

К вопросу о моделировании при исследовании конструкций

Аббуд Сами, Юссеф Мохамад
(Научный руководитель – Босовец Ф.П.)

Белорусский национальный технический университет,
Минск, Беларусь

Наряду с совершенствованием существующих методов расчета и исследования конструкций весьма актуальным является разработка и дальнейшее развитие метода моделирования, который имеет огромные возможности широкого применения во всех областях науки и техники. Особенно он эффективен при проектировании новых, сложных, уникальных и ответственных сооружений и конструкций. В ряде случаев метод моделирования позволяет упростить или полностью исключить трудоемкие и дорогостоящие натурные испытания и снизить стоимость исследований в 5–10 раз.

Вопросами моделирования широко занимаются как в нашей стране, так и в странах ближнего и дальнего зарубежья. Моделирование бывает физическое, математическое и вероятностное, особенно в процессах исследования трещинообразования и разрушения элементов.

Известно, что наиболее целесообразно производить моделирование в следующих случаях:

1. При разработке и уточнении методов расчета на прочность и устойчивость сжатых и изгибаемых элементов.
2. При проверке правильности результатов статического расчета.
3. При замене аналитического расчета экспериментальным исследованием для ускорения полученных результатов.
4. При невозможности произвести аналитический расчет сложных конструкций.
5. При изысканиях, связанных с выбором наиболее рационального конструктивного решения.

Модели бывают косвенные и прямые. Косвенные модели используются для определения линий и поверхностей влияния в конструкциях, работающих в упругой стадии, когда деформация прямо пропорциональна нагрузкам. Для изготовления косвенных моделей каркасных и поверхностных конструкций широко используются

пластмассы. Эти модели обеспечивают получение общих расчетных реактивных сил или моментов в сечении, но не позволяют установить их распределение и деформирование.

Прямые модели при линейном упругом режиме дают возможность сразу получить окончательный результат и могут быть использованы при исследовании конструкций с нелинейным режимом работы.

Если потребуется произвести испытания на модели какой-нибудь единичной конструкции, то:

1. Необходимо построить и нагрузить модель в соответствии с определенными правилами (расчетной схемой).

2. Необходимо результаты, полученные при испытаниях модели, преобразовать так, чтобы предсказать поведение самой конструкции или прототипа, т.е. установить масштабные коэффициенты.

Между моделью и прототипом должны существовать законы подобия:

1. Относительные деформации в модели и прототипе должны быть равны $\varepsilon_m = \varepsilon_p$

2. Коэффициент Пуассона материалов модели и прототипа должны быть равны $\nu_m = \nu_p$

3. Модель и прототип должны обладать геометрическим подобием. Коэффициент масштаба длины SL должен быть одинаков во всех направлениях $L_m S_L = L_p$

4. Модель и прототип должны обладать одинаковым коэффициентом линейного расширения.

5. Допускается некоторое различие в материалах модели и прототипа, но тогда должно соблюдаться условие:

$$\sigma_m/E_m = \sigma_p/E_p \quad \text{или} \quad \sigma_m/\sigma_p = E_m/E_p$$

В этом случае следует определять коэффициент масштаба напряжения S_f : $\sigma_m = S_f \sigma_p$, где m – индекс модели, p – прототип (натурный элемент).

При проектировании опытных образцы должен быть соблюден закон подобия, что касается зерен песка и цемента – это очень трудно осуществить практически. Как показали исследования,

осуществленные в нашей стране и за рубежом, при моделях не слишком малых (порядка 1:5) масштабный фактор практически не влияет [1].

Опыты показывают, что прямые модели дают качественную картину работы конструкций, но в количественном отношении результаты работы модели и натурального элемента могут существенно отличаться.

ЛИТЕРАТУРА

1. Питлюг Д.А. Моделирование при расчете зданий и сооружений – «Строительство и архитектура», Ленинград, 1963, №8
2. Зайцев Ю.В. Моделирование деформаций и прочности бетона методами механики разрушения – Москва, Стройиздат, 1982.
3. Прис Б.В., Дэвис Д.Д. Моделирование железобетонных конструкций – Минск, 1974 (перевод с английского).