

Wymiary filarów. Podajemy tu kilka wzorów doświadczalnych. Grubość filarów kamiennych u góry przyjmuje dla mostów kolejowych Melan:

$$g = 1,0 + 0,03 l \quad \dots \quad (1)$$

Kolej państwowa austriacka przyjmuje

$$\left. \begin{array}{ll} \text{dla } l = 10 \text{ do } 15 \text{ m} & g = 1,0 + 0,05 l \\ \text{" } l = 15 \text{ " } 31 \text{ m} & g = 1,6 + 0,013 l \\ \text{" } l > 31 \text{ m} & g = 1,0 + 0,03 l \end{array} \right\} \dots \quad (2)$$

Szerokość filaru bez głowic b zależna jest od odstepu dźwigarów głównych skrajnych b_1 . W przybliżeniu można przyjąć:

$$b = b_1 + 1,6 \text{ m} \quad \dots \quad (3)$$

LITERATURA.

- Thullie Maksym.: Przyczółki i filary kamienne mostów drewnianych i żelaznych. wyd. IX. Lwów 1921.
 Croizette Desnoyers Th.: Cours de construction de ponts. Paryż 1885.
 Morandière R.: Traité de la construction de ponts et viaducs. Paryż 1888.
 Ketchum Milo: The design of highway bridges and the calculation of stresses in bridge trusses. New York 1908.
 Waddel: Bridge engineering. New York 1916.
 Emperger: Handbuch für Eisenbetonbau. II. Aufl., III. Band. Grund- und Mauerwerksbau. Berlin 1910.
 Melan J.: Der Brückenbau. II. Band. Steinerne Brücken. Lipsk i Wiedeń. III. wyd. 1924.

Mosty żelbetowe.

Napisał

inż. dr. Maksymiljan Thullie,

profesor politechniki, Lwów.

Ogólne uwagi. Zalety i wady. W porównaniu do mostów kamiennych dopuszczamy w mostach żelbetowych większe naprężenia, stąd przekroje są mniejsze. Beton chroni żelazo od rdzy, stąd mniejszy koszt utrzymania, niż mostów żelaznych. Dalszemi zaletami są ogniotrwałość i dłuższe trwanie, zwykle mniejszy koszt niż żelaznych; krótszy czas budowy niż mostów kamiennych i żelaznych; łatwość budowania mostów ukośnych. Wadą ich jest potrzeba ścisłego nadzoru przy budowie, wielka trudność wzmocnienia mostu, względ na mrozy podczas wykonania i potrzeba deskowania dla betonowania.

Naprężenia dopuszczalne. Dla mostów drogowych polskie przepisy M. R. P. z r. 1926 podają w § 77.:

1. Naprężenia dopuszczalne należy w obliczeniach statycznych przyjmować równe wytrzymałości betonu po 28 dniach teżenia, pomnożone przez następujące współczynniki zmniejszające wedle tablicy 1.:

Tablica 1.

Rodzaj naprężeń	Spółcz. zmniejszający	Najw. granica naprężeń dopuszcz. w kg/cm^2
Ściskanie przy zginaniu	0,22	$(32 + 0,5 L)$, najw. 45
" osiowe	0,16	
Ścinanie	0,022	4,5
Przyczepność	0,022	4,5
Rozciąganie przy mimośrodkowym ściskaniu i zginaniu	0,025	5

2. O ile uwzględnia się wszystkie wpływy, wymienione w § 22. (wiatr, zmiana ciepłoty, skurcz materiału), można przyjąć naprężenia powyższe wedle tablicy 2.

Tablica 2.

Rodzaj naprężeń	Spółcz. zmniejszający	Najw. granica naprężeń dopuszcz. w kg/cm^2
Ściskanie przy zginaniu	0,25	$(35 + 0,5 L)$, najw. 50
„ osiowe	0,18	35
Ścinanie	0,025	5
Przyczepność	0,025	5
Rozciąganie przy mimośrodkowym ściskaniu i zginaniu	0,028	5,5

3. Naprężenia dopuszczalne w żelazie należy przyjmować wedle § 47, p. 2 jak dla mostów żelaznych; por. dział „Mosty żelazne“).

4. Siły ciągnące ukośne w tych częściach belek zginanych, w których naprężenia są większe niż 0,022 wytrzymałości kostkowej betonu, względnie niż $4,5 kg/cm^2$, mogą być przeniesione przez beton tylko w wysokości 30%. Resztę należy przenieść na wkładki ukośnie odgięte i na strzemiona.

Naprężenia dopuszczalne w kg/cm^2 dla betonu i żelaza w mostach kolejowych wedle rozporządzenia M. K. z dnia 13 stycznia 1926 podaje tablica 3.

Rozporządzenie to przepisuje:

1. Grubość żwiru minimum 30 cm.
2. Grubość płyt żelbetowych ≥ 10 cm, za specjalnem zezwoleniem M. K. ≥ 8 cm.
3. 30% siły tnącej musi przejść sam beton.
4. Ciągnięcie w betonie przy zginaniu wspólnie z żelazem $\leq 24 kg/cm^2$.
5. W dolnej warstwie belek ciągłych nad podporami można wartości kolumny 2 zwiększyć o 25% aż do $50 kg/cm^2$ dla $K_{25} \leq 150$, zaś do $55 kg/cm^2$ dla $K_{25} \geq 200$.
6. Jeżeli nacisk przenosi się tylko na część środkową (o polu F_1) przekroju F (fig. 166 a), to wartość kolumny 1 można zwiększyć w stosunku $\sqrt{F:F_1}$. Jeżeli F_1 nie leży w pośrodku, to za F należy wziąć wartość centryczną wedle fig. 166 b.

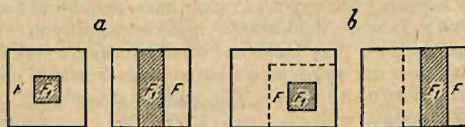


Fig. 166 a b.

7. Wartości podane dla $l \leq 10$ m odnoszą się do jezdni.

8. Kostki próbne z materiałów przeznaczonych do budowy mostu o określonym stosunku mieszaniny i wilgotności, o krawędzi 20 cm, mają być dokonane w dostatecznej ilości na miejscu budowy.

Zmiana ciepłoty. Dla mostów drogowych należy uwzględnić zmianę ciepłoty przy dźwigarach ramowych i łukowych $\pm 15^\circ C$. Dla dźwigarów, których każdy wymiar przekroju jest większy, niż 70 cm, albo dostatecznie chronionych można przyjąć $\pm 10^\circ C$. Spółczynniki rozszerzalności 0,00001 na $1^\circ C$, sprężystości $210.000 kg/cm^2$. Wpływ skurczu betonu przyjmujemy równoważny obniżeniu się ciepłoty o $15^\circ C$. W Niemczech przyjmują zmianę ciepłoty większą $\pm 20-25^\circ$.

Należy się starać, by poszczególne części budowli mogły się bez szkody rozszerzać, więc urządzać odpowiednie przerwy co 20—40 m, oddzielić

Tablica 3.

Obciążenie uwzględnione w obliczeniu	Wytrzyma- łość kost- kowa po 28 dniach $K_c, \text{ kg/cm}^2$	Rozpiętość l m	Ściskanie		3	4	5
			osiowe	zginanie i obciążenie mimośrodkowe			
a) normalne, tj. ciężar stały, ciężar ruchomy naj- niekorzystniej ustawiony, przy mostach w łuku także siła odśrodkowa	≥ 150	≤ 10 ≥ 10 najwyżej	20 $18 + 0,2l$ 25	26 $24 + 0,2l$ 31	3 3	3,5 4	800 $750 + 5l$ 850
	≥ 200	≤ 10 ≥ 10 najwyżej	25 $23 + 0,2l$ 30	30 $28 + 0,2l$ 35	3,5 3,5	4 4,5	800 $750 + 5l$ 850
b) maksymalne, tj. prócz a) także: parcie wiatru, wpływ wahań tempera- tury, skreśzu betonu i ha- mowania pociągu	≥ 150	≤ 10 ≥ 10 najwyżej	25 $23 + 0,2l$ 31	35 $33 + 0,2l$ 38 41	3,5 4 { dla mostów belkowych " łukowych i ramowych }	4 4,5	900 $850 + 5l$ 950 1100
	≥ 200	≤ 10 ≥ 10 najwyżej	30 $28 + 0,2l$ 36	40 $38 + 0,2l$ 43 46	4 5 { dla mostów belkowych " łukowych i ramowych }	4,5 5	900 $850 + 5l$ 950 1100

pomost od filarów i przyczółków, zastosować łożyska przesuwowe lub walcowe.

