

Augustyn BORCZ

PODSUMOWANIE DZIAŁALNOŚCI GRUPY ROBOCZEJ "MECHANIKA KONSTRUKCJI ŻELBETOWYCH"

Streszczenie. Przedstawiono dziedzinę działania Grupy Roboczej Sekcji Betonów KILiW PAN, cele praktyczne oraz naukowe oraz bardzo ogólnie poinformowano o rozwijanych szkołach naukowych. Działalność Grupy Roboczej MECHANIKA KONSTRUKCJI ŻELBETOWYCH polegała głównie w okresie sprawozdawczym 1982-1987 na organizowaniu konferencji nazywanych Szkołą Młodych.

1. UWAGI DO TEORII KONSTRUKCJI BETONOWYCH

W powszechnym zastosowaniu projektowym siły wewnętrzne statycznie niewyznaczalnych konstrukcji betonowych są obliczane przy założeniu modelu sprężystego i jednorodnego. Na te siły projektuje się zbrojenie przekrojów elementów konstrukcyjnych, zakładając powstawanie rys w strefie rozciąganej betonu oraz powstawanie stanów plastycznych w zbrojeniu i betonie. Sprzeczność wewnętrzna takiego postępowania inspirowała do podejmowania badań wyjaśniających.

Mechanika jest jedna, ale zaadresowana do konstrukcji betonowych, uwzględniająca właściwości betonu i współdziałającego z nim zbrojenia może być nazywana mechaniką konstrukcji żelbetowych. Bardziej precyzyjna definicja tego działu mechaniki nie jest konieczna. W Sekcji Konstrukcji Betonowych KILiW PAN powstały Grupy Robocze, które wyróżniły mechanikę konstrukcji żelbetowych spośród innych kierunków działania. Mechanika przenika obszary działania wyróżnionych siedmiu Grup Roboczych, jest więc w strukturze, technologii i trwałości betonu, dotyczy żelbetu, ale również konstrukcji sprężonych, zespolonych oraz siatkobetonu, opisuje deformacje, a więc zarysowanie sztywność i nośność. Elementy mechaniki występują w raportach o stanie wiedzy każdej Grupy Roboczej.

Niniejszy raport powstał bez uzgodnień z pozostałymi Grupami Roboczymi i ma charakter podsumowania działalności Grupy Roboczej "Mechanika konstrukcji żelbetowych" za okres lat 1982-1987.

Mechanika stosowana w projektowaniu konstrukcji żelbetowych dotyczy zagadnień statycznych, dynamicznych oraz stateczności, w przypadku małych oraz skończonych deformacji. Zgromadzona wiedza o betonie zawierała pełnienie, wibropełnienie, relaksację, wytrzymałość reologiczną, wytrzymałość zmęczeniową, morfologię rys, współdziałanie betonu ze zbrojeniem, samonapężenia

spowodowane niesprężystymi cechami betonu, probabilistyczny charakter tych cech materiałowych i obciążeń. Obliczenia dotyczą elementów konstrukcji takich jak belki, płyty, tarcze oraz powłoki połączone w całość w obiekt współdziałający z podłożem gruntowym, zmieniający się w czasie użytkowania na skutek działania środowiska. Rozwijana w Polsce mechanika konstrukcji z betonu jest dziełem pojedynczych osób albo małych grup działających najczęściej bez należytej wymiany informacji. Nie ma również centralnych tematów oraz środków finansowych na rozwijanie teorii żelbetu. Determinuje to w dużym stopniu pozycję naszej nauki w omawianej dziedzinie, w skali międzynarodowej.

2. PRAKTYCZNE CELE ORAZ CELE BADAWCZE ROZWIĄZYWANE W MECHANICE KONSTRUKCJI Z BETONU

Cele praktyczne:

- obliczenie ugięć belek statycznie wyznaczalnych z uwzględnieniem zarysowania oraz pękania, betonu,
- obliczenie odstępów rys oraz szerokości rozwarcia rys w konstrukcjach z betonu,
- obliczenie sił wewnętrznych w statycznie niewyznaczalnych konstrukcjach z betonu z uwzględnieniem redystrybucji tych sił spowodowanych zarysowaniem i reologią,
- projektowanie zbrojenia w statycznie niewyznaczalnych konstrukcjach z betonu z uwzględnieniem przegrupowania sił wewnętrznych spowodowanych doborem zbrojenia,
- samonaprężenia w konstrukcjach z betonu od skurczu betonu,
- samonaprężenia od niesprężystych deformacji oraz ich wpływ na projektowanie zbrojenia,
- obliczenie deformacji reszkowych pozostających po zdjęciu zewnętrznego obciążenia konstrukcji,
- badania wytrzymałościowe konstrukcji słupowo-płytowych, zwłaszcza w miejscu głowicy,
- nośność smukłych słupów.

