

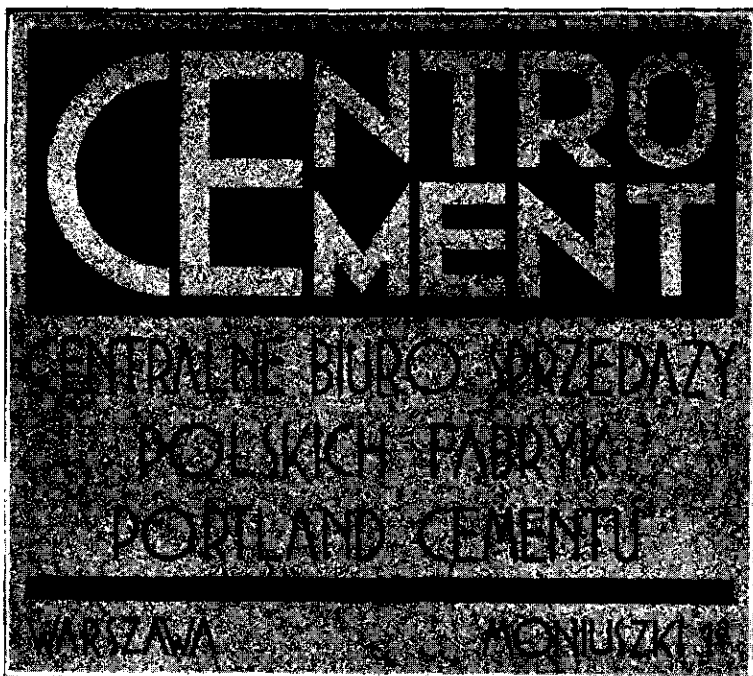
BETONOWE



MOSTY DROGOWE

NAKŁADEM ZWIĄZKU POLSKICH
FABRYK PORTLAND-CEMENTU

WARSZAWA
1930



BETON

jest pierwszorzędnym materiałem budowlanym, trzeba go tylko dobrze wytwarzać i odpowiednio stosować.

BETONOWE
MOSTY
DROGOWE

NAKŁADEM ZWIĄZKU POLSKICH
FABRYK PORTLAND-CEMENTU
WARSZAWA — 1930

BETONOWE MOSTY DROGOWE

Jak ważną, z punktu widzenia gospodarczego, jest sprawa należytej rozbudowy dróg, nie potrzebujemy szeroko udowadniać. Dostatecznie gęsta sieć dróg dobrze wykonanych ułatwia i czyni tańszym transport materiałów przemysłowych oraz produktów rolnych, obniża wskutek tego ich cenę, zwiększa konsumpcję, wywiera wybitny wpływ na oszczędzanie zaprzęgu względnie motoru, jednym słowem, na każdym polu odbija się dodatnio w ogólnym bilansie gospodarki społecznej.

Jeżeli przy tem zwrócimy uwagę, iż w okresie powojennym coraz szersze zastosowanie w ruchu drogowym zdobywa sobie pojazd motorowy, który zaczyna zwycięsko współzawodniczyć z koleją, zrozumiemy, iż dążność do posiadania jaknajwiększej ilości dobrych dróg jest objawem ogólnoświatowym, który u nas powinien przybierać formy tem jaskrawsze, iż w tej dziedzinie, z uwagi na poprzedni nasz byt polityczny, mamy wiele do odrobienia.

Co należy jednak rozumieć pod pojęciem dobrej drogi?

O ile na pierwszy plan wysunie się tutaj dobra i trwała jeźdźnia oraz te wszystkie elementy, które z tą częścią drogi są nierozdzielnie związane, to równorzędne miejsce, z uwagi na ich ważność, zająć muszą budowle w ciągu drogi położone, któremi przekracza ona rowy odwadniające, kanały, potoki, rzeki, oraz linje kolejowe, a więc przepusty, mosty i wiadukty najrozmaitszej długości i konstrukcji, których istnienie warunkuje możliwość szybkiego i bezpiecznego przejazdu. Nawet najlepiej wykonana droga nie zadośćczyni stawianym jej wymaganiom w tym wypadku, gdy nie będzie posiadała tych budowli albo też stan ich nie będzie odpowiedni.

Najczęściej spotykamy na drodze budowle małe, któremi droga przekracza rowy i strumyki, które nazywamy przepustami, o ile w świetle mają mniej, niż 5 metrów. Budowle o większym świetle, spotykane jednak daleko rzadziej, przekraczające potoki, kanały i rzeki, nazywamy mostami. Wiadukty, któremi droga przechodzi nad linjami kolejowemi, mają charakter mostów i dlatego też w

broszurze naszej nie będą wyodrębniane, lecz traktowane, jako mosty.

Most czy też przepust drogowy jest tą częścią składową, której koszt obliczony na metr bieżący długości przewyższa znacznie analogiczny koszt budowy samej drogi. Jest to zrozumiałe z uwagi na większą wartość wchodzących w jego skład materiałów budowlanych oraz ze względu na większe koszty wykonania, wymagającego bardziej wykwalifikowanego robotnika. Zastosowanie zatem konstrukcji pewnego typu przy wykonaniu mostu drogowego wymaga wielkiej rozważliwości oraz uwzględnienia wszystkich czynników, które mogą tu w grę wchodzić; zależy nam bowiem na tem, żeby pieniądze wydatkowane na jego wykonanie, użyte były jaknajoszczędniej oraz z jaknajwiększą korzyścią dla samej drogi. Musimy zatem krytycznie rozpatrzyć, jakim wymaganiom konstrukcja budowli odpowiadać powinna, żeby wypadła oszczędnie.

ZALETY BETONOWYCH MOSTÓW DROGOWYCH

Materiałami, z których wykonane być mogą mosty drogowe, są: drzewo, kamień, żelazo i beton. Ten ostatni stosuje się w konstrukcji, jako tak zwany beton ubijany, albo też wzmocniony wkładkami żelaznymi, czyli beton uzbrojony.

Rozpatrzmy obecnie wszystkie te czynniki, które przy wyborze konstrukcji mostu drogowego muszą odgrywać rolę zasadniczą.

Długotrwałość mostu.

Z codziennego doświadczenia widzimy, że okres zdatności do użytku mostu drewnianego jest stosunkowo krótki i wynosi 8 do 12 lat, po upływie których prawie wszystkie jego części konstrukcyjne muszą być zamienione. Dodać przytem należy, iż z uwagi na różny stan zachowania się poszczególnych części konstrukcyjnych, most drewniany wymaga w ciągu całego okresu swego trwania bacznej opieki ze strony nadzoru drogowego, celem uniknięcia niebezpiecznych wypadków. Nadto ciągłe naprawy, wykonywane z konieczności na moście, są niezmiernie uciążliwe dla ruchu drogowego i to w tym większym stopniu, im więcej rozwinięty jest na danej drodze ruch motorowy.

Most żelazny posiada okres istnienia już znacznie dłuższy, niż drewniany, jednakże ma wroga, który musi być stale zwalczany, mianowicie rdzę. Również i ten typ wymaga troskliwej opieki i uwagi, szczególnie przy złączach nitowych i śrubowych, nadto utrzymanie jego jest kosztowne, albowiem w okresach 5 — 6 letnich wymaga oczyszczenia z rdzy, miniowania i ponownego malowania. W wypadku zaniedbania tego rodzaju konserwacji konstrukcja niszczeje stosunkowo dość szybko. Z czynnikiem tym liczyć się musimy już choćby z tego powodu, że ilość służby drogowej jest ograniczona, a ta, którą rozporządzamy, powinna być używana w pierwszym rzędzie do naprawiania i ulepszania jezdni.

Most b e t o n o w y, przeciwnie, ma okres trwania prawie n i e o g r a n i c z o n y. Jeżeli jest wykonany dobrze, może trwać przez szereg pokoleń, nie wymaga jednocześnie prawie żadnej konserwacji, tak, iż wydatki, związane z jego utrzymaniem w należyтым porządku, które tak wybitnie — jaskrawo występują przy mostach drewnianych lub też żelaznych, tutaj poprostu nie istnieją.



Fot. 1. Ogólny widok mostu na rz. Sole w Oświęcimiu.

Musimy również zwrócić uwagę na pewną charakterystyczną cechę mostu betonowego, która odróżnia go od każdej innej konstrukcji. Podczas, gdy przy moście drewnianym i również żelaznym lub nawet kamiennym wytrzymałość mostu jest największa w chwili jego powstania, a następnie maleje wskutek naturalnych wpływów z biegiem czasu jego trwania, to przy betonie rzecz się ma wprost odwrotnie; przy zwiększeniu się okresu jego istnienia wytrzymałość wzrasta albowiem procesy chemiczne, związane ze stężeniem i twardnieniem betonu, zwiększają stopniowo jego wytrzymałość w ciągu szeregu lat.

Dla większych rozpiętości wykonujemy mosty betonowe, uzbrojone wkładkami żelaznymi. W przeciwieństwie do mostów żelaznych wkładki te, otoczone ze wszystkich stron odpowiednio tłustym betonem, zupełnie nie ulegają rdzewieniu i zachowują się w tym samym stanie, w jakim dostarczone zostały do budowy.

Ogniotrwałość mostów.

Przy rozpatrywaniu warunku ogniotrwałości musimy z naszych rozważań usunąć odrazu most drewniany, który pod tym względem nie odpowiada żadnym stawianym mu wymaganiom.



Fot. 2. Widok mostu Bolesława Chrobrego w Poznaniu.

Również konstrukcja żelazna nie może być uważana za ogniotrwałą, albowiem, jak wiadomo, żelazo przy temperaturze 700°C traci prawie zupełnie swoją wytrzymałość. Jeżeli zwrócimy uwagę, że mosty żelazne bardzo często posiadają pokład drewniany i że częste już były wypadki pożaru tego pokładu, zrozumiemy, iż w tych warunkach konstrukcje żelazne również okazują się nieodpowiednie.

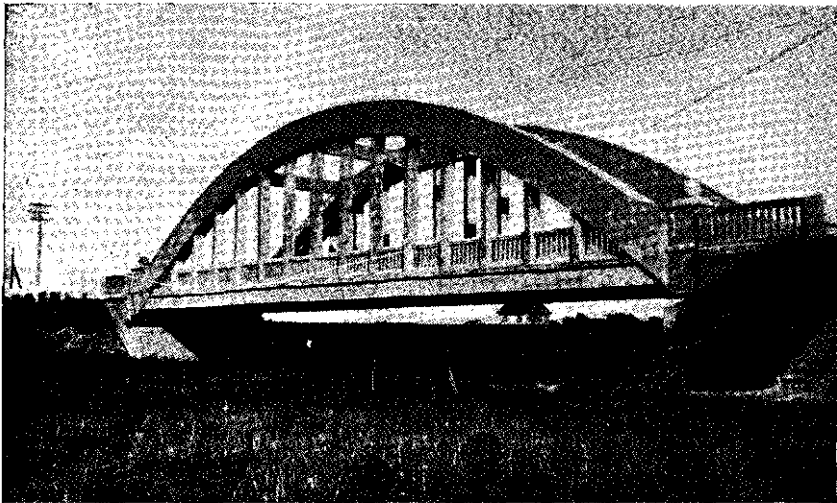
Most betonowy, przeciwnie, nie posiada w swej konstrukcji żadnych części, ulegających spalaniu się. Nawet w wypadku, gdy pożar powstanie obok mostu, co jest możliwe w miastach i osiedlach, most betonowy może doznać zaledwie drobnych uszkodzeń z powodu gorąca, jakie działa na jego powierzchnię, jednakże już na głębokości 3 do 5 cm. pod powierzchnią wpływ gorąca zupełnie zanika i beton wychodzi zwycięsko w walce z pożarem.

Wprawdzie sprawa ogniotrwałości mostów drogowych nie posiada w większości wypadków znaczenia zasadniczego, to jednak istnieją konstrukcje, przy których odgrywać ona będzie rolę bardzo ważną. Do takich zaliczyć należy mosty, przerzucane ponad torami kolejowymi, przy których iskra z parowozu może być łatwo przyczyną pożaru, jak również wszystkie mosty, położone w granicach miast i osiedli, gdzie często rzucenie niedopałka papierosa może się stać przyczyną ognia. Do tej kategorii zaliczyć można również mosty, położone w okolicach silnie przemysłowych i ścieś-

nionych, gdzie o większy pożar nietrudno, jak nas o tem pouczają stosunki w naszych zagłębiach naftowych. Dodać przy tem należy, iż zwiększający się ruch samochodowy powiększa również niebezpieczeństwo pożaru na drodze.

Koszty budowy i utrzymania.

Koszty budowy mostów betonowych są większe, niż drewnianych o tych samych wymiarach co do rozpiętości, jednakże fakt ten osłabia się znacznie tem, iż mosty betonowe są prawie wiecznotrwałe i nie wymagają żadnych kosztów, związanych z utrzymaniem. Przy budowie zatem mostów betonowych maleją w następ-



Fot. 3. Most łukowy na rz. Utracie pod Błoniem.

stwie koszty utrzymania drogi, podczas, gdy przy mostach drewnianych koszty te z biegiem czasu wzrastają, a po kilkunastu latach most należy przebudować i wtedy poza kosztami budowy nowego mostu dochodzą przy większych mostach koszty budowy czasowego objazdu i usunięcia starego mostu.

Jeżeli natomiast porównamy pod tym względem mosty betonowe z żelaznymi, to porównanie to wypada wybitnie korzystniej na rzecz mostów betonowych, które przedstawiają się o 20 — 40% taniej, zależnie od rozpiętości przęseł, niż takichże samych, zbudowanych z żelaza, nie biorąc nawet pod uwagę wspomnianych poprzednio oszczędności, związanych z kosztami konserwacji.

Porównanie z mostami kamiennymi wypada również na korzyść mostów betonowych, które kalkulują się taniej. Należy przytem zwrócić uwagę na fakt, że przy mostach żelazobetonowych dopuścić możemy większe natężenia w materiale, niżeli przy kamiennych, co w rezultacie doprowadza do możliwości stosowania znacznie mniejszych przekrojów konstrukcyjnych; ma to znaczny wpływ na wielkość filarów i przyczółków, a zatem na koszt ich budowy.

Pamiętać przytem również musimy, iż tylko w niektórych okolicach naszego kraju posiadamy kamień odpowiedni do budowy mostów kamiennych, wobec czego, projektując tego rodzaju konstrukcję, liczyć się często musimy z koniecznością nieraz bardzo da-



Fot. 4. Most belkowy nad rz. Brdą w powiecie Chojnickim.

lekiej dostawy odpowiedniego kamienia, co w dużej mierze podnosi koszt budowy. Natomiast materiał kamienny, potrzebny do wykonania mostu betonowego, prawie najczęściej znajduje się w bliskim sąsiedztwie prowadzonej budowy, przez co koszty znacznie się zmniejszają.

Krótki okres budowy.

Okoliczność ta jest również bardzo wielkiej wagi ze względu, że przedłużanie się okresu budowy staje się z jednej strony bardzo uciążliwe dla ruchu kołowego, z drugiej zaś strony, że im budowa trwa dłużej, tem kosztuje drożej, albowiem przedsiębiorca musi przecież uwzględnić dłuższy okres oprocentowania kapitału, uwięzionego w budowli, co musi znaleźć odpowiedni wyraz również i w jego kalkulacji.

