

ćwiczenie D (D1+D2):

Projektowanie i wykonanie betonów

Cel ćwiczenia:

Celem zajęć laboratoryjnych jest zdobycie umiejętności projektowania betonów zwykłych, spełniających wymagania normy PN EN 206+A2:2021-08 „Beton. Wymagania, wykonanie, produkcja i zgodność”, oraz zdobycie umiejętności przygotowania próby laboratoryjnej dla receptury betonowej.

Zajęcia umożliwią poznanie dwóch metod projektowania, wchodzących zarazem do dwóch charakterystycznych grup: metodę trzech równań, wchodzącą w skład metod analitycznych oraz metodę znanego zaczynu, wchodzącą w skład metod analityczno-doświadczalnych.

Przebieg ćwiczenia

Część D1 Projektowania betonu metodą analityczną – metodą trzech równań

(indywidualne zadanie projektowe rozpoczęte na zajęciach a dokończony i oddany do 7 dni po zajęciach jako część sprawozdania z ćwiczenia).

1. Podanie przez prowadzącego treści zadania projektowego.
2. Szczegółowa analiza dotycząca elementu, do którego realizacji służyć będzie projektowany beton (wymiary, rozkład prętów zbrojeniowych, itp.).
3. Analiza warunków wykonania elementu (technologia układania i zagęszczania mieszanki, warunki dojrzewania i pielęgnacji).
4. Ustalenie warunków eksploatacji gotowego elementu (charakterystyka oddziałujących czynników środowiskowych: narażenie na działanie wilgoci, zamarzanie, oddziaływanie środków odładzających oraz innych czynników o charakterze zarówno chemicznym jak i mechanicznym) oraz przyjęcie granicznych kryteriów dotyczących składu mieszanki betonowej i zawartości powietrza.
5. Przyjęcie założeń dotyczących podstawowych, wymaganych właściwości mieszanki betonowej i betonu stwardniałego (klasa konsystencji, klasa wytrzymałościowa betonu – zwykle narzucona z góry przez projekt, ustalenie, czy mieszanka betonowa będzie napowietrzona).
6. Dobór jakościowy kruszywa (jego parametrów normowych, rodzaju, maksymalnego uziarnienia, granicznych krzywych uziarnienia, składowych kruszyw tworzących mieszankę) oraz rodzaju i klasy cementu stosownie do założeń.
7. Przyjęcie zawartości zaprawy w mieszance betonowej w celu zapewnienia odpowiedniej urabialności, odpowiednio do rodzaju konstrukcji.
8. Określenie do obliczeń projektowych średniej wytrzymałości na ściskanie na podstawie założonej klasy betonu np. C16/20.
9. Obliczenie wartości parametru $m=C/W$ ze wzoru Bolomey'a oraz sprawdzenie jego poprawności w odniesieniu do zaleceń normy (wynikających np. z warunków pracy betonu).
10. Wykonanie analizy sitowa dobranych kruszyw zgodnie z wymaganiami normy przedmiotowej.
11. Założenie punktu piaskowego mieszanki kruszyw na podstawie przyjętej zawartości zaprawy w betonie i obliczonego stosunku $C/W=m$. Obliczenie stosunku w jakim należy zmieszać ze sobą kruszywa dla uzyskania mieszanki o założonym punkcie piaskowym oraz sprawdzenie poprawności przebiegu krzywej uziarnienia na podstawie zaleceń normy PN-B-06250:1988 Beton zwykły.
12. Przyjęcie wodozadržności cementu dla danej konsystencji oraz obliczenie wodozadržności mieszanki kruszywa odpowiednio do konsystencji świeżej mieszanki betonowej i krzywej uziarnienia kruszywa.
13. Obliczenie składu mieszanki betonowej na podstawie przekształconych wzorów metody trzech równań.
14. Sprawdzenie obliczonego składu mieszanki betonowej pod względem: zawartości cementu (minimalnej, stosownie do rodzaju i warunków pracy elementu oraz maksymalnej, stosownie do projektowanej klasy betonu), wskaźnika W/C (zapewniającego odpowiednią trwałość betonu w danych warunkach eksploatacji), rzeczywistej objętości zaprawy oraz ziaren poniżej 0,125 mm.
15. Przeliczenie receptury z kruszywa suchego dla warunków produkcyjnych uwzględniających wilgotności wykorzystywanych kruszyw.
16. Korekta niezgodności z założeniami normy PN-EN 206+A2:2021-08.

Instrukcja wykonawcza do ćwiczeń laboratoryjnych
LABORATORIUM DYPLOMOWE – CHEMIA BUDOWLANA
studia stacjonarne – I stopień - IV rok - semestr 7

Część II Projektowania betonu metodą analityczno-doświadczalną – metodą znanego zaczynu.