Szczegóły ustroju. Wedle zasad znanych z teorii i ustroju budowli żelbetowych należy starannie układać i odginać wkładki, oraz kończyć je hakami półkolistymi o średnicy 2,5—5 *d*. Rozporządzenie szwajcarskie z r. 1916 przepisuje najmniejszą grubość prętów w następujący sposób:

	belki	plyty	strzemiona
mosty kolejowe	14	10	7 mm
„ drogowe	12	8	5 mm

Odstęp wkładek między sobą w świetle powinien być równy lub większy od grubości wkładek, jednak nie mniejszy niż 2 *cm*, a większy niż 15 *cm*. Najmn. grubość okrycia nie może być mniejsza niż 1 *cm* w płytach, 2 *cm* w belkach, przy mostach kolejowych lepiej 3 *cm*.

Łączenia wkładek należy unikać, w razie konieczności przedłużyć zetknięte wkładki poza punkt zetknięcia 50—80 *cm* i związać je drutem. Używają też spajania, które może być odpowiednie przy dobrym wykonaniu; przepisy polskie dla mostów drogowych jednak spawania nie pozwalają.

Należy zawsze zastosować strzemiona, zakończone hakami. Dla tylko ściskanych części budowli można też zastosować żeliwo uzwojone układu Empergera.

Wysokość nadsypki przy mostach kolejowych wynosi najmn. 40 *cm* od górnej powierzchni płyty do dolnej powierzchni szyny, przy mostach drogowych najmn. 15—30 *cm*, przy drobnym bruku 15 *cm* do dolnej powierzchni bruku.

Powłoką pokrywamy powierzchnię żelbetu, aby przeszkodzić zamoczeniu, podobnie jak przy mostach kamiennych. Przeprowadzamy ją poza szczeliną między dźwigarem a przyczółkiem, w przekroju poprzecznym przedłużamy ją w górę (fig. 167). Aby uchronić powłokę od uszkodzenia, pokrywamy ją warstwą 6—10 *cm* grubą betonu chudego lub żwiru niekwaśnego.

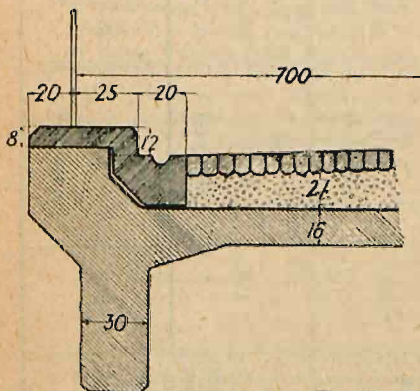


Fig. 167.

Mosty belkowe. Przepusty płytowe używane dla małych rozpiętości dla dróg do 5 *m* (fig. 168), kładek 6 *m*, kolei 2—4 *m* (fig. 169). Grubość płyt wynosi 15—40 *cm*. Przepusty mogą być też podwójne, a płyty ciągłe (fig. 170).

Przepusty mogą też być ramowe. Fig. 171 przedstawia przepust kolei Kutno—Strzałków, a fig. 172 typ ramowy, opracowany dla dróg przez M. R. P., oraz tabele ilości materiału dla różnych rozpiętości.

Przepusty płytowe z wkładkami tęgimi używane często dla kolei aż do $l = 11$ *m* (fig. 173). Dwuteowniki umieszczamy w równych odstępach, skrajne czasem w większych. Odstęp w świetle między główkami powinien być najmniej 20 *cm* ze względu na betonowanie. W Prusiech warstwa zaprawy cementowej u dołu wynosi 2—4 *cm*, u góry beton sięga 3 *cm* ponad główki. Dla małych przepustów do 2 *m* używa się też starych szyn. Zazwyczaj oblicza się takie przepusty w ten sposób, by dźwigary żelazne niosły cały ciężar. W Prusiech przyjmuje się, że ciężar rozdziela się na 3,5 *m* szerokości

przy wysokości nadsypki 35 cm. Deskowanie do betonowania zawieszają się na dźwigarach albo wogóle wykonuje się całą płytą obok toru.

Kommerell¹⁾ podaje następującą tabliczkę:

Tablica 4.

Rozpiętość	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14 m
Wysokość ustroju	45	49	56	61	73	78	88 cm
Wysokość dźwigarów . . .	22	30	38	42½	55	60	70 cm
Odstęp dźwigarów	60	63	68	55	73	85	73 cm
CieŜar kg/m ²	51,7	86,0	123,5	187,4	277,4	277,7	349,7

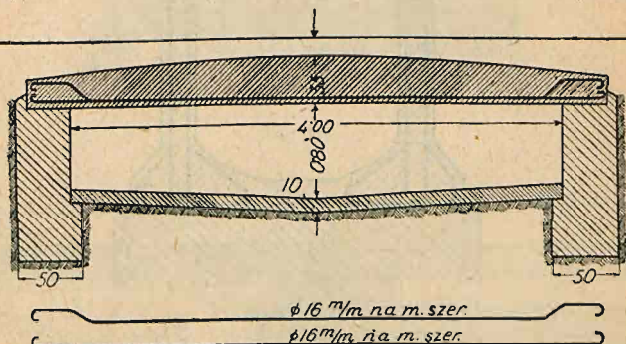


Fig. 168.

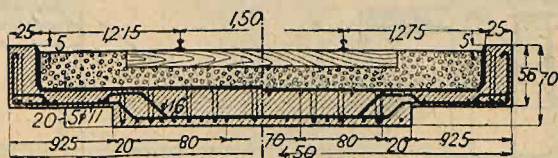


Fig. 169.

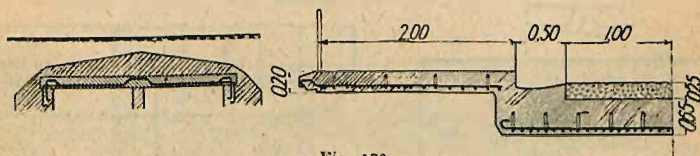


Fig. 170.

Mosty belkowe z pomostem górą używane są dla dróg dla $l = 5$ do 25 m, wyjątkowo do 40 m, dla kolejowych od 4 do 13 m, wyjątkowo do 16 m. Odstęp żebrowy wynosi dla dróg $1,0$ — $2,0$ m, średnio $1,5$ m (fig. 174). Melan przyjmuje $c = 0,8 + 0,07 l$. Dla kolei daje się 2 lub 4 belki żebrowe (fig. 175). Wysokość belek przyjmujemy dla dróg $\frac{1}{10}$ do $\frac{1}{15} l$, dla belek ciągłych $\frac{1}{11}$ do $\frac{1}{15} l$, dla kładek $\frac{1}{20}$ do $\frac{1}{22} l$, dla kolei $\frac{1}{8}$ do $\frac{1}{10} l$. Grubość płyty 10 — 20 cm. Szerokość żebra powinna być tak wielka, aby wygodnie pomieścić wkładki żelazne. Najmn. $b_1 = 30$ cm, lepiej 35 — 40 cm. Melan przyj-

¹⁾ Tafeln für Eisenbahnbrücken mit einbetonierten Walzträgern. Berlin 1911.

muje dla dróg $b_1 = 0,2 + 0,15 h$, dla kolei $b_1 = 0,25 + 0,2 h$. Belki skrajne, mniej obciążone, mogą być węższe lub niższe.