Mosty betonowe należą do budowli, które mogą być najszyb-

ciej wykonane i mają pod tym względem dużą przewagę nad mostami żelaznymi lub kamiennymi.

Względy estetyczne.

Beton, jako materiał plastyczny, umożliwia nadanie konstrukcji zupełnie dowolnych i estetycznych form, przy którym projektodawca jest zupełnie nie skrupowany specjalnymi właściwościami materiału, lecz dostosować go może w bardzo szerokich granicach do swej pomysłowości artystycznej.

Wzgląd ten ma szczególną wagę przy mostach, wykonywanych w obrębie miast, gdzie, oprócz innych czynników, decydujące znaczenie odgrywiają względy, związane z zewnętrznym wyglądem mostu.

Z tego punktu widzenia beton jest materiałem, umożliwiającym nadanie budowlom monumentalnego wyglądu; pod tym względem ani drzewo ani też żelazo z nim **a b s o l u t n i e** konkurować nie mogą.

Względy ekonomiczne.

Most betonowy jest budowlą, przy której znajdują zastosowanie wyłącznie materiały pochodzenia krajowego. Ani jeden grosz, wydany w tym wypadku na budowę, nie wychodzi poza granice kraju, co z punktu widzenia ogólnego bilansu handlowego i płatniczego jest rzeczą pierwszorzędnej doniosłości. Poza to zaznaczyć musimy, że główna część materiałów, użytych do budowy mostu betonowego, ewentualnie poza cementem, który musi być dostarczony z tych miejsc, w których jest wyrabiany, może być brana z najbliższych okolic w obrębie budowy; traktując zatem sprawę nawet z czysto partykularnego punktu widzenia, stwierdzić musimy, iż kapitał, wydany na budowę, pozostaje tu zwykle w granicach tej jednostki administracyjnej, która daną budowę prowadzi. Nadto do wykonania mostu betonowego nie potrzeba robotników specjalnie wykwalifikowanych, a więc drogich. Wystarczą do tego celu zwyczajni pomocnicy, którzy pod kierunkiem jednego wykwalifikowanego majstra mogą wykonywać nawet większe mosty. Ponieważ tego rodzaju pomocnicy rekrutują się z ludności miejscowej, przeto i ten dział wydatków, a więc i zarobków pozostaje w najbliższym sąsiedztwie wykonywanej budowlom.

Rzut poziomy mostu.

Jest rzeczą ogólnie wiadomą, iż najprościej, a zatem i najtańiej przedstawia się budowa mostu drogowego w tym wypadku, gdy istnieje możliwość prostopadłego przekroczenia strumienia w stosunku do kierunku drogi. Ukos mostu powoduje przy wszelkich

konstrukcjach, za wyjątkiem betonowych, dość wydatne zwiększenie kosztów.

Niestety, jednak nie zawsze może być zastosowany kierunek prostopadły do strumienia, często bowiem zachodzą tu przeszkody, które nie pozwalają na realizowanie tego warunku.

Przy mostach betonowych sprawa ta jest zazwyczaj bez znaczenia i nie zwiększa wydatków, gdyż nie doznajemy z tego powodu żadnych trudności, które w sposób rażący występują przy mostach, budowanych z drzewa, kamienia lub żelaza.

Połączenie mostu z drogą.

Słabym punktem każdej konstrukcji mostowej, za wyjątkiem betonowej, jest takie połączenie nawierzchni mostowej z drogą, aby wjazd na most, względnie wyjazd z niego, odbywał się bez żadnych wstrząśnień i uderzeń; innymi słowy, aby jezdnia na drodze i moście mogła mieć ten sam charakter. Warunkowi temu, szczególnie ważnemu dla szybkiego ruchu samochodowego, nie odpowiada żadna inna konstrukcja oprócz betonowej, przy której przeprowadzenie jednolitej jezdni nie przedstawia najmniejszej trudności. Przejeżdżający wóz lub samochód nie potrzebuje się obawiać żadnej katastrofy, pęknięcia resorów przy szybkim wjeździe na nawierzchnię mostową, przejazd zaś odbywa się tak łagodnie, iż często, szczególnie w porze nocnej, przejeżdżający nie zauważa nawet, że już minął most.

Możnaby wymienić jeszcze wiele innych dodatnich cech mostów betonowych oraz analizować je głębiej i bardziej drobiazgowo; poprzestaniemy jednak na ich zaletach poprzednio omówionych, zaznaczając, iż z każdego punktu widzenia most betonowy przedstawia się jaknajkorzystniej.

ZASADY PROJEKTOWANIA MOSTÓW BETONOWYCH

Projekt betonowego mostu drogowego lub żelazobetonowego dostosowany być musi z jednej strony do ciężaru przejeżdżających pojazdów, z drugiej zaś strony do warunków miejscowych.

Wpływ obciążeń pojazdami uzewnętrznia się w wielkości przekrojów poprzecznych konstrukcji, względnie w ilości mającego się użyć do uzbrojenia żelaza. Im obciążenie ruchome będzie większe, tem silniejsze muszą być przekroje. Ustawodawstwo nasze przewiduje trzy rodzaje obciążenia, i w zależności od tego dzieli mosty na klasy I, II i III.

Warunki miejscowe decydują o rodzaju mającej się wykonać konstrukcji, a więc o jej otworzystości, wysokości ponad najwyższy stan wód na danym ścieku, tak, aby most nie był nigdy przez wielką wodę zalewany, o usytuowaniu mostu w stosunku do kierunku prądu, to znaczy, czy będzie prostopadły do kierunku przepływu, czy też ukośny, a wreszcie o jego wyglądzie zewnętrznym.

Wszystkie wymienione względy powinny być starannie rozpatrzone, zaś z najrozmaitszych możliwości należy wybrać to rozwiązanie, które, zaspakajając żądane wymagania pod każdym względem, okaże się z punktu widzenia ekonomicznego najkorzystniejsze.

Z uwagi, że w budowę mostu betonowego wkłada się znacznie większy kapitał, sporządzenie należytego projektu jest rzeczą bardzo wielkiej wagi i z tego powodu powierzone być powinno odpowiednio wykwalifikowanemu inżynierowi, który ze sprawą budowy mostów betonowych jest należycie obznajmiony.



Fot. 5. Most łukowy na rz. Przemysce pod Delatynem, w silnym ukosie.

Mosty drogowe mają mniejszą lub większą rozpiętość, zależnie od szerokości strumienia, przez który są one przerzucane.

Jeżeli chodzi nam o budowę mostu większej rozpiętości, lub też, jak technicznie wyrażamy się, o większym świetle, wówczas należy wykonać dwa projekty: pierwszy, tak zwany, wstępny i drugi projekt szczegółowy.

Zadaniem projektu wstępnego jest ogólne rozwiązanie zagadnienia, a więc powinien on zawierać:

a) Nazwę i siedzibę zarządu drogowego, w obrębie którego most ma być wybudowany, dokładne określenie miejsca budowy oraz klasę, do której ma być on zaliczony.

b) Uzasadnienie potrzeby budowy mostu, jego klasy i głównych wymiarów, ewentualnie wyboru miejsca oraz, o ile możliwości, wyniki przeprowadzonego dochodzenia ze stanowiska odnośnego prawa wodnego.

c) Plany: sytuacyjny z oznaczeniem osi mostu w podziałce 1 : 1000 lub 1 : 2000, względnie w podziałce katastralnej, przekrój podłużny drogi z projektowaną niweletą mostu, rzut poziomy, przekrój poprzeczny i podłużny potoku lub przeszkody, którą most przekracza, z wkreślonym jednocześnie projektem mostu.

W planach należy uwidocznić granice własności i potrzebne do zajęcia grunty i budynki oraz te wszystkie szczegóły, które dla budowy mogą być decydujące.

d) Uzasadnienie światła mostu, przyczem należy dołączyć potrzebne:

1. obliczenie ilości i stanu największej katastrofalnej wody,
2. obliczenie światła mostu na podstawie obliczenia spiętrzenia i szybkości wody pod mostem,
3. dane, odnoszące się do światła istniejących mostów powyżej i poniżej miejsca budowy.

e) Opis geologiczny terenu z przekrojem gruntu w osi mostu i z oznaczeniem warstw i wytrzymałości ze względu na fundamentowanie oraz z oznaczeniem poziomu wody gruntowej.

Dla mostów większych należy dołączyć opis i wyniki sondowania gruntu z planem sytuacyjnym otworów próbnych i próbkami wydobytych gatunków ziemi.

f) Opis techniczny projektowanej konstrukcji mostu z podaniem sposobu i warunków fundamentowania.

g) Wykaz gruntów, które mają być zajęte pod budowę, zawierający liczby parcel, nazwiska właścicieli, rodzaj i wartość poszczególnych działek, które mają być wywłaszczone i t. p.

h) Obliczenie przybliżonych kosztów budowy.

Na podstawie przyjętego przez odnośną instytucję państwową lub samorządową projektu wstępnego, opracowuje się projekt szczegółowy, który powinien zawierać:

1. Poprzednio zatwierdzony projekt wstępny wraz z temi wszystkimi uwagami i zmianami, jakie w wyniku jego zbadania okazały się konieczne.

2. Szczegółowy projekt konstrukcji mostu w podziałce 1:50, 1:25, 1:20 lub 1:10 z dokładnym oznaczeniem potrzebnych wymiarów, przyczem wymiary, podane w kosztorysie i w obliczeniu ilości materiałów, należy uwidocznić i na rysunku.

3. Obliczenie statyczne wszystkich części mostu z uzasadnieniem projektowanego ustroju i z wykazaniem naprężeń, jakie będą

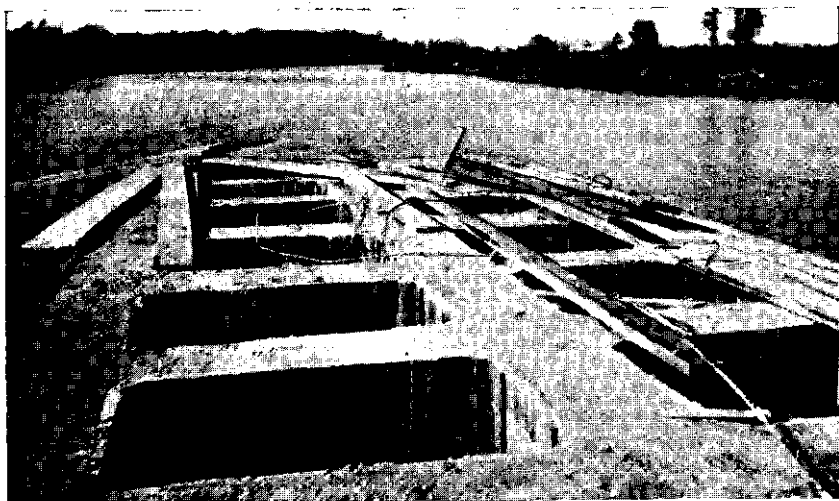
przypuszczalnie występować w przyjętych przekrojach przy najniekorzystniejszym obciążeniu.

4. Opis budowy, w którym należy przedstawić projektowany sposób wykonania i podać jakość materiałów, które będą użyte do budowy projektowanego mostu.

5. Obliczenie ilości materiału wraz z podaniem potrzebnej wytrzymałości kostek każdego rodzaju betonu po 28 dniach.

6. Kosztorys szczegółowy, ułożony według działów robót, z podaniem wymiaru i ceny jednostkowej tych robót, przyjętej według zatwierdzonego cennika dla danej okolicy i okresu budowy, w jakiej i w jakim most ma być wykonany.

7. Przy mostach, przekraczających 20 metrów rozpiętości, załączyć należy plany i obliczenia statyczne odnośnych rusztowań.

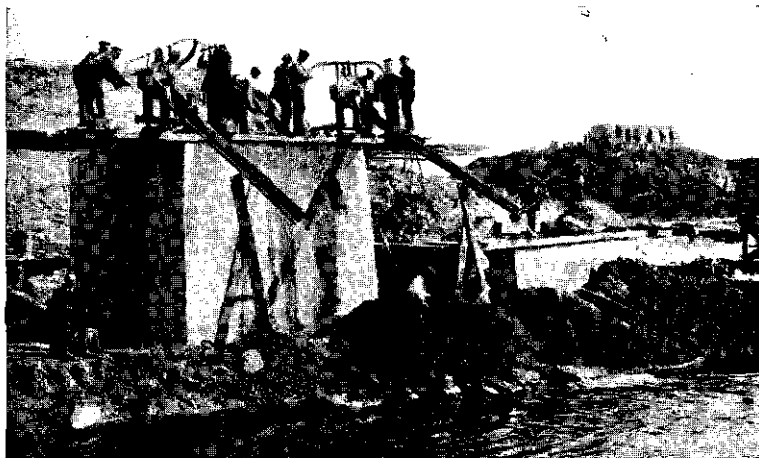


Fot. 6. Wierzch kesonu żelazobetonowego dla mostu na rz. Sanie w Brandwicy.

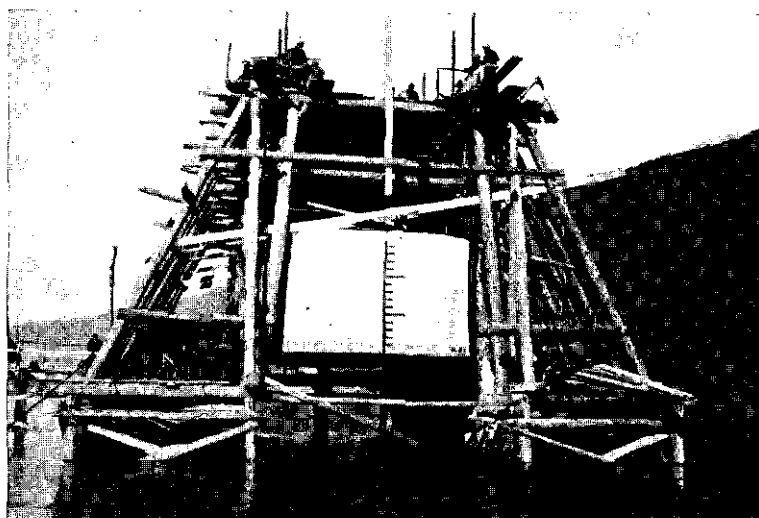
Powyżej podaliśmy ogólne wskazówki, dotyczące wykonania projektu wstępnego i szczegółowego. Ministerstwo Robót Publicznych w uwzględnieniu ważności stosowania mostów betonowych na drogach oraz z uwagi, iż opracowanie szczegółów konstrukcyjnych jest rzeczą bądź co bądź kosztowną, przyszło z pomocą Zarządom Drogowym w ten sposób, iż opracowało olbrzymią ilość typów przepustów i mostów betonowych od 0,6 do 20 m. światła dla rozmaitych szerokości i klas obciążeń, a Wydział Mostowy tegoż Ministerstwa (Warszawa, ul. Kredytowa 9) umożliwiła potrzebującym, za stosunkowo niewielką opłatą, nabycie powyższych typów.

