности