



1918

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

TEEDEINSTITUUT

PUIDUST JA RAUDBETOONIST KOMPOSIITTALADE
EKSPERIMENTAALNE UURING

THE EXPERIMENTAL ANALYSIS OF TIMBER AND REINFORCED
CONCRETE COMPOSITE BEAMS

ETS60LT

Üliõpilane: Robert Sinikas

Üliõpilane: Siim Peetris

Juhendaja: Dots. Juhan Idnurm

Tallinn, 2014

Kokkuvõte

Siim Peetris
Robert Sinikas

PUIDUST JA RAUSBETOONIST KOMPOSIITTALADE EKSPERIMENTAALNE UURING

Antud töö raames uuriti erinevate kujudega puitu lõigatud tappide ja sinna kinnitatud puidupoltide tööd puidust ja raudbetoonist komposiittalade nihketüüblitena. Selleks ehitati kaks katsekeha mõõtmetega 3200x900x195 mm millest ühele tehti ristkülikulise ja teisele ümmarguse ristlõikega tapid. Mudelite ehitamiseks kasutatud materjalidele määrati katsetuslikult tugevusomadused. Kasutati tugevussorteeritud puitu tugevusklassiga C24, mille katsetuslik paindetugevus oli 48,4 MPa ja elastusmoodul oli 13248 MPa, betooni tugevusklassiga C30/37, mille katsetuslik survetugevus oli 36,1 MPa ja elastusmoodul oli 34346MPa.

Töös uuriti jäiga nihkeühenduse teooria sobivust valitud tüüblitüüpidele võrreldes teoreetilisi tulemusi mõõdetud läbipainete ja pingetega. Samuti võrreldi tulemusi lõplike elementide meetodil põhineva arvutuspaketi Staad Pro V8i tulemustega ja varasemalt tehtud Tsarentsi ja Kuke mudeli tulemustega ning püüti leida nihkemoodulit $K \gamma$ -meetodi kasutamiseks.

Mudelitele tehti kaks erinevat katsetust. Esiteks koormati mudeleid ava keskel kaks korda. Kõigepealt mindi koormuseni 10 kN ja koormus eemaldati ning seejärel mindi juba purustava koormuseni. Teiseks tehti mudeli terveks jäänud otstes läbisurumiskatsed.

Piirläbipaindeid võrreldi L/300 ja L/400 juures. Kandlise tüüblitega mudeli keskmine läbipaine ava keskel ei ületatud L/300 I koormamisel, L/400 ületati I koormamisel 10kN lisamisel. Ümmarguste tüüblitega mudeli keskmine läbipaine ava keskel ületati L/300 9kN lisamisel ja L/400 8kN lisamisel I koormamisel. Seega saab siin määravaks kasutuspiiriseisund, lahendusena võiks kasutada veel nihkekindlamat nihkeliidet. Võrreldes Tsarentsi ja Kuke mudelit selle aasta mudelitega, on Tsarentsi ja Kuke mudeli keskmised läbipainded 12 kN juures 42% suuremad ümmarguste tüüblitega mudelist ja 115% kandiliste tüüblitega mudelist.

See näitab, et nihkeliide on tunduvalt jäigem antud töös valitud nihkeühenduste korral.

Jäiga nihkeühenduse teooria pingete hindamiseks puittala alumises servas andis erinevuse tegelikkusest 3-30% sõltuvalt koormuse suuruselt ja tüübli tüübist. Muudel ristlõike kõrgustel erinesid tegelikud pinged teoreetilistest tihti mitmekordselt või olid üldse vastasmärgiga. Seega sobis valitud lähenemine ainult puidu alumise kiu pingete hindamiseks.

Tüübliosade kandevõime arvutused langesid tegelike tulemustega küllaltki hästi kokku. Nõrgim element tüüblites oli betoonosa ja riskülikulise ristlõikega tüüblil erines arvutuslik kandevõime tegelikust 11 % ja ümmarguse ristlõikega tüüblil 21%.

Läbisurumiskatse tehti kandiliste tüüblitega katsekehale 75 x 75 mm survepinnaga, tulemuseks ei toimunud läbisurumist, kuna enne seda amendus paindekandevõime. Läbisurumiskatse ümmarguste tüüblitega katsekehale tehti 50 x 50 mm plaadiga, läbisurumine toimus koormuse 35 ja 45 kN juures.