Projektowanie betonu z wykorzystaniem tej metody przebiega początkowo według przedstawionego harmonogramu jak w metodzie znanego zaczynu (punkty 1-10). Następnie należy postępować według następującego schematu:

1. Przygotowanie kruszywa w ilości 20 kg o ustalonych wcześniej proporcjach.
2. Przygotowanie około 7-8 kg zaczynu o obliczonym wskaźniku W/C.
3. Dodawanie przygotowanego zaczynu do mieszanego w mieszarce betonowej kruszywa do momentu uzyskania mieszanki betonowej o żądanej konsystencji.
4. Ustalenie masy zaczynu cementowego dodanego do mieszanki betonowej.
5. Określenie gęstości zagęszczonej mieszanki betonowej oraz obliczenie składu mieszanki betonowej na 1m³ objętości.
6. Przygotowanie form do wykonania próbek betonowych do badań.
7. Ułożenie mieszanki betonowej w formach i jej zagęszczenie.
8. Sprawdzenie obliczonego składu mieszanki betonowej pod względem: zawartości cementu (minimalnej, stosownie do rodzaju i warunków pracy elementu oraz maksymalnej, stosownie do projektowanej klasy betonu), wskaźnika W/C (zapewniającego odpowiednią trwałość betonu w danych warunkach eksploatacji), rzeczywistej objętości zaprawy oraz ziaren poniżej 0,125 mm.
9. Przeliczenie receptury z kruszywa suchego dla warunków produkcyjnych uwzględniających wilgotności wykorzystywanych kruszyw.
10. Korekta niezgodności z założeniami normy PN-EN 206+A2:2021-08.
11. Porównanie składów mieszanek betonowych z obu metod projektowania i analiza podobieństw i różnic uzyskanych wyników.

Ustalenia klasy konsystencji mieszanki betonowej dokonuje się metodą, która będzie wykorzystana jako metoda kontrolna. W ramach zajęć, odpowiednio do konsystencji mieszanki lub innych ustaleń należy wybrać jedną z niżej wymienionych metod pomiarowych: metodę opadu stożka, metodę Vebe lub metodę stolika rozpliwowego.

Po ustaleniu konsystencji należy zbadać zawartość powietrza w świeżej mieszance betonowej po uprzednim zagęszczeniu. Znając masę mieszanki betonowej oraz objętość naczynia do badania zawartości powietrza, można określić gęstość mieszanki betonowej.

Uwaga!!!

Osoby wykonujące ćwiczenie z projektowania betonów metodą analityczno-doświadczalną mają w następnym dniu po odbytych zajęciach (w godzinach porannych) obowiązek !!! wyciągnięcia próbek betonowych z form, właściwego ich opisanie i złożenia w miejscu wskazanym przez prowadzącego, bądź pracownika laboratorium.

Wymagany zakres wiadomości

Znajomość metod projektowania betonu metodą trzech równań i metodą znanego zaczynu. Znajomość równań z uwzględnieniem wartości stałych i zasad dobierania zmiennych zapisanych w równaniach. Zasady dobierania rodzaju cementu i kruszywa w zależności od rodzaju i przeznaczenia projektowanego betonu.

Warunki zaliczenia:

1. Pozytywna ocena ze sprawdzianu odbywającego się na początku pierwszych zajęć z zakresu projektowania betonu. (test w formie papierowej lub na platformie MS Teams – rozwiązywany na smartphonach)
2. Pozytywna ocena z indywidualnego zadania projektowego – projektowania betonu metodą trzech równań (zadanie oddane w terminie 7 dni od zakończenia zajęć skan odręcznie rozwiązane zadania przesłany przez platformę MS Teams)
3. Indywidualne sprawozdanie z projektowania betonu metodą znanego zaczynu z do wyników, oddane w terminie 1 tygodnia od zakończenia zajęć (skan na platformie MS Teams, dopuszcza się z formę papierową jednak proszę nie przysyłać sprawozdania na e-mail)
4. Wyciągnięcie próbek z form w wyznaczonym dniu po zajęciach (organizacja związanych z tym czynności należy do uczestników całej grupy).

Instrukcja wykonawcza do ćwiczeń laboratoryjnych
LABORATORIUM DYPLOMOWE – CHEMIA BUDOWLANA
studia stacjonarne – I stopień - IV rok - semestr 7

Literatura:

1. W. Nocuń-Wczelik i inni „Cement – Metody badań; Wybrane kierunki stosowania” wydanie 2 popr. i uzup. Wydawnictwo AGH, Kraków 2015 (można również korzystać z wydania 1 z 2010r.). – rozdział 9: „Projektowanie betonów zwykłych i badanie ich właściwości – podstawy”
2. J. Śliwiński, „Beton zwykły - projektowanie i podstawowe właściwości”, Polski Cement Sp. z o.o., Kraków 1999.
3. J. Małolepszy, J. Deja, W. Brylicki, M. Gawlicki, „Technologia betonu - metody badań”, Wydawnictwo AGH, Kraków 2000.
4. ABC Betonu. Wydawnictwo SPC. <https://www.polskicement.pl/abc-betonu/>
5. Norma PN-EN 206+A2:2021-08 „Beton - Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność”.
6. Norma PN-B-06265:2022-08 „Beton - Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność - Krajowe uzupełnienie PN-EN 206+A2:2021-08”
7. Norma PN-B-06250; 1988 „Beton zwykły”.
8. Norma PN-EN 12350-1:2019-07 „Badania mieszanki betonowej. Część 1. Pobieranie próbek i uniwersalna aparatura” (lub zamiennie PN-EN 12350-1:2009 „Badania mieszanki betonowej. Część 1. Pobieranie próbek”)
9. Norma PN-EN 12350-2:2019-07 Badania mieszanki betonowej. Część 2. Badanie konsystencji metodą opadu stożka.
10. Norma PN-EN 12350-3:2019-07 Badania mieszanki betonowej. Część 3. Badanie konsystencji metodą Vebe.
11. Norma PN-EN 12350-4:2019-08 Badania mieszanki betonowej. Część 2. Badanie konsystencji metodą oznaczania stopnia zagęszczalności.
12. Norma PN-EN 12350-5:2019-08 Badania mieszanki betonowej. Część 2. Badanie konsystencji metodą stolika rozplywowego.