W ten sposób przy projektowaniu budowy mostu betonowego

odpada w zupełności potrzeba przeprowadzania dla powyżej podanych rozpiętości żmudnych obliczeń statycznych wraz z odnośną częścią rysunkową, wskutek czego opracowanie



Fot. 7. Opuszczenie studni żelazobetonowych dla mostu na rz. Bzurze pod Sochaczewem.



Fot. 8. Keson żelazobetonowy zawieszony na rusztowaniach dla mostu na rz. Dniestrze pod Uściczkiem.

projektu mostu betonowego przedstawia się najtaniej w porównaniu z kosztami opracowania projektów wszystkich innych konstrukcji mostowych.



FUNDAMENTY MOSTÓW BETONOWYCH.

Mosty betonowe, jako budowle monumentalne, obliczone na wiele dziesiątków lat, powinny posiadać dostatecznie stałe oparcie na gruncie. Z tego też powodu podane powyżej przepisy, odnoszące się do sporządzania projektu, nakładają na projektującego obowiązek zbadania pokładów, na których większy most ma być oparty.

Jako ogólna zasada, obowiązywać tu będzie, aby fundamenty założone zostały:

a) poniżej głębokości zamarzania, a zatem w naszych warunkach klimatycznych conajmniej na 1 do 2 m. poniżej powierzchni terenu,

b) na pokładzie dostatecznie wytrzymałym i stałym z wyłączeniem najstarszych nawet nasypów sztucznych. W tym kierunku przepisy nasze dopuszczają następujące obciążenia na grunt:

przy warstwach ziemnych osadowych o zmiennej grubości, miążkim piasku bardzo wilgotnym, lecz stałym do 1.5 kg/cm^2 ,

przy glinie, ile, piasku ilastym niezbyt wilgotnym do 2.5 kg/cm^2 ,

przy ile zbitym, suchym, ostrym piasku, zabezpieczonym od podmycia do 6 kg/cm^2 ,

przy skale miękkiej do 5 kg/cm^2 ,

przy skale średnio twardej do 10 kg/cm^2 ,

przy skale bardzo twardej do 30 kg/cm^2 .

Oдноśnie do skał należy zbadać laboratoryjnie wytrzymałość kostkową danego materiału, a obciążenie go budowlą nie powinno przekraczać połowy tej wytrzymałości.

c) w takiej głębokości poniżej terenu, by nie zachodziło niebezpieczeństwo podmycia fundamentów przez wodę. Warunek ten jest ściśle związany ze sprawą dostatecznie dużego światła mostu, który służy dla przepuszczenia wielkiej wody, gdyż przy odpowiednim przekroju przepływu, który nie powoduje znacznieszego spiętrzenia przepływającej wody, nie obawiamy się żadnego podmycia.

Sposoby zakładania fundamentów mogą być różne:

1) łąwa betonowa bezpośrednio na twardym gruncie,

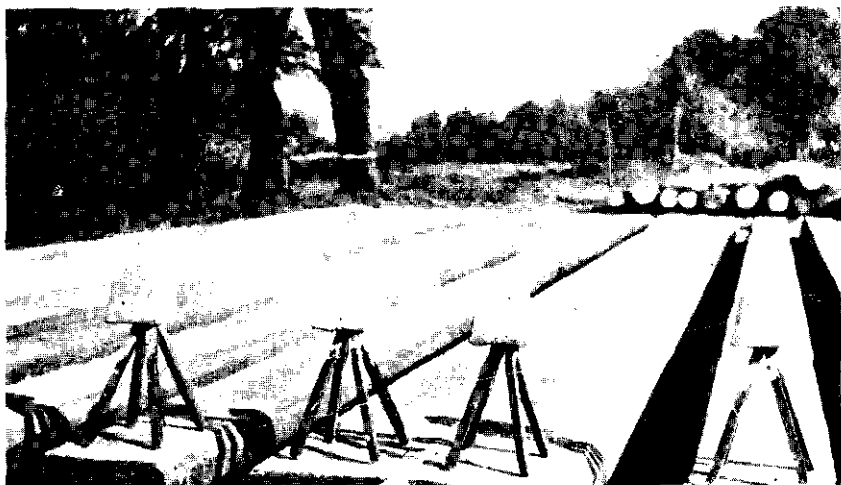
2) łąwa betonowa na gruncie, wzmocnionym przez zabicie pali drewnianych, uciętych niżej poziomu wód,

3) łąwa betonowa na palach żelazobetonowych, które umożliwiają płytsze założenie ławy fundamentowej, przenosząc ciśnienie na nieodsłonięte dolne warstwy,

4) łąwa fundamentowa w grodzie żelaznej, o ile nieprzepuszczalne grunty, jak ił i glina, znajdują się na głębokości nie większej, niż 6 m. od poziomu małej wody,



Fot. 9. Wykonywanie uzbrojenia pali żelazobetonowych dla mostu na rz. Wisłoku w Tryńczy.



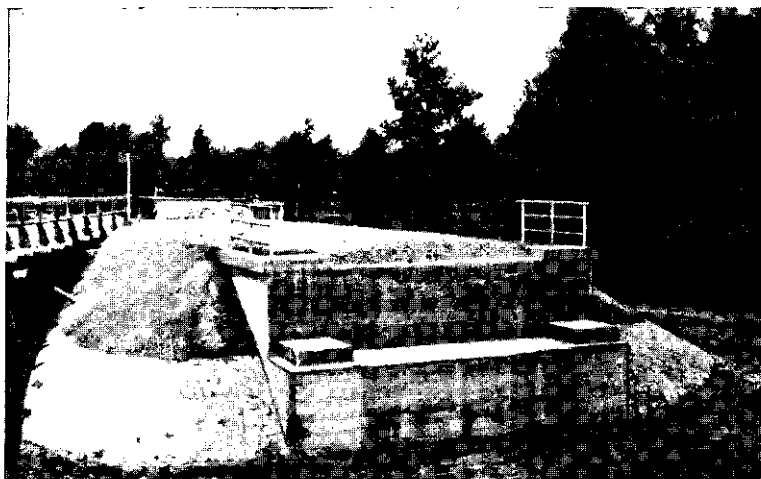
Fot. 10. Gotowe pale żelazobetonowe dla mostu na rz. Wisłoku w Tryńczy.

- 5) na studniach betonowych lub żelazobetonowych,
- 6) kesony żelazne na nurcie, przy znacznej głębokości dna rzeki i szerokiej podstawie fundamentu, opuszczane z rusztowań,
- 7) kesony żelazobetonowe, opuszczane z rusztowań przy szerokości podstawy do 6 m.,
- 8) kesony betonowe i żelazobetonowe na terenie zalewowym bez rusztowań bez względu na szerokość podstawy.

Budowa filarów na kesonach jest sposobem najdroższym, jednak daje on gwarancję zawsze dobrego założenia fundamentu na dowolnej głębokości.

Kesonami osiągnano głębokość 30 m. niżej poziomu wód. W naszych warunkach nie przewiduje się nigdy głębokości większej ponad 18 metrów.

Przy głębokościach większych ponad 6 m. od poziomu wody, ze względu na opanowanie dopływu wody, odpowiedni wybór sposobu fundamentowania gra bardzo ważną rolę w kosztach budowy filarów i przyczółków, a zatem w kosztach budowy całego mostu.



Fot. 11. Przyczółek betonowy ze skrzydłami równoległymi mostu na rz. Wisłoku w Trynocy.

Z zasady należy trzymać się reguły: tania konstrukcja — tanie fundamenty; konstrukcja droższa — fundamenty droższe.

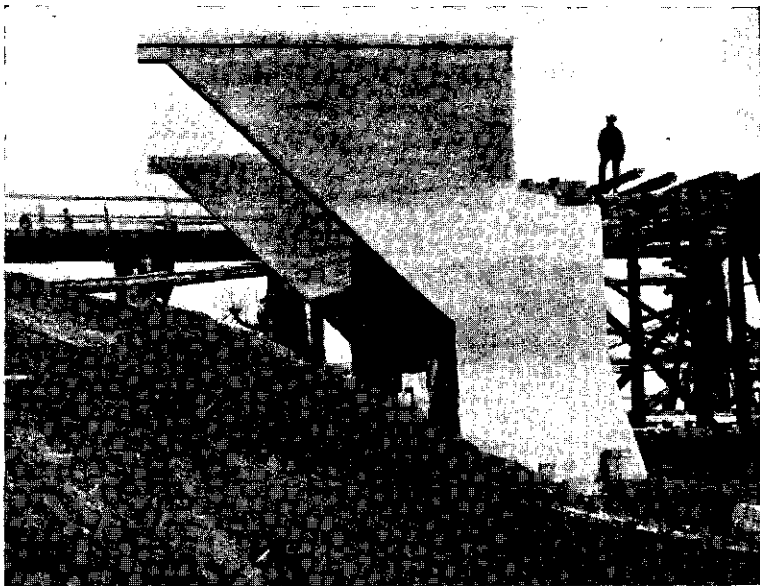
Mosty betonowe o mniejszych rozpiętościach, które mają charakter przepustów, z uwagi na bardzo nieznaczne ciśnienia jednostkowe, jakże na grunt wywierają, nie wymagają tak rygorystycznego traktowania co do fundamentu, jak mosty wielkie. Wystarczy tu grunt twardy, w miarę możliwości jednostajny, przyczem w celu zmniejszenia ciśnienia, wywieranego na grunt, należy odpowiednio rozszerzyć podstawę fundamentu.

Dodać przytem trzeba, iż beton, w odróżnieniu od kamienia, jest materiałem, który w pewnych granicach może znosić również siłę ciągnięcia, na które przy kamieniu absolutnie liczyć nie możemy, a co również odbija się dodatnio na grubości ławy fundamentowej.

PRZYCZÓŁKI I FILARY MOSTÓW BETONOWYCH.

Przyczółki i filary służą do podparcia głównych belek mostowych i są obecnie prawie z reguły wykonywane z betonu, nawet w wypadku, gdy z jakichkolwiek bądź powodów zdecydowaliśmy się na inny rodzaj konstrukcji mostowej, niż betonowy.

Przyczółki oprócz zadania podpierania mostu mają również na celu odgraniczenie nasypu, które jest niezbędne tak od strony końcowej nasypu, jako też z boku, przyczem boczne odgra-



Fot. 12. Przyczółek żelazobetonowy na rz. Bzurze pod Sochaczewem.

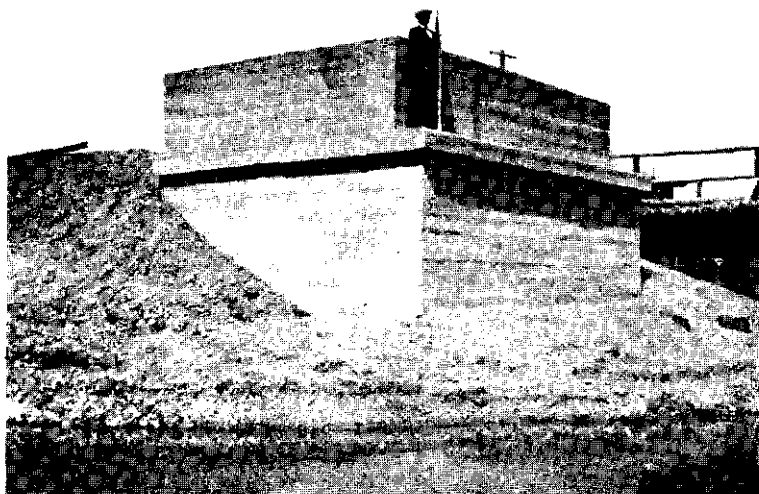
niczenia skuteczniamy zapomocą tak zwanych skrzydeł. Z uwagi na cel i zadanie przyczółków i skrzydeł otrzymują one wyłącznie ściany pełne.

Porównyując przyczółki betonowe z kamiennymi, dochodzimy do wniosku, iż pierwsze mogą mieć wymiary poprzeczne znacznie mniejsze, niż drugie, co wynika z jednej strony z dopuszczalności większych nateżeń w betonie, z drugiej zaś z możliwości dopuszczania w betonieciągnięć, co przy kamieniu jest wykluczone. O ile pozatem w pewnych warunkach przyczółki otrzymują uzbrojenie żelazne, ustrój ich przedstawia się właściwie w formie cienkiej ścianki, nieraz zaledwie kilkanaście centymetrów grubej. Przyczółki tego typu znaleźć mogą zastosowanie tam, gdzie istnieje

wielka ciasnota miejsca, gdzie zatem zależy nam na stosowaniu możliwie małych wymiarów.

Skrzydła przyczółkowe, zamykające nasyp z boków, są właściwie murami podporowemi i konstrukcja ich może być bardzo rozmaita. Mogą być więc one przedłużeniem przyczółka w tej samej linii i wtedy nazywają się skrzydłami prostopadłemi; mogą być jednak ukośne lub też, co jest najczęściej stosowane i co okazało się najekonomicznieszem, równoległe do osi drogi.

Przy tym ostatnim typie dają się najdobitniej zauważyć dodatnie cechy betonu. Kiedy bowiem przy równoległych skrzydłach kamiennych koniecznem jest założenie dla nich dostatecznie moc-



Fot. 13. Przyczółek betonowy mostu na rz. Bystrzycy w Piasecznej.

nych fundamentów, to przy betonowych wykonuje się je obecnie prawie wyłącznie, jako tak zwane skrzydła wiszące w formie wsporników. Ostatnie, ze względu na własność wytrzymałości betonu na ciągnięcie, nie wymagają zupełnie żadnych fundamentów, wskutek czego dają nam znaczne oszczędności w kosztach budowy.

Budując przyczółki, należy pamiętać koniecznie o umożliwieniu wyprowadzania na zewnątrz wody, zbierającej się w tylnej ścianie przyczółka od strony nasypu. Wodę tę wyprowadzamy za pomocą kanalików poprzecznych, urządanych w murze, których przekrój powinien być dostatecznie duży, aby w czasie zimowym nie zamarzały, a zatem mniej więcej o przekroju 10 na 20 centymetrów.

Filary betonowe mogą być wykonywane w podobny sposób, jak kamienne, więc pełne, albo też w formie pojedynczych słupów, podobnie, jak jarzma drewniane, które będą zafundamentowane oddzielnie lub też w dolnej części są osadzone na wspólnym fundamencie.

USTROJE MOSTÓW BETONOWYCH I ŻELAZOBETONOWYCH.

Konstrukcje mostów betonowych i żelazobetonowych mogą być bardzo rozmaite w zależności z jednej strony od ich rozpiętości, z drugiej zaś od warunków lokalnych, szczególnie od możliwości stosowania odpowiedniej wysokości konstrukcyjnej. W pewnych warunkach decydować może o typie ustroju również względ architektoniczny.



Fot. 14. Przyczółek i filary mostu na rz. Bystrzycy w Mykietyńcach.
Charakterystyczne skrzydła wiszące.

Biorąc za podstawę kształt konstrukcji niosącej, rozróżniamy zasadniczo dwa typy, mianowicie:

1) mosty belkowe, przy których oddziaływania na podporach są pionowe, a zazwyczaj dolna krawędź konstrukcji niosącej jest linią prostą, oraz

2) mosty łukowe, przy których oddziaływania na podporach są ukośne, zaś dolna krawędź konstrukcji przebiega według pewnej linii krzywej.

