

Mgr inż. Rudolf Makiołka

PREFABRYKOWANA ŻELBETOWA OBUDOWA PIERŚCIENIOWA DLA
WYROBISK KORYTARZOWYCH I KOMOROWYCH DRAŻONYCH W TRUDNYCH
WARUNKACH GEOLOGICZNO-GÓRNICZYCH

Streszczenie. W artykule omówiono w skrócie stan prefabrykacji obudowy w krajowym budownictwie górniczym. Następnie wykorzystując krajowe doświadczenia w tym zakresie przedstawiono bliżej jedno z ciekawszych rozwiązań w zakresie prefabrykacji obudowy górniczej a mianowicie tzw. prefabrykowaną, żelbetową obudowę pierścieniową. W części szczegółowej omówiono zastosowaną wstępnie przybliżoną metodę projektowania oraz technologię wykonania elementów prefabrykowanych jak również technologię montażu gotowej obudowy. Całość zakończono zestawem wniosków dotyczących zarówno dalszych badań jak i szerokiego wykorzystania praktycznego tego typu obudowy.

1. Wstęp

Trudne warunki geologiczno-górnice jakie spotykamy w nowych orzełkach górniczych oraz zwiększenie się głębokości wybieranych pokładów zmuszają budownictwo górnicze do stałych poszukiwań nowych najodpowiedniejszych rozwiązań z zakresu obudowy wyrobisk korytarzowych i komorowych. Dały się do stosowania różnego typu obudów w zależności od rodzaju wyrobiska, czasu jego trwania i przewidywanych ciśnień, wreszcie posiadanej bazy materiałowej.

Zastosowanie obudowy prefabrykowanej dla wyrobisk poziomych pozwala uniknąć konieczności wykonywania tak trudnych i pracochłonnych prac jak: wznoszenie odeskowania, betonowania lub murowania, stwarza równocześnie podstawę dla kompleksowej mechanizacji procesu wznoszenia trwałej obudowy. Ponadto obudowa prefabrykowana w odróżnieniu od monolitycznej może przejąć ciśnienie górotworu natychmiast po jej założeniu. Oprócz tego taka obudowa pozwala w wielu przypadkach na zrezygnowanie z obudowy tymczasowej i obniża znacznie wydatki na utrzymanie wyrobiska w czasie jego eksploatacji.

Za granicą (ZSRR, Belgia, CSRS) przyjęły się prefabrykowane obudowy żelbetowe. Charakteryzują się one dużą nośnością, zmechanizowanym montażem i gotowością do przyjęcia obciążenia natychmiast po ułożeniu. Nie bez znaczenia jest tu fakt, że beton wykonywany w warunkach przemysłowych oznacza się lepszą jakością od betonu sporządzonego na dole w kopalni. Pozytywne rezultaty wdrażania prefabrykowanych obudów za granicą stanowiły podstawę dla podjęcia prób wprowadzenia ich w naszych warunkach.

Podjęwszy problem w Zakładzie Badań i Doświadczeń Budownictwa Górniczego w Myskowicach przeanalizowano techniczne i ekonomiczne możliwości

zastosowania obudowy prefabrykowanej, w wyniku czego określono, że będzie ona opłacalna w warunkach występowania wzmózonych ciśnień, tam gdzie utrzymanie wyrobiska napotyka na szczególne trudności.

Stosowana w takich warunkach obudowa ŁK zagęszczona co 50 cm, a nawet co 33 cm, jest droga i z uwagi na deficyt stali niewskazana.

Zrealizowane w Zakładzie Badań i Doświadczeń Budownictwa Górniczego prace objęły kompleksowo zagadnienia projektowania obudowy, jej wykonawstwa i wdrażania, rozwiązując przy tym szereg trudności technicznych w zakresie urządzeń do montażu obudowy w początkowym okresie jej wprowadzania. Pierwszą realizację przeprowadziło PRG Chrzanów w kopalni Jaworzno, wykonując około 150 m wyrobiska średnicy ϕ 350 cm. W tym okresie wprowadzono do pracy typowe urządzenia montażowe, wypracowano właściwą technologię i organizację robót, udoskonalono konstrukcję obudowy oraz zebrano doświadczenia.

Projekt pierścieniowej obudowy prefabrykowanej przedłożony został Komisji Obudowy MGIE, która na posiedzeniu w dn. 21.11.1969 r. (Protokół Nr 5/69) podjęła uchwałę o dopuszczeniu do produkcji i stosowania w wyrobiskach korytarzowych informacyjnej serii prefabrykowanej obudowy pierścieniowej.

2. Zastosowanie prefabrykowanej żelbetowej obudowy pierścieniowej w wyrobiskach korytarzowych i komorowych

Często występujące trudności w utrzymaniu obudowy wyrobisk poziomych, prowadzonych w trudnych warunkach geologiczno-górniczych, skłaniają do opracowania obudowy odpornej na duże wszechstronne ciśnienia.

W oparciu o przeprowadzone rozeznanie literaturowe, stwierdzono, że najodpowiedniejszą dla tych warunków winna okazać się prefabrykowana żelbetowa obudowa pierścieniowa. Za tym stwierdzeniem przemawiały dodatkowo pozytywne wyniki zastosowania tego typu obudowy w krajach sąsiednich (CSRS czy ZSRR).

Wprowadzenie przedmiotowej obudowy do krajowego budownictwa podziemnego wymagało rozwiązania następujących zagadnień:

- opracowanie dokumentacji techniczno-robotczej podstawowych typów obudowy pierścieniowej,
- opracowanie technologii produkcji elementów prefabrykowanych,
- opracowanie technologii montażu obudowy,
- opracowanie dokumentacji i wykonanie zaimportowane odpowiedniego sprzętu montażowego.

Wymienione wyżej zagadnienia zostały w dużym stopniu rozwiązane, a ich wyniki przedstawiono w kolejnych punktach niniejszego podrzędziału.

2.1. Projekt techniczny zastosowania prefabrykowanej obudowy pierścieniowej

2.1.1. Założenia

Średnice wyrobisk

Wytypowano następujące średnice wyrobisk; 350 cm, 420 cm, 490 cm.

Przy typowaniu wzięto pod uwagę wymagania skrajni taboru kolejowego i przejść dla ludzi oraz popularność poszczególnych przekrojów. Zakres założonych średnic dostosowano ponadto do możliwości zamówionego w CSRS urządzenia montażowego (manipulatora).

Gabaryty elementów prefabrykowanych

Celem wykorzystania taboru kopalnianego założono, że wszystkie elementy prefabrykowane będą dostosowane do transportu w typowych (średnich) wózkach kopalnianych. Ciężar pojedynczego elementu czy zestawu montażowego nie może przekraczać udźwigu urządzenia montującego określanego przez Specjalistów CSRS na 600 kg.

Materiał

Przyjmując odpowiednią markę betonu kierowano się realnymi możliwościami Zakładów Prefabrykacji uwzględniając korzystne dla montażu i transportu elementów zastosowanie kruszyw lekkich ("Knurów").

Biorąc powyższe pod uwagę przyjęto markę betonu dla elementów $R_w = 250 \text{ kg/cm}^2$.

Do zbrojenia przewidziano użycie okrągłej stali zbrojeniowej o $Q_r = 2500 \text{ kg/cm}^2$.

Wymagania wytrzymałościowe

Przeznaczenie obudowy do pracy "w ciężkich warunkach" - przy wzmożonym wszechstronnym ciśnieniu przy jednoczesnym sztywnym charakterze tego typu obudowy narzuciło następujące schematy obliczeniowe:

- pierścień równomiernie ściskany założonej wielkości ciśnieniem p_1 ,
- pierścień poddany nierównomiernym ciśnieniom o nieznanym rozkładzie p_2 takim że:

$$\int_0^\pi p \cdot d\alpha = 0$$

Każde możliwe radialne obciążenie pierścienia można rozłożyć na dwa wyżej wymienione schematy.

Schemat "a" prowadzi do powstania w przekrojach obudowy stałej siły osiowej o wielkości $N = p \cdot (r + g)$

r - promień obudowy w świetle

g - grubość obudowy

Schemat "b" może powodować w pewnych przekrojach mimośrodowe ściskania i rozciągania czy też czyste zginanie.

Biorąc pod uwagę istnienie dużych ciśnień równomiernych p (schemat "a") można założyć, że praktycznie wystąpią jedynie mimośrodowe ściskania łącznego wpływu "a" i "b". Założono, że przekroje obudowy zostaną zwymiarowane na określoną wielkość ciśnień równomiernych p_1 oraz przypadek ściskania mimośrodowego. Możliwość wystąpienia ściskania mimośrodowego oraz maksymalną wartość siły osiowej w przekroju przyjęto w analogii do zagęszczonej obudowy ŁK.

I tak za maksymalną możliwą siłę osiową w przekroju obudowy przyjęto graniczną nośność przekroju korytka KO-21 wykonanego ze stali St5.

