

НЕСУЧА ЗДАТНІСТЬ СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ НА СТИСК ПРИ СКЛЕЮВАННІ АКРИЛОВИМИ КЛЕЯМИ

Розглянуто вплив клеєного з'єднання на напружено-деформований стан і несучу здатність елементів сталезалізобетонних конструкцій, що працюють на стиск.

Ключові слова: напружено-деформований стан, клей, конструкції, стиск

Вступ. Нині широке застосування отримали сталезалізобетонні конструкції, які в своєму складі поєднують бетон, арматурні стрижні та сталеві прокатні профілі. Наряду з добрими техніко-економічними показниками, при будівництві цих конструкцій у багатьох випадках вдається повністю позбавитися необхідності застосовувати опалубку і риштування, тому що в якості опалубки можна використовувати сталеві прокатні профілі й листи, а робоча арматура з прокатних профілів із успіхом виконує функції риштувань.

Але проблема з'єднання бетону і сталевих гладких профілів гостро стоїть перед дослідниками. Тому і виникла необхідність цих досліджень.

Постановка проблеми. Необхідно вивчити конструкції ті, що є та запропонувати нові види залізобетонних конструкцій, які б не потребували взагалі використання спеціальної опалубки при їх виготовленні та будівництві а також зменшити технологічні витрати на з'єднання металу і бетону. Якраз цим вимогам і відповідають деякі типи сталезалізобетонних конструкцій, у яких профільна арматура може одночасно виконувати функції опалубки. Найвигідніше використовувати сталезалізобетон в елементах, що сприймають великі навантаження. Ефективними є сталезалізобетонні колони промислових та цивільних споруд, стиснені елементи великопролітних арок і ферм, опори й пролітні будови мостів, стійки в будівлях рамної конструкції, у житлових та громадських будівлях, в опорах ЛЕП, у радіотелевізійних щоглах тощо [1].

Аналіз досліджень і публікацій. Більше ста п'ятдесяти років минуло з того часу, як у будівництві розпочали використовувати залізобетон. Зробивши перші несміливі кроки, залізобетон усе впевненіше завойовував позиції, витісняючи та опереджаючи інші види несучих конструкцій. Слід зазначити, що поява залізобетону та його активне застосування збіглося в часі з бурхливим розвитком промисловості та будівництва. Залізобетон стали використовувати не лише в промисловому і цивільному будівництві, а й в інших галузях, наприклад, при зведенні таких складних споруд, як мости, висотні будівлі [1].

Широке розповсюдження залізобетону пояснюється його суттєвими загальновідомими перевагами. Про надійність залізобетону свідчить багаторічний досвід експлуатації несучих конструкцій.

Постановка завдання. Метою проведення експериментальних випробувань сталезалізобетонних елементів було дослідження:

- виключення застосування опалубки та рихтування при його виготовленні та на будівництві;
- впливу наявності та виду клейового з'єднання бетонної та сталеві частин сталезалізобетонних елементів на їх несучу здатність та деформативність;
- сумісної роботи двох складових комплексних конструкцій при клейовому з'єднанні та без нього;
- розвитку тріщиноутворення в бетоні та пластичних властивостей сталеві частини;
- прогинів і деформацій на різних ступенях завантаження;
- характеру руйнування дослідних зразків при різних характерах завантаження.

Виклад основного матеріалу. При складанні програми експериментальних досліджень враховано, що несуча здатність сталезалізобетонних елементів залежить від геометричних розмірів (геометричних характеристик сталеві двотаврового елемента, пластин та бетонної частини), фізико-механічних властивостей матеріалів (сталі, бетону, акрилового клею) та способу забезпечення сумісної роботи складових частин комплексних конструкцій [2].

