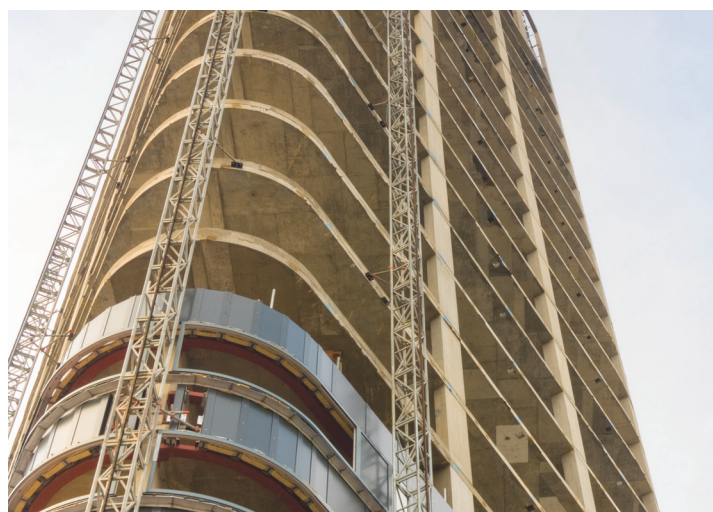


# ПЛИТИ ПОСТ НАПРУЖЕННЯ



СПЕЦІАЛІЗОВАНІ ІНЖЕНЕРНІ РІШЕННЯ ДЛЯ КОНСТРУКЦІЙ

02/03

РОЗКРИЙТЕ СПРАВЖНІЙ ПОТЕНЦІАЛ ВАШОЇ КОНСТРУКЦІЇ...  
ПІДВИЩУЮЧИ ВПЕВНЕНІСТЬ

# РІШЕННЯ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ

---

CCL здійснює повний комплекс проектних робіт для застосування бетону з пост-напруженням. Досвід, експертиза та отримані під час роботи над проектами по всьому світу, об'єднуються для надання швидких та ефективних рішень. Компанія CCL використовує новітнє програмне забезпечення для проектування, яке постійно оновлюється відповідно до сучасних міжнародних будівельних норм та правил.

Фахівці CCL допомагають інженерам-конструкторам визначити найбільш відповідний варіант для їх конкретних вимог проекту на ранньому етапі проектування, використовуючи розширене інженерне оцінювання. CCL може надати детальну схему з достатньою інформацією для тендерних цілей. Після отримання замовлення спеціалізована команда проектувальників розробить проект і надасть робочі креслення для будівництва.

“Досвід і експертиза отримані під час роботи над проектами по всьому світу, поєднуються для надання швидких та ефективних рішень”



## КОМПЕТЕНТНІ РІШЕННЯ

---

Плити з пост-напруженням CCL представляють безперервний розвиток через участь у будівництві споруд по всьому світу. Будівельні системи CCL пропонують інноваційні рішення для деяких поширених обмежень, з якими стикаються архітектори, інженери та підрядники.

- Простори відкритого планування з великими прольотами, та обмеженими незручними колонами.
- Плоскі плити без елементів, що виступають, для полегшення планування перегородок і комунікацій.
- Тонкі плити, що збільшують заплановану висоту під стелями або зменшують загальну висоту будівлі.
- Більша архітектурна свобода у проектуванні форм будівель та розташуванні колон.
- Плити з меншою кількістю або без деформаційних швів.
- Плити з зменшеним, простим армуванням та меншою кількістю бетону.
- Більш швидке зняття опалубки, що дозволяє швидше повторно використовувати опалубку.



# РЕАЛЬНІ ПЕРЕВАГИ

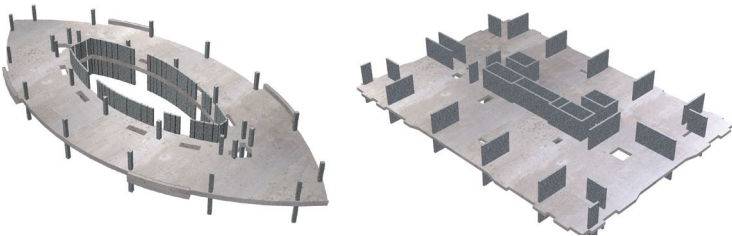
Плити з пост-напруженням CCL є першим вибором для багатьох архітекторів, підрядників та інженерів по всьому світу. Розумне використання технології пост-напруження досвідченими інженерами CCL може забезпечити індивідуальні рішення, що відповідають кожній унікальній ситуації.

