

АНАЛІЗ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ІСНУЮЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ

Виконання підсилення існуючого елемента конструкції – складна інженерна задача яка включає в себе не тільки визначення ступеню пошкодження елемента але і методу його підсилення. Дуже часто ми змушені враховувати габарити елемента після підсилення для того щоб не порушити вимог [1,2], не порушити існуючих технологічних ліній підприємства, можливості виконання підсилення з точки зору технологічності і також, безперечно, фінансової складової підсилення.

Ключові слова: *Напружено-деформований стан, математичне моделювання, залізобетонний елемент, визначення несучої здатності.*

Актуальність проблеми. З кожним наступним роком при виконанні проекту на підсилення існуючих елементів конструкцій можна прослідкувати наступну тенденцію – пошук найбільш раціональних методів підсилення існуючих елементів конструкцій для найбільш ефективного використання площі приміщень враховуючі вимоги [1,2]. Не завжди стандартна методика (пошкоджений елемент вважається таким, що не може сприймати навантаження і, як наслідок, при проектуванні підсилення нові елементи підсилення розраховуються без врахування несучої здатності пошкодженого елемента) знаходить підтримку у замовника, архітектора, дизайнера, що призводить до пошуку нових шляхів, методик. Все складніше стає застосовувати "стандартні" відпрацьовані роками проектні рішення. Подальший розвиток раціоналізації (оптимізації) інженерних рішень без аналізу

²² © Шиндер В.К., Лобзін М.В.

існуючого напружено-деформованого стану пошкодженого елемента конструкцій за допомогою математичного аналізу неможливий.

Підґрунтям для подальшої дослідницької роботи стали результати обстеження та реконструкцій ряду промислових споруд:

- Значні пошкодження залізобетонних ригелів (див. рис.1);
- Наявність порушень в технології виготовлення ригелів (захисний шар, порушення геометрії опалубки) (див. рис.2);
- Наявні монтажні відхилення;
- Наявність збірних залізобетонних елементів, що відносяться до перших типових серій збірного залізобетону. Знайти будь-які матеріали щодо армування – неможливо.
- Жорсткі вимоги щодо габаритів майбутнього підсилення зі сторони замовника.



Рис. 1. Пошкодження центрального несучого ригеля.

Мета статті – систематизація підходу та факторів що впливають на процес прийняття рішення щодо підсилення пошкодженого (аварійного) залізобетонного елемента.

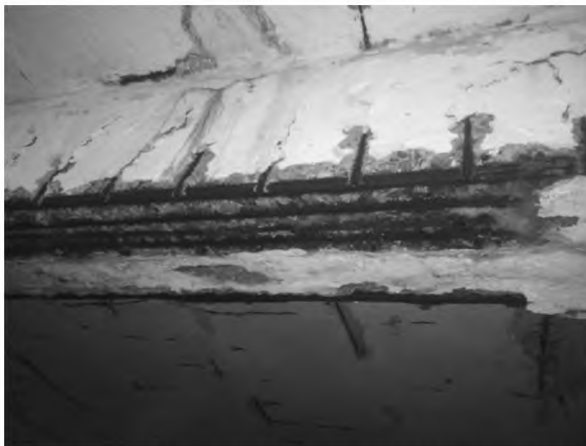


Рис. 2. Пошкодження зумовлені порушенням технологічного процесу виготовлення.

Відповідно до мети роботи вирішувались наступні задачі :

- аналіз чинників, що впливають на процес моделювання існуючого залізобетонного елемента з метою визначення фактичної несучої здатності.

Для реалізації поставленої задачі нами було вибрано програмний комплекс Femar який включає в себе розрахунковий модуль NX Nastran. Femar дозволяє швидко та зручно підготувати розрахункову модель (рис.3) а також проводити імпорт моделей виконаних в інших програмних комплексах (як приклад Solidwoks, Abaqus, Ansys, Caefem, Genesis, Ls-Dyna3D, MARC та інші) [3 ,4]. Femar є середовищем для підготовки кінцево-елементних моделей конструкцій і відповідних крайових задач для подальшого їх розрахунку (Finite Element Modeling, пре-процесор), а також для перегляду і документування результатів розрахунку (Post-processing, пост-процесор). З допомогою Femar можна підготувати для NX Nastran, серед інших, крайові задачі лінійного або нелінійного статичного пружного стану, статичного пластичного стану, повзучості, контактного аналізу, оптимізації конструкцій і інші. Конструкція (чи середовище) може бути апроксимована різними кінцевими елементами: одно-, дво- і трьохвимірних з різними

властивостями, з різних матеріалів, характеристики яких можуть залежати від температури, швидкості деформування тощо. Femap with NX Nastran набуває стрімкого поширення в інженерній практиці завдяки простоті і універсальності.

