

## USTRÓJ SKLEPIEŃ I ŁUKÓW.

### § 57. Sklepienia i łuki z ciosów.

Ustrój tych sklepień i łuków, t.j. podział ich na poszczególne kamienie, opiera się na ścisłym przestrzeganiu zasad wznoszenia murów z oddzielnych elementów. Rozpatrzmy to w poszczególnych wypadkach.

#### A/. Zwykłe sklepienie kolebczaste - rys. 223.

Przypuśćmy, że linja ciśnień dla danego sklepienia jest wyznaczona przez krzywą *abc*. Wobec tego dzielimy sklepienie spoinami prostopadłymi do linii *abc*, t.j. płaszczyznami (*MN, M'N'*), (*PR, P'R'*), (*ST, S'T'*) i t.d., otrzymując przytem szereg podłużnych klinów.

O ile kliny te przewyższają dopuszczalne wymiary ciosów, to dzielimy je na kamienie mniejszej objętości szeregiem płaszczyzn, które są prostopadłe do poprzednio przeprowadzonych. Płaszczyzny pionowe *UV, WZ, XY* przy zastosowaniu spoin mijankowych podziela wyżej wymienione kliny na mniejsze kamienie.

Gdyby i przy tym podziale otrzymały się kamienie o rozmiarach przewyższających dopuszczalne dla ciosów normy, wówczas następny podział należałoby wy-

konać powierzchniami  $IJ, KL$  ....., równoległymi do krzywej  $abc$ , uwzględniając konieczne mijanie się spoin.

W praktyce pierwszy szereg płaszczyzn bywa zwykle prostopadły do krzywej wewnętrznej, a trzeci szereg powierzchni rozdzielnych jest współśrodkowy, przyczem jak mówiliśmy wyżej, krzywa wewnętrzna sklepień jest zwykle równoległą do linii ciśnienia, a w dużych sklepieniach musi nią być koniecznie.

Co się zaś tyczy kształtu krzywej zewnętrznej, to bywa on różny, począwszy od linii prostej /rys. 224/, a skończywszy na krzywych koła, elipsy, koszowej i innych.

Pierwsza płaszczyzna dzieląca zwykle nie przechodzi przez środek i wierzchołek sklepienia, lecz nieco ukośnie, aby w ten sposób utworzyć całkowity kamień górny /zwornik/, unikając pionowej spoiny /rys. 225/. Wówczas zwornik jest klinem ogólnym, rozpierającym obie połowy sklepienia.

Wymiary poszczególnych kamieni są w tym samym stosunku, co przytoczony wyżej dla ścian, mianowicie: długość kamieni /wzdłuż osi sklepienia/ nie bywa większa aniżeli pięciokrotna szerokość a wysokość nie może być mniejsza od szerokości, przyczem



tą ostatnią określa się wzdłuż obwodnicy wewnętrznej, a wysokość wzdłuż spoin radialnych.

### B. Sklepienie krzyżowe - rys.226.

Układ kamieni-ociosów w sklepieniach krzyżowych, jako złożonych z odcinków zwykłych sklepień kolebowych, nie wiele się różni od podanego wyżej. Każdy odcinek /kozuba/ dzieli się na elementy w taki sposób jak sklepienie kolebowe i tylko kamienie leżące na przekątnych otrzymują kształty specjalne.

Jako przykład rozpatrzmy podział na poszczególne kamienie sklepienia o czterech kozubach nad prostokątem. Rzuty poziome kozub  $DOC$  i  $EOF$  tworzą trójkąty na płaszczyźnie podłoża, a na płaszczyźnie pionowej są wyznaczone przez krzywe zewnętrzną i wewnętrzną /w danym wypadku pół koła/, między którymi winna się mieścić linja ciśnienia  $abc$ . Płaszczyzny prostopadłe do  $abc$  i do płaszczyzny pionowej, mianowicie  $(M, M'N')$ ,  $(PR, PR')$  dzielą kozubę na kliny, zgodnie z zasadą podziału murów na poszczególne elementy. Płaszczyzny pionowe /równoległe do płaszczyzny  $abc$  /  $mn, pr, \dots$  idące mijankowo, dzielą kliny już otrzymane na

mniejsze ciosy, które w razie potrzeby można jeszcze podzielić powierzchniami krzywymi  $wv, fl, \dots$ , równoległymi do krzywej wewnętrznej sklepienia.

Przeprowadzając trzeci szereg powierzchni rozdzielczych należy pamiętać o mijankowym rozmieszczeniu spoin. Postępując w taki sam sposób z pozostałymi kozubami  $COE$  i  $DOF$ , dzielimy je początkowo płaszczyznami  $XY, WS, \dots$  prostopadłymi do krzywej ciśnień w tych kozubach, następnie płaszczyznami  $xy, ts, \dots$  prostopadłymi do poprzednich i równoległymi do krzywych ciśnień i w końcu powierzchniami krzywymi, równoległymi do krzywej wewnętrznej, które to powierzchnie nie są na rysunku widoczne.

