

mgr inż. Andrzej Koton¹⁾
dr inż. Grzegorz Adamczewski^{2)*}
prof. dr hab. inż. Piotr Woyciechowski²⁾

Wybrane aspekty techniczne elementów łącznikowych w nowoczesnej prefabrykacji

Realizacja obiektów budowlanych w technologii prefabrykacji uległa w ostatnich latach znacznemu upowszechnieniu dzięki korzyściom, jakie można uzyskać, stosując tę technologię [1]. Pomimo licznych zalet, w celu zapewnienia konkurencyjności współczesnej prefabrykacji na rynku budowlanym konieczne jest wyeliminowanie najsłabszych stron tradycyjnej prefabrykacji przez stosowanie nowoczesnych, trwałych złączy, a także elastycznych systemów uwzględniających wymagania estetyczne inwestorów i użytkowników. Niezbędne jest również kształtowanie indywidualne bryły budynku o zróżnicowanym charakterze i programie funkcjonalnym. W artykule przedstawiono dwa nowoczesne rozwiązania, które pozwalają: skrócić i uczynić mniej awaryjnym proces montażu słupów na fundamencie – połączenia skręcane; użyć płaską powierzchnię dolną stropu płytowo-belkowego – belki zespolone.

Montaż słupów – połączenie skręcane vs połączenie „na mokro”

Do najpowszechniej stosowanych elementów prefabrykowanych w budownictwie kubaturowym należą słupy, belki (lub dźwigary) oraz płyty stropowe. W związku z tym wprowadzanie innowacyjnych rozwiązań technicznych do takiego rodzaju elementów i ich połączeń jest szczególnie zasadne.

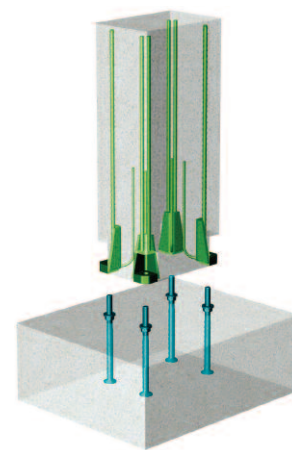
Połączenia pomiędzy stopami fundamentowymi a słupami są zazwyczaj wykonywane przez zalanie zaprawą montażową uprzednio przygotowanych kanałów montażowych (najczęściej są to rury karbowane Robusta lub rury prosto-

kątne), do których wprowadzane są pręty montażowe (tzw. wytyki). Rozwiązanie jest powszechnie stosowane, ale ma pewne ograniczenia techniczne, np. słupy montowane w taki sposób wymagają tymczasowego podparcia w celu zapewnienia stateczności do czasu związania zaprawy montażowej w połączeniu. Ponadto konieczne jest zapewnienie prawidłowego wypełnienia kanałów montażowych zaprawą. Brak takiego wypełnienia może bowiem skutkować uszkodzeniem elementów w miejscach połączenia, np. w związku z zamrożeniem wody w kanale montażowym.

Połączenie skręcane (rysunek 1) pomiędzy elementami wykonywane jest natychmiast po ich prawidłowym umiejscowieniu, a pozycjonowanie nakładanego elementu jest ułatwione, ponieważ istnieje możliwość precyzyjnej rektyfikacji elementu za pomocą nakrętek. Połączenie takie stabilizuje konstrukcję natychmiast po zakończeniu montażu bez obecności dodatkowych podpór. Ponadto połączenie skręcane pozwala na precyzyjne osadzanie słupów, skracając jednocześnie proces budowlany i czas pracy żurawia, a ponadto przyczynia się do poprawy bezpieczeństwa dzięki pełnej kontroli nad połączeniem. Wyeliminowanie konieczności stosowania podpór ułatwia proces montażu, ale także eli-

Porównanie połączenia tradycyjnego wykonywanego „na mokro” oraz połączenia skręcane