## АРХІТЕКТУРНА КМІТЛИВІСТЬ

Плити з пост-напруженням CCL можуть надати унікальну свободу порівняно з традиційними методами будівництва. Міцніша, ефективніша конструкція перекриття створює довші прольоти і зменшує потребу в колонах у конструкціях.

## КОМЕРЦІЙНІ МОЖЛИВОСТІ

Пост-напруження CCL призводить до того, що бетонні плити стають тоншими, що дозволяє заощадити висоту між поверхами, яку можна використовувати для додаткових поверхів або зменшити висоту будівлі та вартість. Це може забезпечити додаткову площу в межах тієї ж загальної висоти будівлі!!!



## ОСНОВИ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Плита з післянапруженням, спроектована компанією CCL, може містити на 20%–30% менше бетону, менше арматури та менш складне формування арматури порівняно зі звичайними залізобетонними плитами.

## СТРУКТУРНА НАДІЙНІСТЬ

Плити з пост-напруженням CCL демонструють знижену тріщиноутворюваність, що підвищує довговічність і знижує витрати на обслуговування.

Їх прогин можна контролювати, змінюючи для балансування будь-якої частини прикладених навантажень відразу після натягу

## ЗРОСТАЮЧА ПОПУЛЯРНІСТЬ

Зростання використання плит з пост-напруженням CCL у всьому світі продовжує прискорюватися завдяки значним для забудовників, для забудовників, архітекторів, інженерів, підрядників та кінцевих користувачів.

## РАННЄ ПЛАНУВАННЯ

Щоб отримання максимальної вигоди від плит з пост -напруженням CCL, рекомендується включати їх в конструкцію будівлі на ранній стадії проектування.

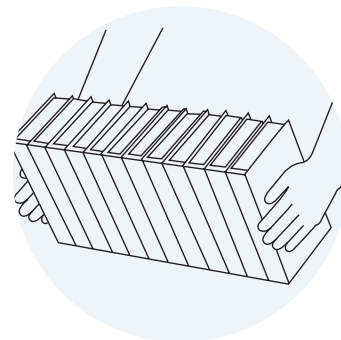
| зменшення висоти будівлі |  |  |    |  |
|--------------------------|--|--|----|--|
|                          |  |  | 10 |  |
| 10                       |  |  | 9  |  |
| 9                        |  |  | 8  |  |
| 8                        |  |  | 7  |  |
| 7                        |  |  | 6  |  |
| 6                        |  |  | 5  |  |
| 5                        |  |  | 4  |  |
| 4                        |  |  | 3  |  |
| 3                        |  |  | 2  |  |
| 2                        |  |  | 1  |  |
| 1                        |  |  |    |  |

# 06/07

## РЕАЛІЗАЦІЯ МОЖЛИВОСТЕЙ

Пост-напруження забезпечує спосіб подолання природної слабкості бетону при розтягуванні та краще використання його міцності на стискання.

Принцип легко спостерігати, коли тримаєш разом кілька книг, притикаючи їх з боків. Під таким тиском весь ряд набуває достатньої жорсткості та міцності, щоб забезпечити його цілісність. У бетонних конструкціях це досягається шляхом розміщення високоміцних сталевих пасм у елементі перед заливкою бетону. Коли бетон досягає потрібної міцності, пасма натягуються спеціальними гідравлічними домкратами і утримуються в натягнутому стані за допомогою спеціально розроблених анкерів які фіксуються на кожному кінці пасма. Це забезпечує стискання на краю конструктивного елемента, що підвищує міцність бетону на опір розтягувальним напруженням. Якщо пасма належним чином вигнуті до певного профілю, вони будуть створювати, крім стискання по периметру, корисний набір висхідних сил (балансуючі навантаження), які будуть протидіяти прикладеним навантаженням, знімаючи частину гравітаційних ефектів в конструкції.



Напруження в бетоні спричиняє тріщини



У залізобетоні арматура протидіє розтягуванню



У післянапруженому бетоні попереднє стиснення протидіє розтягуванню



Вплив криволінійного післянапруження на конструкцію

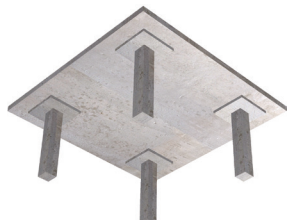


# ТИПИ ПЛИТ

Системи плит з пост-напруженням CCL можуть бути інтегровані в будь-який тип перекриття, включаючи плоскі, ребристі або вафельні плити, які можуть включати капітелі, панелі або балкові елементи для створення оптимальних конфігурацій.



