

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ПЛИТ ПІД ДІЄЮ СКЛАДНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Буняк Я.В., студент гр. ЗПЦБ-603м

Науковий керівник - к.т.н., проф., Костюк А.І.

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

Наведено огляд сучасних методів розрахунку залізобетонних плит, адекватно враховуючих дійсні умови роботи конструкції як при експлуатаційних навантаженнях, так і в граничному стані. Фізична модель тонких залізобетонних плит і середньої товщини при короткочасному динамічному навантаженні потребує подальшого дослідження.

Внаслідок безперервного розвитку промисловості збільшується ймовірність виникнення і впливу на конструкції будівель і споруд випадкових короткочасних динамічних навантажень аварійного характеру. У багатьох випадках вони призводять не тільки до великого матеріального збитку, а й до загибелі людей. Оскільки дані впливу відносяться до аварійних, основна вимога до будівель і споруд, полягає в тому, що вони повинні витримати без обвалення одноразовий вплив короткочасного динамічного навантаження.

Для визначення напружено-деформованого стану конструкцій, що піддаються впливу одноразового динамічного навантаження, вітчизняними та зарубіжними вченими розроблені методи динамічного розрахунку широкого класу залізобетонних конструкцій в пружній і пластичній стадіях. У розрахунках використовуються діаграми деформацій, що характеризують опір конструкцій зовнішніх впливів. Для отримання розрахункових залежностей в пружній стадії використовуються варіаційні методи. При розрахунку в пластичній стадії конструкція представляється механізмом, що складається з жорстких ланок з'єднаних по лініях зламу пластичними шарнірами, тобто наявність інформації про схему руйнування конструкції є необхідною умовою застосування аналітичних методів розрахунку. Крім того, в результаті розрахунку відомий лише кінцевий результат, при цьому робота бетону й арматури на різних стадіях деформування конструкції залишається поза увагою.

Одним з основних сучасних напрямків теорії будівельних конструкцій і, зокрема, залізобетонних є розробка методів їх розрахунку, адекватно враховуючих дійсні умови роботи конструкції як при експлуатаційних навантаженнях, так і в граничному стані [1-10]. Багаторічний досвід удосконалення методів розрахунку будівельних конструкцій показує, що більш точні методи, як правило, призводять до економії конструкційних матеріалів при проектуванні або до більш точної оцінки несучої здатності існуючих будівельних конструкцій. Сучасні досягнення в області обчислювальної техніки та будівельної механіки дозволяють розробляти методи розрахунку будівельних конструкцій, досить точно описуючих реальні умови їх роботи. Зокрема, дійсну поведінку конструкційних матеріалів під навантаженням, реологічні властивості матеріалів, стохастичний характер діючих на конструкцію навантажень, адекватне враховування складної геометрії конструкції і т.д.

Роботи по розробці методів статичного розрахунку залізобетонних плит з тріщинами ведуться давно. Серед них слід виділити роботи Карпенко М.І., Яріна Л.І. [3, 5], Яременко О.Ф. [10], Городецького О.С., Здоренко В.С. [2].

В роботі [8] отримано уточнену фізичну модель залізобетонної плити, що враховує повні діаграми деформування бетону та арматури, придбану під навантаженням анізотропію, утворення тріщин довільного напрямку, зв'язку зачеплення берегів тріщин; загальну кінцево-елементну методику розрахунку залізобетонних плит на базі узгодженого прямокутного кінцевого елемента і уточненої фізичної моделі, а так само, відповідні матриці жорсткості, матриці деформацій і внутрішніх зусиль; алгоритм економічних і стійких кроків-ітераційних процедур вирішення нелінійної задачі розрахунку залізобетонних плит, заснований на ефективному поєднанні величини кроку навантаження, точності ітераційних процесів на кожному кроці і відповідної норми збіжності; результати чисельного дослідження роботи залізобетонних плит різної конфігурації при різних схемах навантаження та їх зіставлення з результатами фізичних експериментів; впровадження розробленої методики розрахунку в практику проектування залізобетонних плит.

Основні ідеї динамічного розрахунку залізобетонних конструкцій належать А.А. Гвоздеву. Найбільш повний розвиток вони отримали в роботах В.А. Котляревського, М.М. Попова, Б.С. Расторгуєва.

Методи розрахунку залізобетонних конструкцій на короткочасні динамічні навантаження на основі повних діаграм деформування бетону та арматури інтенсивно розвиваються в останні роки [4, 6, 7, 9, 11].

Ці методи динамічного розрахунку розроблені для аналізу напружено-деформованого стану згинальних та стиснуто-зігнутих стрижневих і плитних конструкцій.

В роботі [11] автором проведений аналіз дозволив розділити методи дослідження залізобетонних плит на дві групи: - до першої групи належать методи розрахунку, засновані на дослідженні роботи плит в граничних станах: в момент тріщиноутворення і в момент руйнування (ці методи дозволяють врахувати пружну і пластичну стадії роботи матеріалу, вертикальне зміщення опор, є досить простими і експериментально перевірені); - до другої групи належать методи розрахунку, засновані на використанні нелінійних діаграм деформування бетону та арматури, адекватно враховують особливості деформування залізобетону: конструктивну і придбану анізотропію, деформування бетону в умовах плоского напруженого стану, утворення і розвиток тріщин, роботу смуг бетону між тріщинами і т.д. (дані методи дозволяють судити про напружено-деформований стан на всіх ділянках плити і на всіх етапах її деформування).