W przekroju poprzecznym możliwe są rozmaite ustroje: 1. Płyta wystaje (fig. 176). 2. Płyta spoczywa na wspornikach (fig. 174). 3. Chodnik podparty

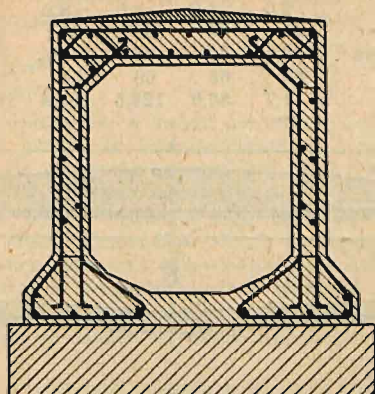


Fig. 171.

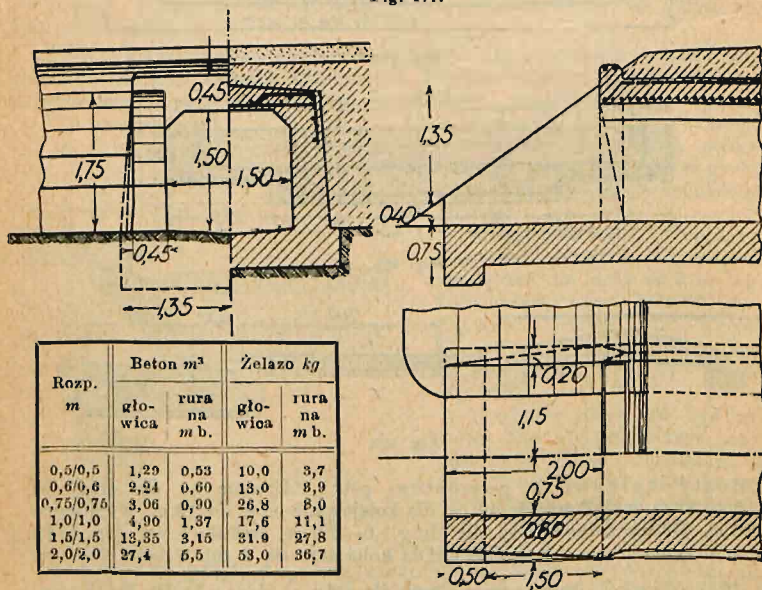


Fig. 172.

osobną belką (fig. 175). Umieszczenie rur wodociagowych, kabli uwidocznione na fig. 177 i 178. Wodę zbieramy przy krawężniku w rynnach i odprowadzamy na zewnątrz rurą (fig. 179). Fig. 180 przedstawia odwodnienie powierzchniowe. Przy małych mostach do 8 m kładziemy belki żelbetowe wprost na mur (fig. 181) lub za pośrednictwem asfaltu. Przy większych rozpiętościach nad 10 m dajemy łożysko żelazne stałe (fig. 182) lub ruchome. Zaleca się zawsze

urządzać silne rozpory w odstępach 3–5 m, aby uzyskać rozdział ciśnienia na belki, a żebra rozprzeć.

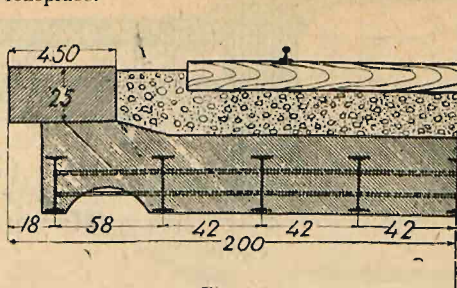


Fig. 173.

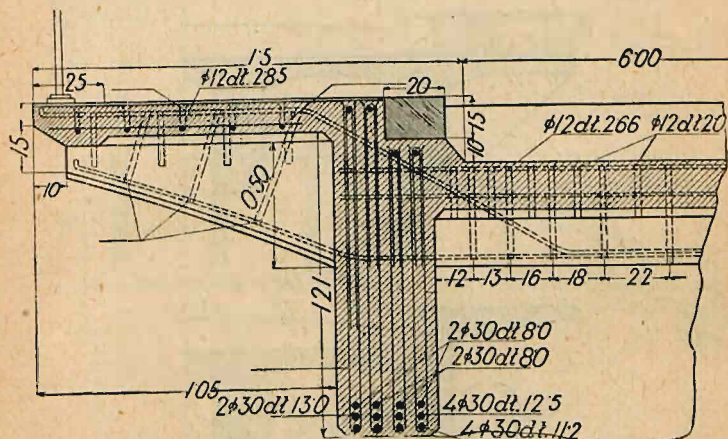


Fig. 174.

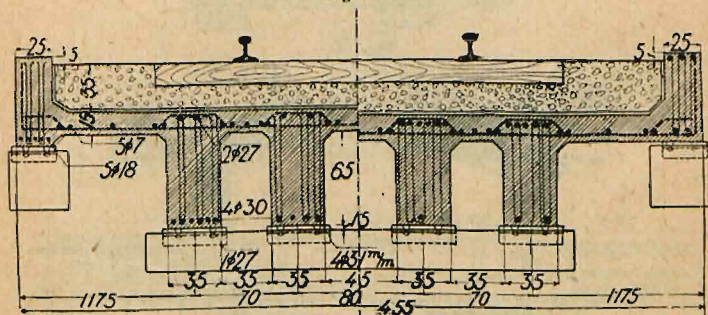


Fig. 175.

Pomost mostów drogowych: żwirówka, asfalt, bruk. Dla mostów kolejowych dajemy żwirówkę o szerokości 3,3 m, grubość jej, liczona od górnej powierzchni powłoki do górnej powierzchni podkładu, ma wynosić 40 cm.

Mosty belkowe z pomostem dołem. Pomost opieramy na poprzecznicach w odstępach średnio $a = 2$ m. Wysokość ich ma wynosić najmniej

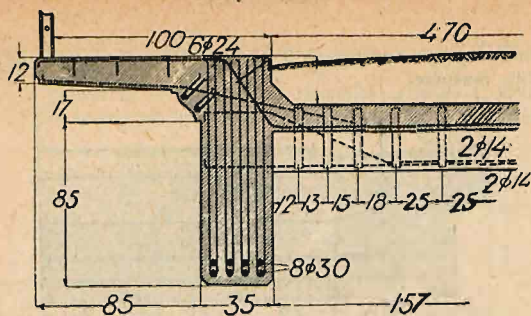


Fig. 176.

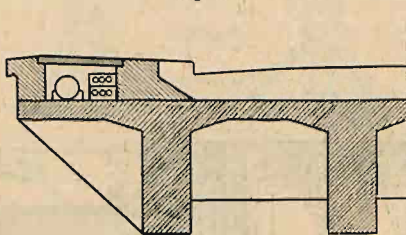


Fig. 177.

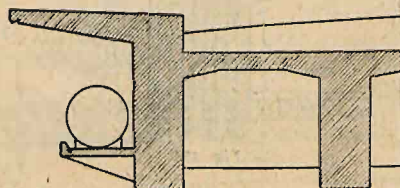


Fig. 178.



Fig. 179.

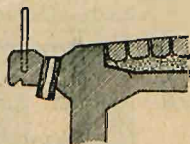


Fig. 180.

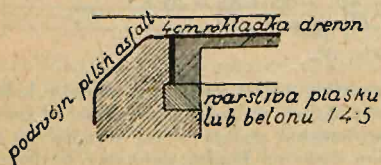


Fig. 181.

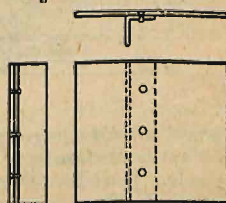


Fig. 182.

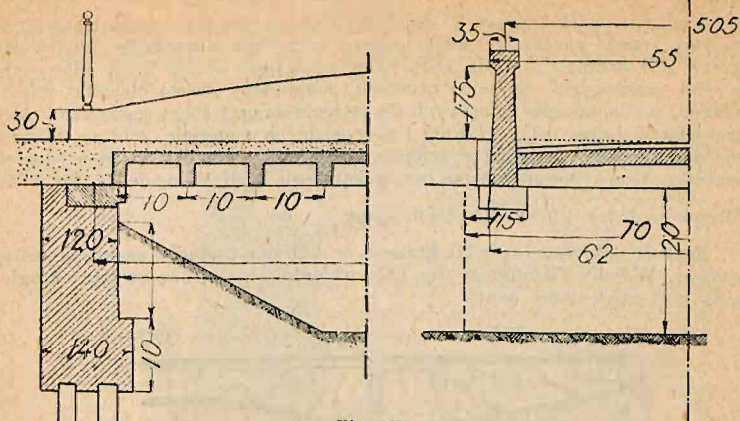


Fig. 183.