Суцільна плоска плита



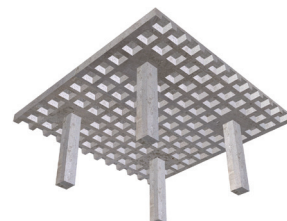
Суцільна плоска плита з панелями



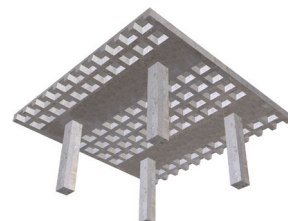
Суцільна плоска плита з капітелями



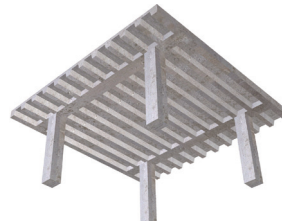
Плита з балками



Вафельна плита з суцільними панелями



Вафельна плита з балковим елементом



Ребриста плита



Суцільна плита з вузькою балкою

## СИСТЕМИ ПОСТ-НАПРУЖЕННЯ

CCL надає системи пост-напруження канали з пасмами під наповнення цементним розчином або без наповнення. Обидві системи можуть використовуватися незалежно або комбіновано для забезпечення оптимального проектного рішення. Вибір системи залежить від конкретних вимог кожного проекту. Фахівці CCL готові для обговорення найбільш ефективного рішення для конкретного завдання. Під час будівництва CCL постачає всі необхідні матеріали для пасм пост-напруження і буде здійснюватиме або виконувати роботи за потреби. Після бетонування спеціалізована команда на місці може виконувати операції цементування каналів з пасмами для завершення вашого будівельного проекту.

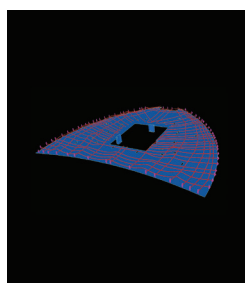
## ВПРОВАДЖЕННЯ

Під час будівництва CCL постачає всі необхідні матеріали для пасм пост-напруження і буде здійснюватиме або виконувати монтажні роботи за потреби. Після бетонування спеціалізована команда на місці може виконувати операції каналів з пасмами напруження пасм і цементування для завершення вашого проекту.

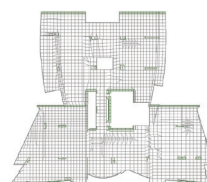
# 08/09

## СТРУКТУРНИЙ ДИЗАЙН

Пасма пост-напруження віртуально замінюються в плиті набором сил, які на неї діють: стисканням по периметру плити, висхідними силами в прольотах низхідними силами над опорами.



Планування розміщення пасм у 3D



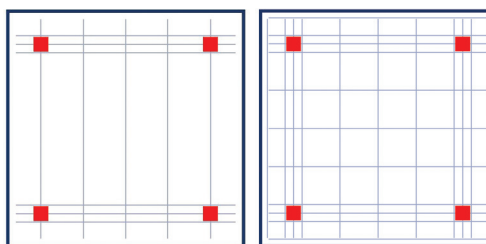
Елементи армування



Розподіл навантажень

Для визначення напружень у плитах під дією гравітаційних навантажень і еквівалентних дій пост-напруження можуть використовуватися кілька методів аналізу, таких як метод еквівалентної рами (EFM) та метод кінцевих елементів (FEM). Напруження і прогини, що виникають в результаті еластичного аналізу, перевіряються в межах граничного стану експлуатації (SLS) на відповідність допустимим значенням, встановленим прийнятим кодексом практики.

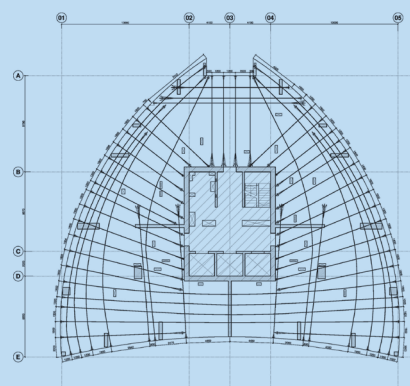
### ТИПОВІ РОЗМІЩЕННЯ ПАСМ



Пасма розміщують залежно від вимог будівництва та вимог будівельних норм.