Dotychczasowe projektowanie konstrukcji z betonu jako materiału sprężystego i jednorodnego nie powoduje oczywistych sprzeczności objawiających się katastrofami i awariami. Rozwijana jest teza o konstrukcjach projektowanych sprężysto-zgodnie, czyli na podstawie sił wewnętrznych obliczonych przy założeniu materiału sprężystego i jednorodnego. W konstrukcjach sprężysto-zgodnych rozkład sił wewnętrznych pozostaje po zarysowaniu zbliżony do tego przed zarysowaniem. Powyższa teza jest udowadniana doświadczalnie i teoretycznie.

Przedstawione powyżej zadania praktyczne są rozwiązywane metodami przybliżonymi, często za pomocą eksperymentu. Przybliżone wyniki uściśla się

za pomocą mnożników półempirycznych. Norma techniczna projektowania konstrukcji z betonu jest tego przykładem.

Cele poznawcze:

- tematy prac na stopień naukowy są chętnie podejmowane z teorii konstrukcji betonowych,
- model betonu, współdziałanie zbrojenia z betonem, model obliczeniowy elementów konstrukcji to tematy sformułowań naukowych, pogłębiających mechanikę ogólną,
- komputeryzacja obliczeń znajduje wszechstronne pole działania w zadaniach z teorii konstrukcji z betonu,
- optymalizacyjne metody obliczania konstrukcji z betonu rokuja nowe osiągnięcia.

3. OCENA KORZYŚCI GOSPODARCZYCH WYNIKAJĄCYCH Z ROZWOJU TEORII KONSTRUKCJI Z BETONU

Korzyści materialne nie są wymierne. W miarę rozwoju teorii projektowanie staje się bardziej racjonalne i bezpieczne. Drobne nawet zmiany udoskonalające to projektowanie powodują duże korzyści materialne ze względu na powszechne obecnie stosowanie konstrukcji z betonu. Nie zawsze korzyści te widoczne są w wymiarze doraźnym, ujawnić się mogą one dopiero po dłuższym okresie użytkowania konstrukcji w aspekcie jej podwyższonej trwałości. Środki przeznaczone na rozwijanie teorii konstrukcji z betonu są bardzo małe. Nie ma należytego postępu w rozwoju teorii żelbetu, znamienego w początkowym okresie rozwoju tych konstrukcji. W praktyce jest obecnie realizowana tak zwana półprobabilistyczna metoda projektowania konstrukcji z betonu oparta na przesłankach nowej gałęzi matematyki, stosująca z braku danych eksperymentalnych arbitralnie przyjmowane współczynniki. Uważam, że rozwijanie i uściślanie klasycznej teorii konstrukcji z betonu dałoby lepsze efekty, aniżeli obecnie stosowana metoda stanów granicznych, która jest pełna wewnętrznych sprzeczności.

W mojej ocenie, obecnie rozwijany kierunek działania w normie technicznej konstrukcji z betonu prowadzi do regresu teorii betonu. Należy podjąć niezwłocznie dyskusję na temat kierunku rozwoju konstrukcji z betonu w Polsce.

4. METODY OBLICZANIA DEFORMACJI KONSTRUKCJI Z BETONU ROZWIJANE W POLSCE

Spśród wielu prac polskich z mechaniki konstrukcji żelbetowych na wyróżnienie zasługują oryginalne prace z zakresu obliczania deformacji tych konstrukcji. Prace te grupują się wokół szkół naukowych reprezentowanych przez profesorów: W. Kuczyńskiego, A. Boreza, A. Ryżyńskiego, B. Lewickiego i J. Kmity.

