

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
МАЛА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
“ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА
ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА”



МІНІСТЕРСТВО
ОСВІТИ І НАУКИ
УКРАЇНИ



United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization

М.А.Н.

• Мала академія наук
України під егідою
• ЮНЕСКО

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ XVII МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ “АКАДЕМІЧНА Й УНІВЕРСИТЕТСЬКА НАУКА: РЕЗУЛЬТАТИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ”



12-13 ГРУДНЯ 2024 РОКУ

УДК 624.016

**МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ
ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСОЛЕЙ
В ПРОГРАМНОМУ КОМПЛЕКСІ "SIMULIA ABAQUS"**

Довженко О, Кириченко В., Мищенко М.

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
o.o.dovzhenko@gmail.com

Моделювання напружено-деформованого стану залізобетонних конструкцій, зокрема, залізобетонних консолей із використанням нелінійних моделей методу скінченних елементів дозволяє уточнити механіку руйнування та оцінити вплив ключових параметрів на несучу здатність. Одним із провідних інструментів для виконання таких досліджень є програмний комплекс Simulia Abaqus, який дозволяє враховувати нелінійне деформування бетону, реалізує моделі бетону на основі експериментальних даних та дозволяє автоматизувати моделювання сумісної роботи арматури з бетоном.

Втрата несучої здатності залізобетонних консолей, як і для більшості залізобетонних конструкцій, передбачається через досягнення арматурою межі текучості або через вичерпання міцності стиснутої зони бетону. При цьому вважається що інші особливості (деформативність арматури та бетону, робота бетону на розтяг, розподіл напружень стиснутої зони бетону) впливають значно менше.

У даній роботі досліджено вплив кількості робочої арматури на характер руйнування та несучу здатність залізобетонних консолей. Напружено-деформований стан консолі оцінювався в рамках розв'язання плоскої задачі, що було обґрунтовано зменшенням обчислювальної складності із забезпеченням прийнятної точності для даного типу досліджень. Спрощується також інтерпретація отриманих результатів, що дозволяє ефективно аналізувати ключові параметри конструкції.

Розміри й основні параметри моделі відповідають експериментальним зразкам [1], що дозволяє провести порівняння із результатами натурних випробувань. Арматування консолі прийнято тільки робочою арматурою (без

поперечного армування), відсоток якого варіювався у межах 0,1-0,6% від умовної площі перерізу консолі. Навантаження моделюється сталими кроками переміщень, що дає змогу більш реалістично імітувати процес руйнування консолі. Використана модель поведінки бетону Concrete Damage Plasticity [2] передбачає урахування його нелінійної роботи, у тому числі спадної вітки діаграми “напруження-деформації”, завдяки чому більш точно моделює розподіл напружень і розвиток зон руйнування, які є визначальними для розрахунку несучої здатності консолі. Особливо важливим є те, що дана модель враховує прогресуючі пошкодження бетону, такі як формування мікротріщин при розтягуванні та деградація міцності при стисненні [3]. Це дозволяє не лише оцінити граничний стан, а й визначити критичні ділянки, де можуть виникнути руйнування. Крім того, модель точно описує взаємодію між бетонною матрицею й арматурою, що є ключовим фактором для залізобетонних конструкцій.

Результати досліджень (рис. 1) свідчать, що збільшення відсотка армування консолі після певної межі не лише не сприяє підвищенню її несучої здатності, але й може призводити до її зниження. Це підкреслює суттєвий вплив деформативних параметрів матеріалів, що обґрунтовує необхідність подальших досліджень несучої здатності залізобетонних консолей з урахуванням їх деформативних характеристик.

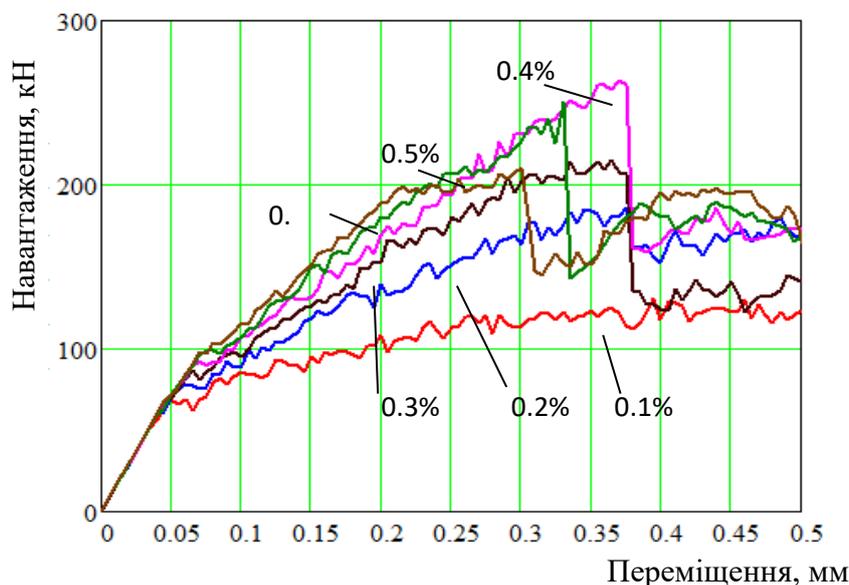


Рисунок 1 – Діаграми "Навантаження – переміщення"

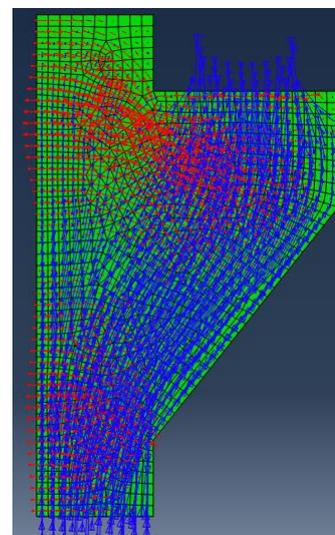


Рисунок 2 – Розподіл головних напружень

Вивчення розподілу зусиль (рис. 2) та розвитку незворотних деформацій бетону дозволяє спрогнозувати можливе руйнування й оптимізувати армування консолі з точки зору підвищення її несучої здатності.

Усі ці фактори дають можливість отримувати більш надійні та відповідні до реальних умов результати, що важливо як для проектування, так і для оцінки надійності існуючих конструкцій.

Література:

1. *Kriz L. B., Raths C. H. Connections in Precast Concrete Structures—Strength of Corbels // Journal of the Prestressed Concrete Institute, V. 10, No. 1, Feb. 1965, pp. 16-61.*
2. *ABAQUS Analysis User's Manual [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<https://classes.engineering.wustl.edu/2009/spring/mase5513/abaqus/docs/v6.6/books/usb/default.htm?startat=pt05ch18s05abm36.html#usb-mat-cconcretedamaged> – Concrete damaged plasticity.*
3. *Abdulridha, A. J., Risan, H. K., & Taki, Z. N. M. (2018). Numerical Analysis of Reinforced Concrete Corbel Strengthening by CFRP Under Monotonic Loading. International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET), 9(10), 1554–1565. ISSN 0976-6308 (Print), ISSN 0976-6316.*