Критичні секції перевіряються в межах граничного стану міцності (ULS) і, якщо виникає недостатність опору, використовується додаткове локалізоване армування для компенсації навантажень ударним зсувом, і якщо відповідний опір недостатній, він компенсується додатковим армуванням або збільшеною товщиною бетону (капітелями). Альтернативно можна використовувати армування для перевірки ударного зсуву CCL ShearTrack. Незалежно протестоване, ShearTrack відповідає стандартам ACI, IBC та ASTM.

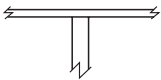
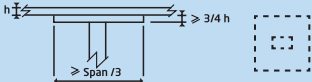
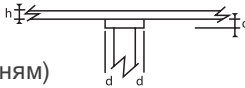
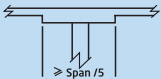
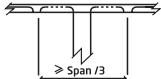
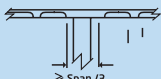
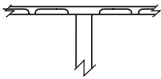
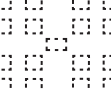
Коли аналіз задовільно завершено, проводиться структурне деталювання для показу планування і розмірів плити; розподілу і профілів пасма; деталей звичайного армування; сил натягу і відповідних подовжень пасма через натяг.



ТИПОВЕ КОМПОНУВАННЯ НАТЯЖНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

# ТИПОВІ СПІВВІДНОШЕННЯ ПРОЛЬОТУ/ТОВЩИНИ

Наступна таблиця дає співвідношення проліт/товщини для різних типів секцій багато прольотних перекриттів. Таблиця може бути використана для визначення товщини плити /перекриття для заданого прольоту і навантаження.

| Тип перерізу                                                  | Тип секції Загальне навантаження (кН/м2)                                            | Співвідношення прольоту/товщини для 6м<L <13м2*                                     |       |
|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1. Суцільна плоска плита                                      |    |    |       |
|                                                               | 2.5                                                                                 |                                                                                     | 40    |
|                                                               | 5.0                                                                                 |                                                                                     | 36    |
| 2. Суцільна плоска плита з панелями                           |    |    |       |
|                                                               | 2.5                                                                                 |                                                                                     | 44    |
|                                                               | 5.0                                                                                 |                                                                                     | 40    |
| 3. Суцільна плоска плита з капітелями (додатковим армуванням) |   |  |       |
|                                                               | 2.5                                                                                 |                                                                                     | 40    |
|                                                               | 5.0                                                                                 |                                                                                     | 36    |
| 4. Балкова плоска плита                                       |  |  |       |
|                                                               | 2.5                                                                                 | Плита                                                                               | Балка |
|                                                               | 5.0                                                                                 | 45                                                                                  | 25    |
| 5. Вафельна плита з суцільними панелями                       |  |  |       |
|                                                               | 2.5                                                                                 |                                                                                     | 28    |
|                                                               | 5.0                                                                                 |                                                                                     | 26    |
| 6. Вафельна плита з балковим елементом                        |  |  |       |
|                                                               | 2.5                                                                                 |                                                                                     | 28    |
|                                                               | 5.0                                                                                 |                                                                                     | 26    |
| 7. Ребриста плита                                             |  |  |       |
|                                                               | 2.5                                                                                 |                                                                                     | 30    |
|                                                               | 5.0                                                                                 |                                                                                     | 27    |
| 8. Суцільна плита з вузькою балкою.                           |  |  |       |
|                                                               | 2.5                                                                                 | Плита                                                                               | Балка |
|                                                               | 5.0                                                                                 | 42                                                                                  | 18    |
| 10.0                                                          |                                                                                     | 38                                                                                  | 16    |
|                                                               |                                                                                     | 34                                                                                  | 13    |

\* Довжина прольоту поза цим діапазоном також можуть бути враховані. Будь ласка, зв'яжіться з CCL для отримання детальної інформації. Вищезазначена таблиця базується на інформації, що міститься в Технічному звіті 43 «Підлогові плити з пост- напруження

## СИСТЕМИ ПОСТ-НАПРУЖЕННЯ БЕЗ НАПОВНЕННЯ(ЦЕМЕНТУВАННЯ)

---

Одноструменева система пост-напруження без наповнення (цементування) CCL XU2 швидко монтується; пасма можуть легко відхилятися для уникнення отворів і для роботи нестандартними формами плит. Систем має зменшені втрати на тертя і збільшеним ексцентриситетом.