Za najniekorzystniejszy przypadek obciążenia mimośrodowego przyjęto ściskanie przekroju siłą równą podporności zamków pracujących na granicznym (dla przekroju korytka KO-21) mimośrodku.

2.1.2. Obliczenia statyczne prefabrykowanej żelbetowej obudowy pierścieniowej

W i e l k o ś c i s i ł w e w n ę t r z n y c h w o b u d o w i e

Zgodnie z założeniami podanymi w pkt. 2.1.1. wielkości sił wewnętrznych o obudowie pierścieniowej określono w analogii do wytrzymałości korytek ŁK.

Dla schematu "a"

- siła osiowa niszcząca w obudowie ŁP wynosi $N_n = F \cdot Q_r$

Ponieważ korytka ŁP walcuje się ze stali St5,

- $Q_r = 2800 \text{ kg/cm}^2$.

Powierzchnia przekroju największego walcowanego w chwili obecnej korytka (KO-21) - $F = 26,8 \text{ cm}^2$.

Siła niszcząca

$$N_n = 26,8 \cdot 2800 = 75.000 \text{ kg}$$

Przy zagęszczeniu obudowy co 50 cm

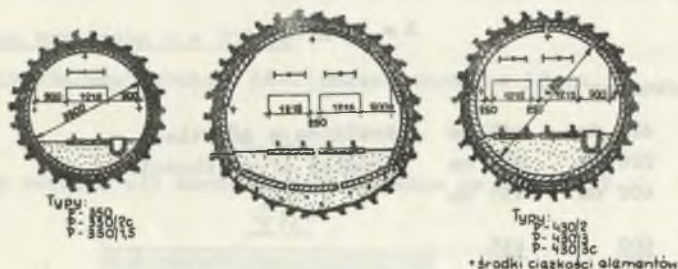
$$N_{0,50} = 2 \times 75 \text{ T} = 150 \text{ T}$$

Przy zagęszczeniu obudowy co 33 cm

$$N_{0,33} = 3 \times 75 = 225 \text{ T}$$

Dla schematu "b"

Przyjęto za wynikiem przeprowadzonych badań przez Politechnikę Śląską, że siła osiowa powodująca zsuw zanka wynosi przeciętnie około 10 T.



Rys. 1. Rozkład sił w przekroju poprzecznym

Na przekrój korytka KS-21 działa zatem siła ściskająca (rys. 1) $N = 10$ T na mimośrodku powodującym powstanie w strefie ściskanej naprężeń równych granicy plastyczności;

$$Q_r = 2800 \text{ kg/cm}^2$$

$$G_{\max} = G_{\text{śr}} + \frac{M}{W}$$

$$G_{\text{śr}} = \frac{N}{F} = \frac{10.000}{26,7} = 373 \text{ kg/cm}^2$$

$$M_{\max} = (Q_r - G_{\text{śr}}) W$$

$$W_x = 65 \text{ cm}^3$$

$$M_{\max} = (2800 - 373) \cdot 65 = 158.000 \text{ kg/cm}$$

$$\text{Mimośrodek } e = \frac{M}{N} = \frac{158.000}{10.000} = 15,8 \text{ cm}$$

Dla obudowy zagęszczonej co 50 cm

$$N = 20 \text{ T}, e = 15,8 \text{ cm}$$

Dla obudowy zagęszczonej co 35 cm

$$N = 30 \text{ T}, e = 15,8 \text{ cm}$$

S m u k ł o ś ć w y b r a n y c h p i e r ś c i e n i o b u d o w y

Dla pierścienia kołowego długość wyboczeniowa $l_0 = 1,813 r$

$$\lambda = l_0/g$$

g - grubość obudowy

d	350 cm	420 cm	490 cm	(średnica w świetle)
r	180 cm	220 cm	250 cm	(promień śr. ciężkości)
l_0	328 cm	400 cm	455 cm	

$$\lambda = \frac{328}{g} \quad \frac{400}{g} \quad \frac{455}{g}$$

Dla elementów mimośrodowo ściskanych

$$\lambda = 25$$

Dla dowolnej średnicy pierścienia obudowy można z uwagi na graniczną smukłość określić minimalną grubość wg wzoru:

$$g_{\min} = \frac{l_0}{25} = \frac{1,813}{25} r = 0,0725 r$$

r - promień środka ciężkości przekroju obudowy

$$r \geq \frac{d}{2} + \frac{g}{2}$$

$$g_{\min} = 0,0725 \frac{d - g_{\min}}{2}$$

stąd

$$g_{\min} = \frac{0,0725 d}{2 - 0,0725} = 0,0376 d$$

Dla przyjętych średnic

d	350	420	490
g_{\min}	13,2	15,8	18,4
$g_{\text{proponowane}}$	15	17 cm	20 cm

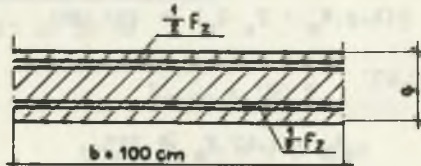
A. Wymiary i przekroje na żądane wielkości osiowych sił niszczących

a) - średnica wyrobiska $d = 350$ cm

- odpowiednik stalowej obudowy ŻK-21 zagęszczonej co 50 cm

$$N_{0,50} = 150 \text{ T}$$

Schematyczny rozkład sił wewnętrznych pokazano na rysunku 2.



Rys. 2. Schemat rozkładu zbrojenia

$$(b \cdot g \cdot R_s + F_z \cdot Q_r) \geq 150 \text{ T}$$

$$b = 100 \text{ cm} \quad Q_r = 2500 \text{ kg/cm}^2$$

$$\varphi (100 g R_s + 2500 F_z) \geq 150.000$$

dla $g = 15$ cm

$$1_0/g = \frac{1,813 \cdot \frac{350 + 15}{2}}{15} = 22 \quad \varphi = 0,67$$

czyli w przybliżeniu $R_s + 1,67 F_z \geq 150$

R_w 170 200 250 300 400 (przyjęta marka betonu)

R_s 125 145 175 200 260 (wytrzymałość słupowa)

F_z 15 cm² 3 cm² - - - (potrzebny przekrój zbrojenia)

Z norm na projektowanie wiadomo, że przekrój zbrojenia musi mieścić się w granicach.

$$0,005 F_b \leq F_z \leq 0,05 F_b \cdot \frac{2500}{Q_r}$$

Dla założonych danych:

$$7,5 \text{ cm}^2 \leq F_z \leq 75 \text{ cm}^2$$

Zatem dla betonów marek 200 i wyższych należy stosować zbrojenie $F_z \min = 7,5 \text{ cm}^2$.

Dla tych warunków ekonomiczna marka betonu $R_w = 200 \text{ kg/cm}^2$

b) - średnica wyrobisk $d = 350 \text{ cm}$

- odpowiednik stalowej obudowy ŁK-21 zagęszczonej co 33 cm

$$N_{0,33} = 225 \text{ T}$$

$$\varphi (b \cdot g \cdot R_s + F_z Q_r) \geq 225.000$$

dla $g = 15 \text{ cm}$ $\varphi = 0,67$

$$R_s + 1,67 F_z \geq 225$$

R_2	200	250	300	400
R_s	145	175	200	260
F_z	48 cm^2	30 cm^2	12 cm^2	-

Dla tego przypadku ekonomiczna marka betonu $R_w = 300 \text{ kg/cm}^2$.

c) - średnica obudowy $d = 420 \text{ cm}$

- odpowiednik ŁK-21 zagęszczonej co 50 cm

$$N_{0,50} = 150 \text{ T}$$

$$\varphi (g R_s + 25 F_z) \geq 1500$$

dla $g = 17 \text{ cm}$

$$10/g = \frac{1,813 (420 + 17)}{17 \cdot 2} = 23,4 \rightarrow \varphi = 0,62$$

$$R_s + 1,47 F_z \geq 142$$

R_w	170	200	250	300	400
R_s	125	145	175	200	260
F_z	$11,6 \text{ cm}^2$	-	-	-	-

Minimalny przekrój zbrojenia dla tego typu obudowy $F_z \min = 0,005 F_b = 17 \cdot 100 \cdot 0,005 = 8,5 \text{ cm}^2$.

d) - średnica obudowy $d = 420 \text{ cm}$

- odpowiednik ŁK-21 zagęszczonej co 33 cm

$$N_{0,33} = 225 \text{ T}$$

$$R_s + 1,47 F_z \geq 213$$

R_w	170	200	250	300	400
R_s	125	145	175	200	260
F_z	60 cm ²	46 cm ²	26 cm ²	9 cm ²	-

Ekonomiczna marka betonu dla tego typu obudowy to $R_w = 300 \text{ kg/cm}^2$.

e) - średnica wyrobiska $d = 490 \text{ cm}$

- odpowiednik İK-21 co 50 cm

$$N_{0,50} = 150 \text{ T}$$

$$\varphi(g R_s + 25 F_z) = 1500$$

dla $g = 20 \text{ cm}$

$$l_0/g = \frac{1,813 (490 + 20)}{20 \cdot 2} = 23,2 \rightarrow \varphi = 0,62$$

$$R_s + 1,25 F_z \geq 113$$

R_w	170	200	250	300	400
R_s	125	145	175	200	260
F_z	-	-	-	-	-

$$F_z \text{ min} = 0,005 \cdot 20 \cdot 100 = 10 \text{ cm}^2$$

f) jak "e" tylko dla İK-21 co 33 cm

$$N_{0,33} = 225 \text{ T}$$

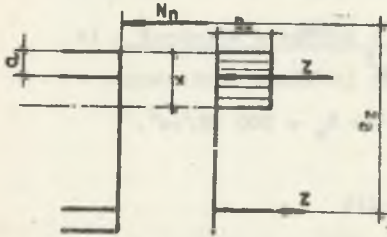
$$R_s + 1,25 F_z \geq 170$$

R_w	170	200	250	300	400
R_s	175	175	175	200	260
F_z	36 cm ²	20 cm ²	-	-	-

Ekonomiczna dla tych warunków $R_w = 250 \text{ kg/cm}^2$.

