

Rudolf Koppel

STATYCZNO-KONSTRUKCYJNE ASPEKTY STOSOWANIA BELKI KRAWĘDZIOWEJ W MOSTACH

Projektowanie wyższych i sztywniejszych belek krawędziowych w mostach żelbetowych poddyktowane było do niedawna tylko względami konstrukcyjnymi. Wydawało się, że taki wariant stanowi najlepsze rozwiązanie konstrukcyjne podwyższonej części chodnikowej. Znacznie statyczne zwiększonej sztywności tychże belek było z reguły pomijane.

Wieloletnie doświadczenia nagromadzone w dokumentacjach eksploatacyjnych tego rodzaju obiektów mostowych (szczególnie tych o nawierzchniach lekkich) wskazują na częste występowanie typowych uszkodzeń takich jak obłuzowanie krawężników i równoczesne uszkodzenie izolacji w części przykrawężnikowej. Wady te, na pozór drobne i z początku niewidoczne, prowadzą z biegiem lat do przecieków, rdzewienia wkładek zbrojeniowych, odpadania otuliny wkładek i ogólnego kruszenia betonu.

Poszukiwanie rozwiązań konstrukcyjnych, zapobiegających powstawaniu tego rodzaju uszkodzeń, doprowadziły do nowych form kształtowania części chodnikowej mostu.

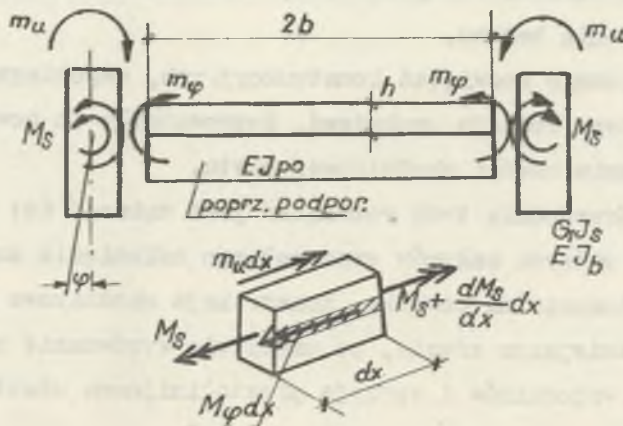
Myslą przewodnią tych rozwiązań jest dążność do: układania izolacji bez ostrych zakamów oraz pełnego oskonięcia konstrukcji nośnej wodoszczelną powłoką. Konstrukcja chodnikowa betonowana jest w późniejszym czasie, co umożliwia wyrównanie niedokładności wykonania wsporników i sprzyja prostolinijnemu ukształtowaniu gzymsu.

W rozwiązaniach tych rezygnujemy celowo z korzyści statycznych belki krawędziowej, usztywniającej swobodny brzeg konstrukcji mostowej, na rzecz prostoty wykonania a także walorów estetycznych i eksploatacyjnych.

Niewątpliwą rangę statyczną i konstrukcyjną posiada belka krawędziowa w kolejowych mostach korytkowych, stosowanych wyłącznie w warunkach ograniczonej wysokości konstrukcyjnej.

Konstrukcje mostowe wzmocnione belkami krawędziowymi - nawet te jednoprzęsłowe - stanowią dla projektanta trudny problem statyczny. Brak stosowanych materiałów pomocniczych (tablice, wykresy) utrudnia właściwy dobór przekrojów. Wyłaniają się zawsze pytania: jaki jest stopień sprężystego podparcia i zamocowania swobodnego brzegu wskutek skonstruowania takiej lub innej belki krawędziowej? Dokładne rozwiązanie tego zadania, choć teoretycznie możliwe, nie jest dotychczas stosowane w praktyce projektowej ze względu na pracochłonność.

W referacie omówiono przybliżone sposoby określenia współpracy płyty mostowej z belką krawędziową. Ujęte w licznych wykresach



Rys. 1

zależności pozwalają łatwo określić wpływ różnych parametrów geometrycznych ustroju na siły wewnętrzne konstrukcji. Wielkości sprężystego oddziaływania belki określono za pomocą momentu m_x i sił poprzecznych q , zastępujących myślowo oddzieloną belkę, (rys. 1). Poszczególne siły przekrojowe wyznaczono niezależnie od siebie.

