

„KONSTRUKCJE BETONOWE”
Wykład cz. II
Dr inż. Jacek Dyczkowski
Studia Stacjonarne, KB, II Stopień, Rok I, Semestr I

K. Kopuły

K-1

Wykresy sił przekrojowych N_φ i N_θ od ciężaru własnego w kopule obrotowej [5]

K-2

Wykresy sił przekrojowych N_φ i N_θ od obciążeń śniegiem w kopule obrotowej [5]

K-3

Schemat obciążenia kopuły wiatrem [5]

K-4

Schemat oparcia kopuły na wieńcu podporowym [5]

K-5

Schemat działania sił radialnych R i momentów M [5]

K-6

Schemat przesunięcia brzegu powłoki [5]

K-7

Schemat działania sił na wieniec podporowy [5]

K-8

Dane geometryczne do obliczania odkształceń brzegowych kopuły [5]

K-9

Dane geometryczne do obliczeń odkształceń pierścienia podporowego [5]

K-10

Odkształcenie pierścienia podporowego od siły brzegowej R [5]

K-11

Odkształcenie pierścienia podporowego od momentu brzegowego M [5]

K-12

Wykresy momentów M_φ w powłoce kulistej w zależności od sposobu jej podparcia: a) przegubowe podparcie powłoki na odkształcalnym wieńcu podporowym; b) monolityczne połączenie powłoki z wieńcem odkształcalnym; c) przegubowe podparcie powłoki na nieodkształcalnym wieńcu; d) monolityczne połączenie powłoki z wieńcem nieodkształcalnym [5]

K-13

Kopuła kulista o średnicy 20,00 m oparta na pierścieniu; strzałka $f = 2,00$ m; grubość 60 mm [7]

K-14

Powłoka prefabrykowana z elementów płytowo - żebrowych typu panwiowego [4]

K-15

Zbrojenie powłoki w strefie przypodporowej (przekrój pionowy) [7]

K-16

Rzut poziomy zbrojenia powłoki obrotowej (w rozwinięciu): „1” - pręty równoleżnikowe; „2” - pręty południkowe [4]

K-17

Zalecany układ zbrojenia w powłoce obrotowej [4]

C. Zbiorniki cylindryczne na cieczę

C-1

Schemat obliczeniowy do określenia sił równoleżnikowych od parcia cieczy [5]

C-2

Schemat działania sił brzegowych R i M [5]

C-3

Wykres sił równoleżnikowych N_θ i momentów M_x [5]

Na rysunkach 3⁻² i 3⁻³. pokazano założenia obliczeniowe i wykresy sił wewnętrznych, obliczonych z użyciem następujących wzorów [5]:- siły wewnętrzne i przemieszczenia w stanie błonowym:

C-4

Schemat działania sił radialnych R i M [5]

C-5

Odkształcenie płyty kolistej spoczywającej na niepodatnym podłożu, obciążonej na obwodzie momentami brzegowymi: a) schemat obciążenia płyty dna; b) obciążenie brzegu płyty; c) wykres momentów [5]

C-6

Schemat zbiornika cylindrycznego z dnem podpartym na obwodzie [5]

C-7

Wykresy momentów w ścianie i dnie zbiornika cylindrycznego podpartego na obwodzie [5]

C-8

Schemat układu sił w miejscu połączenia powłoki stożkowej z cylindryczną za pośrednictwem wieńca:

a) i b) równania równości przemieszczeń poziomych i kątów obrotu w przekrojach odpowiednio „I-I” i „II-II”;

c) i d) równania równości przemieszczeń poziomych i kątów obrotu po podstawieniu wyrażeń na przyrosty „Δ” od obciążeń zewnętrznych i sił jednostkowych $X_1 - X_4$; indeksy „k” i „w” odnoszą się odpowiednio do powłoki stożkowej i cylindrycznej [6]

C-9

Układ obciążeń brzegowych powłok zbiornika złożonego z powłoki kulistej i walcowej [4]