Для вивчення особливостей роботи сталезалізобетонних елементів з клейовим з'єднанням сталі та бетону на стиск було виготовлено першу групу зразків:

- 1) стійки двотаврового перерізу із заповненням бокових порожнин бетоном висотою 2 м із використанням клейового з'єднання;
- 2) бетонні призми висотою 0,63 м обрамлені сталевими листами із чотирьох сторін із використанням клейового з'єднання та без нього.

Програма експериментальних досліджень включає в себе вивчення зміни напружено-деформованого стану дослідних зразків при дії поздовжньої сили: стійки К1, К2, К3, К4.

Зразки стиснутих елементів – двометрові стійки (рис. 1) двотаврового перерізу із заповненими бетоном порожнинами та бетонні призми (рис. 2) висотою 630 мм обрамлені сталевими пластинами з чотирьох сторін по периметру. Перші утворені зварюванням двотавра №16 (1) із торцевими сталевими пластинами (2) розміром 160×82×4 мм, де порожнини заповнені бетоном сумішшю складу №1. В зразка К1 перед бетонуванням поверхня

металевої частини, що контактує з бетоном, намащується акриловим клеєм складу №2 із дотриманням технології влаштування клейового з'єднання. Другий вид зразків утворений зварюванням двох вертикальних опалубних листів (2) розміром 630×150×4 мм та двох горизонтальних опалубних листів (1) розміром 150×150×12 мм. Утворена форма заповнюється бетоном складу №1 в горизонтальному положенні. Відрізняються зразки один від одного наявністю клейового з'єднання, тобто зразок К4 не має клейового з'єднання, а в зразків К2, К3 дане з'єднання присутнє (К2 – склад №1, К3 – склад №2). Загальна кількість досліджуваних стиснутих елементів – 4.

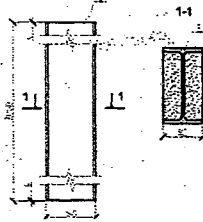


Рис. 1. Конструкція дослідних зразків стійок:
1 – двотавр №16; 2 – торцеві пластини

В роботі пропонується замість складної системи анкерування та закладних деталей для забезпечення сумісної роботи сталі та бетону використовувати приклеювання свіжоукладеної бетонної суміші до сталевого листа шляхом попереднього нанесення на поверхню контакту акрилового клею [3].

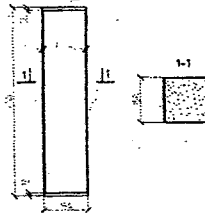


Рис. 2. Конструкція дослідних зразків призм:
1 – горизонтальний опалубний лист; 2 – вертикальний опалубний лист

Оскільки на сьогоднішній день стиснуті двотаврові конструкції з боковими порожнинами заповненими бетоном вивчені досить добре, то прийняте рішення дослідити їх лише з клейовим з'єднанням є цілком виправданим.

Зразки випробовувались при досягненні проектної міцності бетону у віці старше від 28 діб. Випробування стійок проводилось при завантаженні зосередженою силою без ексцентриситету. Розрахунковий проліт балок становив 1940 мм.