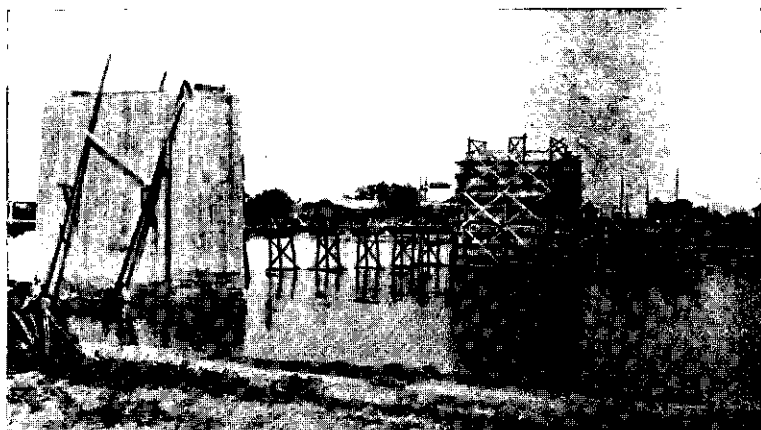
Każdy z tych typów, które różnią się sposobem ich obliczenia, ma bardzo wiele odmian i to tem więcej, iż beton jest materiałem

niezmiernie plastycznym oraz może się dostosować w granicach jaknajszerszych do wymagań i pomysłowości twórczej zarówno projektodawcy, jak i konstruktora.

PRZEPUSTY PŁYTOWE I SKLEPIONE.

Każdy, komu powierzony został zarząd pewnej drogi, wie doskonale z własnego doświadczenia, jak kłopotliwą sprawą jest ciągły nadzór nad należytem utrzymaniem małych przepustów do 5 metrów w świetle, których ilość na każdej drodze jest bardzo znaczną.

Jeżeli w terenach nizinnych wystarcza zazwyczaj jeden lub dwa przepusty na kilometr, to w okolicach górskich, o wybitnej rzeźbie terenu, zachodzi konieczność znacznie częstszego ich ukła-

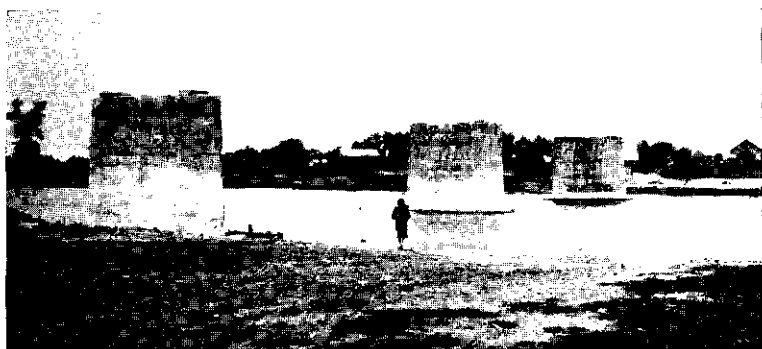


Fot. 15. Filary betonowe dla mostu na rz. Sanie w Brandwicy w rozmaitych stadjach budowy.

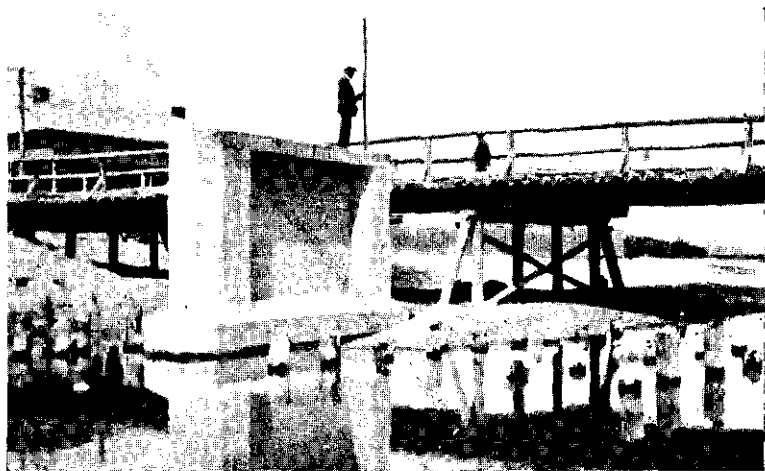
daniam, przyczem nadmienić należy, iż mamy odcinki dróg w górach, na które przypada nieraz po 5 lub więcej przepustów na jeden kilometr.

W wypadku, gdy przepusty wykonywane są z materiału mało trwałego, jak na przykład z drzewa, co u nas niestety ciągle jeszcze się stosuje, wówczas z uwagi, iż niszczą się one nierównomiernie, w rozmaitych okresach czasu, w zależności od stosunków miejscowych i lepszego lub gorszego materiału drzewnego, zarząd drogowy bezustannie jest zajęty ich naprawą, raz w jednym, drugi raz w innym znowu miejscu. Pomijając nawet konieczność ciągłego zajmowania personelu nadzorczego sprawami, często właściwie drob-

nemi, a jednak bardzo wielkiej wagi dla całości drogi, podnieść musimy, iż przy tego rodzaju gospodarce drogowej, występują znaczne utrudnienia w komunikacji drogowej i stałe niebezpieczeństwo możliwych wypadków, spowodowanych złym stanem przepu-



Fot. 16. Filary betonowe dla mostu na rz. Sanie w Brandwicy.



Fot. 17. Filary mostu na rz. Bystrzycy w Piasecznej;
fundamentowane systemem Paszkowskiego.

stów. Należy również nadmienić, iż wskutek ciągłych koniecznych napraw niszczy się spoiwość i całość nawierzchni drogowej, wywołując w ten sposób liczne utyskiwania na stan drogi ze strony miejscowej ludności.

Właśnie w tym dziale beton jest materiałem wprost niezastąpionym, który oddaje nam znakomite usługi. Raz wykonany

przepust betonowy, którego koszt przy dzisiejszych cenach drzewa nie wiele odbiega od kosztów przepustu drewnianego, daje obiekt wprost wiec z n o t r w a ł y, nie wymagający żadnej konserwacji, konieczności napraw i szkodliwego dla ruchu niszczenia jezdni. Nadto, co jest również bardzo ważnym, nawierzchnia drogowa przebiega po przepuszcie betonowym nieprzerwanie w tym samym charakterze, jaki zastosowany został dla całości drogi, czego nie można skutecznie przy przepuszcie drewnianym, przy którym stan nawierzchni jest zwykle niezmiernie lichy.

Ta cecha długotrwałości tych przepustów była powodem, iż Ministerstwo Robót Publicznych, pragnąc ułatwić zastosowanie ich



Fot. 18. Wiadukt betonowy nad torem kolejowym na szosie brzezińskiej pod Łodzią.

i rozpowszechnienie na drogach, opracowało i wydało w zeszytach cały szereg typów, dla wszystkich możliwych rozpiętości, klas, szerokości dróg oraz wysokości nasypów.

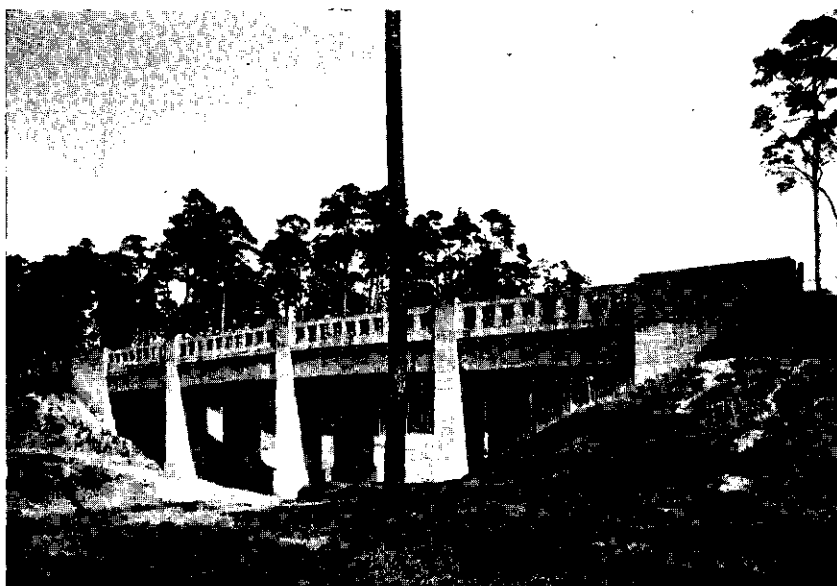
W tych publikacjach Ministerstwo rozwiązało nietylko bardzo starannie część konstrukcyjną zagadnienia, ale również przy każdym poszczególnym typie obliczono objętość przepływu oraz podano ich wymiary, które umożliwiają niezmiernie szybkie sporządzenie kosztorysu i zorientowanie się w kosztach budowy. W ten sposób, po zdecydowaniu się na budowę przepustu betonowego, mamy wszystkie potrzebne dane pod ręką, bez potrzeby zajmowania personelu drogowego opracowywaniem projektu przepustu. Dla orientacji w tej mierze podajemy dwa wzory zalecanych przez Ministerstwo przepustów, z których pierwszy (rys. 22) jest przepustem płytowym ramowym, drugi (rys. 28) — sklepionym.

Pragnąc powiększyć wytrzymałość płyty na zginanie, możemy uzbroić ją wkładkami żelaznymi wiotkimi lub sztywnymi. Uzbrow-

jenie takie dozwala na stosowanie płyt przy większych rozpiętościach, nawet do 7 metrów.

Potrzebna nadsypka nad płytą wynosi 20 — 30 centymetrów, przyczem warunkiem koniecznym jest pokrycie płyty z wierzchu warstwą izolacyjną, nieprzepuszczalną dla wody, a więc najlepiej asfaltem.

Grubość płyty zależnie od rozpiętości i przewożonych ciężarów waha się w granicach od 15 do 40 cm. Ze względu na lepszy odpływ wody, przedostającej się z jezdni, górną powierzchnię płyty wykonujemy z obustronnym spadkiem, wskutek czego posiada ona największy przekrój w osi mostu, który stopniowo zmniejsza się w kierunku boków.



Fot. 19. Betonowy wiadukt belkowy w Bydgoszczy, na linii okrężnej Kapuściska-Rynkowo.

Przy małych rozpiętościach płyty mogą być wykonywane masowo w betoniarni, przywożone w stanie gotowym na miejsce budowy i osadzone jedna obok drugiej na wykonanych uprzednio przyczółkach. Zaoszczędzamy w ten sposób na wydatkach, związanych z oszalowaniem płyty w czasie jej budowy.

Uzbrojenie płyty wkładkami wiotkimi składa się z okrągłych prętów żelaznych, układanych w równych odstępach od siebie i połączonych cieńszymi prętami, zwanymi rozdzielającymi, o średnicy 6 do 8 mm. i związanych ze sobą drutem. Utworzona w ten

sposób siatka układa się przy betonowaniu w odpowiedniej odległości od spodniej powierzchni płyty.

Płyta powinna być tak skonstruowana, żeby spoczywała na podporach powierzchnią, conajmniej 15 cm. szeroką. Płyta może być również połączona na stałe z przyczółkiem, wówczas wkładki żelazne wpuszczane są w przyczółki i tworzą w ten sposób, jako całość, konstrukcję ramową.

W pewnych warunkach, gdy posiadamy do dyspozycji stare szyny, możemy wykonać płytę z wkładkami sztywnymi. Szyny względnie dźwigary żelazne rozmieszczamy w równych odstępach, usztywniając w razie potrzeby ich wzajemne położenie, celem uniknięcia jakichkolwiek przesunięć w czasie betonowania. Otrzymu-



Fot. 20. Most o belce ciągłej na rz. Kamienicy pod Nowym Sączem.

jemy w ten sposób konstrukcję niezmiernie prostą, jakkolwiek zaznaczyć należy, iż opłaci się ona tylko wówczas, gdy mamy do dyspozycji tanie, bezużyteczne szyny lub dźwigary żelazne.

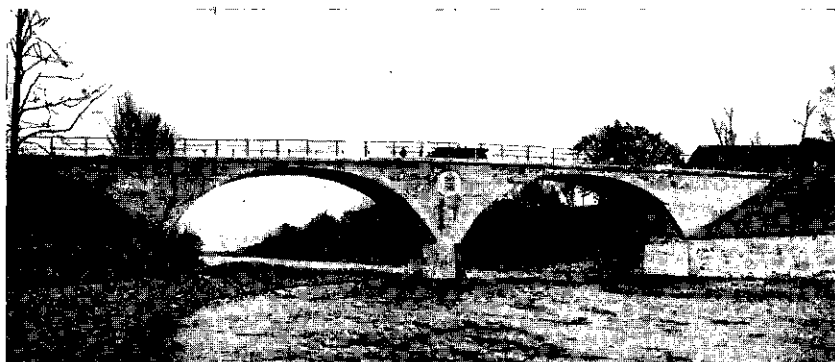
W normalnych warunkach znacznie ekonomiczniejsze są jednak płyty z wkładkami wiotkimi.

Kształty przepustów sklepionych są najrozmaitsze. Najchętniej jednak stosowane są przekroje paraboliczne lub tak zwane łuki koszowe, wytworzone z kilku łuków kołowych.

Bardzo pożądaną rzeczą jest, żeby wierzchnia część przepustu sklepionego została wyprawiona asfaltem; w ten sposób nie dopuścimy bowiem do wnętrza betonu wody, spływającej z pokładów ziemnych, znajdujących się ponad przepustem.

Przepusty sklepione otrzymują zwykle progi przy wlocie i wylocie, nadto nieraz również i progi pośrednie. Zadaniem tych progów jest przeciwdziałanie podmyciu dna przepustu.

Przepusty pod wysokimi nasypami otrzymują dość znaczne długości, dochodzące nieraz do kilkudziesięciu metrów. W tych wypadkach należy przepust wykonać z kilku oddzielnych części w celu zapobiegania nierównomiernemu osiadaniu się całości i ewentualnie możliwemu pęknięciu. Poszczególne części przepustu stykają się ze sobą tępo, szczeliny zaś zetknięcia wypełnia się materiałem plastycznym, względnie papą asfaltową.

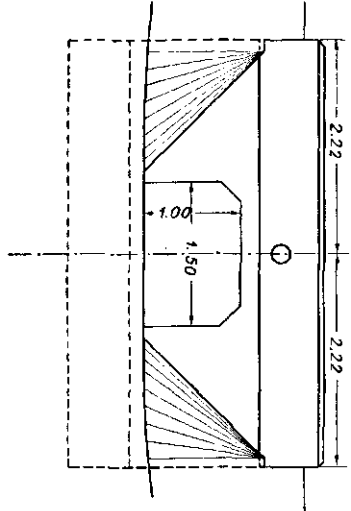


Fot. 21. Betonowy most łukowy na rz. Jasiołce w Zboiskach obok Dukli.