B. Wymiarowanie przekrojów na mimośrodowe ściskanie.

Rozkład sił wewnętrznych pokazano schematycznie na rysunku 3.



Rys. 3. Schemat rozkładu sił wewnętrznych pręty mimośrodowo ściskanej

Równanie momentów

$$N_n \cdot e_z = S_0 \cdot R_n + F_z \cdot Q_T (h_1 - a')$$

$$Z = Z' \cdot F_z = F_z'$$

$$x \cdot b \cdot R_n = N_n$$

$$N_n \cdot e_z = N_n (h_1 - \frac{h}{2}) + F_z' \cdot Q_T (h_1 - a')$$

$$x = \frac{N_n}{b \cdot R_n}$$

$$e_z = e + \frac{h_1}{2}$$

Pręty uwzględnienia wybożenia

$$e = n \cdot 15,8 \text{ cm}$$

$$n = \frac{1}{1 - \frac{n_1}{400} \left(\frac{1}{h}\right)^2}$$

gdzie:

$$n_1 = \frac{N_n}{F_b \cdot R_n}$$

$$F_b = 100 \cdot h$$

Dla sagęszczenia co 50 cm (przypadek a, c, e)

$$N_n = 20 \text{ T}$$

R_2	170	200	250	300	400
R_n	155	180	220	250	325
$h \cdot n_1$	1,29	1,11	0,91	0,80	0,62

$$l_0 = 1,813 r$$

r - promień obudowy

$$\frac{1}{R} = 1,813 \frac{R}{h}$$

$$m = \frac{1}{\frac{R_1}{100} \cdot 3,3 \left(\frac{R}{h}\right)^2}$$

a) Dla średnicy wyrobiska d = 350 cm

$$m = \frac{1}{1 - 253 \frac{n_1}{R_2}}$$

Wartości m dla różnych marek betonu i przy różnej wielkości h zestawiono w tabelicy 1.

Tabela 1

Wartości współczynnika "m" dla różnych marek obudowy o średnicy d = 350 cm, przy zagęszczeniu co 50 cm

$R, \text{ kg/cm}_2$ h cm	170	200	250	300	400
14	1,14	1,12	1,09	1,08	1,06
15	1,10	1,09	1,07	1,06	1,05
16	1,08	1,07	1,06	1,05	1,04
17	1,07	1,06	1,05	1,04	1,03
18	1,06	1,05	1,04	1,04	1,03

c) Dla średnicy wyrobiska d = 420 cm

$$m = \frac{1}{1 - 365 \frac{n_1}{R_2}}$$

Wartości m jw. zestawiono w tabelicy 2.

Tabela 2

Wartości współczynnika "m" dla różnych marek obudowy o średnicy d = 420 cm, przy zagęszczeniu co 50 cm

$R, \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ h cm	170	200	250	300	400
16	1,13	1,11	1,09	1,08	1,06
17	1,11	1,09	1,07	1,07	1,05
18	1,09	1,08	1,06	1,06	1,04
19	1,08	1,06	1,05	1,05	1,04
20	1,06	1,05	1,04	1,04	1,03

e) Dla średnicy $d = 490$ cm

$$n = \frac{1}{1 - 496 \frac{n_1}{h^2}}$$

Wartości n jw. zestawiono w tabelicy 3.

Tabela 3

Wartości współczynnika "n" dla różnych marek obudowy o średnicy $d = 490$ cm, przy zagęszczeniu co 50 cm

$R_w \frac{kg}{cm^2}$ h cm	170	200	250	300	400
18	1,12	1,11	1,09	1,08	1,06
19	1,10	1,09	1,08	1,06	1,05
20	1,90	1,08	1,06	1,05	1,04

Dla zagęszczenia co 33 cm (b,d,f)

$$N_n = 30 \text{ T}$$

R_w	170	200	250	300	400
R_n	155	180	220	250	325
$h \cdot n_1$	1,93	1,67	1,37	1,20	0,93

b) dla średnicy $d = 350$ cm

$$n = \frac{1}{1 - 253 \frac{n_1}{h^2}}$$

Wartości n dla różnych marek betonu przy różnej wielkości h zestawiono w tabelicy 4.

Tabela 4

Wartości współczynnika "n" dla różnych marek obudowy o średnicy $d = 350$ cm, przy zagęszczeniu co 33 cm

$R_w \frac{kg}{cm^2}$ h cm	170	200	250	300	400
14	1,22	1,19	1,14	1,12	1,10
15	1,16	1,11	1,10	1,10	1,08
16	1,12	1,11	1,10	1,08	1,06
17	1,11	1,10	1,08	1,07	1,05
18	1,10	1,08	1,06	1,06	1,05

d) Dla średnicy $d = 420$ cm

$$m = \frac{1}{1 - 365 \frac{n_1}{h^2}}$$

Wartości m dla różnych średnic jw. zestawiono w tablicy 5.

Tablica 5

Wartości współczynnika "m" dla różnych marek obudowy o średnicy $d = 420$, przy zagęszczeniu $c_0 = 33$ cm

$R_w \frac{kg}{cm^2}$ / h_{cm}	170	200	250	300	400
16	1,12	1,18	1,14	1,12	1,10
17	1,18	1,14	1,11	1,11	1,08
18	1,14	1,12	1,10	1,10	1,07
19	1,12	1,10	1,08	1,08	1,06
20	1,10	1,08	1,06	1,06	1,05

e) Dla średnicy $d = 490$ cm

$$m = \frac{1}{1 - 496 \frac{n_1}{h^2}}$$

Wartości m dla różnych średnic jw. zestawiono w tablicy 6.

Tablica 6

Wartości współczynnika "m" dla różnych marek obudowy o średnicy $d = 490$ cm, przy zagęszczeniu $c_0 = 33$ cm

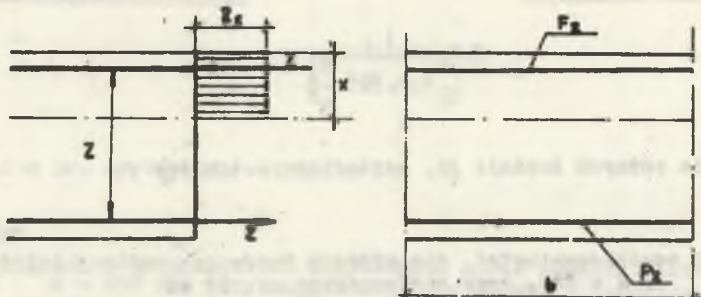
$R_w \frac{kg}{cm^2}$ / h_{cm^2}	170	200	250	300	400
18	1,19	1,8	1,14	1,12	1,10
19	1,16	1,14	1,12	1,10	1,08
20	1,14	1,12	1,10	1,08	1,06

Dla wyrobisk o średnicy $d = 350$ cm przyjęto grubość obudowy $h = 15$ cm

$$N_n = 30 \text{ T} \quad e_0 = 15,8 \text{ cm}$$

dla $h = 15$ cm i $R_w = 300$ kg/cm $m = 1,10$

Dla zbrojenia symetrycznego (rys. 4):



Rys. 4. Rozkład sił wewnętrznych dla zbrojenia symetrycznego

$$b \cdot x \cdot R_s = N_n$$

stąd

$$x = \frac{N_n}{b \cdot R_s} = \frac{30.000}{100 \cdot 145} = 2,1 \text{ cm}$$

$$e_s = e_o \cdot n + \frac{h_1}{2} = 15,8 \cdot 1,10 + \frac{13,5}{2} = 24,3 \text{ cm}$$

$$N_n \cdot e_u = N_n \left(h_1 - \frac{x}{2} \right) + z \cdot n$$

$$z = \frac{1}{n} \cdot N_n \left(e_s - h_1 + \frac{x}{2} \right)$$

$$z = \frac{1}{1,2} \cdot 30 \left(24,3 - 13,5 + 1 \right) = 29,5 \text{ T}$$

$$F_s = \frac{z}{Q_r} = \frac{29500}{2500} = 11,8 \text{ cm}^2$$

Powiększono grubość obudowy do 16 cm.