Lisaks tehti arvutused gamma meetodiga nii, et nihkemoodul K_{ser} arvutamisel kasutati poldi diameetri asemel betoontapile vastava diameetri suurust. Selline lähenemine andis küll täpsemad tulemused kui jäiga ühenduse lähenemine, kuid võrreldes sarnaste nihketüüblitega tehtud uurimusi võib öelda, et lähenemine ei sobi K_{ser} -i leidmiseks.

Soovitusi edaspidiseks uurimiseks:

- Teha erinevate mõõtmetega katsekehasid, et uurida jäiga nihkeühenduse teooria sobivust läbipainete ja puidu pingete hindamiseks.
- Teha erinevate tüübli mõõtmetega katsekehasid, et vaadata tüüblite kandevõimete paikapidavust käesolevas lõputöös kasutatud arvutuste korral.
- Kasutada jäigemaid tüübleid, et saavutada nihkekindlam ühendus puittala ja betoonplaadi vahel. Eeskätt soovitakse uurida talapikkuse teraslehe liimimist puittalasse pikipidi sisselõigatud praosse.

SUMMARY

Robert Sinikas

Siim Peetris

THE EXPERIMENTAL ANALYSIS OF TIMBER AND REINFORCED CONCRETE COMPOSITE BEAMS

In this study two types of composite beams with different shear connectors were investigated. A timber and reinforced concrete structures with size 3200x900x195 mm were built. The first type was a rectangular plug with timber screw and the second type was a round plug with timber screw. In order to obtain accurate results of the methods in comparison, the properties of the used materials were tested. The strength graded timber, which belonged to class C24 and concrete with strength class C30/37 were tested. The strength graded timber bending strength was 48,4MPa and the global modulus of elasticity was 13248MPa. The cylinder concrete strength was 36,1MPa and the modulus of elasticity was 34346MPa.

In this study the suitability of the full composite action and the chosen shear connectors for sag and stresses were investigated. In addition, it was investigated how accurately a finite element software Staad Pro V8i predicts experimental results. In comparison Tsarents and Kukk model results were used. In order to use γ -method, shear modulus K was tried to find for shear connectors.

Loading was carried out in two series. The first series ended with 10 kN and failure of the specimen occurred in the second series. In addition, reinforced concrete was tested for punching shear failure.

At Serviceability Limit Stage (SLS) deformations were compared at $L/300$ and $L/400$, L was the span length. According to the model with rectangular plug with timber screw values, $L/300$ was not reached in and $L/400$ was reached at 10 kN per beam in the first series. According to the model with round plug with timber screw values, $L/300$ was reached at 9 kN and $L/400$ was reached at 8kN. Therefore, SLS will be decisive, solution would be to use shear connectors which are more rigid. To compare Tsarents and Kukk model's sag with a round plug with timber screw and a rectangular plug with timber screw's sag at 12 kN, Tsarents and Kukk model's sag at average sag was 42% bigger than round plug with timber screw and 115% bigger than rectangular plug with timber screw. Previous results showed that shear connector was more rigid for round plug and rectangular plug.

The full composite action theory for evaluating stresses at the bottom timber fibre gave differences from experimental results from 3% to 30% depending on a load and on a type of plug. At other points on cross section values differed a number of times or had an opposite sign. Thus, it was suitable for evaluating stresses for only at bottom timber fibre.

Bearing capacity for different parts of connector coincided clearly with experimental results. The weakest element in shear connector was the concrete plug. The bearing capacity of the rectangular plug with timber screw design varied 11% from experimental results and the bearing capacity of the round plug varied 21% from experimental results.

In addition, punching shear failure tests were tested on both models. Two tests on both models. On the first model, the pressing area was 75x75mm and punching shear failures were not occurred, because failures were caused by bending bearing capacity. On the second model, the pressing area was 50x50mm and punching shear failure occurred at 30 to 35 kN

Additionally, in this study the γ method was used with calculating K_{ser} using diameter which was calculated from the concrete plug diameter instead of using the screw diameter. This approach gave more accurate results, but compared to the results from the previous researches of the same type of shear connectors, it can be said that it is not suitable for calculating K_{ser} in that way.

Suggestions for further research:

- To make different size of models to investigate suitable theory for sags and evaluation for stresses.
- To make different size of plugs to check plug bearing capacity's suitability with given data in this thesis.
- To use more rigid shear connectors in order to achieve a better composite action. Particularly the usage of steel sheet, which is as long as a beam and is glued in a cut in the timber beam.