Jego na miejsce wiecznego spoczynku na Powązkach, przedstawiciele Ministerstwa Komunikacji, Wojewody Poleskiego, delegat P.T.O.Z. młodzież Szkoły Technicznej z Brześcia n/B., współpracownicy Wydz. Kom. Bud. Urzędu Wojewódzkiego Poleskiego i grono kolegów i przyjaciół.

Nad otwartą mogiłą żegnali zmarłego przedstawiciel Ministerstwa Komunikacji Dep. Dróg Kołowych, Wojewody Poleskiego, delegat P. T. O. Z. i imieniem współpracowników Wydziału Kom. Bud. i Powiatowych Zarządów Drogowych Woj. Poleskiego inż. Walentowski, który zakończył swe serdeczne i wzruszające przemówienie „niechaj ci drogi Dyrektorze ta polska ziemia, którą tak ukochałeś, lekką będzie".

STEFAN BRYŁA

OBLICZANIE KONSTRUKCYJ BETONOWYCH ZE SZTYWNEMI WKŁADKAMI.

Obliczanie belek stalowych obetonowanych, względnie belek żelbetowych z wkładkami sztywnemi nie było dotychczas ujęte należycie. Wymiarowanie ich polegało na próbach i przyjęciach, a obliczenie wyłącznie na kontroli naprężeń.

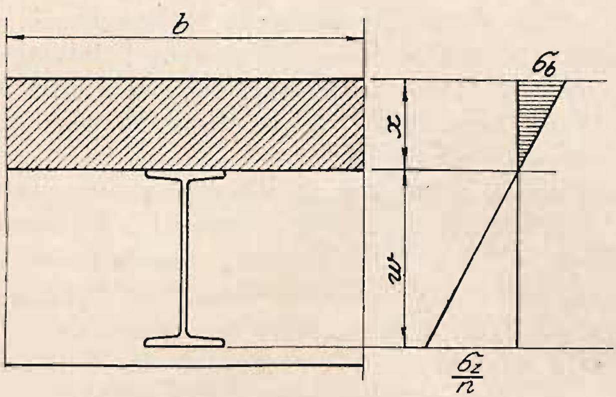
W poniższych wywodach podajemy zasady bezpośredniego wymiarowania tych belek. Za podstawę przyjmujemy połączenie osi obojętnej w górnej krawędzi dźwigarów. Jest to przyjęcie, które upraszczając bardzo obliczenie, pozwala nadto na oszczędność w materjale konstrukcyjnym, gdyż pomiędzy dźwigarami można wtedy użyć betonu chudszego, a beton tłustszy, zastosować tylko nad nimi. Można też beton pomiędzy dźwigarami częściowo opuścić, stwarzając w ten sposób ustrój żebrowany.

W myśl doświadczeń Baesa[1]) można przyjąć dla belek tego rodzaju w konstrukcjach budowlanych naprężenie dopuszczalne $k' = 1600$ kg/cm^2 zamiast $k = 1200$ kg/cm^2, w mostach $k' = 1{,}33$ k.

Niech będzie x — grubość warstwy betonu ponad dźwigarami, a zarazem odległość osi obojętnej od górnej krawędzi betonu,

---

[1]) Por. Bryła „Dźwigary obetonowane w świetle doświadczeń Baesa", Wiadomości Drogowe 1934 r. N. 93.



w — wysokość dźwigarów dwuteowych
b — ich odstęp wzajemny
F — przekrój dźwigara
$n = 15$, stosunek modułów sprężystości stali i betonu.

Z równania momentów statycznych skutecznej warstwy betonu i n. krotnego przekroju dźwigara, $\frac{1}{2} b x^2 = n F \frac{w}{2}$,

wynika $x^2 = n F \frac{W}{b}$ . . . . (1)

Jeżeli chcemy, aby równocześnie wyzyskana była stal i beton, to naprężenia w górnej krawędzi betonu i w dolnej krawędzi dźwigarów muszą być równe odpowiednio naprężeniom dopuszczalnym

$$k_b \text{ i } k_ż = k \quad \text{zatem} \quad \frac{x}{w} = \frac{n k_b}{k_ż} = \alpha \; . \; . \; . \quad (2)$$