Z uwagi na podział pierścienia obudowy na 4 elementy można przyjąć istnienie przy mimośrodkowym ściekaniu przegubów w miejscach styku sąsiednich elementów i wtedy długość wyoboczeniowa pierścienia

$$l_w = \frac{1}{4} \pi \cdot d = \frac{\pi}{4} \cdot 350 = 274 \text{ cm}$$

$$\frac{l_w}{h} = \frac{274}{16} = 17,1$$

$$n = \frac{1}{1 - \frac{1}{100} \cdot 17,1}$$

$$n_1 = \frac{0,80}{16} = 0,05$$

$$m = \frac{1}{1 - 0,05 \cdot 0,73} = 1,04$$

$$e_s = 1,04 \cdot 15,8 + \frac{14,5}{2} = 23,8 \text{ cm}$$

$$z = \frac{1}{1,73} \cdot 30 (23,8 - 14,5 + 1) = 23,6 \text{ T}$$

$$F_s = \frac{23,6}{2,5} = 9,45 \text{ cm}^2$$

Przyjęto 8 ϕ 12 o $F_s = 9,05 \text{ cm}^2$

Dla wyrobisk o średnicy $d = 420 \text{ cm}$

Przyjęto dwa typy

a) grubość 18 cm

b) grubość 20 cm

W przypadku a)

$$N_n = 20 \text{ T}, \quad e_0 = 15,8 \text{ cm} \quad R_w = 200 \text{ kg/cm}^2$$

$$R_s = 145 \text{ kg/cm}^2 \quad m = 1,08$$

$$x = \frac{N_n}{b \cdot R_s} = \frac{20.000}{100 \cdot 145} = 1,38 \text{ cm}$$

$$e_s = e_0 \cdot m + \frac{h_1}{2} = 15,8 \cdot 1,08 + \frac{16,5}{2} = 25,5 \text{ cm}$$

$$N_n \cdot e_s = (N_n + z) \left(h_1 - \frac{x}{2} \right)$$

$$z = \frac{N_n}{h_1 - \frac{x}{2}} \left(e_s - h_1 + \frac{x}{2} \right)$$

$$z = \frac{20.000}{17,5} (25,5 - 16,5 + 1,0) = 12900 \text{ kg}$$

$$F_s = \frac{12.900}{2.500} = 5,2 \text{ cm}^2$$

Przyjęto 6 ϕ 12 $F_s = 6,79 \text{ cm}^2$

W przypadku b)

$$N_n = 30 \text{ T}, \quad e = 15,8 \text{ cm}, \quad R_2 = 300 \text{ kg/cm}^2$$

$$R_n = 200 \text{ kg/cm}^2 \quad m = 1,06$$

$$x = \frac{N_n}{b \cdot R_n} = \frac{30.000}{100.200} = 1,5 \text{ cm}$$

$$e_z = e_o \cdot m + \frac{h_1}{2} = 1,06 \cdot 15,8 + 9 = 26 \text{ cm}$$

$$z = \frac{30.000}{17} (26 - 18 + 1) = 15,9 \text{ T}$$

$$F_z = \frac{15.900}{2.500} = 6,4 \text{ cm}^2$$

Przyjęto $8 \phi 12 - F_z = 9,25 \text{ cm}^2$

Dla wyrobisk o średnicy $d = 490 \text{ cm}$

Przyjęto grubość obudowy - 20 cm

$$N_n = 30 \text{ T}, \quad e_o = 15,8 \text{ cm}, \quad R_2 = 300 \text{ kg/cm}^2$$

$$R_n = 200 \text{ kg/cm}^2 \quad m = 1,08$$

W ten sam sposób jak poprzednio obliczono:

$$x = \frac{30.000}{100.200} = 1,5 \text{ cm}$$

$$e_z = 15,8 \cdot 1,08 + 9 = 26 \text{ cm}$$

Przyjęto $8 \phi 12 - F_z = 9,05 \text{ cm}^2$

2.1.3. Podział pierścienia obudowy na elementy prefabrykowane i montażowe

Zgodnie z przyjętymi założeniami (pkt. 2.1.1.) ciężar jednego zestawu montażowego nie może przekraczać 600 kg. Zestaw montażowy jest uzależniony od podziału pierścienia na elementy prefabrykowane i tak:

- dla podziału na 4 równe części (dla średnicy 3,50 cm) elementem montażowym jest każdy element prefabrykowany i wtedy jego ciężar $Q_1 < 600 \text{ kg}$,

- dla podziału na 9 części (dla $d = 4,20$ i $4,50$) element montażowy mogą stanowić dwa elementy prefabrykowane plus ciężar łączników i wstędy

$$Q_1 < \frac{600 - G}{2}$$

Przyjmując $G = 50$ kG

$$Q_1 < 275 \text{ kG}$$

Ciężar pierścienia obudowy o długości 1 m dla poszczególnych średnic i grubości wynosi:

$$d = 3,50 \text{ m}, \quad g = 0,16 \text{ m}$$

$$Q_{1ms} = 1,00 \cdot \frac{\pi}{4} (3,82^2 - 3,50^2) \cdot \gamma_s$$

$$Q_{1ml} = 1,00 \cdot \frac{\pi}{4} (3,82^2 - 3,50^2) \cdot \gamma_l$$

Ciężary objętościowe betonów przyjęto

dla betonu zwykłego $\gamma_{ms} = 2400 \text{ kG/cm}^3$

dla betonu z kruszywem lekkim $\gamma_l = 2000 \text{ kG/cm}^3$

$$Q_{1ms} = 4420 \text{ kG}$$

$$Q_{1ml} = 3680 \text{ kG}$$

$$d = 4,20 \text{ m}, \quad g = 0,18 \text{ m}$$

$$Q_{1ms} = 1,00 \cdot \frac{\pi}{4} (4,56^2 - 4,20^2) \cdot 2400 = 5950 \text{ kG}$$

$$Q_{1ml} = 1,00 \cdot \frac{\pi}{4} (4,56^2 - 4,20^2) \cdot 2000 = 4950 \text{ kG}$$

$$d = 4,20 \text{ m}, \quad g = 0,20 \text{ m}$$

$$Q_{1ms} = 1,00 \cdot \frac{\pi}{4} (4,60^2 - 4,20^2) \cdot 2400 = 6600 \text{ kG}$$

$$Q_{1ml} = 1,00 \cdot \frac{\pi}{4} (4,60^2 - 4,20^2) \cdot 2000 = 5520 \text{ kG}$$

$$d = 4,90 \text{ m}, \quad g = 0,20 \text{ m}$$

$$Q_{1ms} = 1,00 \cdot \frac{\pi}{4} (5,30^2 - 4,90^2) \cdot 2400 = 7700 \text{ kg}$$

$$Q_{1ml} = 1,00 \cdot \frac{\pi}{4} (5,30^2 - 4,90^2) \cdot 2000 = 6400 \text{ kg}$$

Przy podziale pierścienia szerokości b na 4 elementy ciężar jednego elementu wynosi:

$$Q_1 = \frac{Q_{1m}}{4} \cdot b < 600 \text{ kg}$$

$$b < \frac{2400}{Q_{1m}}$$

$$b_s < \frac{2400}{4420} = 0,54 \text{ m}$$

$$b_l < \frac{2400}{3680} = 0,65 \text{ m}$$

Przyjęto $b_s = 0,49 \text{ m}$, $b_l = 0,65 \text{ m}$

Przy podziale pierścienia szerokości b na 9 elementów ciężar jednego elementu wynosi:

$$Q_1 = \frac{Q_{1m}}{9} \cdot b < 275 \text{ kg}$$

$$b = \frac{2470}{Q_{1m}}$$

dla $d = 420 \text{ cm}$ $g = 18 \text{ cm}$

$$b_s = \frac{2470}{5950} = 0,42 \text{ m}$$

$$b_l = \frac{2470}{4950} = 0,50 \text{ m}$$

Przyjęto $b_s = 0,32 \text{ m}$ $b_l = 0,49 \text{ m}$

dla $d = 420 \text{ cm}$ $g = 20 \text{ cm}$

$$b_s = \frac{2470}{6600} = 0,37$$

$$b_l = \frac{2470}{5520} = 0,44$$

Przyjęto $b_s = b_l = 0,32 \text{ m}$

dla $d = 490$ cm $g = 20$ cm

$$b_z = \frac{2470}{7700} = 0,32$$

$$b_1 = \frac{2470}{5400} = 0,39$$

Przyjęto $b_z = b_1 = 0,32$ m

Przy montażu sprzętem tymczasowym ze względu na udźwig zmniejszono ciężar elementu do 200 kg przez swięcenie szerokości pierścienia do 24 cm przy równoczesnym stosowaniu kruszywa lekkiego typu "Kaurów"

Przyjęte ostateczne typy obudowy opisano w tabelicy 7.