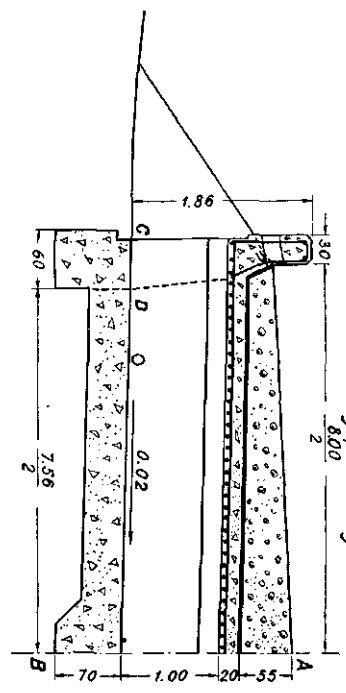
W związku z powyższem poruszyć należy niezmiernie ważną dla dróg naszych sprawę, a mianowicie tak zwanych mostów p r z e j a z d o w y c h. Droga nie stanowi sama w sobie oderwanego od całości fragmentu, lecz służy do połączenia szeregu osiedli i realności przy niej położonych. Ażeby umożliwić wjazd z jednej drogi na drugą, albo też, chcąc połączyć z drogą wszelkie realności, zabudowania i pojedyncze parcele, musimy ułożyć mostek na przydrożnym rowie w formie przepustu, umożliwiający swobodną komunikację.

Nieodpowiednio ułożone przejazdy, których w kraju mamy setki tysięcy, są prawdziwem utrapieniem wszystkich zarządów drogowych. Przepusty przejazdowe, wykonane licho lub też z materiału nieodpowiedniego, są powodem niszczenia i zamulenia się rowów przydrożnych, których dobry stan jest rzeczą pierwszorzędną doniosłości dla każdej drogi. Rów zamulony, wskutek niemożności normalnego odpływu wody pod przepustem przejazdowym, powoduje wylew wody z rowu na drogę, co w wyniku doprowadza do zupełnego zniszczenia jezdni. Można śmiało powiedzieć, iż należyta konstrukcja przepustów przejazdowych w a r u n k u j e

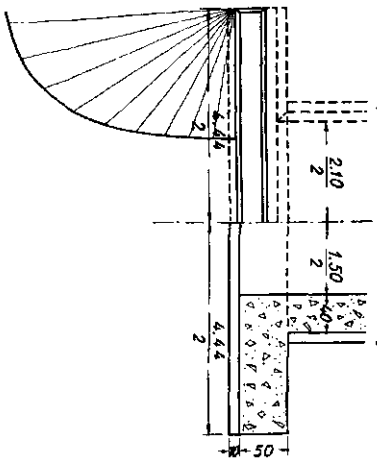
Żelazobetonowy przepust ramowy.
Widok.



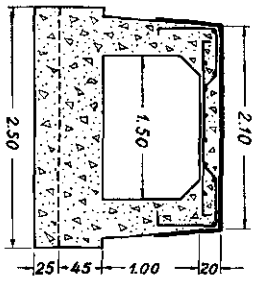
Przekrój podłużny



Rzut poziomy Przekrój C-D

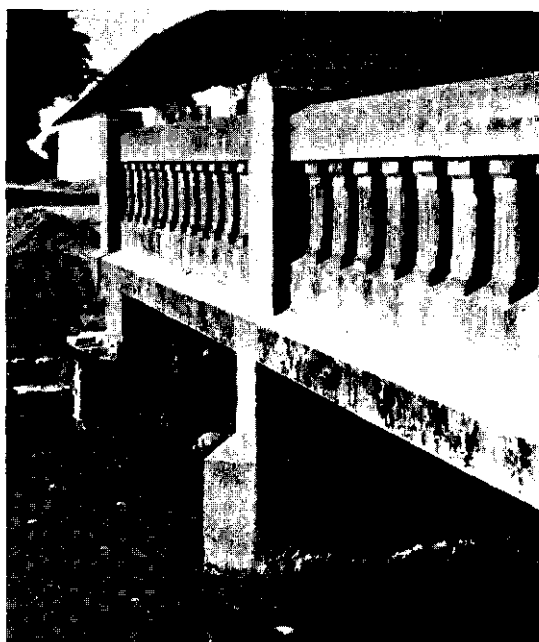


Przekrój poprzeczny A-B



Rys. 22 Projekt żelazobetonowego przepustu ramowego o świetle 1,50 m. Rozpiętość w świetle 1,50/1,00 m. Szerokość drogi 8,00 m.

wprost dobroć i pewność ruchu kołowego na drodze. Z tego powodu winniśmy stale dążyć, aby wszystkie przepusty przejazdowe wykonywane były wyłącznie z materiału trwałego, jakim jest beton. Jest to tem więcej możliwe, iż w większości wypadków wystarczą rury betonowe, układane w rowie przydrożnym, tak zwane przepusty drogowe w formie kręgów, o długości 1 metra, których wzajemne szczelne połączenie umożliwiające jest zapomocą odpowiedniej zakładki. W powyższy sposób wykonany przejazd be-



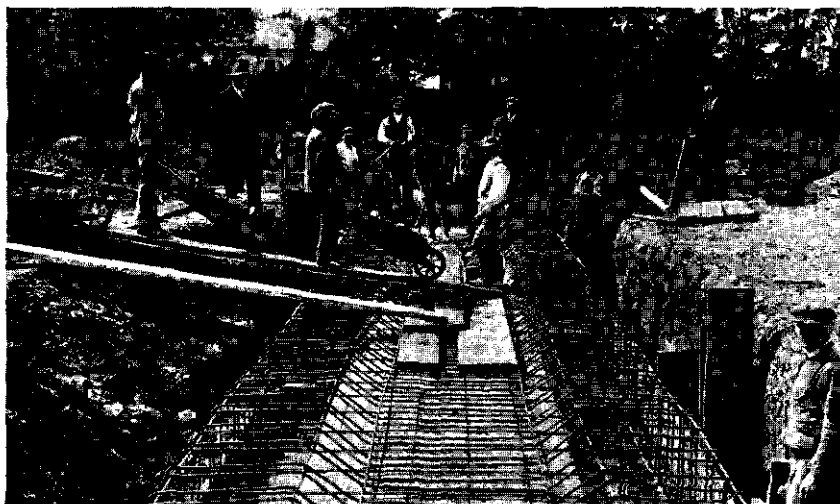
Fot. 23. Betonowy przepust płytowy w pow. Wejherowskim.

tonowy uwalnia zarząd drogowy od kłopotów, dla właściciela zaś posiadłości lub parceli, która przejazdem została z drogą połączona, nie powoduje w przyszłości żadnych dalszych kosztów i uwalnia go od wszelkiej odpowiedzialności, jaką zwykle ponosić musi z powodu nieodpowiednio urządzonego przejazdu.

O ile przejazd urządzony ma być na połączeniu się dwóch dróg, wówczas rura betonowa nie jest tutaj już odpowiednią; w tych razach powinien być wykonany jeden z przepustów typu, zalecanego przez Ministerstwo Robót Publicznych.

Wielkość otworu przepustu betonowego zależna jest w pierwszym rzędzie od wielkości terenu, z którego wodę ma on przepusz-

czać. Ogólnych norm ustalić tutaj nie można, gdyż obszary zlewni dla rozmaitych przepustów są bardzo różnorodne. Jako zasadę ustalić należy, żeby przepływająca woda, spowodowana deszczami nawałnicowymi, nie wypełniała całkowicie przepływu przepustowego, lecz wypełnienie to dochodziło maksymalnie do $\frac{9}{10}$ wysokości otworu przepustu. W razie zbyt małego przekroju przepływu, mógłby się zdarzyć wypadek całkowitego wypełnienia otworu, wskutek czego przepust narażony byłby na wewnętrzne ciśnienie podobnie, jak to ma miejsce z rurą wodociagową, co mogłoby się ujemnie odbić na jego dotychczasowym stanie.



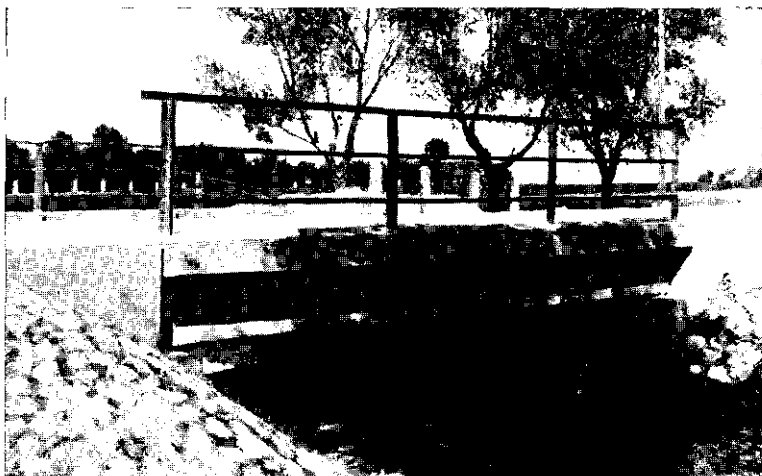
Fot. 24. Przepust betonowy płytowy 1,8 metra światła obok Stryja na drodze Lwów-Klimiec. Widok wkładek żelaznych.

MOSTY BELKOWE.

Przy mostach powyżej 5 metrów rozpiętości wykonywanie ich, jako przepustów płytowych, okazuje się już nieekonomiczne i wówczas stosujemy konstrukcje belkowe, zwane również żebrowymi. Przy mostach drogowych ustrój żebrowy może być stosowany najwyżej do 16 m., a przy belkach ciągłych do 25 metrów rozpiętości.

Zasada tego ustroju polega na tem, że istotnym elementem niosącym są belki żelazobetonowe o wymiarach dostosowanych do rozpiętości oraz obciążeń, które połączone są wzajemnie uzbrojoną płytą betonową. W ten sposób w przekroju poprzecznym mostu przedstawia się wspomniany ustrój w formie żeber.

Odstęp wzajemny żeber waha się w granicach od 1 do 2 m., często spotykamy również zastosowanie żeber poprzecznych, których zadaniem jest odpowiednie wzmocnienie belek głównych.



Fot. 25. Przepust betonowy na szosie grójeckiej na rz. Utracie pod Raszynem.

Wysokość konstrukcyjna tego rodzaju mostów leży w granicach od $\frac{1}{7}$ do $\frac{1}{14}$, przeciętnie zaś posiada $\frac{1}{10}$ rozpiętości.

Konstrukcje tego rodzaju, dla których Ministerstwo Robót Publicznych wypracowało również szereg typów przy rozmaitych rozpiętościach, mają wygląd estetyczny, koszt ich stosunkowo nie jest wielki, przyczółki zaś i filary wobec oddziaływań pionowych nie wymagają znaczniejszych rozmiarów.

W miastach i osiedlach, gdzie chcemy oddzielić ruch pojazdowy od pieszego, urządzone być muszą osobne chodniki dla pieszych, jednostronne lub też z obu stron. Chodniki takie wykonywane są zazwyczaj w formie wsporników, występujących poza linje skrajnych belek.

Celem należytego odpływu wody wykonuje się, w przekroju poprzecznym, górną powierzchnię konstrukcji mostów z obustronnym spadkiem ku krawężnikom.

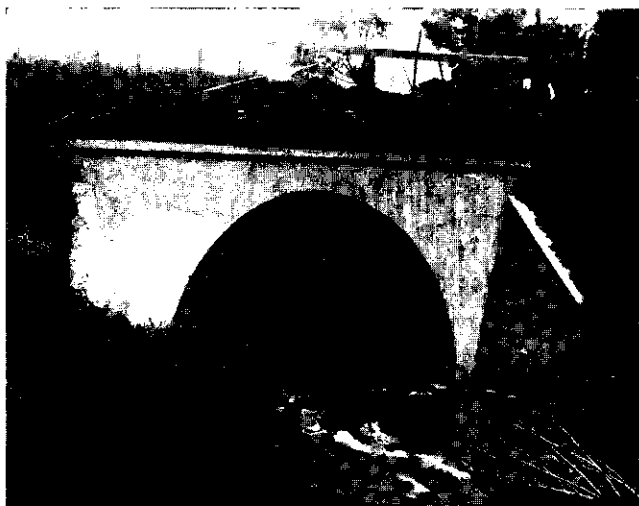
Nadto pokrywa się ją asfaltem, względnie papą asfaltową, celem niedopuszczenia przesiąkania wody do beto-



Fot. 26. Przepust betonowy pod Kosowem Poleskim.

nu. Chodniki otrzymują również lekki spadek poprzeczny, najwyższej 2% ku środkowi mostu.

Przy mostach o rozpiętościach do 10 m. konstrukcja niosąca układana bywa bezpośrednio na przyczółkach lub filarach, natomiast przy rozpiętościach większych opieramy ją na łożyskach przesuwowych z żelaza lanego, umieszczanych na przyczółku lub filarze. Użycie łożyska jest wskazane z tego powodu, iż beton podobnie, jak każde inne ciało, pod wpływem zmian temperatury, które w naszych warunkach klimatycznych są dość znaczne i wahają się w granicach od -25° do $+30^{\circ}$ C, wydłuża się lub skraca, łożysko zatem umożliwia przesuwanie się całej konstrukcji bez żadnej szkody dla jej wewnętrznej spójności.

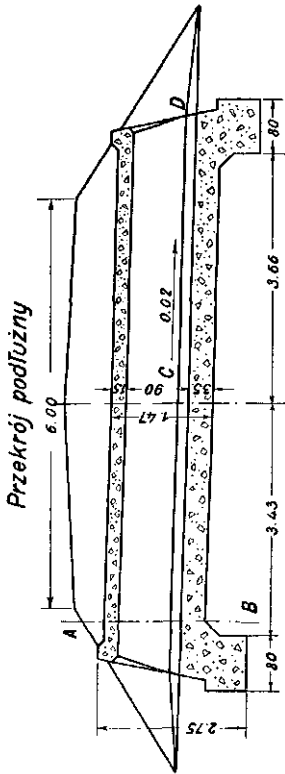


Fot. 27. Przepust sklepiony na rz. Łopuszance w pow. Starosamborskim.

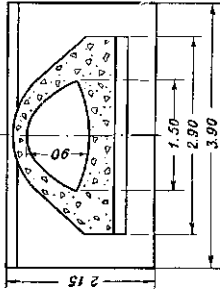
Dla bezpieczeństwa ruchu na moście i przyczółkach ustawia się poręcze żelazne lub żelbetowe. Beton jest materiałem, który pod tym względem właśnie umożliwia rozwiązanie tego zagadnienia ze stanowiska estetycznego tak, iż poręcze betonowe sprawiają miłe i sympatyczne dla oka wrażenie, pomijając już nawet wspomnianą poprzednio trwałość.

Oprócz opisanych powyżej mostów belkowych, wykonuje się również cały szereg innych konstrukcji, opartych na tej samej zasadzie pionowego oddziaływania na podporach, a więc mosty kratowe, belki ciągłe, przegubowe, wspornikowe, ramowe, dźwigary łukowe ze ściągiem i t. p., które różnią się sposobem obliczenia

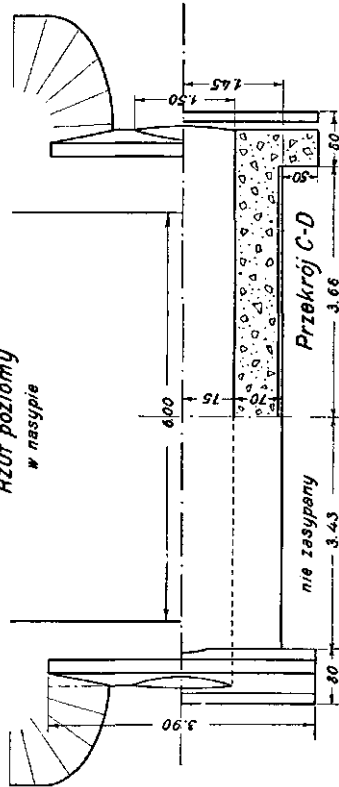
Przepust z betonu.