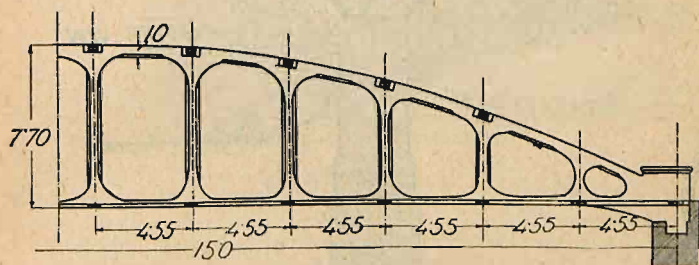


Fig. 184.



Fig. 185.

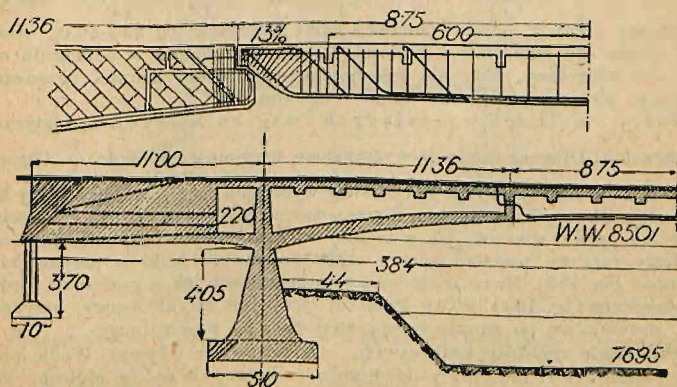


Fig. 186.

0,1 l odstępu belek głównych. Jeżeli $a > 1,8$ m, oraz dla mostów kolejowych dajemy jeszcze podłużnice. Belki główne mogą być równoległe lub też pas górny jest zakrzywiony (fig. 183). Aby zmniejszyć odstęp belek głównych, a więc zaoszczędzić na poprzecznicach, podpieramy często chodniki wspornikami, a dla mostów kolejowych dla steżenia dajemy żebra zewnętrzne. Aby zmniejszyć ciężar belki głównej i oszczędzić na materiale, robi się ściankę cieńszą niż pasy, a także w ścianie wydrążenia. Jeżeli zamiast wydrążenia zrobimy otwory, powstaje belka bezprzekątniowa czyli Vierendeel'a (fig. 184).

Wysokość belek głównych przyjmujemy $\frac{1}{8}$ do $\frac{1}{9} l$.

Rzadziej używane są belki kratowe, w których trudność nastęcza ustrój węzłów. W belce Visintiniego (fig. 185) wkładki w pasach są zwykle okrągłe, a na nich zawieszamy kratę.

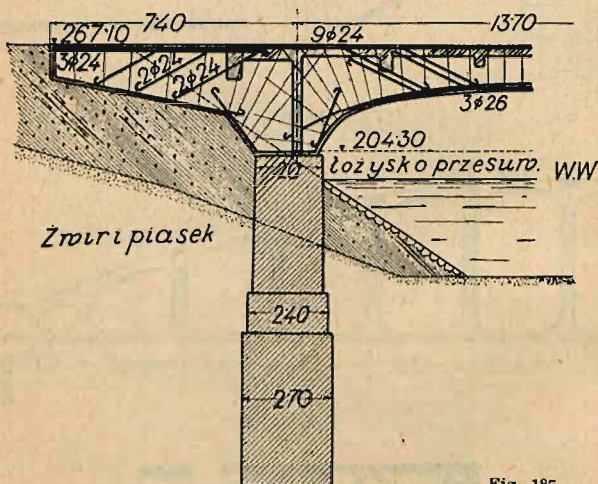


Fig. 187.

Mosty o belkach ciągłych. Użycie belek ciągłych pozwala na mniejszą wysokość belek. Wysokość przyjmuje się $\frac{1}{10}$ do $\frac{1}{15} l$. Ze względu na zmianę ciepłoty należy pomost i belki przerywać co 25—40 m. Jeżeli belki ciągle łączymy stałe z filarami, należy uwzględnić w obliczeniu momentem tem wywołany. Gdy nie jesteśmy pewni stałości gruntu, urządzamy przeguby, jak przy moście na kanale Begi (fig. 186).

Mosty o belkach wystających i wspornikowych są statycznie wyznaczalne. Długość ramienia wystającego przyjmujemy około $\frac{l}{5}$. Czasem,

jak w moście na Ergolz (fig. 187), ramię wystające tkwi w nasypie. Przy belkach wspornikowych na szerokim filarze, opatrzonym wspornikami, zawieszona jest belka prosta wisząca, jak w moście na Lubienicy w Lublanie (fig. 188).

Mosty ramowe powstają przez stałe połączenie belki z przyczółkami i filarami (fig. 189). Rama może też być przegubowa, jak w moście na Brdzie w Bydgoszczy (fig. 190 i 190 a). Przekrój ramy jest zwykle teowy, przyczem płyta znajduje się po stronie zewnętrznej albo po wewnętrznej.

Obliczenie mostów belkowych. Obliczenie płyty. Wedle przepisów polskich z r. 1926 płyty dźwigarów żelbetowych należy obliczać jako belki ciągłe. Jest to uzasadnione, gdy mamy silne poprzecznicę lub rozpory.

nadsypki, dla skrajnego przęsła $\mu_{ij} = \frac{3}{4}$, $\mu_p = 0,82$, dla średniego $\mu_{ij} = 0,34$, $\mu_p = 0,69$.

Największe ciśnienie na poszczególne belki obliczamy przyjmując, że i po odkształceniu mostu rozpora pozostanie prosta¹⁾. Przypuścmy, że na

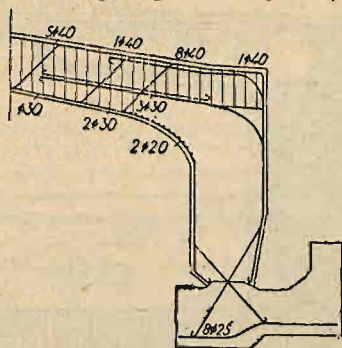


Fig. 190.

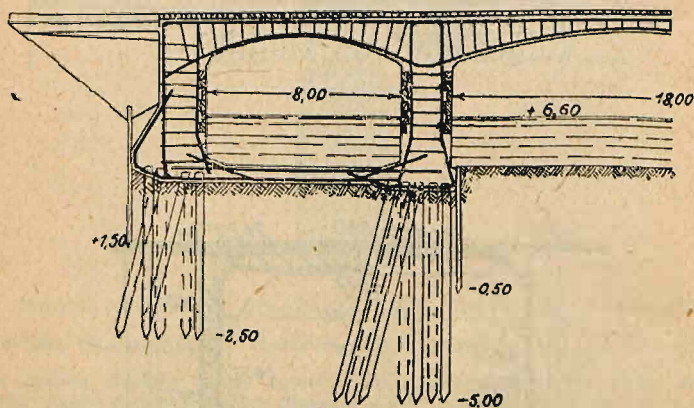


Fig. 190 a.

most działa ciężar R (fig. 191) między belkami A i B . Odstęp siły R od F niech będzie r , a ciśnienia na poszczególne belki A, B, C itd., to otrzymamy:

$$R \cdot r = (5A + 4B + 3C + 2D + E) a \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{i } R = A + B + C + D + E + F \dots \dots \dots (2)$$

Nazwijmy różnicę w ciśnieniu na dwie sąsiednie belki Δ , a stosunek $\frac{J_1}{J_0} = k$, jeżeli J_1 oznacza moment bezwładności belki skrajnej, a J_0 belki średniej, to:

$$A = (C + 2\Delta)k, B = C + \Delta, D = C - \Delta, E = C - 2\Delta, \\ F = (C - 3\Delta)k \dots \dots \dots (3)$$

Wstawmy to w równania (1) i (2), a otrzymamy:

$$5C(k+2) + 10\Delta k = \frac{Rx}{a} \text{ i } C(4+2k) - \Delta(k+2) = R \dots \dots (4)$$

¹⁾ Por. autora: Mosty żelbetowe, str. 33.