Cechy połączenia	Połączenie na wytyki	Połączenie skręcane
Konieczność podparcia słupa do czasu uzyskania wytrzymałości przez zaprawę montażową	tak	nie
Konieczność stosowania płyt pod podpory montażowe	tak	nie, ponieważ nie ma podpór
Ryzyko niedokładnego wypełnienia złącza zaprawą	tak, z uwagi na utrudnione, grawitacyjne wypełnianie rury Robusta	nie, ze względu na łatwy dostęp zaprawy do przestrzeni złącza
Koszt jednostkowy złącza	niewielki	duży
Efektywność (czas montażu, robocizna)	mała	duża
Koszt łączny realizacji	duży	mały
Bezpieczeństwo konstrukcji	ryzyko utraty stateczności w fazie wykonawczej, w wyniku naruszenia podpór tymczasowych	brak ryzyka – układ samonośny wraz z zakończeniem montażu



Rys. 1. Połączenia skręcane Peikko słup – fundament lub słup – słup [2]

minuje ryzyko przypadkowego uszkodzenia podpory np. podczas transportu lub montażu innych elementów.

Porównanie tradycyjnego połączenia wykonywanego „na mokro” oraz połączenia skręcane przedstawiono w tabeli.

Belka zespolona stalowo-betonowa jako alternatywa dla prefabrykowanego podciągu

Jedną z podstawowych trudności realizacji stropów o znacznej rozpiętości było od zawsze rozmieszczenie słupów pośrednich i podciągów w taki sposób,

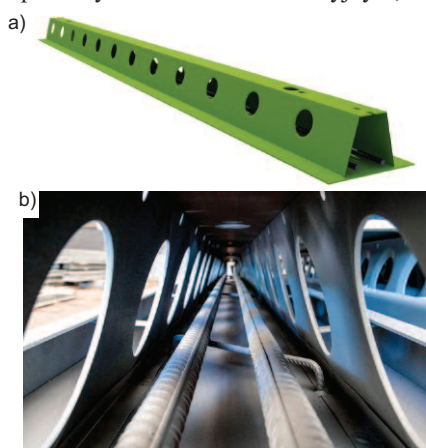
¹⁾ PEIKKO Polska Sp. z o.o.

²⁾ Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Łądowej

^{*)} Adres do korespondencji: grzegorz.adamczewski@pw.edu.pl

aby umożliwić jak największą swobodę aranżacji przestrzeni. Obecność słupów pośrednich w oczywisty sposób utrudnia zmianę układu ścian działowych w przypadku adaptacji pomieszczeń przez późniejszych użytkowników, natomiast obecność podciągów utrudnia prowadzenie instalacji oraz zmniejsza użytkową wysokość kondygnacji w świetle. Z tego powodu wszelkie rozwiązania sprzyjające ograniczeniu liczby słupów oraz zmniejszeniu wysokości belek i ukryciu ich w grubości stropu spełniają oczekiwania inwestorów, projektantów i zarządców obiektów, przede wszystkim biurowych i użyteczności publicznej. Typowym rozwiązaniem stosowanym w obiektach prefabrykowanych są belki i płyty sprężone. Pozwalają one uzyskać dużą rozpiętość, ale nie są pozbawione ograniczeń związanych ze zwiększoną nawet o kilkadziesiąt centymetrów grubością stropu w miejscu podciągu.

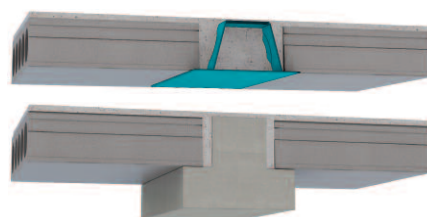
Ciekawym alternatywnym rozwiązaniem są ukryte belki zespolone stalowo-betonowe, które pozwalają uzyskać znaczną rozpiętość stropów bez dodatkowych słupów pośrednich, przy jednoczesnym zachowaniu stałej grubości stropów, zgodnej z grubością systemowych płyt stropowych. Belki te są wykonywane jako prefabrykowane elementy z azurowych blach stalowych (fotografia), wypełnianych betonem konstrukcyjnym, w