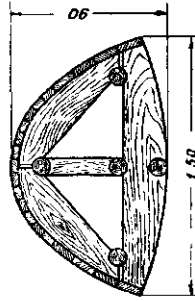
*Przekrój A-B
bez nasypu*



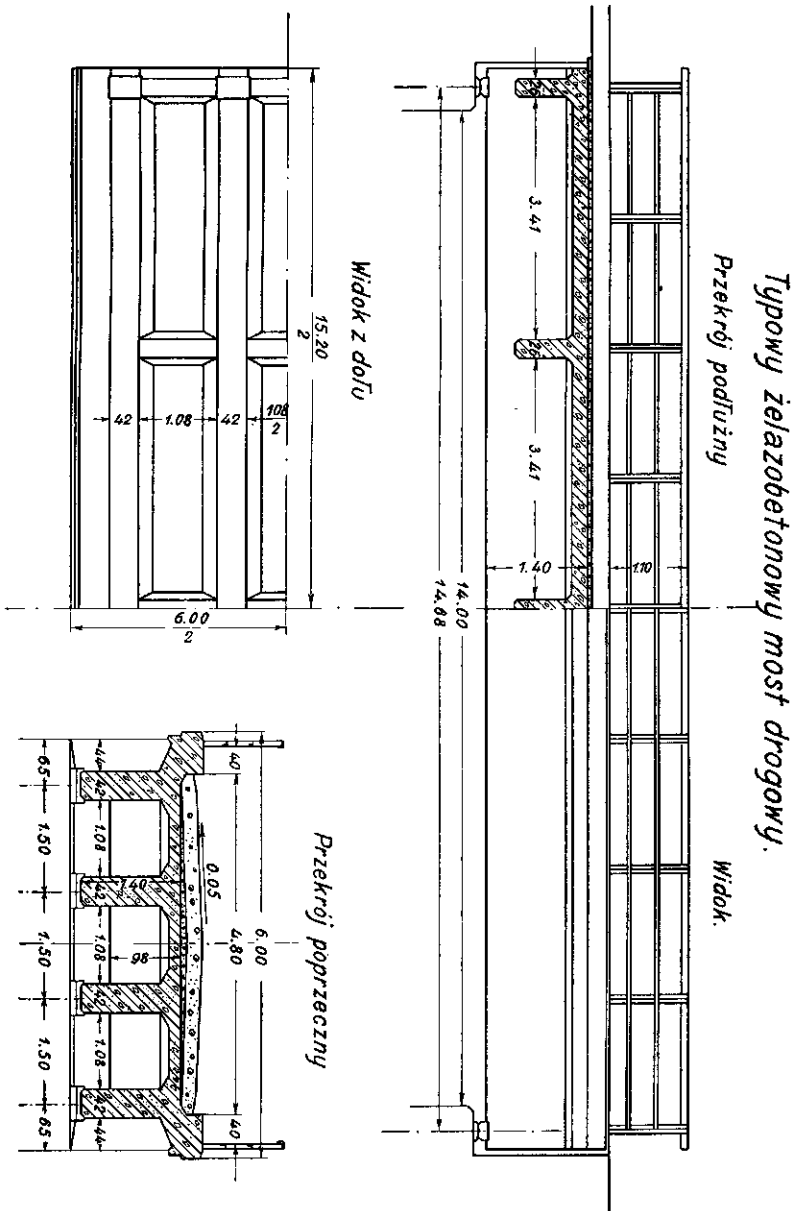
*Rzut poziomy
w nasypie*



Kraźny i szalowanie.



Rys. 28. Projekt betonowego przepustu sklepionego o świetle 1,50/0,90 metr.



Rys. 29. Projekt żelazobetonowego mostu belkowego o świetle 14,00 m.
 Rozpiętość podporowa 14,68 m, w świetle 14,00. Szerokość całkowita 6,00 m, użyteczna 5,60.

i zewnętrznym wyglądem, a stosowane są przy większych rozpiętościach.

Zwrócić należy przytem uwagę na korzyści, wynikające z użycia tak zwanych belek ciągłych, to jest takich, które przechodzą w sposób nieprzerwany przez szereg podpór, w postaci filarów i przyczółków. Beton jest materiałem, który szczególnie nadaje się



Fot. 30. Żelazobetonowy most belkowy na drodze Czernsk-Chojnice.



Fot. 31. Most łukowy na rz. Bzurze pod Łowiczem.

do tego rodzaju konstrukcji. Belki ciągłe przedstawiają tę korzyść w porównaniu z konstrukcjami w dwóch punktach podpartemi, że wymiary ich wypadają mniejwięcej do 20% mniejsze, przy zach-

waniu tych samych odstępów filarów, lub też, pozostawiając odstępów te same, mamy możliwość wykonania konstrukcji niosącej, o wymiarach poprzecznych mniejszych, a zatem tańszej.

MOSTY ŁUKOWE.

Przy rozpiętościach większych, a więc w granicach od 25 do 40 m. wzwyż, projektujemy mosty łukowe betonowe lub żelazobetonowe, przy których wybitnie występują korzyści zastosowania betonu, jako materiału podstawowego, gdyż w porównaniu z mostami sklepieniami kamiennymi, otrzymujemy konstrukcje znacznie ładniejsze, lżejsze, a zatem i tańsze.



Fot. 32. Łukowy most żelazobetonowy na rz. Ropie w Gorlicach.

Jak już wspomnieliśmy poprzednio, beton należy do tych materiałów, które mogą na siebie przyjąć pewne nieznaczne ciągnięcia. Ta właściwość da się wykorzystać przy mostach łukowych, które zależnie od rozpiętości mogą być betonowe lub też żelazobetonowe.

Przy mostach betonowych używamy zazwyczaj betonu chudszego o stosunku cementu do kruszywa 1 do 5 aż 1 do 8, przy uzbrojonych zaś — tłustszego betonu o stosunku 1 do 3 aż 1 do 5.

Należy przytem podkreślić, iż po ustawieniu potrzebnych rusztowań i wykonaniu oszalowań, sama robota betonowania mostów łukowych trwa niezmiernie krótko i przewyższa pod względem szybkości wykonania nawet konstrukcje żelazne, które, jak wiadomo, przychodzą na miejsce budowy częściowo już zmontowane, a w każdym razie w elementach zupełnie gotowych do nitowania.

Ponieważ oddziaływania na podporach mają tutaj kierunki ukośne, przeto przyczółki muszą być zwykle nieco grubsze, niż przy mostach belkowych, przyczem kształt ich powinien być przystosowany, z uwagi na oszczędność materiału, do tak zwanej linii ciśnienia.

Szczególnie wygodnym jest użycie betonu do mostów łukowych, położonych w ukosie, które przy mostach kamiennych są niezmiernie trudne do wykonania, natomiast przy betonie ukos jest rzeczą dość obojętną, wpływającą tylko na sprawę szalowania.

Ze względu na kształt przekroju poprzecznego mosty łukowe mogą być wykonane, jako sklepienia pełne lub żebrowe.

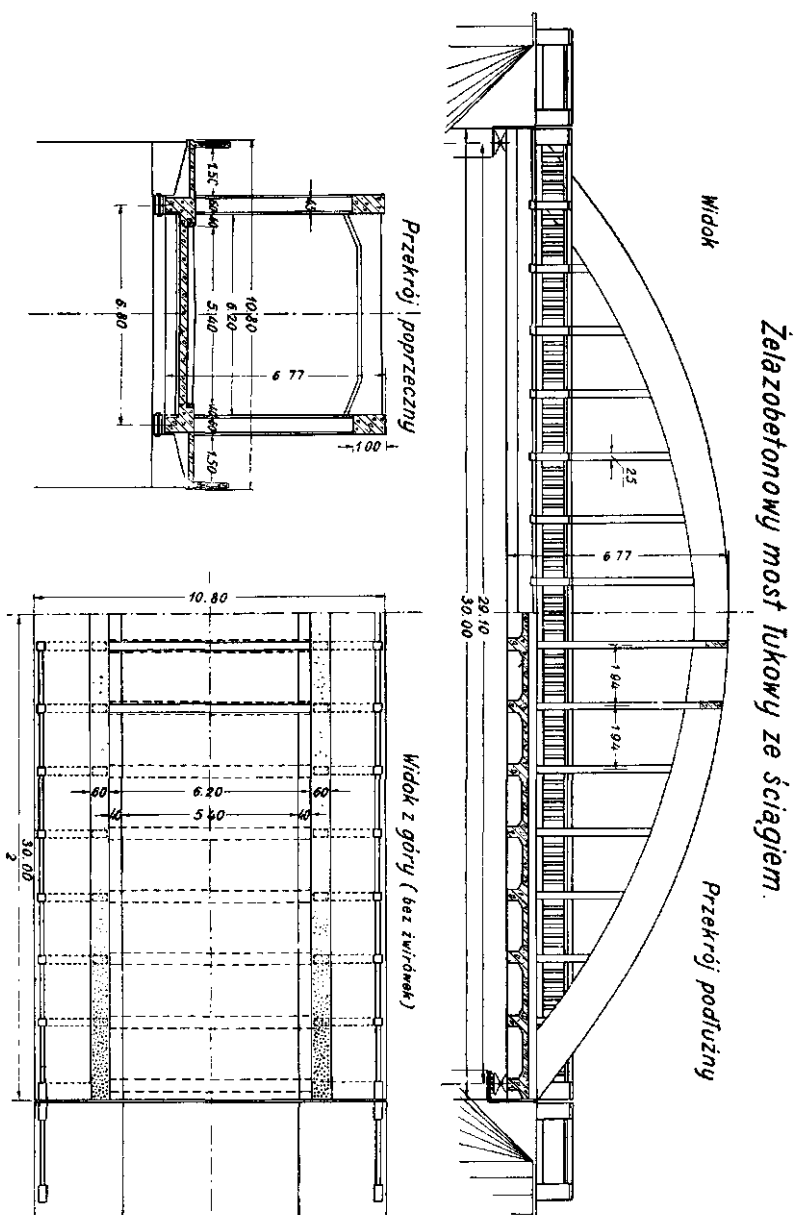


Fot. 33. Łukowy wiadukt nad koleją na drodze Engiertowo-Kartuzy.

W pierwszym wypadku kształt przekroju poprzecznego jest prostokątny, w drugim w formie litery *T*. Uzbrojone mogą być one albo wkładkami wiotkimi lub też sztywnymi, przyczem te ostatnie dzielą się na cały szereg typów.

Podział może być przeprowadzony również pod względem ilości łuków, znajdujących się w jednym przekroju poprzecznym, w tej mierze wykonujemy mosty bądź to sklepione, bądź też o dwu lub kilku łukach, przyczem pomost może się znajdować albo u góry, albo też u dołu, w postaci elementu zawieszzonego.

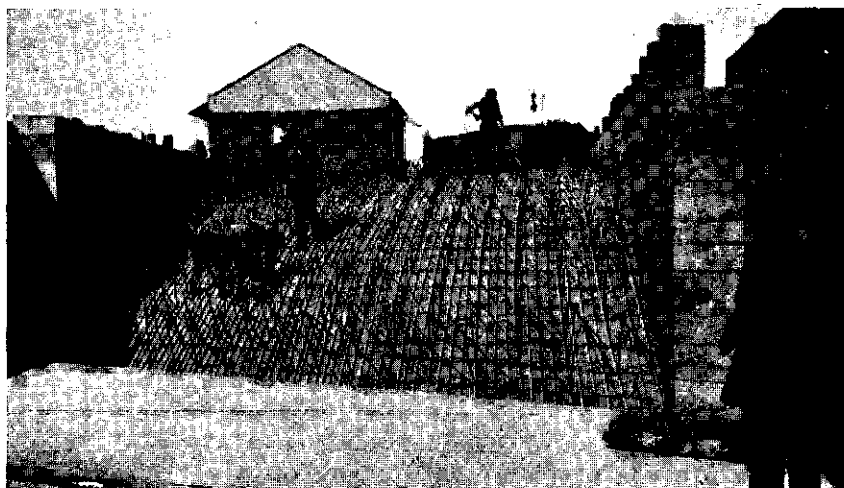
Ażeby mosty łukowe uczynić statycznie wyznaczalnymi czyli innymi słowy wytworzyć sobie, o ile możliwości, dokładny pogląd na przebieg tak zwanej linii ciśnienia w łuku, projektujemy



Rys. 34. Żelazobetonowy most łukowy ze ściągiem.



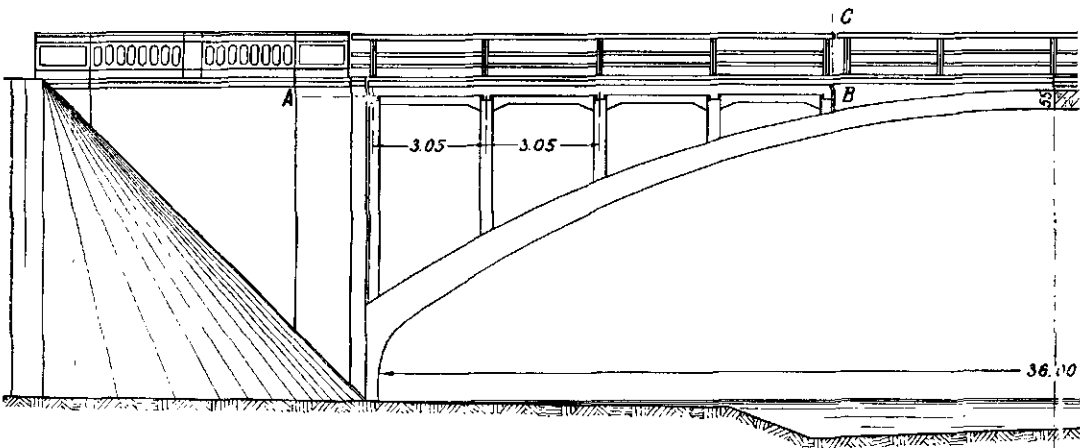
Fot. 35. Most łukowy na rz. Strwiążu w Ustrzykach.



Fot. 36. Układanie wkładek żelaznych przy moście na rz. Strwiążu w Ustrzykach.