Z tych dwu równań możemy wyznaczyć C i Δ , a gdy R, r i k są znane, możemy wyznaczyć wszystkie ciśnienia, a potem momenty i siły poprzeczne rozpory, podpartej na belkach skrajnych i środkowych.

Z równania (4) otrzymamy:

$$C = \frac{R \cdot r - 10 a \Delta k}{5 a (k + 2)} \quad \text{i} \quad \Delta = \frac{R \cdot r - 5 a C (k + 2)}{10 a k} \quad \dots (5)$$

Z równań tych widzimy, że C i Δ są funkcjami pierwszego stopnia zmiennej r . Jeżeli więc dla dwu położań siły R wyznaczamy C i Δ , to dla tych dwu ilości wykreślić możemy linię wpływową, a z równania (3) także i dla innych ciśnień. Linie wpływowe wskazują nam, czy dla pewnej belki należy całą szerokość mostu obciążyć, czy tylko część, bo np. dla obciążenia, przedstawionego na fig. 191, ciśnienie w F jest ujemne. Znajac linię wpływową, łatwo już wyznaczymy najniekorzystniejsze obciążenie dla ciśnienia na każdą belkę. Licząc dokładnie, uwzględnić możemy też odkształcenie rozpór¹⁾.

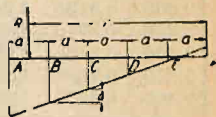


Fig. 191.

Dla mostów drogowych polskich liczyć należy wedle str. 755 i 756. Wtedy powyższe obliczenie odpada.

Obliczenie belek głównych. Obliczenie belek w dwu punktach podpartych nie przedstawia żadnych trudności. Przy belkach ciągłych, chcąc liczyć dokładnie, należałoby uwzględnić zgrubienia belek na podporach. Zmniejszają się przez to odstępów punktów stałych a i b . Strassner otrzymuje

dla $n = \frac{J}{J_a}$, długości zgrubienia $a l = l_1$, $l - 2 l_1 = l_3$

$$a = \frac{l \cdot \eta'}{\eta + c_1 \left(\eta_1 - \frac{\eta_1' \cdot l_1}{l_1 - a_1} \right)}, \quad b = \frac{l \cdot \eta'}{\eta + c_2 \left(\eta_2 - \frac{\eta_2' \cdot l_2}{l_2 - b_2} \right)}$$

$$\eta' = 3 - 4 a (1 - n), \quad \eta = 1 - a^2 (3 - 1,6 a) (1 - n),$$

$$c_1 = \frac{J l_1}{J_1 l}, \quad c_2 = \frac{J l_2}{J_2 l}. \quad a_1 \text{ i } b_2 \text{ są to odstępów punktów stałych są-}$$

siednich przęseł. Wartości η i η' podaje tablica 2.

Jeżeli belka jest połączona stale z filarami, musimy to w obliczeniu uwzględnić, zwłaszcza dla filaru²⁾. Aby te momenty dodatkowe nie były za wielkie, należy filar zrobić tak cienki, jak tylko można.

Jeżeli belki są ramowe, to zwrócić należy uwagę, że zupełne utwierdzenie słupów da się z trudnością osiągnąć. Zwykle mamy utwierdzenie niezupełne albo też urządzamy przeguby, aby uzyskać jasne działanie sił.

Co do obliczenia belek bezprzekątniowych (Vierendeel'a) por. dział: „Statyka budowli, a także autora „Mosty żelbetowe“, str. 40.

Ustrój mostów łukowych. Ogólne uwagi co do kształtu i obliczenia mostów kamiennych stosują się i do mostów żelbetowych. Mosty żelbetowe możemy budować dla większych rozpiętości niż kamienne, bo są one znacznie lżejsze od kamiennych. Także dla małych rozpiętości, dla których wpływ ciężaru ruchomego jest wielki i dla łuków płaskich, dla których $\frac{f}{l} \leq \frac{1}{8}$ używamy łuków żelbetowych, gdyż ciągnięcia występujące w kamiennych spowodowałyby pęknięcia. Dla średnich rozpiętości budujemy mosty betonowe bez uzbrojenia.

¹⁾ Por. autora: Rozkład ciężarów na belki mostów żelbetowych. Arch. Tow. Nauk. we Lwowie; także w Beton und Eisen 1922.

²⁾ Por. autora: Mosty żelbetowe, str. 37.

Tablica 2.

α	$n = \frac{1}{5}$		$\frac{1}{10}$		$\frac{1}{15}$		$\frac{1}{20}$	
	η'	η	η'	η	η'	η	η'	η
0,1	0,9773	2,680	0,9744	2,640	0,9735	2,6268	0,9730	2,620
0,125	0,9650	2,600	0,9586	2,550	0,9571	2,5335	0,9564	2,525
0,150	0,9503	2,520	0,9441	2,460	0,9421	2,4402	0,9410	2,430
0,200	0,9136	2,360	0,9028	2,280	0,8992	2,2536	0,8974	2,240
0,250	0,8710	2,200	0,8438	2,100	0,8483	2,0671	0,8456	2,050
0,300	0,8185	2,040	0,7959	1,920	0,7884	1,8804	0,7845	1,860
0,350	0,7608	1,880	0,7309	1,740	0,7210	1,6938	0,7160	1,670
0,400	0,6976	1,720	0,6598	1,560	0,6472	1,5072	0,6409	1,480

α	$n = \frac{1}{30}$		$\frac{1}{40}$		$\frac{1}{50}$			
	η'	η	η'	η	η'	η		
0,1	0,9725	2,6136	0,9723	2,6100	0,9716	2,608		
0,125	0,9557	2,5170	0,9553	2,5125	0,9551	2,510		
0,150	0,9400	2,4204	0,9395	2,4150	0,9381	2,412		
0,200	0,8956	2,2272	0,8947	2,2200	0,8942	2,216		
0,250	0,8429	2,0340	0,8416	2,0250	0,8409	2,020		
0,300	0,7808	1,8408	0,7789	1,8300	0,7777	1,824		
0,350	0,7110	1,6476	0,7085	1,6350	0,7070	1,628		
0,400	0,6346	1,4544	0,6315	1,4400	0,6296	1,432		

Sklepienia pełne o wkładce gibkiej. Wkładki z żelaza okrągłego dajemy zazwyczaj obustronnie. Łączymy je wkładkami rozdzielającymi w odstępach 30—60 cm i strzemiionami co 40—100 cm dla połączenia wkładek górnych i dolnych (fig. 192).

Stosunek $\frac{f}{l}$ wynosi zwykle $\frac{1}{5}$ do $\frac{1}{10}$, grubość w kluczu $\frac{1}{100}$ do $\frac{1}{160} l$. Przy moście na Varze zastosowano z powodu wielkich ciśnień beton uzwojony.

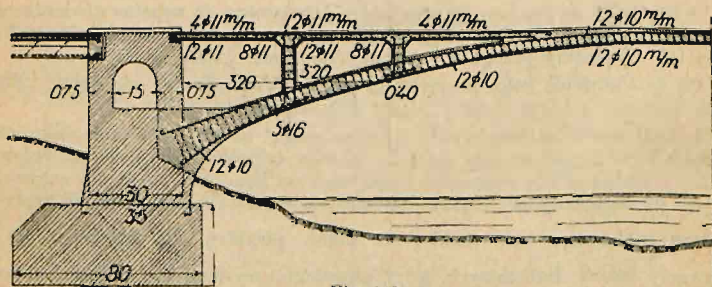


Fig. 192.

Sklepienia z wkładkami tęgimi mogą być ustrojone Wünscha (fig. 193; most w Serajewie) lub Melana (na Kloknezcze w Czerniowcach; fig. 194). Łuki żelazne kratowe, blaszane lub dwuteowniki układamy w odstępach około 1 m. W kierunku poprzecznym łączy się łuki żelazne rozporami co 5—8 m. Na

łękach żelaznych możemy zawiesić deskowanie dla betonowania; wskutek tego ciężar własny sklepienia niosą same łęki żelazne.