C-10

Wykresy sił N^0 , N , R^0 i R oraz M_h w zbiorniku jak na rys. 3⁻⁹ obciążonego ciężarem własnym i parciem cieczy [4]

C-11

Schemat dwustronnego zbrojenia ścianki walcowej zbiornika [4]

C-12

Przykład zbrojenia ścianki walcowej zbiornika [4]

C-13

Schematy zbrojenia dla zbiorników cylindrycznych: a) i b) zbrojenie radialne; c) zbrojenie ortogonalne [5]

P. Prostokątne zbiorniki na cieczy (Zbiorniki skrzyniowe)

P-1

Schematy podparcia płyt na krawędziach [5]

P-2

Współczynniki do obliczania ugięć i momentów – obciążenie w kształcie trójkąta; - „1” - oznaczenia:

f_{max} - ugięcie maksymalne; f_0 - ugięcie w połowie rozpiętości; $M_{a(max)}$ - moment maksymalny działający równoległe do boku a; $M_{b(max)}$ - moment maksymalny działający równoległe do boku b; M_{a0} i M_{b0} - momenty w połowie rozpiętości; $D = Eh^3/12(1 - \nu)^2$ - sztywność giętą płyty; $q = qa(x/a)$;

- „2” - dla ugięć - qa^4/D ; dla momentów - qa^2 ; - „3” - dla ugięć - qb^4/D ; dla momentów - qb^2 [7].

P-3

Współczynniki do obliczania ugięć i momentów - obciążenie równomiernie rozłożone; „1” - oznaczenia: M_{b1u}

- momenty ujemne w narożach, gdzie schodzą się krawędzie nieodparte; inne oznaczenia, jak w „1” na rys. 4-2; - mnożniki: dla ugięć - pb^4 ; dla momentów utwierdzenia M_{au0} - pa^2 ; dla innych momentów pb^2 [7].

P-4

Współczynniki do obliczania ugięć i momentów - obciążenie w kształcie trójkąta; - „1” - oznaczenia jak w „1” na rys. 4⁻²; - mnożniki: dla ugięć - pb^4/D ; dla momentów utwierdzenia M_{au0} - pa^2 ; dla innych momentów - pb^2 [7]

P-5 - P-7

Współczynniki do obliczania płyt prostokątnych [11]

P-8

Schematy podparcia krawędzi płyt [11]

P-9

Zbiornik „długi”: a) i b) schematy statyczne; c) i d) konstrukcyjne „dozbrajanie” ścian podłużnych i dna;

możliwe, gdy: $b > 2a$ (dno zbiornika); $a, b > 2h$ - oparcie na czterech krawędziach, $a, b > 3h$ - przy swobodnej krawędzi górnej ściany zbiornika [11]

P-10

Zestawienie momentów zginających i sił rozciągających miarodajnych do wymiarowania zbiornika [9]
P-11

Minimalny podział płyt na pasma przy wymiarowaniu: a) ściany; b) dna [11]

P-12

Podział na strefy oraz zbrojenie ścian i dna zbiornika: a) schemat podziału z zaznaczeniem przekrojów; b) przekroje pionowe; c) przekroje poziome; d) zbrojenie ścian na siły rozciągające obliczone wg stanu tarczowego [3]

P-13

Sposoby połączenia ścian z dnem zbiornikach wykonanych: a) na mokro; b) z prefabrykatów [3]

P-14

Monolityczne połączenie ścian [11]

P-15

Połączenie ścian z przekryciem: a), b) monolityczne; c),d) przesuwne; e), f) przegubowo – nieprzesuwne [11]

P-16

Monolityczne połączenie ściany z dnem [11]

S. Silosy wysokie (Silosy)

S-1

Wykresy parcia p_h i p_v w komorze silosu wg Janssena [4]

S-2

Układ sił działających na elementarną warstwę materiału zasypowego w leju komory silosowej [4]

S-3

Schemat pracy stożkowego dna [4]