Kontynuualna metoda obliczania ugięć belek żelbetowych opracowana oraz rozwijana przez Władysława Kuczyńskiego oraz uczniów ma znaczące osiągnięcia, publikowane w literaturze krajowej oraz zagranicznej. Wyczerpujący wykład tej metody znajduje się w skrypcie W. Kuczyńskiego: Konstrukcje betonowe. Kontynuualna teoria zginania żelbetu (1971 r.). Podstawowe założenie metody polega na tym, że występujące w równaniu różniczkowym ugięcia belki wyrażenie sztywności zginania zostało opisane w sposób zależny od momentu zginającego w rozpatrywanym miejscu belki, w całym przedziale obciążenia od stanu sprężystego do plastycznego płynięcia. Obliczanie ugięcia sprowadza się do rozwiązywania równania różniczkowego o współczynnikach funkcyjnych, w przypadku belki statycznie wyznaczalnej oraz do nieliniowego równania różniczkowego zwyczajnego dla belki statycznie niewyznaczalnej. Szkoła W. Kuczyńskiego rozwija aktualnie metodę w zastosowaniu do płyt żelbetowych. Bardzo pomysłowe założenie ogranicza się do zginania statycznego; jak dotychczas nie ma rozwiązań zadań deformacji tarcz i powłok. Zadania dynamiczne wymagają odmiennych założeń od zginania statycznego. Należy oczekiwać dalszego rozwoju metody, zwłaszcza, że ten temat jest finansowany ze środków centralnych. Oczekuje się wznowienia książki przedstawiającej również najnowsze osiągnięcia.

W Zespole Mostowym Politechniki Poznańskiej, kierowanym przez Andrzeja Ryżyńskiego, można wyróżnić rozwijanie mechaniki konstrukcji z betonu w następujących kierunkach:

- nośność graniczna statycznie niewyznaczalnych belek i ram,
- stany graniczne użytkowania,
- bezpieczeństwo konstrukcji mostowych.

W zakresie obliczania deformacji elementów zginanych Zespół ten rozwinął metodę skokowych zmian sztywności, zaś w zakresie obliczania elementów stanu zarysowania - własną metodę zaproponowaną do nowej normy PN ... /S-10042.

Wykaz prac naukowych Zespołu opracowany przez Andrzeja Ryżyńskiego znajduje się w - Mechanika konstrukcji betonowych - Prace Naukowe Instytutu Budownictwa Politechniki Wrocławskiej N 40, Konferencje N 9, 1983, s. 279-285. W tej samej pozycji zamieszczono wykaz doktoratów z teorii żelbetu, obronionych na Politechnice Wrocławskiej.

Szkoła Wrocławska, kierowana przez Augustyna Borcza, rozwija z powodzeniem metodę obliczania deformacji konstrukcji z betonu wprowadzając oryginalne założenia o modelu betonu. Deformacje betonu objawiające się podczas wielokrotnych obciążeń zezwalają na przyjęcie założenia o sprężystym modelu betonu, na które nakładają się deformacje niesprężyste, zależne od historii obciążenia. Rysy w betonie naruszają ciągłość deformacji są powodem niejednorodności konstrukcyjnej. Skutki zarysowania skupione do miejsca rysy umożliwiły budowę modelu matematycznego konstrukcji z betonu jednolitą dla belek, ram, płyt, tarcz i powłok w zadaniach statycznych i dynamicznych. Metoda jest opisana w skrypcie Augustyna Borcza pt.: Teoria

konstrukcji żelbetowych Cz. I (1972) oraz Cz. II (1986). Oczekuje się praktycznych wniosków z opracowywanych przykładów.

W Zespole Konstrukcji Mostowych, kierowanym przez prof. Jana Kmitę, prowadzone są prace z zakresu mechaniki konstrukcji betonowych adresowane do mostów, uwzględniające proces budowy i użytkowania, przestrzenne współdziałanie elementów konstrukcji, cechy reologiczne betonu. Rozwijana jest komputeryzacja obliczeń.

Z nowych tendencji należy wymienić zastosowanie MES i komputeryzacji obliczeń do rozwiązywania problemów związanych z teorią żelbetu (Zenon Waszczyszyn, Zdzisław Sulimowski). Poza przeglądem mogą się znaleźć obszernie prace dotyczące mechaniki siatkobetonu i ferrobetonu oraz polska szkoła związana z osobami Andrzeja Brandta oraz Barnarda Walkusa, bardziej upowszechniona za granicami, aniżeli w kraju.