Вона не потребує цементациї. Одинарні низько-релаксаційні 7-жильні пасма діаметром 12,5 мм або 15,3 (15,7)мм покриті постійним антикорозійним мастилом і обгорнуті в оболонку з високо щільного поліетилену (HDPE), безперервно екструдовану по всій довжині пасма.

Пасма укладаються в плиту відповідно до проекту перед бетонуванням.

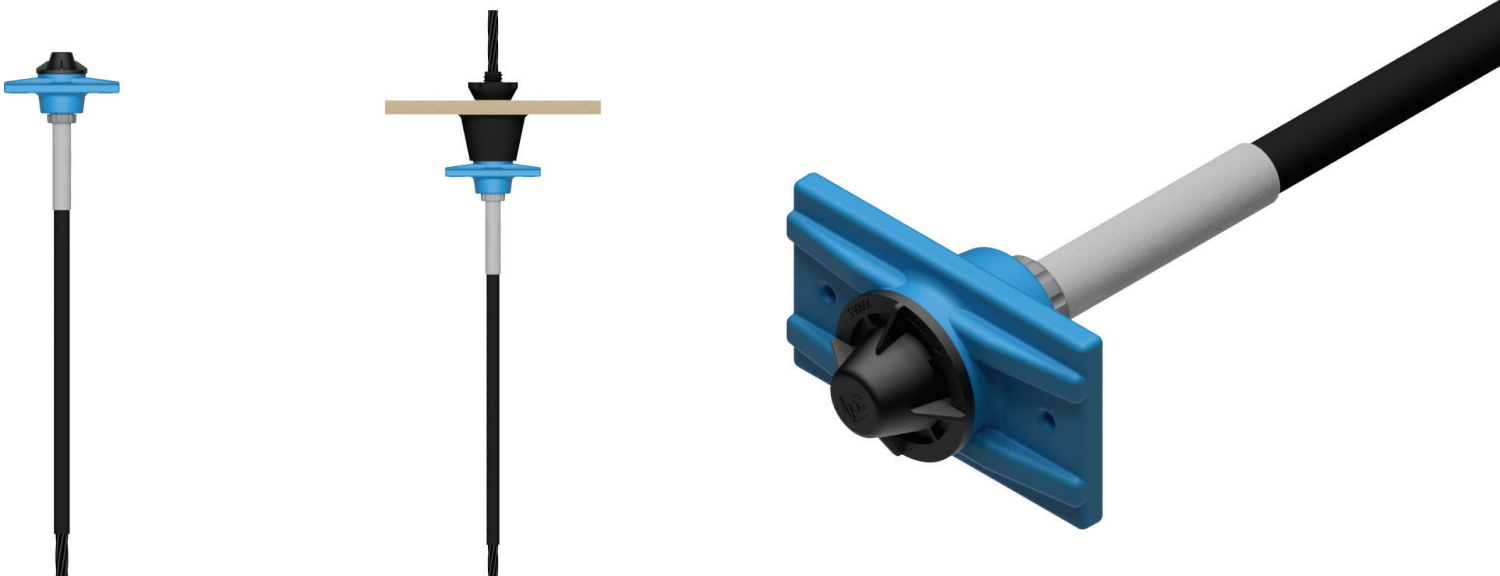
Мастило зменшує тертя, а оболонка забезпечує вільний відносний рух пасма щодо навколишнього бетону під час натягу. Як мастило, так і оболонка забезпечують довгостроковий захист сталі від корозії.

Пасма індивідуально закріплюються на обох кінцях до незв'язаних одно струмових анкерів CCL XU2, які вбудовані в бетон для передачі стискання на плиту після натягу.

Пластикові багаторазові фітинги полегшують фіксацію анкерів до опалубки пустото-утворювачі використовуються для забезпечення доступу для натягу пасма на краю плити.