Hennebique używa mostów sklepionych dla $l > 10$ m. Pomost składa się z płyty, podpartej żebami. Przy mostach $l > 20$ m zakrzywia on płytę według kształtu łuku (fig. 195; most na Lys w Gandawie). Dla większych rozpiętości używa murów pachwinowych lub nawet tylko słupów.

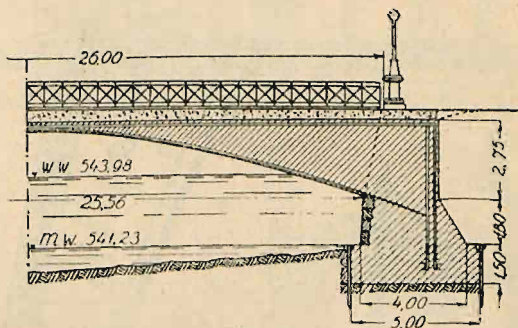


Fig. 193.

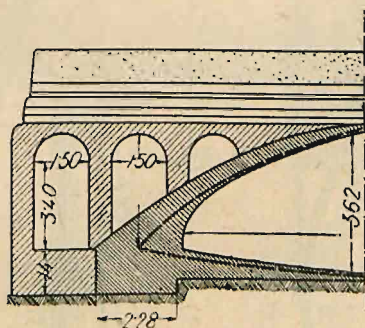


Fig. 194.



Mosty łukowe z osobnymi dźwigarami, pomost górą. Tu budujemy dwa lub więcej łuków, a na nich spoczywa pomost zapomocą murów pachwinowych. Przekrój łuków jest prostokątny (most w Trembowli; fig. 196).

Mosty łukowe z pomostem dołem budujemy w razie malej rozporządzałej wysokości ustroju. Pomost zawieszony jest zapomocą słupów wiszących, których przekrój bywa zwykle prostokątny. Często końce łuku łączymy ściegнем (most na Sprewie w Lubinie, fig. 197). Połączenie ściegna z łukiem i jego przekrój por. fig. 198. Jeżeli łuk ma sam przyjąć na siebie momenty, a pomost nie ma go usztywniać, to robimy ściegna wąskie i spre-

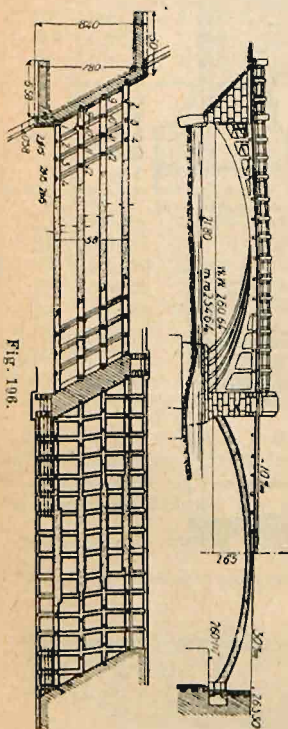


Fig. 106.

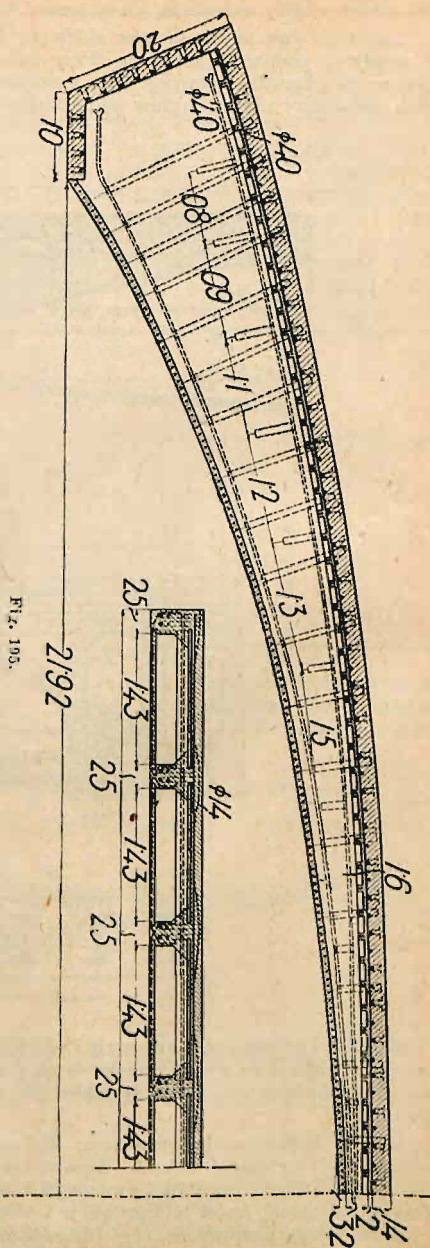


Fig. 105.

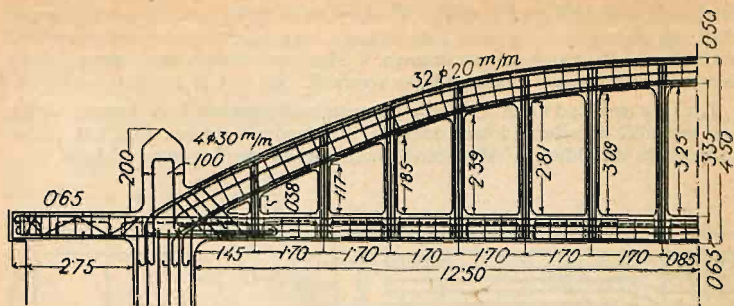


Fig. 197.

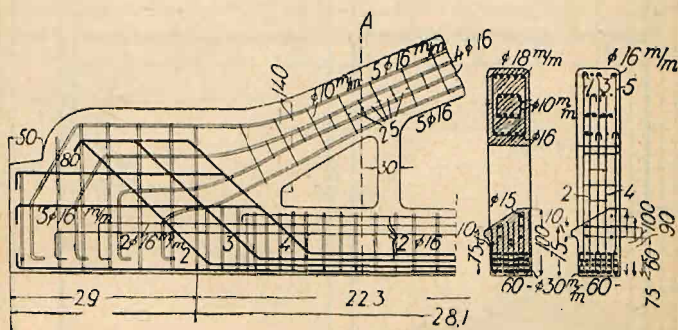


Fig. 198.

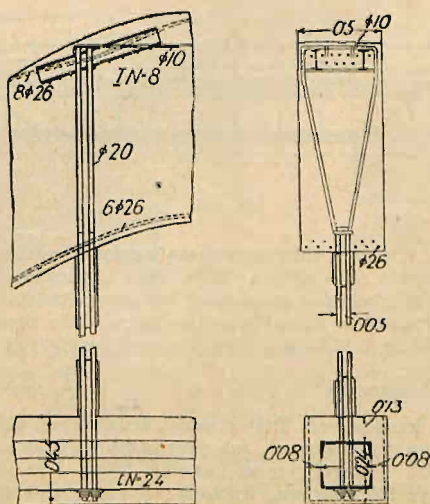


Fig. 199.

żyste (most w Świdnicy; fig. 199), aby nie przenosiły ugięcia łuku na ściegna. Jeżeli zaś chcemy użyć pomostu do stężenia łuku (fig. 200), to wtedy powstaje paraboliczna belka bezprzekątniowa. Musimy wtedy dać silne słupy wiszące i odpowiednie połączenie w węzłach.

Łuki z wkładką z żeliwa. Emperger wprowadził do betonu owijnego wkładkę z żeliwa (żelaza lanego) do słupów i łuków. Fig. 201 przedstawia most na Odrze w Wrocławiu, zbudowany według tego układu.