Nie sposób również wyliczyć oraz pominąć wielu prac uprawiających metodę Muraśowa albo Kuročkina do analizy deformacji belek i płyt. W tym miejscu należy jednak wymienić prace szkoły kierowanej przez prof. Bohdana Lwickiego oraz ich badań na temat obliczania ugięcia elementów żelbetowych i przystosowania wzorów do normatywu technicznego z uwzględnieniem również wpływu siły poprzecznej na ugięcia. Liczące znaczenie mają ich badania konstrukcji wykonanych z betonów lekkich oraz zastosowania piaskobetonu.

5. MECHANIKA KONSTRUKCJI Z BETONU W LITERATURZE ŚWIATOWEJ

W ramach działalności Grupy Roboczej zgromadzono kopię opisów bibliograficznych podstawowych pozycji literatury światowej za okres ostatnich sześciu lat. Wybrano tylko pozycje tematycznie bliskie poprzednio podanemu określeniu mechaniki konstrukcji z betonu. Na uwagę zasługuje praca: Schlaich J. i Weischede D. Ein praktisches Verfahren zum methodischen Bemessen und Konstruieren im Stahlbetonbau. 1. Fassung Bulletin d'Information N° 150 - znajdująca uznanie wśród inżynierów praktyków i uczonych, bez głębszych studiów teorii sprężystości oraz plastyczności.

Współczesną podbudowę teoretyczną ma praca: Chen W.F. Plasticity in reinforced concrete. 1982 Mc Graw-Hill. Wśród zebranych opisów przeważają prace dotyczące komputeryzacji obliczania konstrukcji z nieliniowym modelem betonu i zarysowanych. Celowe byłoby przybliżenie tych nowoczesnych metod obliczania szerszemu gronu osób zajmujących się mechaniką żelbetu w Polsce, przez zorganizowanie konferencji o tej tematyce.

6. INFORMACJA O DZIAŁANIU GRUPY ROBOCZEJ "MECHANIKA KONSTRUKCJI ŻELBETOWYCH"

Działalność sprowadziła się głównie do organizowania konferencji o nazwie Szkoła Młodych, które służyły wymianie doświadczeń i były kataliza-

torem działalności środowiska naukowego w omawianej dziedzinie wiedzy. Odbyły się następujące Szkoły Młodych:

- rok 1981, styczeń 21-26, Karpacz,
- rok 1983, styczeń 23-28, Karpacz,
- rok 1985, listopad 25-30, Szklarska Poręba,
- rok 1987, listopad 16-21, Szklarska Poręba.

Sprawozdania z tych konferencji były przekazane do Sekcji Konstrukcji Betonowych KILiW PAN. W Szkole Młodych uczestniczyli młodzi pracownicy nauki z całej Polski. Obrady odbywały się pod kierunkiem profesorów do- bieranych według ich specjalności. W obradach uczestniczyło każdorazowo 50-100 osób.

Konferencje te odbywały się pod patronatem Sekcji Konstrukcji Betonowych KILiW PAN, a organizatorami były: Instytut Budownictwa Politechniki Wrocławskiej oraz Instytut Techniki Budowlanej w Warszawie.

ПОДВЕДЕНИЕ ИТОГОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РАБОЧЕЙ ГРУППЫ
"МЕХАНИКА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ"

Р е з ю м е

Представлена тематика деятельности Рабочей Группы Секции Бетонов Полской Академии Наук. Представлены практические и научные цели а также дана общая информация о развиваемых научных школах. Деятельность Рабочей Группы Механика Железобетонных Конструкций главным образом заключалась в организации конференций называемых Школой Молодых. Отчетный период охватывал 1982-1987гг.

RECAPITULATION OF THE ACTIVITY OF WORKING GROUP
MECHANICS OF REINFORCED CONCRETE CONSTRUCTIONS

S u m m a r y

The sphere of activity of the Working Group of the Concrete Section of the Polish Academy of Sciences has been presented; its practical and scientific aims have been defined and general information about Scientific schools being developed has also been given. During the reporting period 1982-1987 the activity of the "Mechanics of Reinforced Concrete Constructions" Working Group mainly consisted in organizing the conferences called. The School of the Young.