



**Politechnika
Śląska**

mgr inż. Jakub Krząkała

Wyznaczanie modułu sprężystości betonu w procesie budowy sprężonych konstrukcji mostowych

Rozprawa doktorska w dyscyplinie Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport

Streszczenie

Promotor

prof. dr hab. inż. Marek Salamak

Promotor pomocniczy

dr inż. Piotr Łaziński

Gliwice 2023

Streszczenie

Przedmiotem rozprawy są analizy prowadzące do wyjaśnienia często ujawniających się na budowach rozbieżności między wynikami obliczeń numerycznych, a odpowiedzią na obciążenie statyczne konstrukcji obiektów mostowych z betonu sprężonego. Problemy te nie pozwalają na wiarygodną ocenę ich globalnej sztywności, a w związku z tym na skuteczne przewidywanie ostatecznej geometrii betonowej konstrukcji przęseł. Najczęściej wynika to z niejednoznaczności przy wyznaczaniu modułu sprężystości betonu. Praca zawiera obszerny przegląd literatury dotyczącej czynników materiałowych i technologicznych, które wpływają na tak istotną dla mostowych konstrukcji sprężonych odkształcalność betonu. Proponowane przez normatywy i publikacje naukowe metody szacowania wartości modułu sprężystości zostały poddane krytycznej ocenie w kontekście zmian wynikających ze stosowania coraz bardziej zróżnicowanych kruszyw i zmian w przemyśle cementowym, które wymuszone są koniecznością ograniczenia emisji CO₂. Zaprezentowano doświadczenia wykonawców związane z nadmiernymi przemieszczeniami przęseł na etapach budowy, które wskazują na niejednoznaczności w zakresie szacowania modułu sprężystości betonu powodujące nieraz uciążliwe komplikacje na budowie. Przeanalizowano również wyniki próbnych obciążeń licznych obiektów mostowych, jakie wykonywał przez lata Zespół Badań Terenowych Politechniki Śląskiej. Na podstawie tych analiz i zgromadzonej wiedzy wywnioskowano, że jedynym sposobem uzyskania wiarygodnej wartości modułu sprężystości betonu są badania laboratoryjne, w których uwzględnione są rzeczywiste warunki dojrzewania betonu w konstrukcji.

Opisane w rozprawie badania prowadzone były zarówno w laboratorium, jak i w terenie, na budowanych obiektach mostowych. Wykorzystane obiekty zostały szczegółowo opisane z uwzględnieniem składów stosowanych tam mieszanek betonowych oraz wykorzystanych technologii budowy. Przedstawiono przyjętą metodykę badań laboratoryjnych wraz z wdrożonym systemem odwzorowania warunków dojrzewania betonu w konstrukcji. Zaprezentowane zostały wyniki badań laboratoryjnych prawie 400 próbek walcowych wykonanych w 16 seriach z 5 różnych mieszanek betonowych. Połowa z nich pielęgnowana była w warunkach normowych, natomiast reszta – w warunkach zbliżonych do warunków panujących w ustroju nośnym na placu budowy. Badania terenowe obejmowały głównie badania obiektów pod próbnym obciążeniem statycznym oraz inwentaryzację geodezyjną obiektów w trakcie procesu budowy, a zwłaszcza naciągu kabli sprężających. Wyniki badań laboratoryjnych zostały zweryfikowane poprzez zestawienie ich z wynikami pomiarów ugięć ustrojów nośnych w czasie budowy oraz badań pod próbnym obciążeniem. Wnioski wyciągnięte na podstawie dyskusji badań posłużyły do zaproponowania procedury wyznaczania odkształcalności betonu i wykorzystania wyników w procesie projektowania i budowy sprężonych obiektów mostowych. Procedura ta może stać się uzupełnieniem istniejących normatywów dając możliwość bardziej wiarygodnego i jednoznacznego wyznaczania modułu sprężystości betonu w sytuacjach, w których taka potrzeba ma kluczowe znaczenie dla procesu budowy, czyli w przypadku obiektów mostowych z betonu sprężonego, w których stosowane może być zróżnicowane kruszywo i nowe rodzaje cementów. Przeprowadzona została również analiza wpływu modułu sprężystości na wyniki obliczeń statyczno-wytrzymałościowych tych konstrukcji. Wykorzystano do tego dwa źródła zawierające właściwości betonu. Z jednej strony były to wykorzystywane powszechnie przez projektantów normatywy, a z drugiej własne wyniki badań laboratoryjnych betonów, w których stosowano różne rodzaje kruszywa. Wyniki wykazały pewien niewielki wpływ wartości modułu sprężystości na stany graniczne nośności, ale już w przypadku odkształceń konstrukcji (a szczególnie przemieszczeń przęseł) okazało się, że odkształcalność betonu ma kluczowe znaczenie.

Rozprawa zawiera również propozycję metody bezpośredniej badania modułu sprężystości betonu, która przedstawiona została w postaci precyzyjnej, ale i zwięzłej procedury.

Ta strona jest celowo pusta