

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО- ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ГНУЧКИХ СТАЛЕБЕТОННИХ КОЛОН

На даний час доведено, що застосування сталобетонних комбінованих конструкцій є більш ефективним і раціональним в порівнянні з залізобетонними. Сталобетонні конструкції набули широкого поширення у всьому світі, зокрема сталобетонні колони. Застосування такого типу конструкції дає велику кількість переваг. Головні, з яких це: можливість виготовлення такого типу конструкцій з використанням незнімної опалубки; висока несуча здатність; відсутність крихкого миттєвого руйнування. Сталобетонні елементи, які мають невелику гнучкість і малі ексцентриситети прикладення поздовжньої сили (що характерно для вертикальних несучих елементів), мають винятково високу несучу здатність при відносно малих поперечних перерізах, будучи прикладом вдалого поєднання цінних властивостей металу і бетону. Ступінь вивченості дійсної роботи під навантаженням, особливостей напружено-деформованого стану, рівня несучої здатності, характеру руйнування дає можливість якісного проектування будівельних конструкцій, і композитних зокрема.

На даний момент вітчизняними та іноземними дослідниками запропоновано значну кількість методик розрахунку несучої здатності та визначення напружено-деформованого стану коротких сталобетонних колон. Актуальність дослідження питання стійкості в гнучких сталобетонних конструкціях при визначенні несучої здатності істотно зросла, оскільки руйнування гнучких сталобетонних конструкцій найчастіше пов'язано з втратою загальної стійкості або їх окремих конструктивних елементів - місцевої втрати стійкості. Принцип дослідження напружено-деформованого стану гнучких сталобетонних колон базується на методиці визначення понижуючого коефіцієнта несучої здатності. Значення коефіцієнта повздовжнього згину залежить від довжини елемента, його гнучкості і величини ексцентриситету прикладеного навантаження.

Для вивчення питань стійкості та поведінки гнучких сталобетонних колон під навантаженням були проведені експериментальні дослідження шести зразків (в двох серіях). Характеристики експериментальних колон: СБК – сталобетонні колони квадратного поперечного перерізу з розмірами 100×100 мм, товщиною обійми $t = 2$ мм, $\sigma_y = 220$ МПа; ТБ – сталобетонні

колони круглого поперечного перерізу $\varnothing 102$ мм, $t = 3$ мм, $\sigma_y = 330$ МПа. Всі зразки мали довжину 1 м і клас бетону С16/20.

Експериментальні зразки випробовувались в лабораторії будівельної механіки і гідравліки Українського державного університету залізничного транспорту на випробувальному пресі ПММ-125 у віці 60 діб. Верхня опорна плита випробувального преса забезпечувала шарнірне обпирання.

До зразків прикладалось осьове навантаження на комплексний переріз. У процесі випробування вимірювалися поздовжні та поперечні деформації. Для цього на гранях колон в поздовжньому і поперечному напрямках наклеювалися тензорезистори серії VX120-10AA-X. Глибинні датчики у вигляді тривимірної розетки встановлювалися в зразках під час бетонування. Показання тензодатчиків знімали за допомогою тензометричної станції ВВП-8. Навантаження прикладали по 20 кН в інтервалі від 0 до $0,9 \times F_d$, при цьому кожен ступінь навантаження витримували не менше 5 хв. Відліки за приладами знімалися на кожному ступені навантаження. Всі зразки доводилися до руйнування.

Власний досвід попередніх досліджень коротких сталобетонних колон показує, що в процесі навантаження в сталобетонному елементі виникає складний взаємозв'язок між сталеву оболонку і бетонним осердям. Завдяки використанню тривимірної розетки глибинного датчика з'явилася можливість порівняти величину і характер розвитку деформацій всередині бетонного осердя і зовні сталеву оболонку. Як показують експериментальні дані, різниця в деформаціях всередині і зовні сталобетонної колони на початкових етапах завантаження не значна. Залежності поздовжніх і поперечних деформацій від навантаження практично лінійні або близькі до них. Тому можна зробити висновок, про спільну роботу сталеву оболонку та бетонного осердя. Далі при навантаженні $(0,4 \div 0,5) \times F_d$ лінійність порушується. Настає проміжна стадія роботи сталобетонного елемента, в якій спільна робота двох компонентів забезпечується однаковими поздовжніми деформаціями. При навантаженні $0,8 \times F_d$ відбувається інтенсивний приріст поздовжніх і поперечних деформацій як всередині, так і зовні сталобетонної колони. У цій стадії починається більш інтенсивне поперечне розширення бетонного осердя. Це супроводжується тиском бетону на стінки оболонки, в результаті чого робота компонентів сталобетонного елемента істотно змінюється. Оскільки сталеву оболонку перешкоджає надмірному розширенню бетону, виникає ефект оболонки. Бетонне осердя починає працювати в умовах тривісного стиску, в результаті чого може сприймати підвищені навантаження.

При випробуванні сталобетонних колон середньої гнучкості спостерігається інший характер поведінки. Під час проведення експерименту

було зафіксовано два зусилля, які відповідають різним критеріям втрати несучої здатності. Перше зусилля відповідало викривленню поздовжньої вісі елемента і появи перших ознак загальної втрати стійкості для круглих сталобетонних колон. Для квадратних колон величина цього зусилля відповідала втраті місцевої стійкості в локальних зонах. Друге зусилля - максимальна величина навантаження, яку здатний витримати зразок. Друге зусилля характеризувалося постійним навантаженням на шкалі силовимірювача і великими поздовжніми деформаціями в колонах.

У зразках квадратного поперечного перерізу при навантаженні рівному $(0,6 \div 0,7) \times F_d$ спостерігалось зминання верхньої приопорної зони по всьому периметру. Це явище можна пояснити появою концентраторів напружень в кутових зонах, внаслідок чого відбувається втрата місцевої стійкості в цих локальних зонах. Величина відносних деформацій по глибинним датчикам перевищувала на 15-20% показники зовнішніх тензорезисторів. Експериментальне значення величини коефіцієнта Пуассона бетону (ν_{exp}) змінювалось від 0,2 до 0,48.

У сталобетонних колонах круглого поперечного перерізу при навантаженні рівному $(0,7 \div 0,75) \times F_d$ на сталевій оболонці спостерігалось виникнення характерних ліній текучості. Поява ліній Людерса-Чернова відмічалась тільки для круглих сталобетонних колон. На наступній стадії роботи при незначному підвищенні навантаження спостерігалась поява зігнутої вісі елемента, яка свідчить про втрату загальної стійкості сталобетонної колони. Це пов'язано з наявністю коефіцієнта поздовжнього згину. Експериментальне значення величини коефіцієнта Пуассона бетону (ν_{exp}) змінювалось від 0.2 до 0.65. Несуча здатність сталобетонних колон, прийнятої довжини, зменшилася на 10÷13% у порівнянні з короткими колонами, довжиною 0,5 м. За результатами отриманих даних побудовані графіки залежностей відносних деформацій від навантаження.

Проаналізувавши отримані залежності, зроблено **висновок**, що найбільш деформативним виявляється середній переріз. До того ж, при початкових ступенях завантаження деформації незначно відрізняються на поверхні та всередині зразка, але в момент досягнення граничного стану їх розходження стає більш суттєвим.