Аналіз методів послужив передумовою для розгляду тонких і середньої товщини залізобетонних плит при короткочасному динамічному навантаженні. Фізичною основою розробленого методу розрахунку є нелінійні динамічні діаграми деформування бетону та арматури і критерій міцності бетону при плоскому напруженому стані, при цьому враховується процес утворення і розвитку тріщин як по полю плити, так і по її товщині і особливості поведінки смуг бетону між тріщинами.

Для обґрунтування фізичної моделі динамічного деформування залізобетону були узагальнені дані про поведінку матеріалів і конструкцій при статичному і короткочасному динамічному навантаженнях і проведені необхідні додаткові експериментальні дослідження.

Аналіз експериментальних досліджень також показав, що поздовжнє і поперечне армування істотно впливають на характер деформування зразків залізобетону. На підставі проведеного аналізу для стисненого бетону прийнята залежність враховує вплив швидкості деформування і непрямого армування на зміну міцнісних та деформаційних властивостей бетону.

Вплив розтягнутого бетону на роботу згинальних залізобетонних елементів позначається в меншій мірі, ніж стисненого бетону, тому в розрахунках конструкцій діаграма деформування бетону при розтягуванні приймається з більшим ступенем ідеалізації. У цій роботі для розтягнутого бетону залежність приймається у вигляді діаграми Прандтля і характеризує роботу бетону в пружній і пластичній стадіях.

Вплив швидкості деформування на властивості міцності матеріалу враховується коефіцієнтом динамічного зміцнення.

У процесі активного опору конструкції внаслідок перерозподілу зусиль можливе локальне розвантаження її окремих елементів. За початок розвантаження в елементі без тріщин приймається момент зниження деформацій бетону по одній з головних площадок. Для елемента з тріщинами за початок розвантаження прийнятий момент зменшення деформацій арматури в тріщині або зниження деформацій для смуг бетону між тріщинами.

Для розрахунку залізобетонних плит при дії короточасних динамічних навантажень розроблений метод, в основу якого покладена багатопарова модель. Згідно прийнятої моделі плита умовно розділяється по товщині на шари малої товщини. Напруження в межах шару приймаються постійними. Реальні криволінійні епюри напружень у перерізі замінюються ступінчастими.

Матриця пружності для шару обчислюється залежно від наявності армування. Для армованих шарів матриця пружності складається зі складових що враховують вклад арматури і бетону в загальну жорсткість, для неармованих шарів жорсткість повністю визначається міцністю та деформативними властивостями бетону.

Висновки

1. Наведено огляд сучасних робіт в дослідженні залізобетонних плит під дією складного навантаження.
2. Фізичні моделі що описують поведінку залізобетонних плит під дією короточасного динамічного навантаження потребують подальшого вдосконавлення.

Література

1. Артемов А.Н. Поперечный изгиб железобетонных плит с учетом трещин // Изв. вузов. Строительство, 1994. - № 9. - С. 7 - 12.
2. Городецкий А.С., Здоренко В.С. Расчет железобетонных плит с учетом образования трещин методом конечных элементов // Приклад-

ные проблемы прочности и пластичности. Выпуск 3. - Горький, 1976. - С. 48 - 51.

3. Гуревич А.Л., Карпенко Н.И., Ярин Л.И. О способах расчета железобетонных плит на ЭВМ с учетом процесса трещинообразования // Строительная механика и расчет сооружений, 1972. - № 1. - С. 24-29.

4. Забегаев А.В., Саргсян А.А. Метод оценки прочности железобетонных плит при действии локальных динамических нагрузок // Сейсмостойкое строительство, 1999. - №4. - С. 16 - 18.

5. Карпенко Н.И., Ярин Л.И. Исследование железобетонных плит на ЭВМ с учетом образования трещин // в сб. «Исследования конструкций зданий и сооружений для сельского строительства». Вып 2-1. М.: Стройиздат, 1969. - С. 130-150.

6. Кумпяк О.Г. Совершенствование методов расчета железобетонных плоскостных конструкций при статическом и кратковременном динамическом нагружении // Автореф. дис. д-ра техн. наук. - Томск, 1996. - 44 с.

7. Кутуев М. Решение плоских задач теории деформирования железобетона с трещинами при динамических воздействиях // Автореф. дис. канд. техн. наук. -Фрунзе, 1979. - 21 с.

8. Палювина С.Н. Совершенствование расчета прочности и трещиностойкости железобетонных плит на основе численных методов // Автореф. дис. канд. техн. наук. - Белгород, 2000. - 27 с.

9. Ставров Г.Н., Катаев В.А. Динамический расчет железобетонных плит на основе уточненной модели поведения бетона в сложном напряженном состоянии // Изв. ВУЗов. Строительство. 1992. - № 1. - С. 33 - 37.

10. Яременко А.Ф., Мельник В.В. Расчет длительной деформативности и несущей способности железобетонных плит с трещинами // Изв. ВУЗов. Строительство. 1994. - № 5, 6. - С. 3 - 9.

11. Галяутдинов З.Р. Совершенствование метода расчета железобетонных плит с трещинами при кратковременном динамическом нагружении/ Автореф. дис. канд. техн. наук. - Томск, 2004. - 25 с.