Tabela 7

Zestawienie typów elementów prefabrykowanych

Lp.	Oznaczenie	Podś. ko- ła	Średni- ca chodni- ka	Szerokość pier- ścienia	Grubość obudo- wy	Kruszy- wo	Zbroje- nie	Ciężar 1 ele- mentu
1	P-350	4	350 cm	24 cm	16 cm	lekkie	4 ϕ 12	200 kg
2	P-350/2c	4	350	49	16	natur.	12 ϕ 12	565 kg
3	P-350/1,5	4	350	65	16	lekkie	8 ϕ 12	600 kg
4	P-420/3	9	420	32	18	natur.	4 ϕ 12	220 kg
5	P-420/2	9	420	49	18	lekkie	8 ϕ 10	270 kg
6	P-420/3c	9	420	32	20	natur.	8 ϕ 12	250 kg
7	P-490/3	9	490	32	20	lekkie	4 ϕ 12	225 kg

W przedstawionej tabelicy poszczególne symbole oznaczają:

P - obudowa pierścieniowa,

350, 420 lub 490 - średnicę chodnika

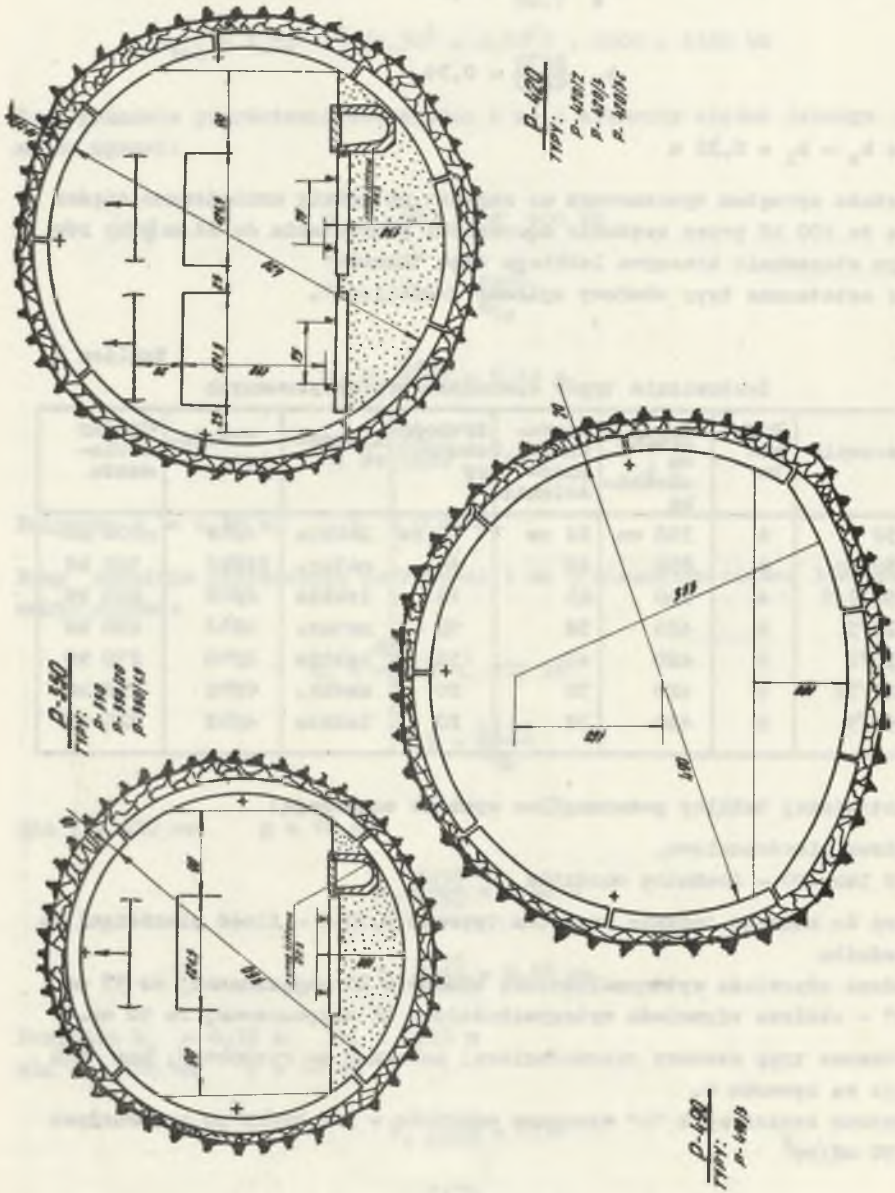
- możliwa do montażu jedynie sprzętem typowym 2,15-3 - ilość pierścieni na 1 mb chodnika

c - obudowa odpowiada wytrzymałościowo obudowie ŻK zagęszczonej co 33 cm

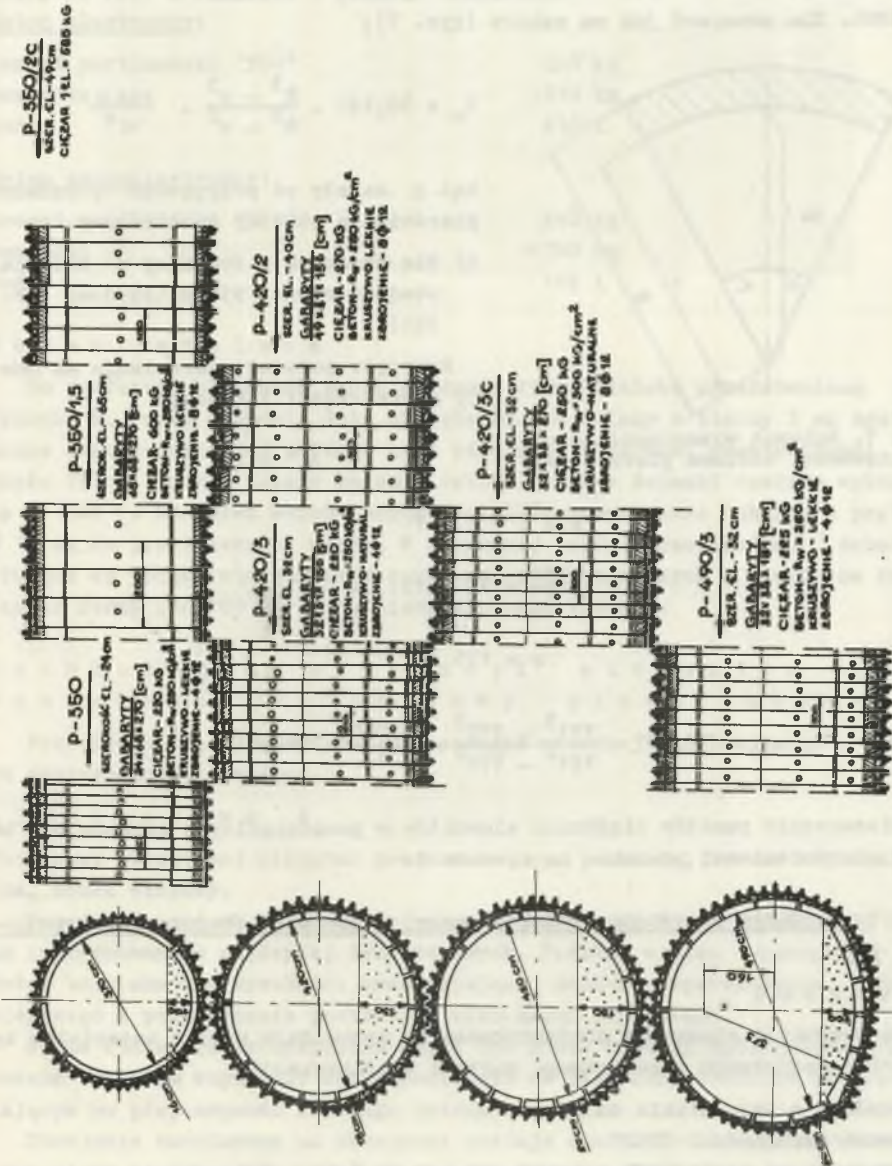
brak "c" - obudowa odpowiada wytrzymałościowo ŻK zagęszczonej co 50 cm.

Podstawowe typy obudowy pierścieniowej pokazano na rysunku 5, zaś ich przekroje na rysunku 6.