Sprężyste zamocowanie

Zakładając, że belki krawędziowe doznają jedynie czystego skręcenia, a ich ugięcia mogą być pominięte, otrzymamy z warunku równowagi elementu belki (rys. 1), obciążonej momentem m_u , równanie różniczkowe kąta skręcenia w postaci:

$$\frac{d^2 \varphi}{dx^2} - \alpha^2 \varphi = - \frac{m_u}{GJ_s}$$

gdzie:

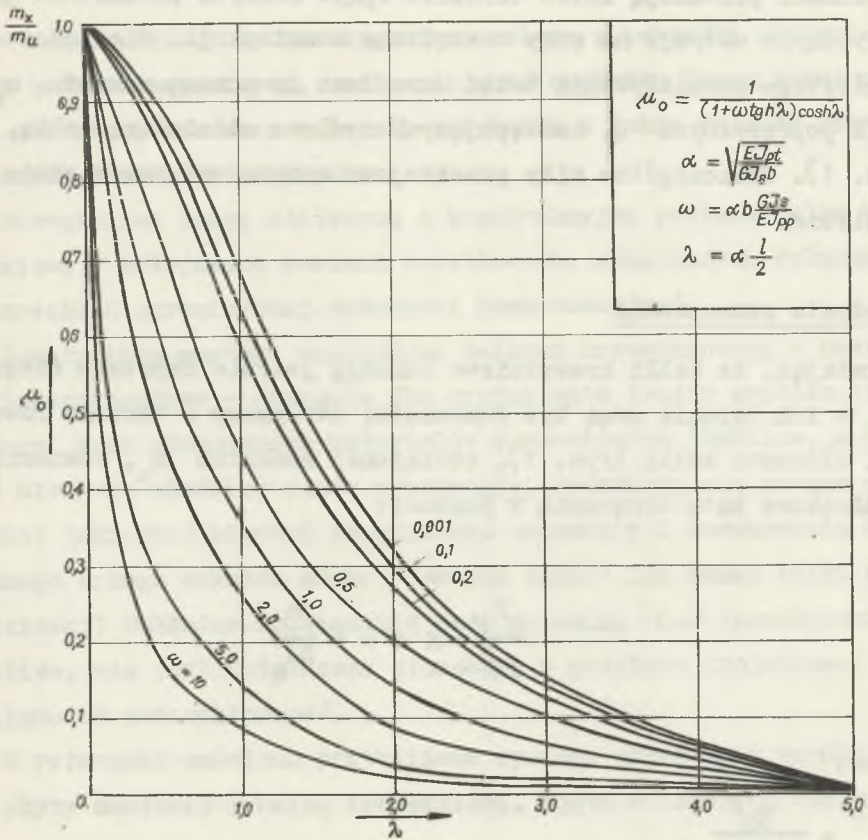
$$\alpha^2 = \frac{Eh^3}{12GJ_s b}$$

m_u - moment sztywnego utwierdzenia płyty (dla obciążenia symetrycznego),

GJ_s - sztywność skrętna belki.

W oparciu o powyższe równanie wyznaczono dla środkowego przekroju poprzecznego współczynnik rozdziału $\rho_0 = \left| \frac{m_\varphi}{m_u} \right|$ w zależności od parametrów ω i λ , charakteryzujących sztywność belki krawędziowej i poprzecznicę podporowej.

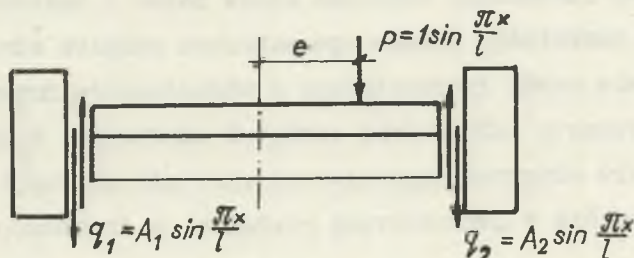
Rzeczywisty moment sprężystego zamocowania środkowego pasma poprzecznego płyty można określić z zależności: $m_x = m_u - m_\varphi$ lub za pomocą współczynnika utwierdzenia $\mu_0 = \left| \frac{m_x}{m_u} \right|$ (rys. 2).



Rys. 2

Sprężyste podparcie

Odciażający wpływ belki krawędziowej wyraża się za pośrednictwem siły poprzecznej q działającej w płaszczyźnie fikcyjnego przekroju oddzielającego belkę od płyty. Siły q_1 i q_2 wyznaczone z pominięciem sztywności skrętnej belek w oparciu o współczynniki rozdziału poprzecznego obciążenia metody Guyona-Massonneta. Zachowując wszystkie założenia tejże metody obliczono amplitudy A_1 i A_2 niewiadomych sił q_1 i q_2 dla jednostkowego obciążenia sinusoidalnego $p = 1 \sin \frac{\pi x}{l}$, działającego na mimośrodku e (rys.3).



Rys. 3

Wartość amplitud A_1 i A_2 zestawiono na 9 wykresach (podanych w referacie) w zależności od mimośrodu działania obciążenia i parametru charakteryzującego sztywność giętną belki krawędziowej.

Wyszczególnione powyżej wykresy ułatwiają projektantowi dobór odpowiedniej belki krawędziowej mostu płytowego i umożliwiają szybką ocenę jej odciażającego wpływu. Pełny zestaw wymienionych wykresów zostanie opublikowany wkrótce w innym miejscu.