Z równań (1) i (2) wynika odstęp dźwigarów dwuteowych

$$b = \frac{n F}{\alpha 2 . w} \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (3)$$

Jeżeli moment od obciążenia, przypadającego na 1 dźwigar jest M_b, zaś na szerokość 1 metra jezdni M', to

$$M_b = \frac{M'}{1 \text{ m}} = \mathfrak{M} . b$$

$\mathfrak{M}$ jest to ciężar wynoszący tyle tonn, ile tonmetrów wynosi M'. Jeżeli I jest momentem bezwładności przekroju skutecznego (przyczem stal trzeba wziąć n-krotnie), to naprężenie dopuszczalne dla stali

$$k = \frac{n\,M_b\,w}{I} - \frac{n\,\mathfrak{M}\,b\,w}{I} \quad \ldots\ldots \quad (4)$$

ale $I = I_b + n\,(I_0 + I_1)$, przyczem z uwagi na (2)

$$I_b \; \frac{1}{3}\; b\,x^3 = \frac{1}{3}\; b\,\alpha^3\,w^3$$

$$I_1 = F\left(\frac{w}{2}\right)^2 = \frac{1}{4}\;F\,w^2$$

zaś I_0 jest to moment bezwładności dźwigaru względem poziomej osi ciężkości. Możemy napisać $I_0 = \xi\,F\,w^2$ przyczem iloraz $\xi = I_0 : F\,w^2$ jest wielkością prawie niezależną od numeru dźwigara i wynosi średnio $\xi = 0{,}158$ odchylające się od tej wartości najwyżej o $\pm$ 0,004 por. tabl. 1. . . . . . (5)

$$\text{Zatem } I = w^2\left\{\frac{\alpha^3}{3}\,b\,w + n\,F\left(\frac{1}{4} + \xi\right)\right\}$$

Ale wedle (3) $n\,F = \alpha^2\,b\,w$

$$\text{więc } I = b\,w^3\,\eta \quad \ldots\ldots\ldots \quad (6)$$

$$\text{przyczem } \eta = \alpha^2\left(\frac{\alpha}{3} + 0{,}408\right) \quad \ldots \quad (7)$$

gdyż wedle (5) $\frac{1}{4} + \xi = 0{,}408$ z równań 4 i 6 otrzymamy:

$$w^2 = \frac{n\,\mathfrak{M}}{\eta\,k} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (8)$$

Tablica 1.

w cm nr.	F cm²	I_0 cm⁴	$\frac{w^2}{F}$	ξ	
12	14,2	328	10,17	0,161	
16	22,8	935	11,23	0,160	
20	23,53	2142	11,97	0,1594	
22	39,61	3060	12,27	0,1596	
24	46,1	4246	12,50	0,1594	
26	53,4	5744	12,70	0,159	
28	61,1	7587	12,85	0,158	średnio
30	69,1	9800	13,04	0,158	$\xi = 0{,}158$
34	86,8	15695	13,35	0,1565	
38	107,0	24012	13,50	0,155	
40	118,0	29213	13,6	0,155	
45	147,0	45852	13,78	0,154	
50	180,0	68738	13,91	0,1535	

Przykład 1. $k = 820$ kg/cm², $k_b = 40{,}2$ kg/cm², grubość płyty oszacowana h — 45 cm,

ciężar jednostkowy betonu 0,45 . 2400 = 1.080 t/m²

żwiru 0,3 . 2000 = 0,600 „

$g = 1{,}680$ „

Rozpiętość $L = 5$ m, $M = \frac{1}{8} g L^2 = \frac{1{,}68}{8} . 25 = 5{,}25$ tm

dla mostu I klasy $M_r = 6{,}132$ „

$M^1 = 11{,}382$ „

$\mathfrak{M} = 11{,}382$ t

$$\text{według (2) } \alpha = \frac{15 . 40{,}2}{820} = 0{,}736$$

$$\frac{\alpha}{3} = 0{,}245$$

$$\frac{1}{4} + \xi = \frac{0{,}408}{\eta = 0{,}653\ \alpha = 0{,}354}$$

$$\text{Według (8) } w^2 = \frac{15.11382}{0{,}354.820} = 592 \text{ cm}^2,\ w = 24{,}3 \text{ cm}$$