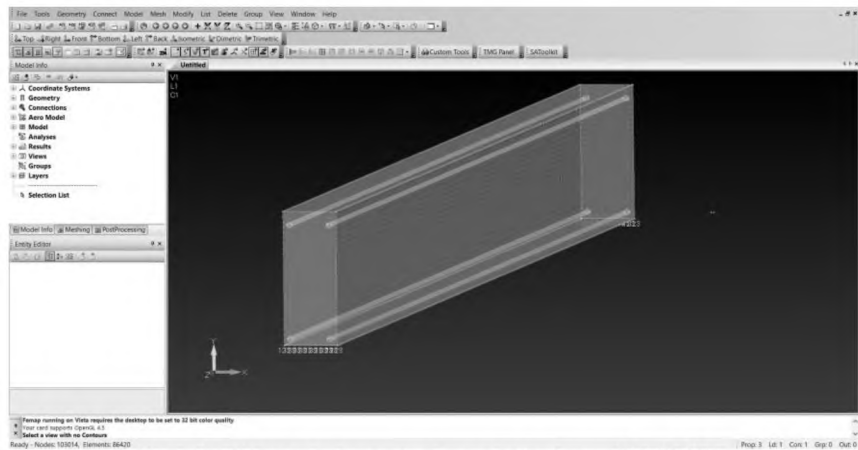


Рис. 3. Моделювання ригеля в середовищі FEMAP.

Нажаль, в рамках однієї публікації неможливо розглянути весь процес моделювання та розрахунку ригеля і нами було прийняте рішення поступового детального викладення інформації в наступних публікаціях.

Під час роботи над даним підсиленням нами були вирішені наступні проблеми:

- Моделювання існуючого залізобетонного елемента за допомогою окремих "Solid" елементів в середовищі Femap;
- Моделювання арматурних стрижнів за допомогою Solid елементів. Дане питання є надзвичайно важливим. Femap, як і більшість сучасних програмних комплексів, не дозволяє поєднувати в одній моделі елементи "Solid" та "Line" що призводить до великої затрати в часі на моделювання арматурних стрижнів за допомогою "Solid" елементів. Нами було випробувано методику моделювання армування за допомогою "Line" елементів з послідуючою

Проблеми розвитку міського середовища. Вип.3 (19) 2017

конвертацію їх в "Solid" елементи та адаптації моделі бетону згідно розташування армування;

- Розглянуто питання контакту при моделюванні зчеплення арматури з бетоном при моделюванні в середовищі Femap;

- Проведений аналіз впливу на результати розрахунку ригеля різних методик моделювання опор;

- Проведений аналіз математичних моделей для проведення розрахунку. Виконаний аналіз переваг і недоліків обраних моделей;

Фінальним результатом проведеної роботи стало виконання робочих креслень підсилення центральних ригелів споруди (рис.3,4,5).

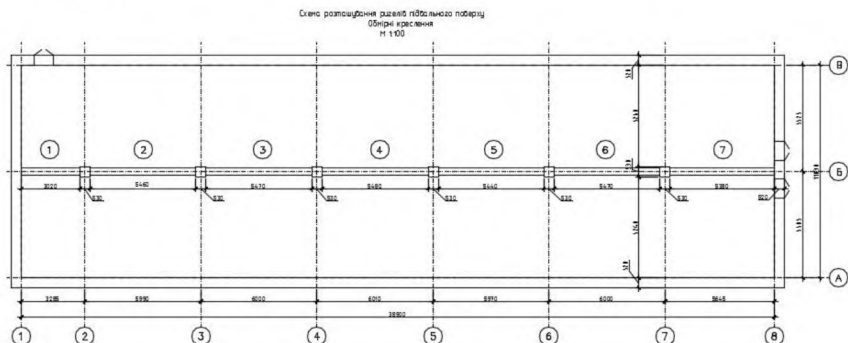


Рис. 3. Ситуаційна схема розташування ригелів.