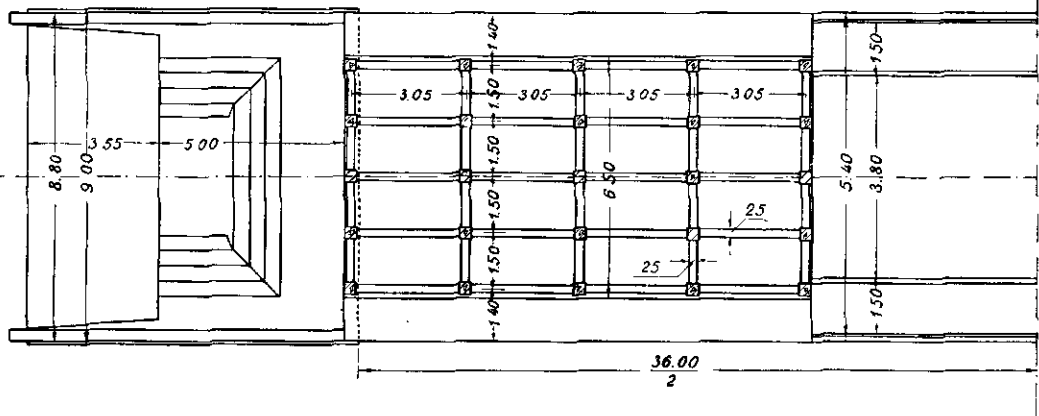
szczególnie przy większych rozpiętościach sklepienia z przegubami. Przeguby, których może być jeden lub trzy, są to elementy w rodzaju łożysk, wykonanych z betonu, kamienia, żelaza lub ołowiu; umożliwiają one swobodne odkształcenia sklepienia, wywołane zmianami temperatury, bez obawy powstawania z tego powodu pęknięć w konstrukcji.

Widok



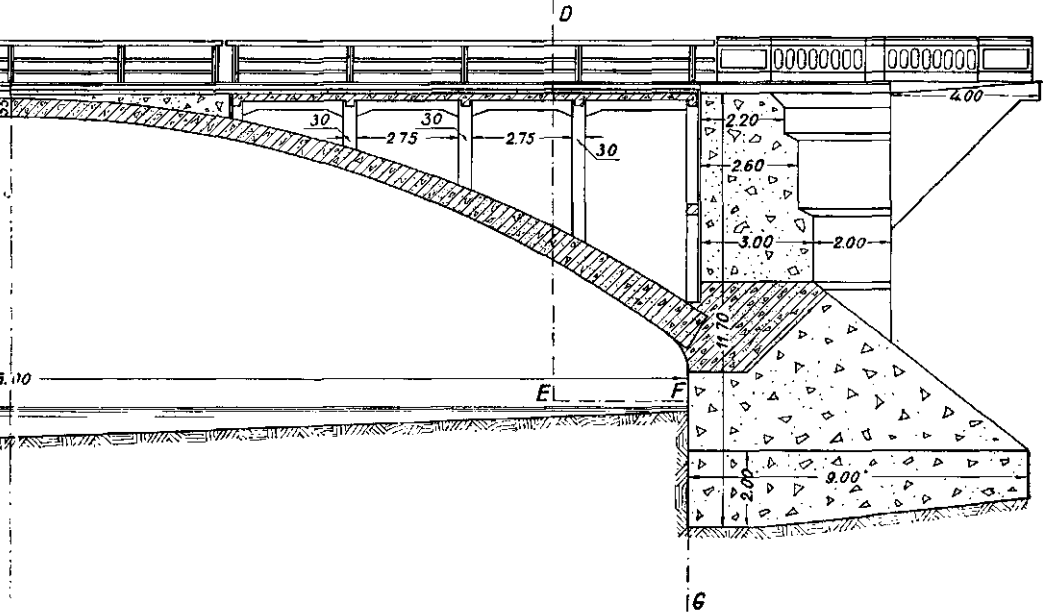
Przekrój A-B-C

Widok z góry

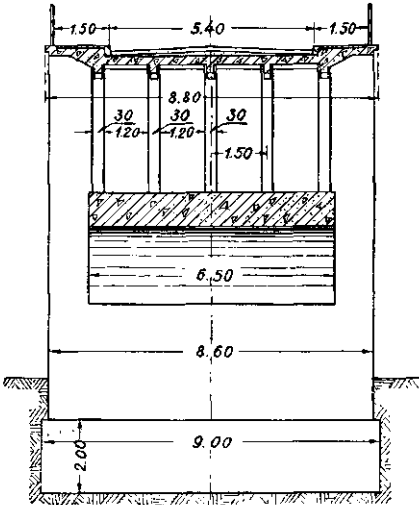


Rys. 37. Most łukowy z p

Przekrój podłużny



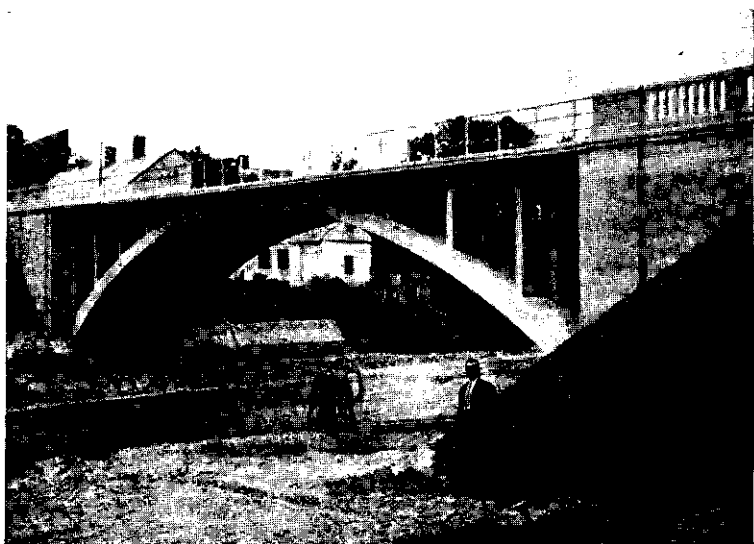
Przekrój poprzeczny D-E-F-G



Żelazobetonowy
most Tukowy.

Niezmiernie pięknie ze stanowiska architektonicznego przedstawiają się betonowe mosty łukowe z pomostem górnym, który jest oparty na osobnych filarkach, spoczywających na sklepieniu. Przykładem tego rodzaju konstrukcji jest między innymi betonowy most drogowy na Sole w Oświęcimiu oraz most na Przemysce w Delatynie; ostatni wykonany w bardzo silnym ukosie.

W wypadkach, gdy wysokość konstrukcyjna jest zbyt mała, żeby można było wykonać odpowiednio długi łuk dołem, projektujemy żelazobetonowe mosty łukowe z pomostem dolnym, który zawieszony jest na łuku zapomocą wieszaków żelaznych lub żelazobetonowych.



Fot. 38. Żelazobetonowy most łukowy z pomostem górnym na rz. Białej w Grybowie.

Otrzymujemy wówczas konstrukcję niezmiernie śmiałą, ekonomiczną i miłą dla oka. Przykładem tego rodzaju wykonania może być środkowe prześło mostu na Wisłoku w Rzeszowie lub mostu na Utracie pod Błoniem.

W tych wypadkach dwa łuki niosące połączone są u góry żelazobetonowymi tężnikami poprzecznymi, celem usztywnienia całości konstrukcji.

Jaka forma łuku ma być wybrana dla danej konstrukcji, decydują o tem warunki terenowe, które wpływają na wysokość konstrukcyjną oraz zależne są od wytrzymałości gruntu, na którym most ma być zbudowany. Ogólnie można zaznaczyć, iż łuki o strzałce zwiększonej, strzeliste, przedstawiają się ze względu na

ekonomję budowy korzystniej, niż półkoliste lub płaskie, albowiem wypadają przy nich poprzeczne wymiary przyczółków znacznie mniejsze.

Przy mostach sklepionych zwykłego typu, zamknięcia boczne wykonuje się zapomocą betonowych murów czołowych; przestrzeń pomiędzy sklepieniem, a murami czołowymi wypełnia się przepuszczalnym materiałem ziemnym, na którym po ubiciu układamy jezdnię. Z uwagi na możliwość przedostawania się wody do powyżej wspomnianych klinów ziemnych, należy zawsze przewidzieć stosowne odwodnienie, założone w formie rur lub sączków, położonych w najniższym punkcie i odprowadzających wodę na zewnątrz, zazwyczaj w węzłowie sklepienia.

Mosty łukowe przedstawiają możliwość ogromnej ilości rozwiązań, w zależności od warunków miejscowych. Z tego powodu dla większych rozpiętości potrzebne są oddzielne projekty, których wykonanie powinno być powierzane odpowiednio wykwalifikowanym inżynierom, dającym gwarancję jaknajstaranniejszego i najekonomiczniejszego ich opracowania.

WYKONYWANIE MOSTÓW BETONOWYCH.

Mosty betonowe wykonywane są z cementu i kruszywa. Przez kruszywo rozumiemy kamień tłuczony lub żwir rzeczny albo kopany, o różnej wielkości ziarn łącznie z piaskiem, przyczem obowiązuje zasada, żeby ilość piasku w nim była wystarczająca do wypełnienia, o ile możności, wszystkich wolnych przestrzeni, zawartych pomiędzy przylegającymi do siebie poszczególnymi ziarnami kamienia czyli, aby mieszanina była jaknajściślejsza.

Z uwagi, iż ilość wolnych przestrzeni w kamieniu jest bardzo różna w zależności od wielkości jego ziarn, koniecznem jest przed rozpoczęciem budowy wykonać odpowiednie próby, ustalające wielkość pustych miejsc w kamieniu, przez co uzyskamy możność oznaczenia ilości piasku, potrzebnego do naszej mieszaniny betonowej.

Użyty kamień powinien być wolny od wszelkich domieszek, któreby wpływały szkodliwie na wytrzymałość betonu, nadto powinien być on również wytrzymały na mróz.

O ile kruszywo posiada domieszki szkodliwe, jak naprzykład glinę lub części roślinne, należy go przed użyciem przemyć.

Wielkość poszczególnych ziarn kamienia jest rozmaita w zależności od rodzaju konstrukcji. Przy zeskładach żelazobetonowych ziarna kruszywa winny przechodzić przez sito o wymiarze oczek 4×4 cm., natomiast przy konstrukcjach czysto betonowych, a więc z betonu ubijanego, można używać również ziarn większych, przyczem dla fundamentów dopuszczalny jest największy wymiar

do 30 cm. średnicy, w ilości jednak nie przekraczającej 25% całości użytego kruszywa.

Kamień, użyty do budowy, powinien wykazywać wytrzymałość conajmniej 300 kg/cm.² oraz nasiąkliwość conajwyżej 10% objętości.

Woda, użyta do zarabiania betonu, powinna być wolna od wszelkich zanieczyszczeń kwasowych lub siarkowych. Ilość jej zależna jest od tego, czy wykonujemy konstrukcję betonową, czy też żelazobetonową. W pierwszym wypadku powinno się użyć taką ilość wody, aby beton dawał się ugniatać w kulę, w drugim zaś ilość wody musi być taka, żeby beton wymieszany dawał się wlewać do form. Nie wolno natomiast używać betonu suchego.



Fot. 39. Skrajne przęsła mostu na rz. Wisioku w Rzeszowie w czasie budowy.

Zawartość cementu w betonie podajemy przez oznaczenie ilości jego w kilogramach na 1 m.³ kruszywa. Winna być ona tak dobraną, żeby wytrzymałość kostek próbnych po 28 dniach tężenia odpowiadała tej wytrzymałości, która przyjęta była w obliczeniach statycznych.

Dla betonu niewzmocnionego najmniejsza ilość cementu powinna wynosić 100 kg. na 1 m.³ kruszywa, natomiast w konstrukcjach żelazobetonowych nie może być cementu mniej, niż 300 kg. na 1 m.³ kruszywa.

Dla przepustów betonowych sklepionych nieuzbrojonych normy, ustalone przez Ministerstwo Robót Publicznych, przewidują następujące ilości cementu:

w fundamentach murów	200 kg.	} na 1 m. ³ kruszywa
w fundamentach rury	230 kg.	
w rurze	280 kg.	

Dla umożliwienia obliczeń ilości materiałów, potrzebnych przy różnych ustosunkowaniach cementu i kruszywa, podajemy odnośne dane:

Stosunek cementu do kruszywa.	Zużycie na 1 m. ³ betonu	
	cementu w kg.	kruszywa w m. ³
1 : 3	450	0.96
1 : 4	355	1.02
1 : 5	295	1.06
1 : 6	250	1.08
1 : 7	220	1.09
1 : 8	190	1.10
1 : 9	169	1.10
1 : 10	151	1.10
1 : 12	125	1.10

O ile w projekcie podany jest stosunek mieszaniny betonu trzyliczbowy, a więc stosunek cementu do piasku i do materiału kamiennego, wówczas przybliżone dane, dotyczące poszczególnych materiałów, są następujące:

dla żwiru

Stosunek objętościowy	Zużycie na 1 m. ³ betonu		
	cementu w kg.,	piasku w m. ³ ,	żwiru w m. ³ .
1 : 2 : 4	318	0.45	0.90
1 : 3 : 6	210	0.45	0.90
1 : 4 : 8	158	0.45	0.90
1 : 5 : 10	125	0.45	0.90

dla tłucznia

1 : 2 : 3	395	0.60	0.90
1 : 3 : 4.5	280	0.60	0.90
1 : 4 : 6	215	0.60	0.90
1 : 5 : 7.5	168	0.60	0.90

Przy budowie mostów powyżej 10 m. rozpiętości powinny być wykonywane kostki próbne z tej samej mieszaniny, jaka ma być użyta przy budowie i poddawane po 28-dniowym tężeniu próbom

wytrzymałości w jednym z uprawnionych do tego zakładów. Do takich należą laboratorja dla badania materiałów budowlanych, istniejące przy Politechnikach w Warszawie i we Lwowie.

Dla małych mostów poniżej 10 m. rozpiętości można za zezwoleniem technicznej władzy nadzorczej nie wykonywać prób i przyjmować wytrzymałość betonu na ściskanie proporcjonalnie do ilości cementu zużytego na 1 m³ kruszywa, a mianowicie:

przy 500 kg. cementu na 1 m ³ kruszywa	200 kg/cm. ²
„ 400 kg. „ „ „ „	170 kg/cm. ²
„ 300 kg. „ „ „ „	140 kg/cm. ²
„ 200 kg. „ „ „ „	100 kg/cm. ²
„ 100 kg. „ „ „ „	60 kg/cm. ²

Cement powinno się zamawiać w ten sposób, żeby nie leżał na składzie dłużej, jak 3 miesiące.

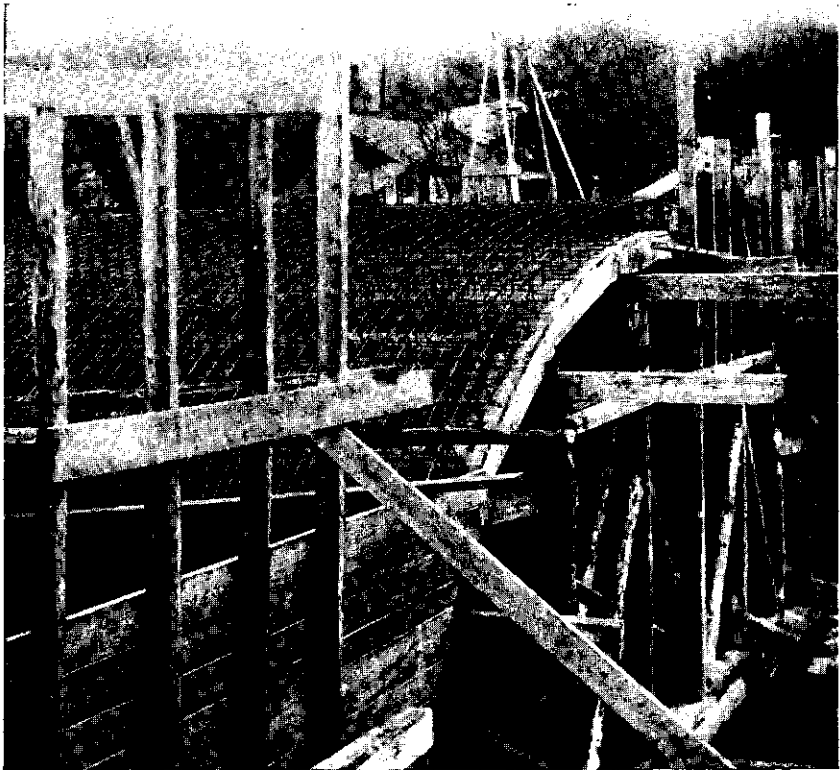


Fot. 40. Betonowanie środkowego przęsła mostu na rz. Wisłoku w Rzeszowie.