Рис. 3. Випробування сталезалізобетонної стійки висотою 2 м

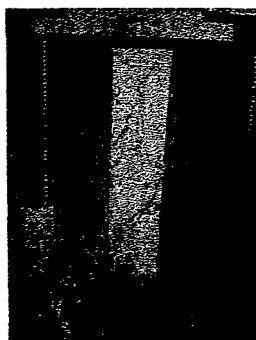


Рис. 4. Випробування сталезалізобетонної призми

Під час проведення експериментальних досліджень напружено-деформованого стану зразків на дію повздовжньої сили відмічались характерні особливості розподілення деформацій по висоті перерізу, а також інтенсивність зростання прогинів та характер руйнування. Відносні поздовжні деформації по висоті й ширині елементів із метою виключення зусиль зсуву вимірювалися за допомогою електротензорезисторів типу 2ПКБ 20-200в однієї комплектності з вибірковою перевіркою на придатність за ГОСТ 21615-76. Відліки по електро-тензорезисторах знімалися за допомогою приладу "АИД-4" та "ВНП-8". Також для контролю деформацій у найбільш стиснутих і розтягнутих волокнах зразка встановлювалися індикатори годинникового типу ИЧ 10 із ціною поділки 0,01 мм; база становила 200 мм. Вертикальні переміщення стиснутих елементів у процесі навантаження фіксувалися за допомогою прогиноміра "Аистова" типу ПАО-6, який встановлювався по середині прольоту. Схема навантаження для випробування на дію повздовжньої сили з розміщенням індикаторів годинникового типу та прогиноміра зображена на рис. 5.

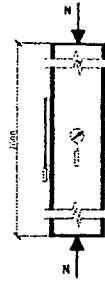


Рис. 5. Схема завантаження та розміщення індикаторів годинникового типу, прогиноміра для стійки висотою 2 м

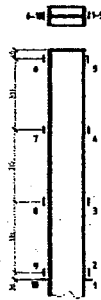


Рис. 6. Схема розміщення електротензорезисторів для стійки висотою 2 м

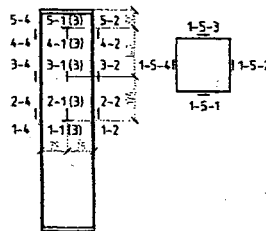


Рис. 7. Схема розміщення електротензорезисторів для коротких стійок

Для визначення фізико-механічних характеристик міцності і деформативності листової сталі були відібрані листові смуги, що відрізані від залишків листів даної партії.

Фізико-механічні характеристики бетону визначались шляхом випробування контрольних кубиків 100x100x100 мм і призм 100x100x400 мм. Середні характеристики міцності бетону приводяться в табл. 1.

Залежність $\sigma_b - \epsilon_b$ для використаного бетону складу №1 не прямо пропорційна навантаженню. По отриманим поздовжнім і поперечним деформаціям при навантаженні 30% від руйнуючого визначався початковий модуль пружності E_b і коефіцієнт поперечних деформацій ν_b .

Таблиця 1

Фізико-механічні характеристики бетонних зразків

Склад бетону	Кубикова міцність $R_m, \text{МПа}$	Середня призмova міцність $R_{b,m}, \text{МПа}$	Початковий модуль пружності $E_s \cdot 10^3, \text{МПа}$	Коефіцієнт Пуассона, ν_s
№ 1	27,1	15,2	18,4	0,21

Під час проведення експериментальних досліджень стиснутих елементів на дію центрального стиску згідно прийнятої методики відмічались характерні особливості напружено-деформованого стану зразків та розподілу деформацій по висоті елементів [3].

В результаті вимірювання деформацій сталезалізобетонних стійок двотаврового перерізу з боковими порожнинами заповненими бетоном, заміряних за допомогою індикаторів годинникового типу та електротензорезисторів розташованих відповідно до схеми наведеної вище, отримано графіки залежності відносних деформацій від навантаження (рис. 8). Отримані від'ємні значення говорять про те, що, як і було заплановано, стійка працювала на центральний стиск. Характер розподілу відносних деформацій по довжині зразка збігається з формою втрати стійкості (по синусоїді), оскільки жоден з кінців елемента не мав жорсткого защемлення.

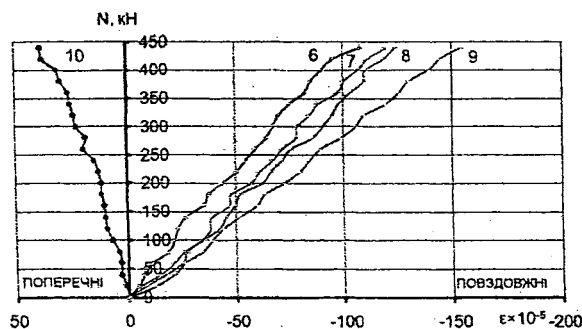


Рис. 8. Залежність відносних деформацій від навантаження в зразку К1 заміряні електротензорезисторами, розташованими по висоті 1 грані.