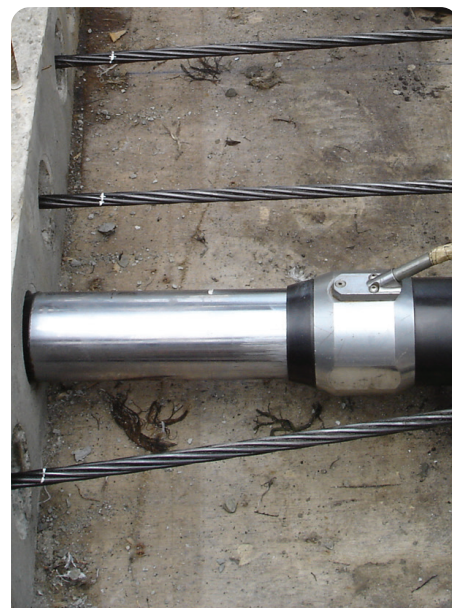
Натяг виконується за допомогою спеціальних гідравлічних домкратів CCL.

Пластикові ковпачки, заповнені антикорозійним мастилом, герметизують кінець пасма після натягу та обрізки.



# ВСТАНОВЛЕННЯ СИСТЕМИ БЕЗ ЦЕМЕНТУВАННЯ КАНАЛІВ

- Пасма, покриті мастилом і обгорнуті пластиком, обрізаються до необхідної довжини і оснащуються анкерами на кінцях, де це потрібно за проектом.
- Встановлюється опалубка перекриття.
- Позиції анкерів позначаються на бокових опалубка.
- Анкери встановлюються на бокову опалубку.
- Укладається нижній шар армування(згідно проекту).
- Пасма укладаються і профілюються на підкладках/каркасах відповідно до правильного проектного профілю.
- Укладається верхнє армування.
- Бетон укладається і вібрується з обережністю, щоб не пошкодити пасма.
- Після набуття бетоном достатньої міцності.
- Бокова опалубка знімається для підготовки до натягу.
- Встановлюються цанги та кінці пасм позначаються для вимірювання подовження.
- Міцність бетону підтверджується шляхом роздавлювання циліндричних (або кубічних) зразків, взятих з тієї ж заливки.
- Каліброване обладнання для натягу CCL збирається і налаштовується на необхідну зусилля.
- Навчені фахівці CCL натягують пасма відповідно до необхідної послідовності натягу і перевіряють подовження.
- Кінці пасм обрізаються за допомогою спеціальних інструментів або дискових пилок CCL.
- Знімається нижня опалубка.
- Кінці пасм закриваються кришками, а кишені для натягу заповнюються безусадковим розчином/цементним розчином.



## СИСТЕМИ ПОСТ-НАПРУЖЕННЯ З НАПОВНЕННЯМ (З ЦЕМЕНТОВАНИМИ КАНАЛАМИ)

Системи пост-напруження з наповненням (цементованими каналами) CCL включають з двох, трьох, чотирьох, п'яти або шести пасм, що містяться в каналі в плоскому каналі, закріпленому на кожному кінці анкерними кріпленнями CCL. Це дозволяє розміщувати пасма близько до поверхні для досягнення максимального ексцентриситету в плиті.

Пасма укладаються в плиту відповідно до конкретних профілів перед бетонуванням. Канали забезпечують вільний відносний рух пасма щодо навколишнього бетону під час натягу.

Після того, як пасма зафіксовані в анкері за допомогою цанги, вони індивідуально натягуються гідравлічними домкратами CCL.

Потім канали заповнюються цементним розчином для повного зв'язування пасм з бетоном через стінку каналу і по всій довжині пасма.

Цементний розчин створює лужне середовище навколо сталі для постійного захисту від корозії.

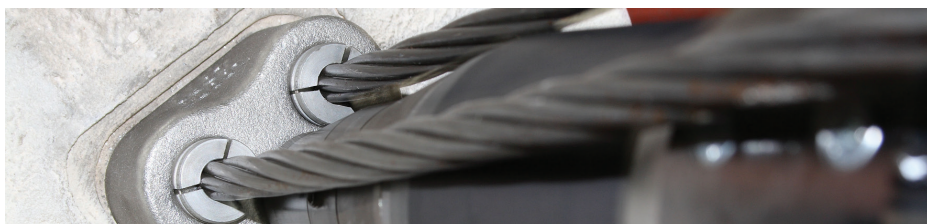
Пасма прикріплюються на одному кінці до анкеру CCL і можуть залишатися відкритими на іншому кінці і вбудовуватися в бетон через достатню довжину для забезпечення їх закріплення шляхом цементування.

Система з цементованими каналами CCL вимагає меншої кількості звичайного армування, оскільки зв'язування дозволяє пасма досягати вищих напружень у граничному стані.