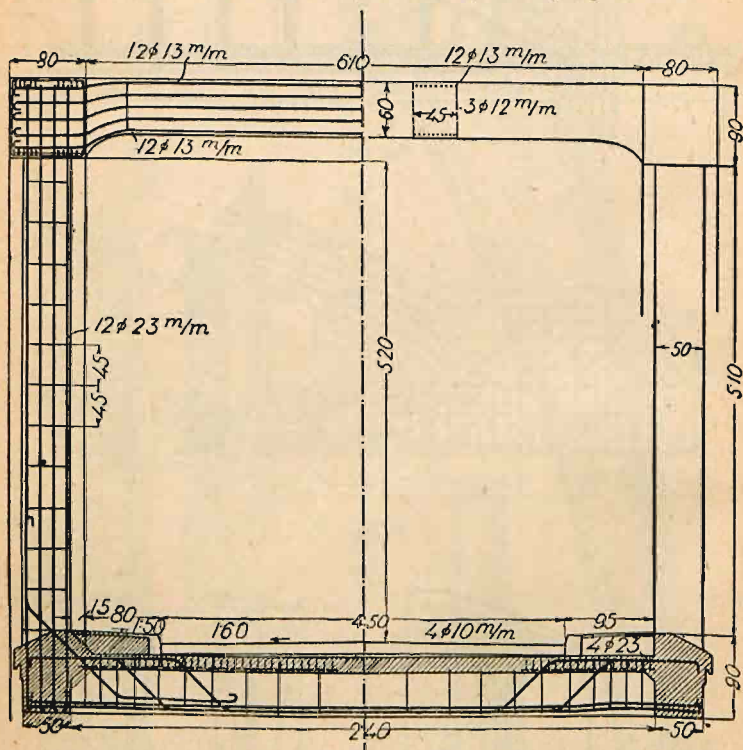


Fig. 200.

Rozpiętości. Do roku 1921 największą rozpiętość miał most Odrodzenia na Tybrze w Rzymie ($l = 100$ m). W r. 1921 ukończono budowę mostu w Minneapolis na Mississippi o rozpiętości 121,92 m. Ostatnio wybudowano most żelbetowy drogowy w Saint-Pierre-du-Vauvray koło Rouen na Sekwanie o rozpiętości w świetle 131,81 m. Projektowano rozpiętości ponad 200 m.

Przeguby, używane dla $l > 25$ m i $\frac{f}{l} = \frac{1}{8}$ do $\frac{1}{15}$, można wykonać tak, jak przy mostach kamiennych. Przy mostach żelbetowych używane są nadto półprzeguby, przeguby sprężynowe, jak przy przykryciu kanału św. Marcina w Paryżu (fig. 202). Przeguby te są znacznie tańsze i prostsze od innych. Przeguby mogą być też ołowiane, wreszcie żelazne, podobne do używanych przy mostach żelaznych. Fig. 203 przedstawia przegub mostu na Igelsbach. Przy mostach przegubowych musimy umożliwić płycie pomostowej ruchy

Jeżeli ciągnięcia nie przekraczają 10 kg/cm^2 , obliczamy naprężenia wedle fazy I., powyżej tej granicy wedle fazy II. Siły zewnętrzne oblicza się zawsze wedle fazy I., przyczem $n = 10$.

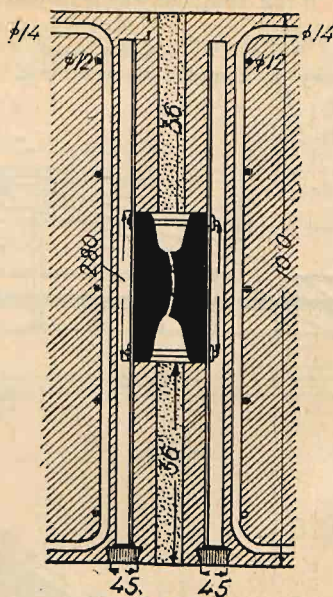


Fig. 203.

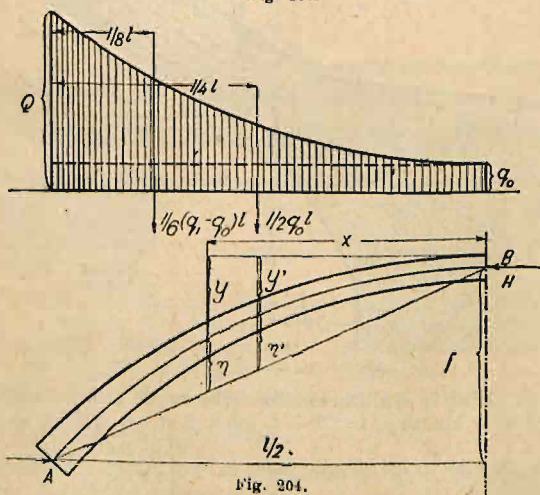


Fig. 204.

Polskie przepisy o budowie i utrzymaniu mostów drogowych z r. 1926 § 76. 2. Przy obliczaniu dźwigarów żelaznobetonowych statycznie niewyznaczalnych (hyperstatycznych) należy przekroje i momenty bezwładności przekrojów, złożonych z betonu i żelaza, zastąpić przekrojami sprowadzonymi (idealnymi), przyjmując, że każdy element przekroju żelaza w równaniach sprężystości posiada 10-krotną wartość takiegoż elementu

przekroju betonu. Przy tem należy przyjąć współczynnik sprężystości betonu tak dla rozciągania, jak i dla ściskania równy 210.000 kg/cm^2 .

Mosty wyjątkowe, filary i przyczółki. Mosty ukośne żelbetowe nie przedstawiają takich trudności, jak mosty kamienne. Mury pachwinowe urządzamy równoległe do przyczółka.

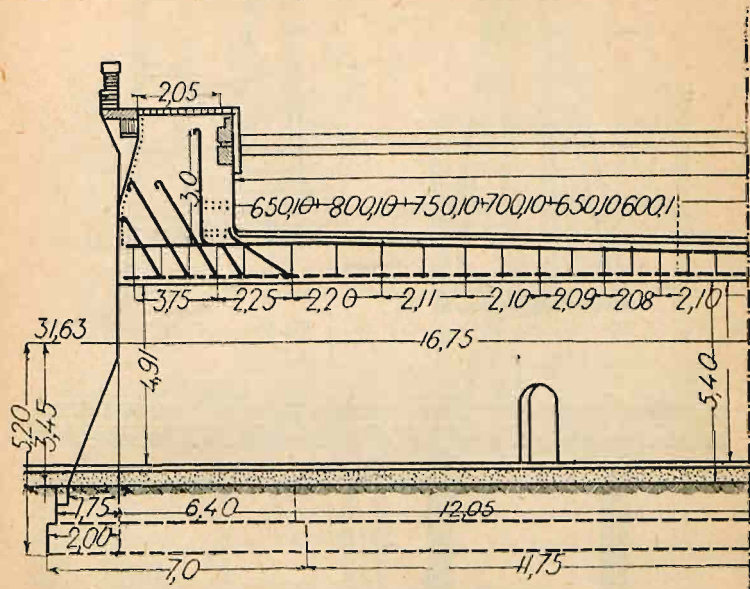


Fig. 205.

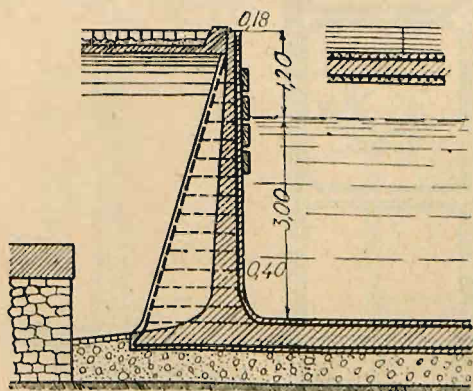


Fig. 206.

Mosty kanałowe i wodociągowe. Mosty kanałowe budujemy coraz częściej żelbetowe. Fig. 205 przedstawia most nad koleją Szczecin—Eberswalde. Przy małych rozpiętościach koryto samo się podtrzymuje, przy większych musi być podparte, a wtedy ściany boczne liczymy tylko na parcie wody

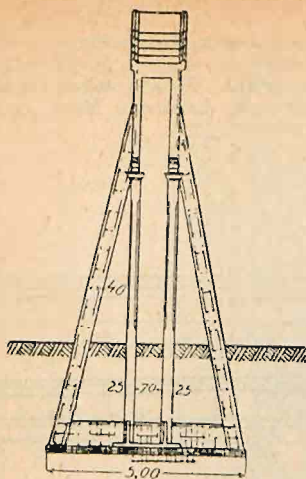


Fig. 207.