Wygląd sklepienia podzielonego w ten sposób na kamienie wyjaśnia rys.227.

Jednak szczegółowa analiza dokonanego podziału sklepienia wskazuje, że w płaszczyznach stycznych do kozub /wzdłuż przekątnych danego kwadratu/ istnieją spoiny i że przylegające kamienie są ociosane pod kątem ostrym. Taki układ jest niewłaściwy, tembardziej, że w płaszczyznach przekątnych leżą wypadkowe siły, działające w sklepieniach, przeto kamienie ułożone w tych kierunkach będą najbardziej



podlegały działaniu owych sił.

Kierunek spoin w kamieniach ułożonych wzdłuż przekątnych powinien być prostopadły do nich, jak się to stosuje w praktyce, zwłaszcza w żebrach sklepień krzyżowych /rys.189/.

W mniejszych sklepieniach kąty proste zaokrąglają się według wzoru, wskazanego na rys.226 /prawa strona/, przy czem kamienie leżące wzdłuż przekątnych mają kształt kątów pokazany na rys.228, z którego widać, że kamienie te nie mają spoin w płaszczyznach przekątnych.

Zworniki sklepień mają kształt krzyża /rys.228/ skąd zapewne pochodzi nazwa tego sklepienia.

C. Sklepienie klasztorne /rys.229/. Ogólne zasady podziału murów na elementy stosują się również do sklepienia klasztornego. W danym wypadku składa się ono z czterech kolebek nad kwadratem.

Szeroką płaszczyznę  $(MN, M'N')$ ,  $(PT, P'T')$ ... prostopadłą do krzywej ciśnienia  $abc$ , dzieli kolebkę  $OCB$  na kliny, które w rzucie poziomym i na powierzchni zewnętrznej sklepienia wyznaczają proste  $N-N$ ,  $T-T$  ....., a na powierzchni wewnętrznej proste  $M-M$ ,  $P-P$  ....., W dalszym ciągu płaszczyzny proste-

padłe do wymienionych wyżej i równoległe do *abc* dzielą te kliny na mniejsze kamienie. Ślady tych płaszczyzn uwidoczniają w rzucie poziomym proste *mn*, *pt*, *rs*....

W ten sam sposób podzielił się druga kolebka, mająca z poprzednią wspólną oś *AOB*; kolebki zaś sąsiednie /z osią *OD* / otrzymają spójny idące w kierunku prostopadłym do wyznaczonych poprzednio dla kolebki *OCB*. Całość sklepienia w przekroju i rzucie poziomym przedstawia rys.230. Na rysunku tym pokazany jest również wzór kamienia z wklęsłym kątem, które to kamienie układane są na przekątnych dla należytego połączenia sąsiednich kolebek.

Zwornik sklepienia klasztornego ma kształt klina, w danym wypadku o przekroju kwadratowym.

D. Sklepienie kopulaste - rys.231. Linje ciśnienia w tym sklepieniu dają powierzchnię, znajdującą się w cieple pokrycia. W przekroju powierzchnia ta daje krzywą *abc*, w zależności od której podział muru na poszczególne kamienie jest dokonany szeregiem:

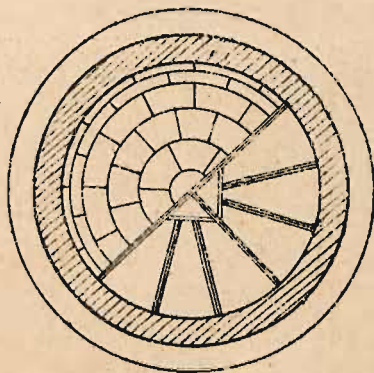
a/ Powierzchni stożkowych z wierzchołkiem w punkcie "O", które przecinają krzywą wzdłuż okręgów kół uwidoczniomych w rzucie poziomym, w przekroju zaś pionowym wzdłuż prostych *M'N'*, *P'R'*, *T'S'* .....



Powierzchnie te podziela sklepienie na pierścienie klinowate.

b/ Płaszczyznami prostopadłymi do powierzchni stożkowych, które dadzą przecięcia po prostych *mn, pr, ...* z zachowaniem mijankowego układu spoin.

c/ Powierzchniami równoległymi do powierzchni utworzonej krzywami ciśnień /na rysunku nie wskazani/, które mogłyby się uwidoczyć w przekroju pionowym dla utworzenia muru nie z jednego a z kilku kamieni. Rzut poziomy sklepienia kopulastego jest wyjaśniony rysunkiem 232, na którym wskazany jest i układ krążyn.



rys. 232