S-4

Zasobnik stanowiący połączenie powłoki cylindrycznej i stożkowej [10]

S-5

Przykładowe wykresy sił i momentów zginających od parcia materiału zasypowego w komorze silosowej:

a) z płaskim dnem płytowym; b) ze stożkowym dnem powłokowym [4]

S-6

Schematy działania sił zewnętrznych w przekrojach poziomych komór o różnych kształtach [5]

S-7

Komora walcowa oparta na słupach, zginana siłami południkowymi ściany pionowej i od podwieszonoego dna [4]

S-8

Tarcza zakrzywiona w planie jako ściana silosu walcowego [5]

S-9

Kształty silosu z określeniem wymiarów i oznaczeń parcia [13]

S-10

Podstawowe rodzaje przepływu [13]

S-11

Rodzaje przepływu mieszanego [13]

S-12

Wpływ smukłości na efekty występujące w przepływie mieszanym i kanałowym [13]

S-13

Rozwiązania specjalne przy napełnianiu i opróżnianiu [13]

S-14

Symetryczne parcie na pionowy segment ściany przy napełnianiu [13]

S-15

Silosy kołowe: elewacja boczna i widok rzutu obciążenia lokalnego przy napełnianiu [13]

S-16

Niecentryczny kanał przepływu przy opróżnianiu i rozkład parcia [13]

S-17

Rozkłady parcia przy napełnianiu w lejach stromych i płytkich [13]

S-18

Parcie działające na płaskie dna silosach niskich i średnio smukłych [13]

S-19

Parcie przy opróżnianiu w lejach stromych i płytkich [13]

S-20

Fragment komór o pojedynczym zbrojeniu [4]

S-21

Fragment komór o podwójnym zbrojeniu pierścieniowym [4]

Literatura

- [1] Budownictwo Betonowe, t.VII, pod red. Kluza T.: „Zagadnienia ogólne prefabrykacji”, Arkady, Warszawa 1972
- [2] Budownictwo Betonowe, t. XII, pod red. Kisiela I., cz. 1 i 2, „Budowle przemysłowe”, Arkady, Warszawa 1970
- [3] Budownictwo Betonowe, t.XIII (pod red. Mitzela A.): ”Zbiorniki, zasobniki, silosy, kominy i maszty”, Arkady, Warszawa 1966
- [4] Dąbrowski K., Stachurski W., Zieliński J. L.: Konstrukcje betonowe, Arkady, Warszawa 1976
- [5] Grabiec K.: „Żelbetowe konstrukcje cienkościenne”, PWN, Warszawa – Poznań 1999
- [6] Kobiak J., Stachurski W.: Konstrukcje żelbetowe, t. 2, 3 i 4, Arkady, Warszawa 1987-1991
- [7] Kłóś Cz., Mitzel A., Suwalski J.: „Zbiorniki na ciecze”, Arkady, Warszawa 1961
- [8] Ledwoń J., Golczyk M.: „Chłodnie kominowe i wentylatorowe”, Arkady, Warszawa 1967
- [9] Łapko A., Jensen B. C.: „Podstawy projektowania i algorytmy obliczeń konstrukcji żelbetowych”, Arkady, Warszawa 2005
- [10] Nowacki W., Dąbrowski R.: Silosy. Metody obliczeń i konstrukcja. Wyd. II, Budownictwo i Architektura. Warszawa 1955
- [11] Stachowicz A., Ziobroń W.: „Podziemne zbiorniki wodociągowe. Obliczenia statyczne i kształtowanie”, Arkady, Warszawa 1986
- [12] Starosolski W.: „Konstrukcje żelbetowe”, t. II i III, wyd. 10., PWN, Warszawa 2007
- [13] Polska Norma, PN-EN 1991-4: 2006, Eurokod 1, Oddziaływania na konstrukcje. Część 4: Silosy i zbiorniki (EN 1991-4: 2006, Eurocode 1 – Actions on structures. Part 4 : Silos and tanks)