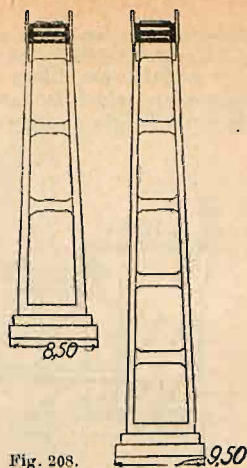


Fig. 208.

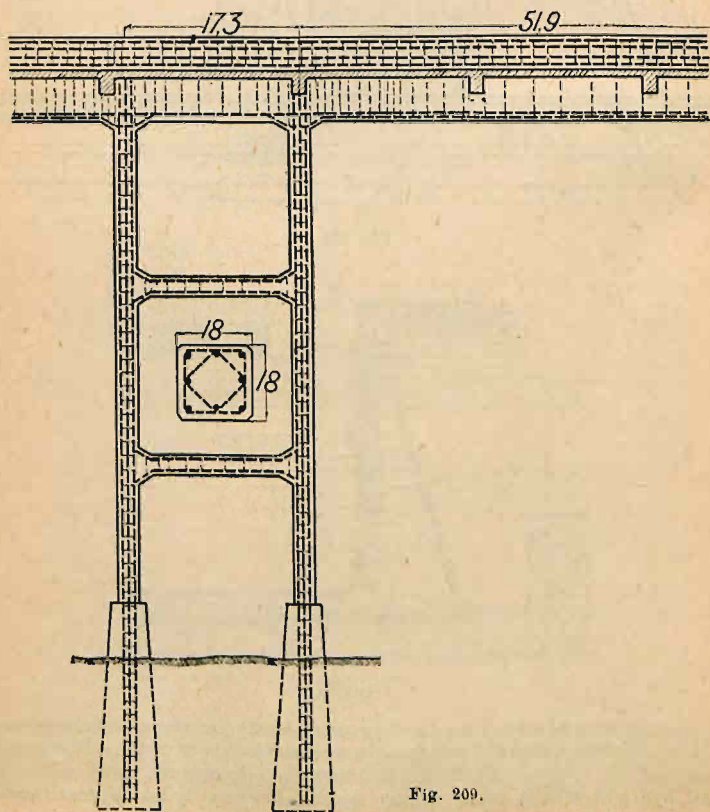


Fig. 209.

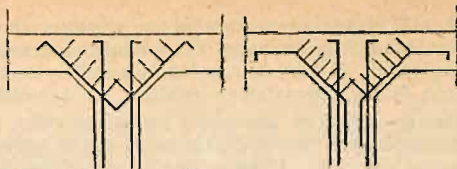


Fig. 210.

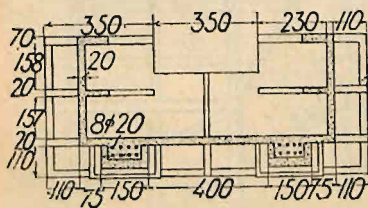
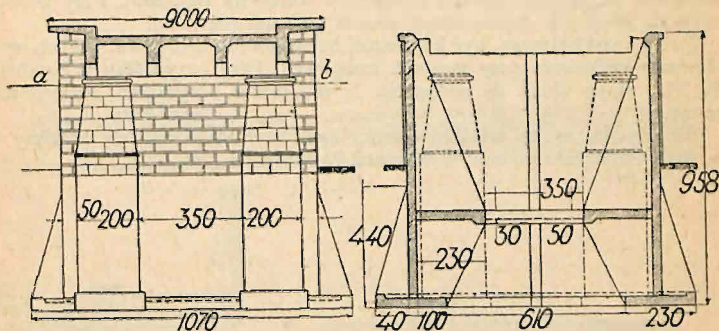


Fig. 211.

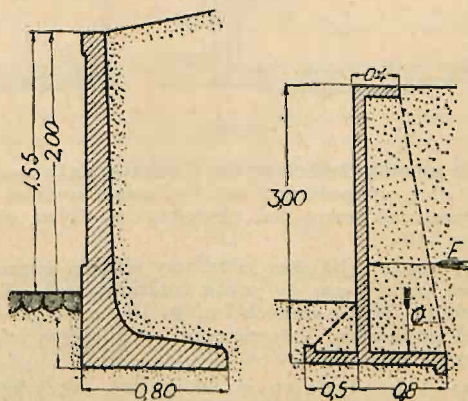


Fig. 212.

(fig. 206). Ściany koryta, względnie skrzydła należy jak najdalej wpuścić w nasyp, aby zapobiec przesiąkaniu wody. Oddzielenie koryta od belki jest korzystne, bo można belce dać kształt korzystniejszy. Jako belek lepiej

Betonowanie sklepień wykonywa się najlepiej w warstwach, przechodzących przez całą szerokość sklepienia. Na fig. 215 widzimy, w jakim

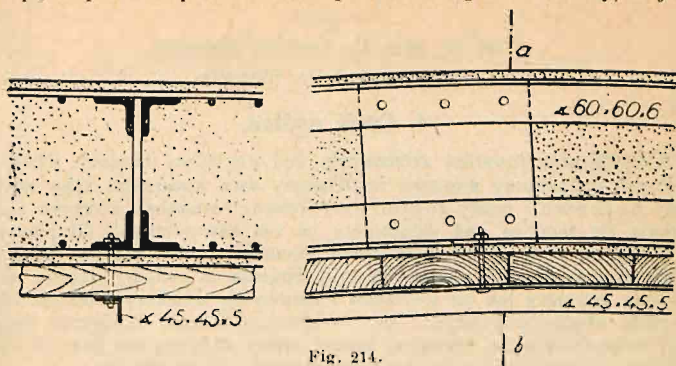


Fig. 214.

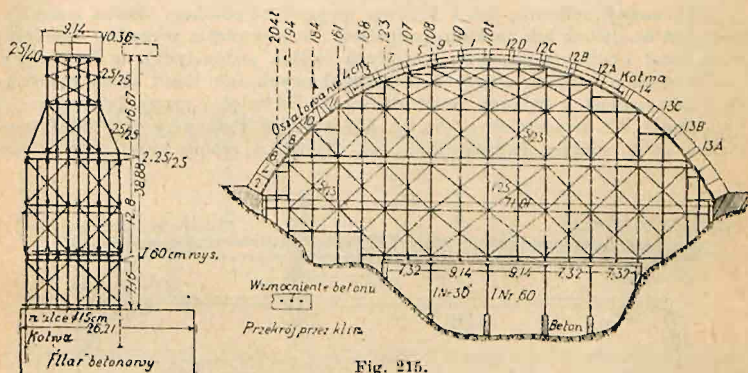


Fig. 215.

porządku wykonywano warstwy. Poszczególne warstwy podpieramy tymczasowo.

Zdjęcie krążyn odbywa się po dostatecznem stężeniu betonu, a więc około 5 tygodni po ukończeniu betonowania, przy użyciu cementu wyborowego znacznie prędzej. Przyrządów w tym celu używa się tych samych, co przy mostach kamiennych.

LITERATURA.

- Thullie M. dr.: Mosty żelbetowe. Lwów 1921.
 Thullie M. dr.: Rozkład ciężarów na belki mostów żelbetowych, Arch. Tów. Nauk. we Lwowie; także w Beton und Eisen 1922.
 Tedesco et Forestier: Manuel théorique et pratique du constructeur en ciment armé, II ed. Paryż i Leodjum 1920.
 Waddell: Bridge Engineering. New York 1916.
 Emperger: Handbuch für Eisenbetonbau, Bd. VI., II. w. 1911. Bd. VII. III. w. Bogenbrücken. Berlin 1921.
 Kersten C.: Brücken in Eisenbeton, I. Platten und Balkenbrücken, IV. w. Berlin 1918, II. Bogenbrücken, II. w. Berlin 1910.
 Saliger R.: Der Eisenbeton, seine Berechnung und Gestaltung, IV. w. 1920, V. w. 1926.
 Schächterle Dr. K. W.: Eisenbetonbrücken, II. w. Berlin i Lipsk 1920.
 Santarella e Miozzi: Ponti italiani in cemento armato. Medjolan 1924.