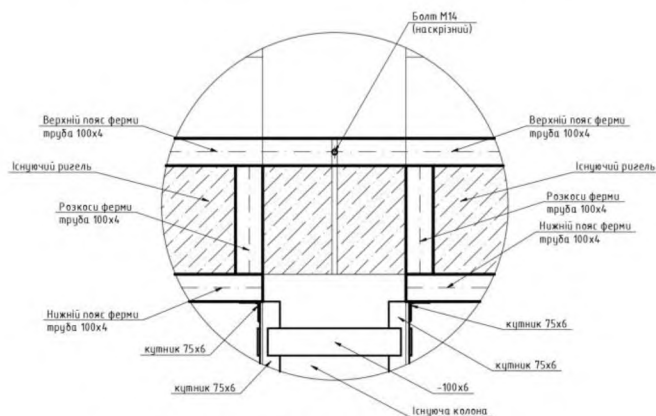


Рис. 4. Варіант підсилення опорного вузла.

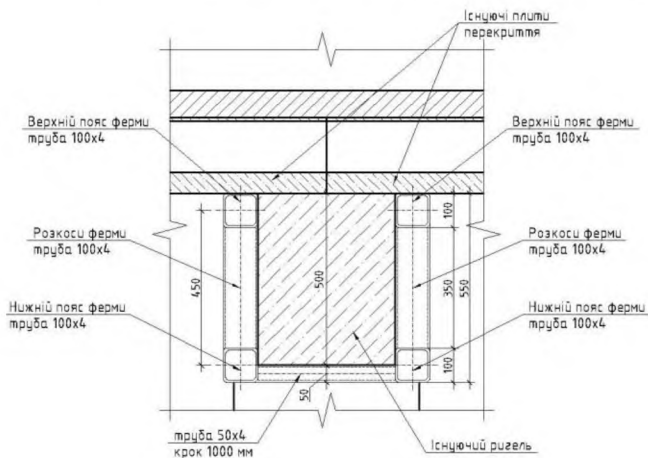


Рис. 5. Варіант підсилення ригелів.

Висновки. Застосування в повсякденній роботі інженера математичного моделювання напружено-деформованого стану існуючих залізобетонних конструкцій при визначенні їхнього фактичного несучого стану дасть змогу отримати набагато достовірніші результати. Математичне моделювання дає змогу оцінити вплив багатьох чинників на несучу здатність існуючого елемента:

- вплив дефектів виготовлення і монтажу;
- вплив пошкоджень елемента;
- більш точне моделювання схеми навантажень;
- підбір найефективнішого методу підсилення.

Таким чином проведені дослідження несуть цінну інформативно-аналітичну дослідницьку базу, являються по своїй суті вартими подальшого розвитку для отримання методичних вказівок щодо впровадження математичного моделювання в процес визначення фактичного несучого стану окремих елементів конструкції за допомогою сучасних програмних засобів.

Список використаних джерел:

1. ДБН В.2.2-9-2009 Громадські будинки та споруди. Основні положення. Київ. Мінрегіонбуд України. 2009.
2. ДБН В.2.2-28:2010 Будинки адміністративного та побутового призначення. Київ. Мінрегіонбуд України. 2010.
3. Шимкович, Д.Г. 2008. Femap & Nastran. Инженерный анализ методом конечных элементов М.: ДМК Пресс. 704с.
4. Дмитренко Т. Використання новітніх комп'ютерних технологій при чисельному дослідженні напружено-деформованого стану будівельних конструкцій / Вісник НУ ЛП №751, с.346-350.

Анотация

Выполнение усиления существующего элемента конструкции – сложная инженерная задача которая включает в себя не только определение степени повреждения элемента но и метода его усиления. Очень часто мы вынуждены учитывать габариты элемента после усиления для того чтобы не нарушить требований [1,2], не нарушить существующих технологических линий предприятия, возможности выполнения усиления с точки зрения технологичности и также, безусловно, финансовой составляющей усиления.

Ключевые слова: *Напряженно-деформированное состояние, математическое моделирование, железобетонный элемент, определения несущей способности.*

Abstract

Strengthening of any element of design – a complex engineering task that involves determining the degree of damage and the method of its strengthening. Very often we have to take into account the dimensions of the item after strengthening in order not to violate the requirements of the operation, not to disturb the existing production lines in production, the possibility of the strengthening in terms of manufacturability and also, of course, the financial component. With the above said, we can conclude - the more accurately we can determine the actual condition of the damaged (emergency) element, the more efficiently we can eliminate an emergency situation with minimal changes characteristics of buildings, structures, and so on.

Keywords: *Stress-strain state, mathematical modeling, concrete elements, determining the carrying capacity.*

Стаття надійшла до редакції у листопаді 2017р.