W elementach oznaczonych "c" wymagana marka $R_w = 300$ kg/cm², w pozostałych $R_w = 250$ kg/cm²



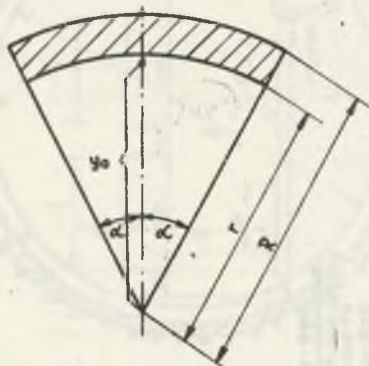
Rys. 5. Podstawowe typy obudowy pierścieniowej



Rys. 6. Przekroje podłużne i poprzeczne podstawowych typów prefabrykowanej żelbetowej obudowy pierścieniowej

21.4. Położenie środków ciężkości elementów obudowy pierścieniowej

Elementy obudowy pierścieniowej jest odcinkiem pierścienia. Położenie środka ciężkości odcinka pierścienia obliczono na podstawie książki H. Dubala "Taschenbuch für den Maschinenbau" wydanej w Berlinie w 1951 r. strona 180). Dla oznaczeń jak na szkicu (rys. 7);



$$I_0 = 38,197 \cdot \frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2} \cdot \frac{\sin \alpha}{\alpha^\circ}$$

kat α zależy od przyjętego podziału pierścienia obudowy na elementy.

A) Dla wyrobisk o średnicy w świetle obudowy równej 350 m (obudowa P-350).

Przyjęto podział pierścienia na cztery równe części i wtedy;

$$\alpha^\circ = 45^\circ$$

$$\sin \alpha = 0,707$$

$$R = \frac{350}{2} + 16 = 191 \text{ cm}$$

$$r = 175 \text{ cm}$$

$$y_0 = 38,197 \cdot \frac{191^3 - 175^3}{191^2 - 175^2} = \frac{0,707}{45} = 164,8 \text{ cm}$$

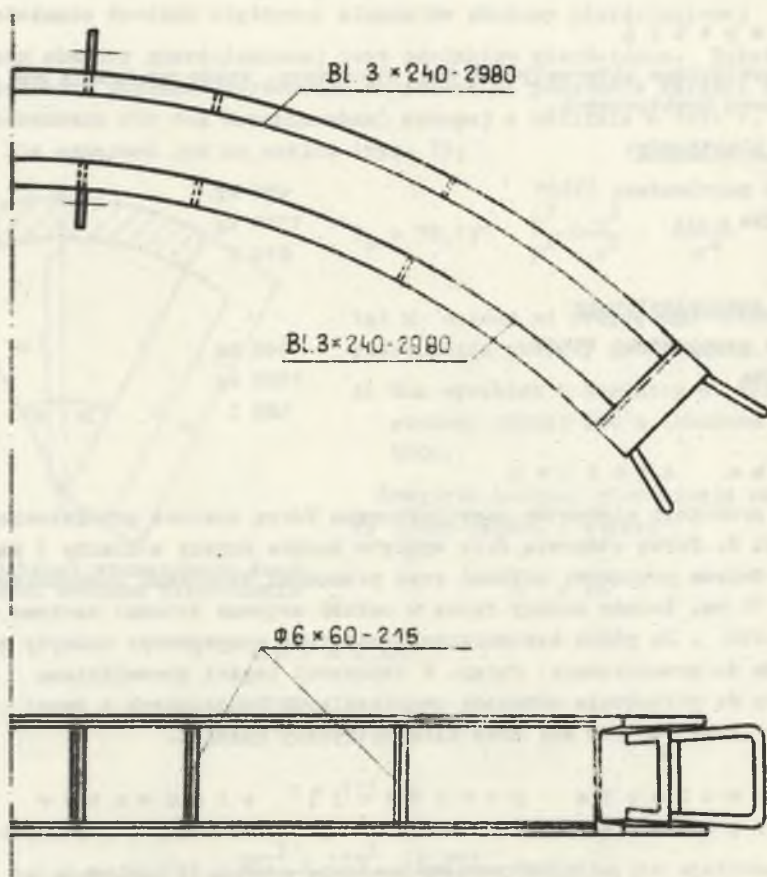
Rozmieszczenie punktów ciężkości elementów w poszczególnych przekrojach budowy pierścieniowej pokazano na rysunku 6.

2.2. Technologia produkcji prefabrykowanej żelbetowej obudowy pierścieniowej

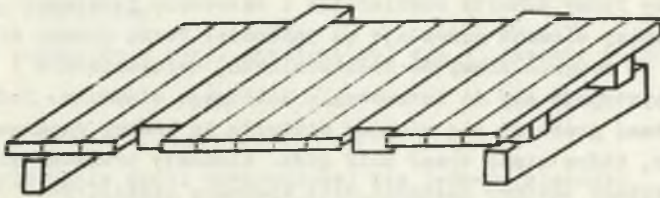
M a t e r i a ł

Do produkcji elementów prefabrykowanych przewiduje użycie materiałów będących w posiadaniu przeciętnego zakładu prefabrykacji,

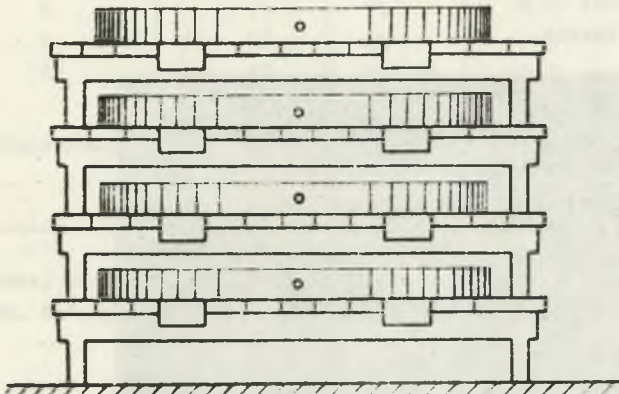
- pospółkę o uziarnieniu do 20 mm,
- cement portlandzki "350"
- zbrojenie ze stali StOS z prętów okrągłych $\varnothing 12$ i $\varnothing 6$ mm,
- rurki montażowe z gwintem wewnętrznym ze stali R35.



rys. 5. Forma stalowa pojedyncza do produkcji elementów żelbetowej obudowy pierścieniowej



podkład drewniany
z wysuwanymi deskami



Rys. 9. Sposób składowania elementów w czasie dojrzewania

Wyloty nagwintowanej rurki zabezpiecza się tekturkami wsuniętymi pomiędzy rurkę, a boczne ściany formy. Beton układany jest w formie na grubość około 4 cm powyżej (beton gęstoplastyczny) górnej krawędzi formy. Zagęszczenie odbywa się przy użyciu wibratora powierzchniowego przenoszonoego na kolejne stanowiska po upływie ok. 30". Ewentualne braki betonu podczas wibrowania należy uzupełniać na bieżąco. Po zakończeniu wibrowania należy przymocować do formy uchwyty rozbieralne i ostrożnie podciągać formę do góry. Zawibrowany element pozostaje na podłodze. Formę układa się obok na podkładzie i po zdjęciu uchwytów rozbieralnych, wycyszczeniu i wysmarowaniu formy przystępuje się do betonowania kolejnego elementu. Podkład z dwoma elementami przewozi się wózkami widłowymi do komory naparsalniczej. Po naparszeniu, które winno trwać 8-12 godz. elementy przewozi się na plac składowy. Podkłady powinny posiadać dwie wysuwane deski (rys. 9) o rozstawie dostosowanym do wideł wózka transportowego. Elementy układa się w stosy (rys. 10) stosując odpowiednio wysokie podkładki drewniane. Po skończonej pracy formę należy dokładnie obmyć wodą i dla zabezpieczenia przed korodowaniem wysmarować ropą naftową.

Obsługa - 3 osoby.

Czas produkcji 2 sztuk - 30

Wydajność - 24 szt/zmianę.



Rys. 10. Widok elementów obudowy układanych na stosie

A l t e r n a t y w a II

Potrzebny sprzęt-to: wibrator wgłębny z wałem giętkim, stend betonowy, wózek widłowy.

Stend betonowy winien posiadać wyżłobienie wyrównywane w miejscach wykonywania elementów odcinkami desek. Wspomniane wyżłobienia umożliwią wprowadzenie pod elementy wideł wózka transportowego.

Przebieg betonowania elementu - analogicznie do alternatywy I z tym, że elementy dojrzewać będą przez pierwsze 7 dni na stendzie. W tym okresie należy elementy pielęgnować skraplając je w zależności od pogody i temperatury odpowiednio czystą wodą.

Wibrowanie odbywa się przez wsunięcie wibratora między zbrojeniem. Czas jednorazowego zanurzenia wibratora nie powinien przekroczyć 20". Odstępy kolejnych zanurzeń wibratora winny wynosić około 50 cm.

