

---

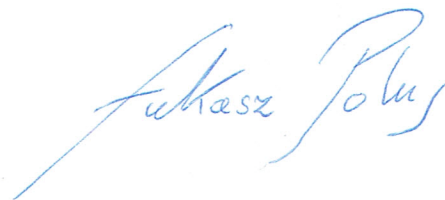
## Abstract

---

Aluminium-concrete composite structures are a relatively new civil engineering solution and are still being developed. They were first used in bridges, but today they could also have new applications in buildings. Most of the investigations performed on these structures to date have focused on systems in which solid slabs and non-demountable shear connectors were used. The present dissertation discusses a novel composite beam, in which a concrete slab is poured into steel sheeting and connected with an aluminium beam using demountable shear connectors. A notable benefit of using the profiled sheeting is that it acts both as a stay-in-place formwork and a structural member which may resist tension. In this research special attention was paid to the development of a demountable shear connector which makes it possible to separate the aluminium beam from the concrete slab once the design life of the structure is over. After disassembly, the materials may be reused or recycled.

The experimental work consisted of three main groups of tests: materials tests, shear connection tests and bending tests, and was followed by theoretical and numerical analyses. The slip moduli  $k_{0.4}$  and  $k_{0.6}$ , and the load-carrying capacity of the connection were determined experimentally. Furthermore, the short-term behaviour, load carrying-capacity, mode of failure, load-deflection and load-slip response of the aluminium-concrete composite beams with profiled sheeting and demountable shear connectors were investigated. Furthermore, the author proposed a method for calculating the load-carrying capacity of such beams, based on the calculation procedure for steel-concrete composite elements. The results of the experimental tests show that it is possible to ensure composite action between an aluminium beam and a concrete slab using developed shear connectors. The clearance between the bolt and the hole made it easier to install demountable shear connectors through the holes in the aluminium beam flange. However, it had a negative impact on the stiffness of the connection. The results from the analytical estimations were compared with the results from the laboratory tests. The calculated bending plastic resistance of the aluminium-concrete composite beam with partial shear connection was 1.05 times higher than the bending resistance from the tests.

In addition, non-linear 3D finite element (FE) models of the tested composite beam and the shear connection were developed and verified against the experimental results. The comparison of the numerical and experimental results demonstrated that the adopted 3D models adequately captured the responses of the aluminium-concrete composite beams and joints.



---

## Streszczenie

---

Belki zespolone aluminiowo-betonowe są stosunkowo nowym rozwiązaniem, w którym łączy się elementy aluminiowe z betonowymi. Po raz pierwszy zastosowano je na konstrukcje mostów. Obecnie mogą one tworzyć konstrukcję stropów budynków. Wcześniejsze badania nad tymi konstrukcjami dotyczyły jedynie rozwiązań, w których zastosowano jednolite płyty betonowe i łączniki uniemożliwiające łatwe rozłączenie elementów składowych. W rozprawie analizowano nowatorską belkę zespoloną, w której płyta betonowa wylewana jest na blaszę stalowej i łączona z belką aluminiową za pomocą rozbieralnych łączników. Poszycie z profilowanej blachy stalowej stanowi zarówno deskowanie tracone, jak i element konstrukcyjny, który przenosi rozciąganie. W pracy szczególną uwagę poświęcono na opracowanie nowego łącznika, który z jednej strony umożliwi łatwe pod względem technologicznym połączenie belki aluminiowej z płytą betonową, a z drugiej, oddzielenie belki aluminiowej od płyty betonowej na koniec okresu eksploatacji belki zespolonej. Po oddzieleniu elementów materiały można ponownie wykorzystać lub poddać recyklingowi.

Rozprawa zawiera analizę teoretyczną, eksperymentalną oraz numeryczną nośności i sztywności belek zespolonych aluminiowo-betonowych poddanych zginaniu i ich połączeń. Część badawcza pracy została podzielona na trzy grupy: badania materiałowe, badania połączeń ścinanych, badania belek zespolonych poddanych zginaniu. W badaniach połączenia wyznaczono jego moduły sztywności  $k_{0,4}$  i  $k_{0,6}$  oraz nośność. Luz występujący pomiędzy łącznikiem a otworem w półce belki aluminiowej ułatwia montaż łączników ścinanych. Ma on jednak negatywny wpływ na sztywność połączenia. Na podstawie badań belek zespolonych aluminiowo-betonowych oceniono ich zachowanie, nośność, rodzaj zniszczenia oraz ścieżki równowagi statycznej (siła-ugięcie, siła-poślizg). Autor rozprawy zaproponował ocenianie nośności belek zespolonych aluminiowo-betonowych na podstawie istniejącej metody stosowanej dla belek zespolonych stalowo-betonowych. Wyniki badań eksperymentalnych wskazują, że możliwe jest zapewnienie zespolenia belki aluminiowej z płytą betonową za pomocą opracowanych i opatentowanych nowych łączników. Wyniki analiz teoretycznych porównano z wynikami badań laboratoryjnych. Nośność na zginanie belki zespolonej aluminiowo-betonowej uzyskana z analizy teoretycznej była jedynie 1,05 razy większa niż nośność na zginanie otrzymana na podstawie badań laboratoryjnych.

Ponadto, opracowano i zweryfikowano na podstawie wyników eksperymentalnych nieliniowe trójwymiarowe modele numeryczne belki zespolonej aluminiowo-betonowej oraz jej połączenia.

Aleksz Polus