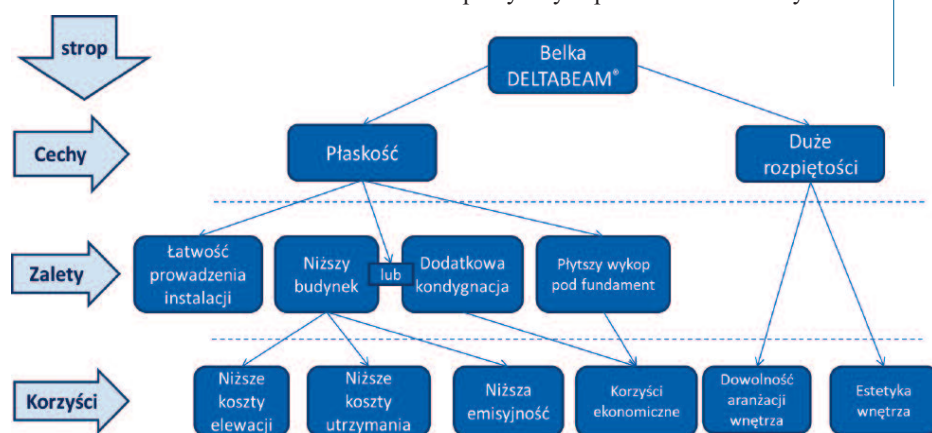
Budowa belki DELTABEAM® (a) oraz sposób wbudowania prefabrykowanej stalowo-betonowej belki zespolonej w konstrukcję stropu (b)

celu zmonolityzowania połączenia po zakończeniu montażu (rysunek 2). Istotnym z punktu widzenia bezpieczeństwa konstrukcji elementem takiego układu są dodatkowe pręty zbrojeniowe przewidziane jako zbrojenie przejmujące obciążenia w trakcie wystąpienia pożaru. Belki tego typu są więc w pełni funkcjonalną alternatywą dla klasycznych podciągów żelbetonowych lub strunobetonowych.

Uzyskanie stałej wysokości kondygnacji w świetle, bez pogrubień w miejscach podciągów, możliwe dzięki zastosowaniu belki zespolonej DELTABEAM® zapewnia wiele korzyści technicznych i ekonomicznych (rysunek 3). Najważniejsze z nich to:



Rys. 2. Porównanie tradycyjnego podciągu prefabrykowanego oraz ukrytej w stropie prefabrykowanej stalowo-betonowej belki zespolonej DELTABEAM® [3]



Rys. 3. Charakterystyka techniczno-ekonomiczna połączenia typu DELTABEAM®

- mniejsza wysokość kondygnacji z zachowaniem wymaganej wysokości pomieszczenia w świetle;
- zmniejszenie wysokości całkowitej budynku, co oznacza mniejsze koszty związane z wykonaniem elewacji oraz utrzymaniem budynku ze względu na mniejszą kubaturę oraz zmniejszenie

kosztów robót ziemnych w przypadku wykonywania kondygnacji poniżej poziomu terenu;

- możliwość wykonania dodatkowej kondygnacji z zachowaniem pierwotnej wysokości budynku (korzyść w postaci dodatkowej powierzchni użytkowej);
- łatwe prowadzenie instalacji wewnętrznych;
- poprawa estetyki oraz umożliwienie łatwej aranżacji pomieszczeń.

Podsumowanie

Coraz większe koszty utrzymania obiektów budowlanych oraz koszty materiałów i prac budowlanych wymuszają konieczność poszukiwania rozwiązań zapewniających wymagany poziom bezpieczeństwa i bezawaryjności przy jednoczesnym zachowaniu racjonalności ekonomicznej. Prefabrykacja betonowa sprzyja wprowadzaniu do budownictwa innowacji zarówno w obszarze materiałowym, jak i konstrukcyjnym, czego przykładem są nowoczesne rozwiązania montażowe prefabrykatów oraz rozwiązania elementów łącznikowych, takie jak np. wyroby zaprezentowane w artykule.

Partner działu:

Stowarzyszenie Producentów Betonów

www.s-p-b.pl