# ВСТАНОВЛЕННЯ СИСТЕМИ З ЦЕМЕНТОВАНИМИ КАНАЛАМИ ПОСТ-НАПРУЖЕННЯ

- Укладається опалубка плити.
- Позиції анкерів позначають на бокових опалубках.
- Анкери встановлюються на бокову опалубку.
- Нижній шар армування (укладається згідно з проектом).
- Канали укладаються шляхом з'єднання і герметизації стандартних довжин каналів.
- Відповідна кількість пасм прошовується через канали і обрізається до необхідної довжини; формуються зв'язані мертві кінці, згідно з проектом.
- Встановлюються канали для цементування, і канали для пасм встановлюються на підкладках відповідно до правильного профілю.
- Верхнє армування укладається над опорами (згідно з проектом).
- Бетон заливається і вібурується з обережністю, щоб не пошкодити пасма.
- Після набуття бетоном достатньої міцності.
- Бокова опалубка знімається для підготовки до натягу.
- Анкерні головки і клини встановлюються на кінцях пасма.
- Кінці пасм позначаються для вимірювання подовження.
- Міцність бетону підтверджується шляхом роздавлювання циліндричних (або кубічних) зразків, взятих з тієї ж заливки.
- Каліброване обладнання для натягу CCL збирається і налаштовується на необхідну силу.
- Навчені фахівці CCL натягують пасма відповідно до необхідної послідовності натягу і перевіряють подовження.
- Кінці пасм обрізаються, а кишені для натягу заповнюються безусадковим розчином/цементний розчином.
- Знімається опалубка.
- Канали пасм тестуються стисненим повітрям на забруднення.
- Навчені фахівці CCL використовують затверджені CCL змішувачі/насоси для цементування цементним розчином та герметизації пасм.



## ГЛОБАЛЬНА ЯКІСТЬ

---

CCL працює по всьому світу, маючи мережу дочірніх компаній і партнерів, щоб забезпечити близькість до проектів у всьому світі. Поєднання незалежності, експертизи, досвіду, уваги до деталей, цілісності та сервісу робить CCL кращим вибором для важливих проектів.

CCL є зареєстрованою компанією ISO, яка працює за системою управління якістю, що відповідає ISO 9001. Високопродуктивні анкерні системи компанії розроблені, виготовлені та протестовані таким чином, щоб перевищувати вимоги європейських стандартів ETAG 013 та вимог AASHTO.



Заснована у 1935 році, CCL має багаторічну історію надання спеціалізованих інженерних рішень для конструкцій. Щодня продукти та послуги CCL використовуються в будівельних та цивільних інженерних конструкціях по всьому світу.

Передові рішення CCL допомагають інженерам, планувальникам та будівельним компаніям створювати та підтримувати ці конструкції.

## РЕГІОНАЛЬНІ ШТАБ-КВАРТИРИ

Americas  
8296 Sherwick Court,  
Jessup, MD 20794,  
United States

T: +1 (301) 490 8427  
E: [cclus@cclint.com](mailto:cclus@cclint.com)

Europe  
Unit 8, Millennium Drive,  
Leeds, LS11 5BP,  
United Kingdom

T: +44 (0) 113 270 1221  
E: [cclgb@cclint.com](mailto:cclgb@cclint.com)

Gulf  
Detroit House Building,  
Flat No. 201,  
Motorcity, Dubai,  
United Arab Emirates

T: +971 (4) 454 23 42  
E: [cclgulf@cclint.com](mailto:cclgulf@cclint.com)  
F: +971 (4) 454 23 43

MENA/Africa  
Derviche Haddad  
Building,  
Zouk Mosbeh, Beirut,  
Lebanon

T: +961 (09) 22 60 44  
E: [cclsg@cclint.com](mailto:cclsg@cclint.com)  
F: +961 (09) 22 60 77



Технічні характеристики, інформація та ефективність продуктів, виготовлених CCL і представлених у цій публікації, надаються добросовісно і вважаються правильними. Деталі можуть бути змінені без попередження. CCL не робить жодних заяв або гарантій щодо повноти або точності інформації. Інформація надається за умови, що особи, які її отримують, самостійно визначають її придатність для своїх цілей перед використанням. У жодному разі CCL не несе відповідальності за будь-які збитки будь-якого характеру, що виникають внаслідок використання або покладання на інформацію, що містить в цьому документі. CCL не несе відповідальності за будь-які помилки або упущення в ньому.

CCL.01/2024