Niezmiernie ważną czynnością w czasie budowy jest mieszanie betonu, które może być ręczne lub maszynowe. To ostatnie opłaci się zawsze przy wykonywaniu budowli większych. O ile mieszanie betonu dokonywa się ręcznie, wówczas poszczególne partje mieszaniny nie powinny być większe, niż 1 m.³; nadto przepisy polskie żądają, aby przy ręcznym mieszaniu ilości cementu, określone normami, były większe przy betonie ubijanym o 5%, przy betonie zaś lanym o 10%.

Nanoszenie betonu do odpowiednich szalowań powinno się odbywać natychmiast po wymieszaniu. Przy stosowaniu betonu syp-

kiego (nie lanego) grubość poszczególnych warstw nie powinna przekraczać 15 cm., poczem należy warstwy te natychmiast silnie ubijać. Beton trzeba nanosić w możliwie małych wysokościach, ponieważ zależy nam na tem, aby poszczególne cięższe elementy kamienne nie oddzielały się od masy zarobionej przy nanoszeniu, gdyż cała mieszanina winna być, o ile możliwości, jednostajna.



Fot. 41. Układ wkładek żelaznych przy moście na rz. Jasiołce w Zboiskach.

Dla każdej budowli jest najlepiej, gdy betonowanie odbywa się bez przerwy. W razie koniecznej przerwy trzeba starać się o należyte związanie stężonego już betonu ze świeżo narzuconym.

Po ukończeniu betonowania koniecznym jest chronienie budowli aż do czasu całkowitego stężenia betonu, przed wstrząśnieniami i obciążeniami, nadto przed działaniem promieni słonecznych i wiatrów, które mogłyby przez odparowanie odbierać betonowi wodę, potrzebną do tężenia. Z tego powodu zaleca się przykrywanie po-

wierzchni wykonanej budowli płachtami, słomą lub wilgotnym piaskiem oraz częste i regularne skrapianie wodą.

Betonowanie w czasie mrozów jest przepisowo niedopuszczalne. Przy temperaturze 0°C należy roboty przerwać. Jeżeli wyko-



Fot. 42. Widok ku wnętrzu niezasypanego jeszcze mostu na rz. Strwiążu w Ustrzykach.



Fot. 43. Szalowanie filaru mostu na rz. Sanie w Brandwicy.

nywa się roboty betonowe przy temperaturze od 0° do $+4^{\circ}\text{C}$, wówczas należy świeży beton ochronić przed ewentualnym przemarzaniem przez odpowiednie nakrycie go w podobny sposób, jak już po-

przednio nadmieniliśmy. W wyjątkowych wypadkach, w których za zgodą odnośnej technicznej władzy nadzorczej wykonywa się roboty betonowe przy temperaturze poniżej 0°C , należy miejsce budowy, jakoteż mieszany beton zabezpieczyć od mrozu. W tych wypadkach kruszywo, wchodzące w skład betonu, musi być używane do budowy w stanie ogrzonym.

Należy zwracać szczególną uwagę na ubijanie przy wykonywaniu większych sklepień mostowych, które betonujemy w warstwach, przechodzących przez całą szerokość sklepienia. Przytem staramy



Fot 44. Ustawianie krajyn dla przepustu betonowego na rz. Tarnawce pod Laszkami Murowanemi.

się o to, aby równocześnie ubijać nanoszony beton po obu stronach sklepienia, symetrycznie względem jego osi.

Przerywanie betonowania przy budowie sklepienia nie jest wskazane; rozpoczęta robota powinna być prowadzona aż do jej ukończenia bez żadnych przerw.

Przy wykonywaniu mostów żelazobetonowych, należy zachować również pewne ostrożności w stosunku do żelaza.

Wkładki żelazne powinny być jedynie z żelaza zlewnego lub z miękkiej stali zlewnej. Przed ułożeniem wkładek należy je dokładnie oczyścić ze wszelkich nieczystości i rdzy.

Należy koniecznie pamiętać o starannem zakotwieniu wkładek w betonie przez zagięcie ich końców. Uzbrojenie trzeba tak silnie umocować w deskowaniach, aby w czasie nanoszenia betonu lub jego ubijania, wkładki nie zmieniły ani swego kształtu ani też położenia.

Zasadniczo nie wolno wkładek żelaznych, które w projekcie przewidziane były z jednego kawałka, łączyć zapomocą spawania lub nitowania. O ile jednak łączenie tego rodzaju okaże się niezbędne wskutek wielkiej długości wkładek, wówczas należy łączyć



Fot. 45. Szalowanie krążyn przepustu betonowego na rz. Liszni obok Drohobyca.

część przedłużyć poza teoretyczny punkt zetknięcia o tyle, ażeby siły wewnętrzne nie mogły wkładek przesunąć, a na całej długości zetknięcia łączone wkładki należy wiązać drutem. Punkty łączenia wkładek powinny być tak rozmieszczone, żeby znalazły się poza temi przekrojami, w których żelazo jest najwięcej naprężone.

Odstęp wkładek w świetle powinien być równy lub większy od grubości stosowanych wkładek; nie powinien być jednak nigdy mniejszy, niż 2 cm., ani też większy, niż 15 cm. Wkładki dwóch różnych wzmocnień, jak np. podłużnego i poprzecznego winny do siebie dokładnie przylegać i być zawsze związane drutem na stykach.

Wkładki powinny być zatopione w betonie. Najmniejsza grubość warstwy betonu, okrywającej wkładkę, nie powinna być nigdy mniejsza w płytach, niż 1 cm., w innych zaś konstrukcjach nie mniejsza nigdy, niż 2 cm.

RUSZTOWANIA I SZALOWANIA.

Beton, jako materiał plastyczny, wymaga ułożenia go w czasie roboty do odpowiedniej formy, dostosowanej do przyszłego kształtu mostu czy też przepustu.

Przy budowie przepustów płytowych lub sklepionych potrzebne szalowania są niezmiernie proste i w typach, podanych przez Ministerstwo Robót Publicznych, doskonale są one rozwiązane. Przeważnie składają się z krążyn, zazwyczaj trzyczęściowych, ustawianych prostopadle do osi budowli, w kierunku podłużnym, wzmocnionych dokładnie okraglakami i ewentualnie rozklinowanych w miarę potrzeby. Odstęp pomiędzy krążynami może być różny, lecz w granicach od 1 do 2 m. Zewnętrzna krawędź krążyn winna mieć dokładny kształt przepustu ze zmniejszeniem wymiarów przy uwzględnieniu grubości szalowania. Osadzenie krążyn wzdłuż osi przepustu powinno być tak dokładne, aby szalowanie dało się na nich szczelnie ułożyć. Do oszalowania używamy zazwyczaj bali o grubości 4 cm., których szerokość musi być taka, żeby wewnętrzna powierzchnia wykonywanego przepustu nie była łamana. Obojętną zatem będzie szerokość poszczególnych bali przy przepustach płytowych, natomiast przy sklepionych należy używać tem węższe, im z mniejszym promieniem krzywizny łuku będziemy mieli do czynienia.

Powierzchnie szalowania, stykające się z betonem, powinny być gładko oheblowane; dla uniknięcia przyczepności betonu do drzewa szalowanie wysmarowuje się jakimkolwiek tłuszczem, a mianowicie rozrobionem mydłem, ropą naftową i t. p.

Usztywnienia pojedynczych krążyn uskutecznią się zapomocą klamer i gwoździ.

Raz wykonana krążyna dla pewnego typu, służyć może do szeregu budowli o tych samych wymiarach, z czego wynika istotna oszczędność na budowie; również i deskowania mogą być użyte 6 do 8 razy, bez potrzeby sprawiania nowych. Drzewo do tego rodzaju szalowań bierze się miękkie. Odpowiednie oznaczenie poszczególnych części szalowania numerami, celem ułatwienia pracy przy ich zestawianiu, daje dobre wyniki.

Budowle większe wymagają wykonania w pierwszym rzędzie dostatecznie silnych rusztowań z okrągłego drzewa miękkiego, przy użyciu pali wbijanych lub słupów (stempli), następnie zaś wykonania krążyn i szalowań, dostosowanych do kształtów konstrukcji. Dla ułatwienia późniejszego rozszalowywania zaleca się obfite użycie klinów z drzewa twardego, których wybicie ułatwia w wysokim stopniu pracę przy rozbiórce. Rusztowania winny być dostatecznie mocne, ponieważ muszą na sobie wytrzymać cały ciężar konstrukcji, aż do czasu stwardnienia betonu.

Ilość żelaza, potrzebnego do z mocowania, związania czy też z bicia rusztowań w postaci klamer, gwoździ, drutu i śrub, waha się zwykle w granicach 10 do 30 kg. na 1 m.³ drzewa, użytego do ich budowy.

Nanoszony beton w miarę postępu budowy obciąża rusztowanie dość silnie, przytem jest nieuniknione pewne osiadanie się rusztowania. Z tego powodu należy o tem pamiętać, aby szalowanie i rusztowanie było zawsze o parę centymetrów wyższe, niż dolna kra-



Fot. 46. Kompletne rusztowanie dla przepustu betonowego na rz. Liszni obok Drohobycza.

wędz przyszej konstrukcji betonowej w jej ostatecznej formie, albowiem w miarę osiadania rusztowania różnica ta stopniowo zanika.

Drzewo, zastosowane do rusztowań, może być również kilkakrotnie użyte do tego rodzaju budowy, gdyż początkowe zniszczenie jego jest stosunkowo niewielkie.

Rozszalowywanie mostów i przepustów betonowych może nastąpić dopiero po stwardnieniu betonu. Dla mniejszych budowli wystarczy zasadniczo okres 28 dniowy; przy większych zaś lepiej jest przetrzymać je dłuższy okres na rusztowaniu. Rozbiórkę szalowań

wykonywać należy od środka ku podporom; przeprowadzenie tej roboty trzeba powierzać pracownikom doświadczonym, chodzi nam bowiem o to, żeby wzrost natężeń, jakie zaczynają występować w konstrukcji betonowej, był stopniowo i celowo rozłożony, przy jej rozszalowywaniu.

Przy większych konstrukcjach okaże się często rzeczą celową podpieranie poszczególnych elementów rusztowania zapomocą lewarów lub też skrzynek piaskowych. Zwolnienie z rusztowania odbywać się będzie wówczas stopniowo przez równomierne opuszczanie lewarów względnie powolne wypuszczanie piasku ze skrzynek.

OBRÓBKA POWIERZCHNI ZEWNĘTRZNYCH.

Dobrze i starannie wykonany most czy też przepust betonowy nie potrzebuje właściwie żadnej obróbki powierzchni zewnętrznych, lecz może być oddany do użytku w tym stanie, w jakim wychodzi po zdjęciu szalowania. Ten sposób ma zastosowanie przy wykonywaniu większości małych przepustów betonowych.

Niekiedy jednak zachodzi szczególna potrzeba wykonania powierzchni zewnętrznych w stanie czystym i pięknym, a odnosić się to będzie szczególnie do mostów, położonych w obrębie miast, gdzie oprócz względów konstrukcyjnych odgrywają również rolę pewne wymagania estetyczne.

Należy z naciskiem podkreślić, że wszelkie późniejsze wyprawianie powierzchni zewnętrznych nie powinno zupełnie mieć miejsca. Wyprawa taka nie tylko nie zwiększa estetyki samej budowli, dając w wyniku powierzchnie różnorodnie plamiste, ale również odpryskuje i łuszczy się z biegiem czasu, przez co wywołuje zupełnie niesłusznie wrażenie ujemne nietrwałości wykonanej konstrukcji.

O ile chodzi nam o miły i poważny wygląd budowli, wówczas obróbka powierzchni zewnętrznych, która ma na celu usunięcie śladów deskowania powinna odbywać się w sposób kamieniarski. Można to skutecznie przez groszkowanie młotkiem kamieniarskim nasiekaniem lub uzębionym, przez obróbkę powierzchni dłutem, wreszcie przez szlifowanie lub polerowanie betonu, do czego materiał ten zupełnie się nadaje. Zaznaczyć jednak należy, iż ostatni rodzaj obróbki użyty być winien tylko w zupełnie wyjątkowych warunkach, a to ze względu na związane z nim większe koszty.

Najodpowiedniejszym momentem do wykonywania obróbki kamieniarskiej powierzchni betonu jest okres po upływie 8 do 14 dni twardnienia. Zbyt późne obrobienie powierzchni natrafia na duże trudności, wynikające z twardości betonu, co powoduje powolny przebieg roboty i zwiększa wydatki. Obecnie ręczna praca ka-

mieniarska przy obróbce zastępuje się coraz częściej przez mechaniczną przy użyciu pneumatycznych młotków.

Po zdecydowaniu się na kamieniarskie obrobienie powierzchni zewnętrznych trzeba pamiętać o tem, iż beton swoją bryłą wywiera odpowiednie wrażenie na widzu. Z tego powodu należy przewidzieć podział widocznych powierzchni na masy proporcjonalne i sympatyczne dla oka, pozostawiając często pewne miejsca zupełnie nie obrobione, które wytworzą w ten sposób widoczny rozdział powierzchni, jednym słowem nie należy traktować tej sprawy bezkrytycznie, lecz uwzględnić rodzaj konstrukcji, warunki miejscowe i otoczenie.

W ostatnim czasie, żeby uniknąć kosztów obróbki i aby otrzymać powierzchnię możliwie ścisłą, stosuje się nakładanie na nią, w miejscach najbliższych szalowania tłustej mieszaniny betonu z drobnem uziarnieniem kruszywa o rozmaitej wielkości ziarn, które jednak nie powinny przewyższać kilku centymetrów. W zależności od użytego kruszywa otrzymuje się powierzchnię drobno lub gruboziarnistą; pozatem przez ewentualny dobór materiału pod względem jego barwy, otrzymuje się również bardzo różne efekty, zależnie od rodzaju zabarwienia i cieniowania powierzchni. Należy w tych wypadkach zwrócić specjalną uwagę na ubijanie tej tłustej mieszaniny, szczególnie w krawędziach i narożnikach w ten sposób, żeby kształty ich wypadły zupełnie podobne do zaprojektowanych przez nas w szalowaniu.