Obsługa - 3 osoby

Czas produkcji 1 elementu - 12"

Wydajność 30 szt/zmianę.

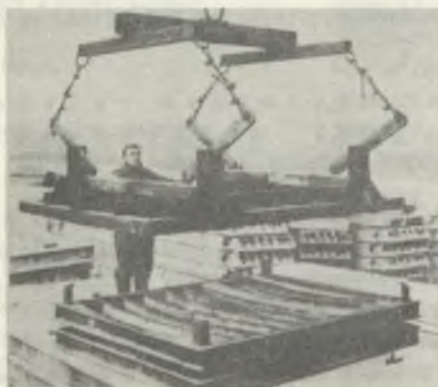
Przykładowe zestawienie stali zbrojeniowej dla 1 elementu P-350 podano w tablicy 8.

Tablica 8

Zestawienie stali zbrojeniowej dla jednego elementu obudowy o średnicy $d = 350$ cm

Poz.	Średnica zbrojenia mm	Długość zbrojenia cm	Ilość szt.	C i ę ż a r	
				Ø 6 kg	Ø 12 kg
1	12	292	2		5,2
2	12	277	2		4,9
3	6	75	15	2,5	
4	6	22	16	0,8	
5	6	13	24	0,7	
6	Rura Ø42/32	16	Razem 1	4,0 + 10,1 = 14,1 kg	
					0,7
					14,8 kg

Przy masowej produkcji tego typu elementów bardzo często znajdują zastosowanie tzw. baterijny sposób produkcji pokazany na rysunku 11.



Rys. 11. Widok formy baterijnej do seryjnej produkcji elementów żelbetowej obudowy pierścieniowej

2.3. Technologia montażu prefabrykowanej żelbetowej obudowy pierścieniowej

Montaż elementów obudowy pierścieniowej (panelowej) odbywa się zarówno w CSRS jak i w ZSRR przy pomocy manipulatorów hydraulicznych, przy czym rozróżnia się dwie konstrukcje:

- manipulator podwieszany - poruszający się po jednym wzgl. dwóch torach, podwieszonych do elementów obudowy pierścieniowej,
- manipulator przewoźny - na podwoziu samojezdnym.

Do montażu elementów obudowy pierścieniowej w naszych kopalniach, sprowadzony został z CSRS manipulator przewoźny typu PPS-6. Do czasu otrzymania ww. manipulatora obudowę montowano przy pomocy adaptowanej wiertnicy typu "Salzgitter" (rys. 12), która znajduje się na terenie PGR-Chrzanów. Wiertnica ta po przebudowie spełniała zadania manipulatora typu przewoźnego, poruszającego się po torach na spągu wyrobiska. Ze względu na duży zasięg, może służyć także do montażu obudowy kasetonowej wyrobisk komorowych.



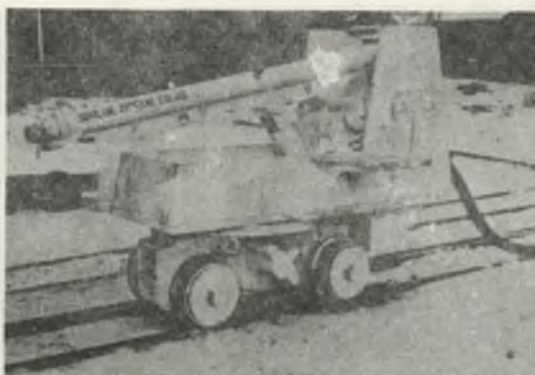
Rys. 12. Widok przystosowanej wiertnicy Salzgitter na manipulator montażowy

Technologia wykonania obudowy pierścieniowej przy zastosowaniu manipulatorów typowych

W wyrobiskach mniejszych o średnicy od 2,5 do 3,1 m montaż elementów obudowy pierścieniowej odbywa się przy pomocy manipulatora przewoźnego, natomiast w większych wyrobiskach o średnicy od 3,1 do 4,1 m stosuje się manipulator podwieszany.

Opis manipulatora przewoźnego typu PPK (rys. 13).

Mechanizm podnoszenia zamontowany jest obrotowo na samojezdnym podwoziu napędzanym silnikiem pneumatycznym. Wysięgnik manipulatora poruszany jest



Rys. 13. Widok manipulatora przewoźnego projektu Banske Starby - produkcji CSRS

napędem hydraulicznym, składający się z hydraulicznego silnika tłokowego, pompy hydraulicznej i silnika pneumatycznego. Obrót wysięgnika odbywa się ręcznie.

Wyżej opisany manipulator nadaje się szczególnie do pracy w mniejszych wyrobiskach oraz w początkowej fazie montażu elementów w większych wyrobiskach, kiedy nie ma jeszcze miejsca dla torów manipulatora podwieszanego.

Dane techniczne;

Typ manipulatora	FPK-3
Najmniejsza średnica wyrobiska	∅ 250 cm
Największa średnica wyrobiska	∅ 330 cm
Maksymalny udźwig	300 kg
Ciężar własny	1400 kg
Typ silnika pneumat.pompy hydraulicznej	SMUH 13
Moc - obroty	13 KM-2500 obr/min.
Zużycie powietrza sprężonego	600 m ³ /godz.
Typ pompy hydraulicznej	SHZD-25-25
Zużycie powietrza spręż.silnika podwozia	360 m ³ /godz.
Wymiary gabarytowe	800x1900/3400/x1450 mm
Ilość osób obsługi	2 osoby

O p i s m a n i p u l a t o r a p o d w i e s z a n e g o

Manipulator podwieszany porusza się po dwóch szynach, z których jedna zamontowana jest w stropie, a druga w ociosie wyrobiska. Hydrauliczny napęd wysięgnika może pracować zarówno z silnikiem elektrycznym jak i pneumatycznym. Manipulator podwieszany nadaje się do montażu elementów w wyrobiskach o średnicy do 4,0 m. Dodatkową zaletą jego jest wolne miejsce pod nim, które przyczynia się do lepszej organizacji pracy w przodku.

Dane techniczne:

Typ manipulatora	PPS-6
Najmniejsza średnica wyrobiska	∅ 300 cm
Największa średnica wyrobiska	∅ 410 cm
Maksymalny udźwig	400 kg
Ciężar własny	590 kg
Typ silnika pneumatycznego	SHUH 13
Moc - obroty	13 KM - 2500 obr/min.
Zużycie sprężonego powietrza	600 m ³ /min.
Typ pompy hydraulicznej	SHZD 25-25
Wymiary gabarytowe	2700x1370x680 mm
Ilość osób obsługi	2 - osoby

O p i s m o n t a ż u

W środku każdego pojedynczego elementu obudowy pierścieniowej znajduje się wbetonowana rurka stalowa z gwintem R-3/4".

Służy ona do:

- montażu elementu,
- zamocowania szyny jezdnej manipulatora podwieszanego,
- wtłaczanie masy betonowej dla wypełnienia pustek za obudową,
- zamocowania elementów wyposażenia gotowego wyrobiska.

Dla umożliwienia sprawnego montażu elementu, wkręca się do nagwintowanej rurki śrubę, zakończoną główką kulistą. Środek kuli powinien znajdować się w środku ciężkości elementu obudowy. Uchwycenie manipulatorem elementu w jego środku ciężkości za pomocą uchwyty kulowego, pozwala na swobodną manipulację elementem w czasie montażu.

Montaż elementów zaczyna się od wyrównania i wyprofilowania betonem spągu, dla uzyskania odpowiedniej krzywizny. Następnie układa się elementy spągowe wzdłuż osi wyrobiska w ilości zależnej od technologii prowadzenia wyrobiska przodka.

Dalsza kolejność czynności:

- ustawienie według szablonu elementów ociosowych, przy czym na stykach pomiędzy elementami spągowymi i ociosowymi należy włożyć elastyczne wkładki np. drewno lub płyty pilśniowe,
- wsuwanie od strony przodka elementu stropowego po uprzednim włożeniu wkładek elastycznych,
- iniekcja zaprawą cementową przestrzeni pomiędzy obudową a górtworem, wykorzystując otwór w rurze stalowej.