Według (2) $x = \alpha\, w = 0{,}736.24{,}3 = 17{,}8$ cm zaokrąglone $x = 18$ cm, $w = 24$ cm

przyjmiemy $IN\,24$ —

$$\text{wedle (3) } b = \frac{15{,}46{,}1}{0{,}736^2.24} = 54 \text{ cm}$$

Przykład 2. Jeżeli przyjmiemy naprężenie dopuszczalne dla stali wyższe o $33{,}^1/_3\%$ w myśl wyników doświadczeń Baesa, to otrzymamy:

$k = 1093$ kg/cm² $k_b = 40{,}2$ kg/cm²

grubość płyty według oszacowania $h = 45$ cm

ciężar betonu 0.49.2400 — 1180 tm²

ciężar żwirówki 0,3.2000 — 0600 tm²

g — 1780 tm²

$$M_g = L/8_g - \frac{1.78}{8} \cdot 5^2 = 5{,}55 \text{ tm}$$

M_r z tablic dla I klasy 6,132

$M^1 = 11{,}692$

$$\alpha = \frac{40,2.15}{1093} = 0,552$$

$$\frac{\alpha}{3} = \frac{0,552}{3} = 0,184$$

$$\gamma_1 = (0,184 + 0,408).\ 0,552^2 = 0,18$$

$$w = \sqrt{\frac{15.11692}{0,18.1093}} = 29,9 \text{ zaokrąglamy do 30 cm } (IN\ 30)$$

$x = 0,552.29,9 = 16,5$ zaokrąglamy do 16 cm

$$b = \frac{15.69,1}{0,552^2.30} = 113 \text{ cm}$$

Jak widać na skutek przyjęcia wyższych naprężeń otrzymaliśmy zamiast I N 24 w odstępach co 54 cm I N 30 w odstępach 113 cm, a grubość płyty 0,4 cm. większą, co w sumie daje dość dużą oszczędność.

Aby uniknąć oszacowania grubości płyty, które z reguły prowadzi do żmudnych powtarzań obliczenia, przekształcimy równ. (8). Grubość płyty wynosi $h = x + w.\ 1,1$, jeżeli grubość warstwy ochronnej przyjmiemy 0,1w. Mniejsza lub większa odchyłka od tego przyjęcia nie gra w obliczeniu żadnej roli. Z uwagi na (2)

$$h = \beta\, w, \text{ przyczem } \beta = \alpha + 1,1 \qquad (9)$$

Ciężar $1m^2$ płyty, której $1m^3$ waży $\gamma = 2,4$ t, $g = \gamma\, h = \beta.\gamma.w$. Moment od ciężaru własnego

$$Mg = \mu.g.\ L^2 = \Delta.\ W, \text{ przyczem}$$

$$\Delta = \mu\, L^2\, \beta\, \gamma \qquad (10)$$

Dla belki wolnopodpartej $\mu = \frac{1}{8}$ Moment ciężaru stałego ponad płytą

$$M_s = s.\ \gamma\ \mu\ L^2$$

Moment od ciężaru ruchomego Mr. Moment wiadomy

$$M_o = M_s + M_r \text{ wszystko w tonnach.}$$

Moment całkowity na 1m szerokości

$$\mathfrak{M} = M_o + \Delta\, w$$

Podstawmy to w (8) i nazwijmy

$$w = \frac{n\, M_0}{\gamma_1\, k} \qquad (11)$$

$$V = \frac{n\Delta}{\eta\, k} \tag{12}$$

to otrzymamy równanie kwadratowe

$$w^2 = V w = W \tag{13}$$

z którego łatwo obliczymy w. Oczywiście należy w zaokrąglić na centymetry. Według zaokrąglonego w znajdziemy odstęp dźwigarów b.