Із наведених вище графіків виділяється традиційна закономірність відношення повздовжніх і поперечних деформацій, а саме повздовжні в 2-3 рази більші за поперечні.

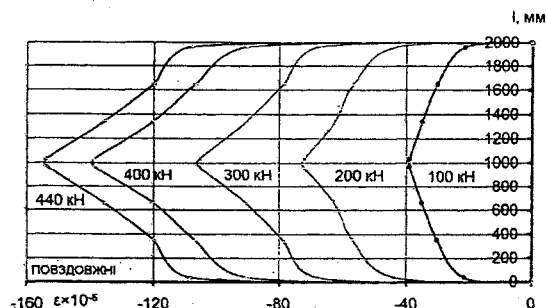


Рис. 9. Розподіл відносних деформацій по висоті зразка K1 вздовж 1 грані.

Оскільки метою дослідження було вивчення роботи матеріалів у пружній стадії роботи, то використана методика вимірювань відносних деформацій за допомогою електротензорезисторів цілком задовольнила пред'явлені вимоги і дала можливість вимірів в діапазоні від -200×10^{-5} до 200×10^{-5} одиниць.

Висновки

1. Використання клеїв різних складів, дозволяють вивчити їх вплив на несучу здатність і деформативність досліджуваних елементів.
2. Прийнята методика випробувань та використані вимірювальні прилади дозволяють отримати необхідні експериментальні дані і детальні характеристики для визначення несучої здатності та деформацій із заданою точністю і характеру руйнування на будь-якій стадії завантаження дослідних зразків.
3. Використані схеми розміщення приладів на бічних поверхнях досліджуваних зразків дозволяють отримати чітку картину розвитку деформацій як в перерізах, так і по довжині елементів.
4. На всіх етапах завантаження в конструкціях із клейовими з'єднаннями сталі та бетону за допомогою акрилового клею з наповнювачем забезпечується їх сумісна робота. Ці обставини дозволяють вважати, що дані конструкції надійні в роботі та експлуатації. Текучість металевих елементів конструкцій в найбільш напружених волокнах перерізу відмічена при навантаженнях 85-90% від руйнуючих, що говорить про високу надійність таких конструкцій.
5. При використанні клейових з'єднань у композитних балках їх деформативність зменшується на 25% у порівнянні зі звичайними; несуча здатність сталезалезалізобетонних стійок з клейовими з'єднаннями акриловими клеями різного складу підвищується на 35%.

Список використаних джерел

1. *Лапенко О.І.* Залізобетонні конструкції з робочим армуванням незнімною опалубкою / *О.І.Лапенко*. – Полтава: АСМІ, 2009. – 363 с.
2. *Стороженко Л.І.* Забезпечення сумісної роботи бетону й сталі за допомогою склеювання – перспективний напрямок розвитку сталезалізобетонних конструкцій / *Л.І.Стороженко, О.І.Лапенко, О.Г.Горб* // *Строительство, материаловедение, машиностроение*. – Днепропетровск: ПГАСА, 2009. – Вып.50. – С. 532-538.
3. *Лапенко О.І.* Стиснуті елементи зі сталевих двотаврів із боковими порожнинами, заповненими приклеєним до сталі бетоном / *О.І.Лапенко*// *Коммунальное хозяйство городов*. – К.: «Техніка» 2009. – Вып. 90. – С.262-267.

Аннотация

Рассмотрено влияние клеевого соединения на напряженно-деформированное состояние и несущую способность элементов сталежелезобетонных конструкций, которые работают на сжатие.

Ключевые слова: напряженно-деформированное состояние, клей, сжатие.

Annotation

The influence of glued connection mode of deformation and bearing capacity of composite construction elements, working on compression.

Keywords: stress-strain state, glue, construction, compression