2.4. Przykład zastosowania prefabrykowanej żelbetowej obudowy pierścieniowej na kop. Jaworzno.

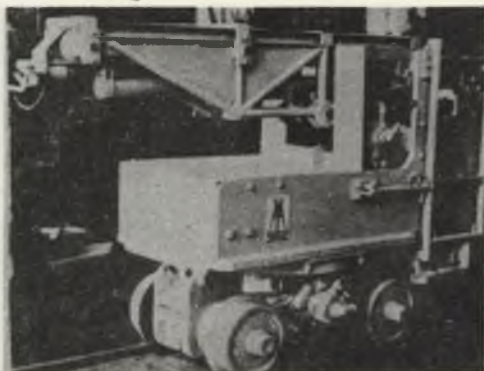
W oparciu o przedstawiony w pkt. 2.1. projekt można było przystąpić do wykonania odcinka doświadczalnego chodnika w obudowie pierścieniowej, Biorąc pod uwagę takie czynniki jak:



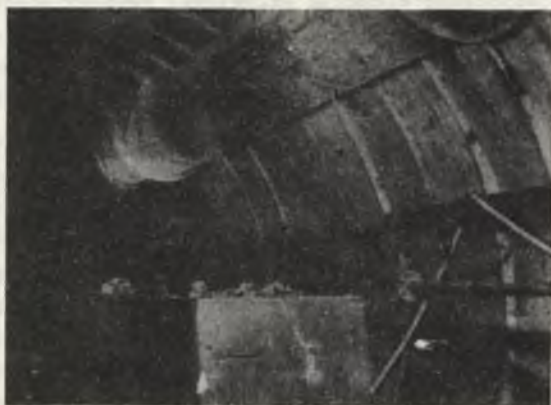
Rys. 14. Widok pojedynczego elementu żelbetowej obudowy pierścieniowej



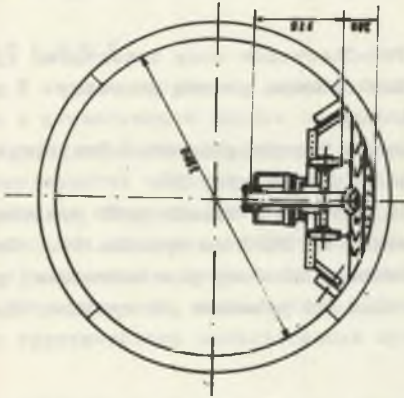
Rys. 15. Widok przystosowanego manipulatora w czasie prób



Rys. 16. Widok manipulatora przwoźnego konstrukcji VOKD produkcji CSRS

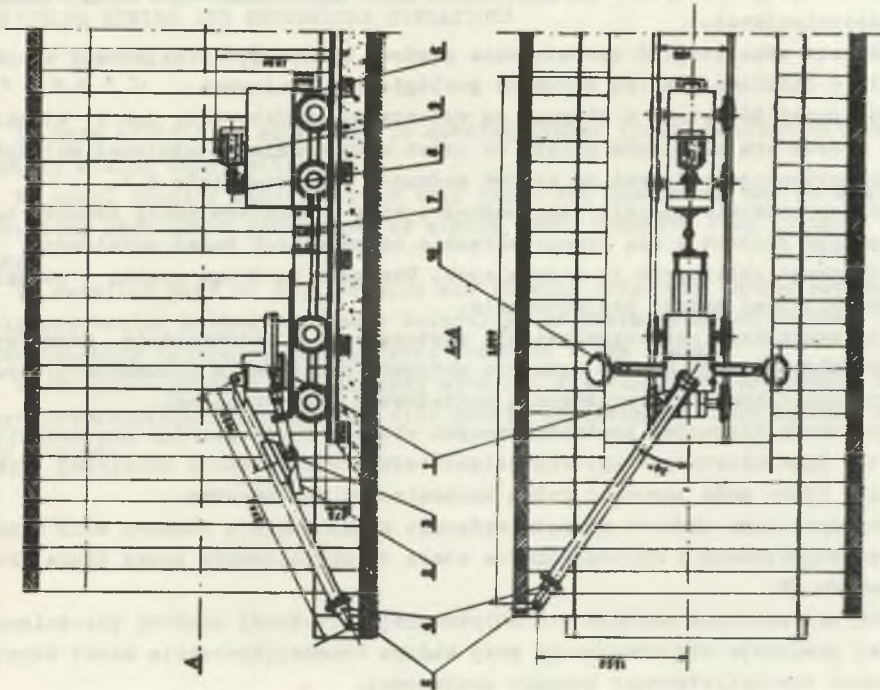


Rys. 18. Widok prwryrobiska korytarzowego wykonanego w prefabrykowanej żelbetowej obudowie pierścieniowej



Rys. 17. Schemat kolejnych faz wznoszenia prefabrykowanej żelbetowej obudowy pierścieniowej

1 - korpus manipulatora, 2 - cylinder roboczy, 3 - dposadowienie wysięgnika, 4 - głowica wysięgnika, 5 - sworzeń montażowy, 6 - podwozie mieszarki, 7 - sprężę, 8 napęd mieszarek 9 - zbiornik mieszarki, 10 - podwozie rozpierające



- trudne warunki geologiczno-górniczne,
- łatwy dostęp do urządzeń montażowych,
- możliwość prowadzenia obserwacji przez najbliższe 2 lata,
- możliwość szybkiej realizacji,
- wymiary wyrobiska,

ustalono w porozumieniu z wykonawcą tj. PGG-Charzanów oraz inwestorem tj. Kop. Jaworzno, że obudowa P-350 zostanie zastosowana po raz pierwszy na chodniku dojściowym do komory pomp na poz. 500.

Prefabrykaty potrzebne do zabudowy wykonało Przedsiębiorstwo Prefabrykacji Górniczej Rybnik. Pojedynczy element pokazano na rys. 14.

Przystosowany manipulator z wiertnicy Salzgitter w czasie prób powierzchniowych pokazano na rys. 15, zaś importowany z CSRS na rysunku 16. Kolejne fazy zakładania prefabrykowanej żelbetowej obudowy pierścieniowej pokazano na rys. 17. Wyrobisko po wykonaniu obudowy pokazano na rysunku 18.

3. Wnioski końcowe

W oparciu o doświadczenia krajowe i zagraniczne z zakresu zastosowania prefabrykowanej żelbetowej obudowy w trudnych geologicznych warunkach można wysunąć następujące wnioski:

1. Istnieje potrzeba szerokiego wprowadzenia do budownictwa podziemnego kopali zaproponowanych w p. 2.1. typów prefabrykowanej żelbetowej obudowy pierścieniowej.
2. Kształt oraz stopień upodatkowania obudowy winien być przyjmowany w oparciu o wnikliwą analizę warunków geologiczno-górnicznych.
3. Wytrzymałość betonu z którego są wykonywane prefabrykaty jak i stopień i sposób ich zbrojenia należy do czasu opracowania ostatecznej metodyki projektowanie obliczać wg wzorów podanych w podrozdziale 2.1.
4. Dla sprawdzenia rzeczywistej nośności oraz charakteru pracy obudowy tego typu proponuje się przeprowadzenie odpowiednich badań modelowych w warunkach zbliżonych do naturalnych. Uzyskane tą drogą wyniki pozwolą zweryfikować metodę projektowania.
5. Dla szerokiego rozpowszechnienia zastosowania w budownictwie górniczym prefabrykowanych obudów istnieje potrzeba opracowania dokumentacji oraz wykonania krajowego urządzenia montażowego (manipulatora).
6. Produkcję elementów prefabrykowanych obudowy winno przejąć przedsiębiorstwo specjalistyczne np. Przedsiębiorstwo Prefabrykacji Górniczej Rybnik, które może zapewnić pełną mechanizację wykonawstwa.
7. Zaproponowana obudowa po zatwierdzeniu przez komisję obudowy MGIE winna być stypizowana i wprowadzona na stałe do zastosowania przez Biura Projektów PW.
8. Dla usprawnienia montażu prefabrykowanej żelbetowej obudowy pierścieniowej proponuje się utworzenie przy każdym Przedsiębiorstwie Robót Górniczych specjalistycznej brygady montażowej.

КОЛЬЦЕВАЯ КРЕПЬ ИЗ СБОРНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА ДЛЯ ВЫРАБОТОК
ПРИ ПРОХОДКЕ ШТРЕКАМИ И КАМЕРАМИ В ТРУДНЫХ
ГЕОЛОГИЧЕСКО-ГОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Р е з ю м е

В статье обсуждено вкратце состояние производства сборных элементов крепи в отечественном горном строительстве. Затем, используя отечественные опыты в этой области, представлено ближе одно из интереснейших решений в производстве сборных элементов горной крепи, так называемую, кольцевую крепь из сборного железобетона. В свою очередь подробно обсуждена предварительная методика проектирования, и также технология изготовления сборных элементов и технология монтажа готовой крепи. В заключение представлен ряд предложений, касающихся, главным образом, дальнейших исследований и широкого практического использования крепи этого типа.

PREFABRICATION OF FERRO CONCRETE RING
TIMBER LINING FOR UNDERGROUND WORK EXCAVATION IN
DIFFICULT MINING AND GEOLOGICAL SITUATIONS

S u m m a r y

In this article in short way is showing timber lining prefabrication in country mining construction.

To avail country experience in this range was introduced one of most interesting idea about production of mining ferro concrete ring timber lining.

In detailed part of this problem was showing temporary using approximately projection methods and work technology of prefabrication unites and also assembly technology ready ferro concrete rings timber.

Whole above problem was finished with out fit sugestion to continu farther investigations problem and wide practical using of that methods timber lining.