Przykład 3. L = 5 m, $k = 900$, $k_b = 40$ kg/cm², Most drogowy Ikl. żwir 30 cm $M_s = 0{,}30.1{,}900.\frac{5^2}{8} = 1{,}78$ t

$$\begin{array}{rl} Mr = & 6{,}132 \text{ t} \\ \hline M_0 = & 7{,}912 \text{ t} \end{array}$$

$$\text{Wg (2)}\ \alpha\ \frac{15{,}40}{900} = \frac{2}{3} = 0{,}667 \qquad \frac{\alpha}{3} = 0{,}222$$

$$\frac{1}{4} + \xi = \frac{0{,}408}{0.630}$$

$$\text{Wg (9)}\ \beta = 1{,}766,\ \eta = \alpha.^2\ 0{,}630 = 0{,}280$$

$$Wg\ (10)\ \Delta = \frac{1}{8}\ .\ 25\ .\ 1{,}767,2,4 = 13{,}25 \text{ t/m} = 132{,}5 \text{ kg/cm}$$

$$\text{Wg (11)}\ W = \frac{15\ .\ 7912}{0{,}28{,}900} = 472 \text{ cm}^2$$

$$\text{Wg (12)}\ V = \frac{15\ .\ 132{,}5}{0{,}28\ .\ 900} = 7{,}9 \text{ cm}$$

$$\text{Wg (13)}\ w^2 - 7{,}9\ w = 472$$

$$\text{Stąd}\ w = \frac{7{,}9}{2} + \sqrt{\frac{7{,}9^2}{4} + 472} = 26 \text{ cm}$$

$$x = 0{,}667 \times 26 = 17{,}35 \text{ cm}$$

$$\text{Wg (3)}\ b = \frac{15\ .\ 53{,}4}{26\ .\ 0{,}667^2} = 69 \text{ cm}$$

Przykład 4. Jeżeli podobnie jak w przykładzie 2. przyjmiemy naprężenia o $^1/_3$ wyższe to otrzymamy:

$$k = 1200,\ k_b = 40$$

$$\alpha = \frac{15\ .\ 40}{1200} = 0{,}50 \qquad \frac{\alpha}{3} = 0{,}167$$

$$\beta = 0{,}50 + 1{,}1 = 1{,}60 \qquad \gamma_1 = 0{,}5^2 \,.\, (0{,}167 + 0{,}408) = 0{,}144$$

$$\Delta = \frac{1}{8} \,.\, 1{,}6 \,.\, 2{,}4 \,.\, 5^2 = 12 \text{ t/m} = 120 \text{ kg/cm}$$

$$V = \frac{15 \,.\, 120}{0{,}144 \,.\, 1200} = 10{,}4$$

$$W = \frac{15 \,.\, 7912}{0{,}144 \,.\, 1200} = 687$$

$w = \frac{10{,}4}{2} + \sqrt{\frac{10{,}4^2}{4} + 687} = 32{,}4$ cm zaokrąglamy do 32 cm (I N 32).

$$x = 0{,}50 \,.\, 32 = 16 \text{ cm}$$

$b = \frac{15 \,.\, 32{,}77{,}7}{0{,}5^2 \,.\, 32} = 145$ cm, a zatem i tutaj zamiast IN 26 w odstępach 69 cm, wypada IN 32 w odstępach 145 cm i odpowiednio płyta o 5 cm grubsza, co również daje znaczną oszczędność!

INŻ. STANISŁAW ALTMAN

NOWE AUTOSTRADY W NIEMCZECH.

Międzynarodowa Wystawa Automobilowa i Motocyklowa w Berlinie związana była z otwartą jednocześnie bardzo interesującą wystawą drogową. Zwiedziła ją w dniach od 22 do 27 lutego r. b. wycieczka zorganizowana przez Polską Ligę Drogową pod przewodnictwem p. Hr. Stefana Tyszkiewicza.

Zanim przejdziemy do omówienia istotnych zagadnień drogowych, omówimy w kilku słowach ogólny przebieg wycieczki.

Przedewszystkiem—wzorowa organizacja. Zaraz po przyjeździe do Berlina otrzymaliśmy wydrukowany na czerwonym papierze, dokładny program „Besuch der polnischen Liga Drogowa zur Automobil-Ausstellung und Besichtigung einer Strecke der im Bau befindlichen Reichsautobahn".

Zainteresowanie władz niemieckich naszą wycieczką, posiadającą w swym gronie przedstawicieli prasy stołecznej, różnych przemysłów, kilku inżynierów z Ministerstwa Komuni-